

*Kansen en keerzijden van natte teelten*

# Waterlandbouw

BIOWETENSCHAPPEN EN MAATSCHAPPIJ KWARTAAL 3 2023



# Waterlandbouw

Dit cahier is een uitgave van Stichting Biowetenschappen en Maatschappij (BWM) en verschijnt twee maal per jaar. Elk nummer is geheel gewijd aan een thema uit de levenswetenschappen, speciaal met het oog op de maatschappelijke gevolgen ervan.

Stichting BWM is ondergebracht bij ZonMw.

## BESTUUR

Prof. dr. J.W.F. Reumer  
(voorzitter)  
Dr. R.H.J. Erkens  
(penningmeester)  
Dr. L. Asveld  
Dr. M. Bosse  
Prof. dr. E. van Donk  
Prof. dr. C.A.C.M. van Els  
Dr. S.M. Chuva de Sousa Lopes  
Dr. J.E. van Steenbergen

## RAAD VAN ADVIES

Prof. dr. J. van den Broek  
Dr. L.K. Defize  
Prof. dr. J. van Dissel  
Dr. J.J.E. van Everdingen  
Prof. dr. J.P.M. Geraedts  
Prof. dr. W.A. van Gool  
Prof. dr. ir. F.P.M. Govers  
Dr. R. Grootens-Wiegers  
Prof. dr. B.C.J. Hamel  
Prof. dr. W.P.M. Hoekstra  
Prof. dr. J.A. Knottnerus  
Prof. dr. E. Schroten

## REDACTIECOMMISSIE

Prof. dr. E. van Donk  
Prof. dr. ir. H. Komen  
Dr. ir. E. Weerman

## REDACTIE

ir. A.Smit

## BUREAU

Joy Kerklaan  
Monique Verheij

## BEELDREDACTIE

B en U international picture  
service, Amsterdam

## INFOGRAPHICS

Eva Dekker  
Bert van der Meer

## VORMGEVING

Studio Bassa, Culemborg

## DRUK

Drukwerkconsultancy

## INFORMATIE,

## ABONNEMENTEN EN

## BESTELLEN LOSSE NUMMERS

Stichting Biowetenschappen  
en Maatschappij  
Laan van Nieuw  
Oost-Indië 334  
2593 CE Den Haag  
telefoon: 070-34 95 402  
e-mail:  
info@biomaatschappij.nl  
www.biomaatschappij.nl

© Stichting BWM

ISBN/EAN 978-94-93232-06-8

Stichting BWM heeft zich ingespannen om alle rechthebbenden van de illustraties in deze uitgave te achterhalen. Mocht u desondanks menen rechten te kunnen laten gelden, dan verzoeken wij u vriendelijk om contact met ons op te nemen.



# Inhoud

Inhoud 1

Voorwoord 2

Inleiding 4

## 1 Van alg tot waterplant 8

Hypes en hoop voor micro-algen als  
grondstofleverancier 9

Europees zeewierteelt op komst 13

Moerasteelt tegen verdroging en verlaging  
veengebieden 15

Het nut van nietige slootplantjes 18

Veenmosteelt voor vernatting, klimaat  
en potgrond 20

Telen op water komt los van de grond 23

**BOX** Interview waterboer Hubrecht Janse,  
Zeeuws Zilt, Wolphaartsdijk 26

## 2 Van spons tot schelpdier 28

De potentie van sponzen en koralen 29

Oesterkweek ondanks ziektes en belagers 32

**KADER** Triploïde oesters 33

Zeeuwse mosselkweek onder druk 34

**KADER** Mosselkweek in de rest van Europa 34

**BOX** Interview waterboer Marinus Padmos,  
mosselkweker Bruinisse 38

## 3 Van garnaal tot vis 40

Tropische garnaal is hip & happening,  
maar de vis wordt duur betaald 41

Kweekvis vervangt wilde vis in rap tempo 46

Kweek van zoet- en zoutwatervis  
in Nederland groeit 52

**KADER** Keurmerken voor vis 55

**BOX** Interview waterboer Cees Jan Bastiaansen,  
Kingfish Zeeland 56

## 4 De toekomst 58

Kweekvis verhoogt de mariene dierlijke  
eiwitproductie niet 59

Combinatieteelt biedt kansen 62

Ecologisch boeren op zee 64

Natte teelten, een nieuwe route voor  
de landbouw 68

**BOX** Interview onderzoeker Indonesische waterboeren  
Sri Rejeki 70

Epiloog 72

Auteurslijst 75

Illustratieverantwoording 76



Bij welke intensiteit is waterlandbouw werkelijk duurzaam te implementeren?

**V**REEMD EIGENLIJK dat we onze planeet ‘aarde’ noemen want circa zeventig procent van het oppervlak is bedekt met water. Het zou dus veel logischer zijn als onze planeet ‘ocean’ of ‘zout water’ zou heten want van al dat water op aarde is ook nog eens 98 procent zout. Om een deel van dat water op aarde te gebruiken voor de productie van voedsel of voor bijvoorbeeld duurzame bouwmaterialen zoals bij de teelt van lisdodde, ligt erg voor de hand, maar heeft ook nog een lange weg te gaan. Vandaar dat het een goed initiatief is om de meest recente kennis over landbouw op water, waterlandbouw, te bundelen. Zeker nu traditionele landbouwgronden uitgeput raken, er een dringende noodzaak is voor een mondiale eiwittransitie en we ook moeten anticiperen op de klimaatverandering.

Oogsten uit het water is niet nieuw. Vissen, schaal- en schelpdieren, algen en wieren worden al sinds mensenheugenis verzameld en geconsumeerd. Aangenomen wordt dat dit hoogwaardige voedsel uit zee significant heeft bijgedragen aan de sterke ontwikkeling van het menselijke brein. Gaandeweg is dat voedsel uit water verdrongen door voedsel van land. Met de noodzaak om van dierlijk naar plantaardige eiwitten over te stappen voor menselijke consumptie is het de hoogste tijd voor waterlandbouw 2.0, van land- naar waterbouw. Algen en zeewieren zijn daarvoor bij uitstek geschikt, want die organismen bevinden zich op het laagste trofische niveau en hebben dus een verwaarloosbare koolstofvoetafdruk. De kweek, oogst en verwerking van algen en zeewieren is volop in ontwikkeling. Schaal- en schelpdieren zijn

daarnaast geschikt om algen uit het zeewater te halen. Voor de oogst van hogere trofische niveaus zoals vissen, is er duidelijk de noodzaak om van wildvangst over te stappen op kweek. Bij de kweek van vissen zullen echter wel risico’s op ziektes en problemen met dierenwelzijn op de loer blijven liggen.

Deze publicatie geeft een mooi overzicht van wat er mogelijk is op het gebied van waterlandbouw. Die mogelijkheden zijn er zeker, maar voorzichtigheid blijft geboden: wonderen bestaan niet. Want bij welke intensiteit is waterlandbouw werkelijk duurzaam te implementeren, wat is de draagkracht van aquatische en mariene ecosystemen, hoe voorkomen we dat we niet in dezelfde problemen terechtkomen als met traditionele landbouw, en kan mariene voedselproductie werkelijk duurzaam worden vergroot? Om die vragen te beantwoorden, zal niet alleen fundamenteel onderzoek moeten worden verricht maar is ook er een dringende noodzaak voor het uitvoeren van proeven in het veld (lees: op of in het water).

Ontegenzeggelijk biedt waterlandbouw vele voordelen. Bijvoorbeeld om met algenkweek eutrofiëring tegen te gaan, de verrijking van aquatische ecosystemen met nutriënten als nitraat en fosfaat. En waterlandbouw kan een bijdrage leveren aan het in standhouden of vergroten van de biodiversiteit doordat er bijvoorbeeld met de kweek van wier of vis minder druk komt op de natuurlijke visbestanden. Daarnaast kan waterlandbouw de CO<sub>2</sub>-uitstoot verminderen, schelpdieren of vis produceren beduidend minder CO<sub>2</sub> van wieg tot graf dan kippen, koeien of varkens. De teelt van veenmos of





**Klaas Timmermans met een bos suikerwier.**

lisdodde neemt CO<sub>2</sub> op en houdt de veengebieden nat waardoor veen niet verder afbreekt en verdere CO<sub>2</sub>-uitstoot wordt voorkomen. Bovendien bieden combinaties met kustbescherming, of windmolenparken op zee vele mogelijkheden voor de productie van duurzaam voedsel. Aan de andere kant zijn

er zeker ook nog vele problemen op te lossen: hoe de productie van biomassa op een werkelijk duurzame manier te vergroten, hoe de meest waardevolle bestanddelen uit bijvoorbeeld algen en wieren te halen. Er zijn kortom vele mogelijkheden, maar ook nog vele vragen, in deze publicatie op een rij gezet. De opkomende waterlandbouw biedt Nederland – waterland bij uitstek – een mooie kans om hierin het voortouw te nemen.

*Klaas Timmermans*

*Onderzoeker bij het Koninklijk Nederland Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), hoogleraar aan de Rijksuniversiteit Groningen en lector bij HZ University of Applied Sciences*

# Inleiding



Er is een kentering gekomen in de manier waarop we naar water als voedselbron kijken

**W**IE AAN water denkt, denkt niet zo snel aan landbouw. Water is om te drinken, of om in te zwemmen. Water is een bron van plezier, als meer om op te zeilen, of als zee, om op warme dagen verkoeling te zoeken. Eigenlijk denken we minder vaak aan water als een omgeving waarin planten en dieren leven en waaruit je voedsel kunt halen of waarin je voedsel kweekt. Toch doen we dat al eeuwen. De vroegste mensen verzamelden en aten oesters en andere scheldieren, getuige de enorme schelpenbergen die bij sommige archeologische vindplaatsen zijn aangetroffen. Ook werd er gejaagd op vis en schaaldieren.

Van het vangen naar het houden en opkweken is een kleine stap, en het kweken van vis in zoet en zout water kent dan ook een lange geschiedenis. In China worden al minstens vierduizend jaar karpers gekweekt, in het oude Egypte van de farao's kweekte men zeebrasem, en de Romeinse lekkerbekken verzamelden oesterbroedjes om op te kweken. In het middeleeuwse Europa zorgden de christelijke vastendagen ervoor dat men karpers ging kweken in vijvers: in het voorjaar ving men jonge visjes in de overstromde oevers van een rivier en kweekte die op in speciaal aangelegde vijvers buiten het klooster. Na enige tijd ontdekte men dat karpers zich makkelijk lieten voortplanten in deze vijvers. Doordat men de grootste vissen hield om zich voort te planten ontstonden al snel karpervariëteiten die flinke afmetingen konden bereiken; iets waar fanatieke hengelaars heden ten dage nog steeds van profiteren.

De moderne tijd bracht industrialisatie, ook in de visserij, en in de laatste vijftig jaar zijn de oceanen zwaar overbevist geraakt. Het eerste bewijs dat visbestanden eindig zijn en dat je soorten door overbevissing kan uitroeien, kwam uit Noord-Amerika waar de beroemde kabeljauwvisserij op de 'great banks' na driehonderd jaar ter ziele ging. Andere vissoorten volgden en ook de neveneffecten van grootschalige visserij op dolfijnen en andere zoogdieren, zeeschildpadden en vogels eisten en eisen hun tol. Milieuvervuiling en de bouw van talloze stuwdammen bedreigen tegelijkertijd onze rivieren en meren. Wilde zalm is praktisch uitgestorven en ook de paling is ernstig bedreigd in zijn voortbestaan. Dit alles maakt ons ervan bewust dat het leven in de zeeën, rivieren en meren onze bescherming dringend nodig hebben.

Waarom dan toch een biocahier "waterlandbouw"? De laatste jaren is er duidelijk een kentering gekomen in de manier waarop we naar water als bron van voedsel kijken. Water blijkt namelijk ook kansen te bieden om nieuwe duurzame plantaardige producten te kweken, CO<sub>2</sub> te binden, bedreigde vissoorten te ontzien, en voedsel te kweken met minimale vervuiling en impact op de natuur. De aanleg van windparken in zee bieden ongekende mogelijkheden om in afgesloten gebieden nieuwe vormen van duurzame 'aquacultuur' te verkennen. Over al die experimenten en vormen van duurzame (en minder duurzame) kweek gaat dit biocahier. De rode draad is duurzaamheid: het zo efficiënt mogelijk gebruiken van grondstoffen, of het zo efficiënt mogelijk produceren van voedsel



met minimale impact voor het milieu. Daarbij hebben we bewust gekozen voor een simpele biologische volgorde in de hoofdstukken.

In het eerste hoofdstuk behandelen we de planten en we beginnen met de kleinste plantjes die er zijn, de eencellige micro-algen. Rene Wijffels en zijn team laat zien welke grondstoffen er allemaal gehaald zouden kunnen worden uit micro-algen. Algen zijn kleine chemische fabriekjes, die op een eenvoudig dieet van zonlicht, CO<sub>2</sub>, wat suikers, stikstof en fosfaat de meest complexe chemische verbindingen kunnen maken. De verwachting is dan ook dat de kweek van algen op industriële schaal de komende jaren een explosieve groei zal laten zien. Zeewieren zijn ook algen, maar dan meercellig. Ook zeewier kent een enorme potentie als bron van omega-3-vetzuren, de stoffen waarop diverse gezondheidsclaims rusten, en eiwitten. De teelt van zeewier is in Azië al lang gaande maar in Europa nog relatief onbekend. Toch is het voornaamste product van zeewier, alginaat, alomtegenwoordig, als geleermiddel van pudding tot de schuimkraag van bier.

Ook in het zoete water wordt geëxperimenteerd met nieuwe vormen van plantenteelt. Verdroging van veengebieden leidt tot enorme CO<sub>2</sub>-uitstoot en kan alleen voorkomen worden door de grondwaterstand weer te verhogen. Dit biedt nieuwe kansen. Zo kan men lisdoddes kweken als CO<sub>2</sub>-neutraal isolatiemateriaal, veenmos voor potgrond en kroosvarens als plantaardige eiwitbron voor vegaburgers. Tenslotte kijken we in het laatste deel nog even naar plantenteelt met natte voeten en



laten we zien dat het kweken op water – dus los van de grond – ook duurzaam en milieuvriendelijk kan zijn.

In het tweede hoofdstuk ‘van spons tot schelpdier’ duiken we samen met Ronald Osinga in de wereld van sponzen en koralen. Sponzen en koralen zijn eigenlijk huiseigenaren met vreemde bewoners. In het geval van sponzen gaat het om bacteriën, bij koralen gaat het om micro-algen. Deze gasten maken voedingsstoffen waar de huiseigenaren van profiteren. Omgekeerd bieden ze onderdak en bescherming. Osinga laat zien dat het kweken van koralen niet zo ingewikkeld is en enorm kan helpen bij het herstellen van beschadigd koraalrif of het kweken van nieuw rif. Sponzen hebben de belangstelling van de farmacie, vanwege de complexe chemische verbindingen die ze maken, maar ze zijn notoir lastig te kweken.

Heel anders is dat met die andere groep van dieren, de schelpdieren. Oesters en mosselen worden in Nederland al decennia lang gekweekt. Hoewel kweken misschien niet het juiste woord is. Doorgaans wordt het jonge broed in het wild verzameld en op speciale percelen in de Oosterschelde, Grevelingen of Waddenzee uitgezet. Die methode kent echter vele nadelen, waardoor er nu naar alternatieve kweekmethoden wordt gekeken zoals oesters en mosselen die hangen aan draden of groeien in zakken. Schelpdieren zijn een ecologisch belangrijke schakel in de voedselketen in zee; ze filteren micro-algen waarbij ze het water helder maken en hun poep bemest de bodem waarop andere organismen weer kunnen groeien. Dat maakt ze

tot interessante kandidaten voor voedselproductie in windmolenparken.

In hoofdstuk drie kijken we naar de commerciële aquacultuur, dat wil zeggen: de teelt van vissen en tropische garnalen. Aquacultuur is niet meer weg te denken uit het dagelijks leven: in de meeste viswinkels is inmiddels de helft van het aanbod afkomstig van kweek. Denk daarbij aan zalm, forel, paling, tonijn, zeebaars, en gamba's. Gamba's zijn tropische garnalen en wereldwijd zeer gewild. Minder bekend is de enorme schaal waarop de dieren worden gekweekt in de kustgebieden van Azië en Latijns-Amerika. Met de kweek van gamba's valt heel veel geld te verdienen en dat leidt helaas ook tot veel misstanden.

Karin van de Braak schetst in haar bijdrage de huidige stand van zaken en de mogelijke oplossingsrichtingen. De garnalenkweek gaat gepaard met grote ecologische problemen, zoals verlies van mangrove en verzilting van landbouwgrond. Ook heeft de teelt last van pandemische ziekten-uitbraken, waarbij massale sterfte kan optreden en boeren bankroet kunnen gaan. Minder intensieve teelt, met aandacht voor het biologisch evenwicht in teeltvijvers kan veel doen, maar leidt ook tot hogere kosten die de winstmarges drukken.

Ook visteelt kent veel uitdagingen, maar daar zijn onder druk van milieubewegingen, Europese wetgeving, en certificeringprogramma's grote stappen gezet richting meer duurzame kweek. In hun bijdragen schetsen Johan Verreth en Arjan Palstra de stand van zaken. In de wereld maar ook in Nederland, want ook daar wordt vis gekweekt,



## Wat is de toekomst van de aquacultuur en natte plantenteelt?

in uiterst geavanceerde gesloten kweeksystemen waar het kweekwater constant wordt gezuiverd en gerecycled.

In het laatste hoofdstuk blikken we vooruit. Wat is de toekomst van de aquacultuur en natte plantenteelt of paludicultuur? Jaap van der Meer trapt dit hoofdstuk af met een nuchtere analyse: als we de potentie van onze oceanen als voedselbron volledig willen benutten, zullen we efficiënter moeten oogsten. De basis van alle productie, de zogenaamde primaire producenten, zijn de algen die uit zonlicht en CO<sub>2</sub> biomassa maken. Algen staan aan de basis van een voedselketen die eindigt met carnivore vissen. Hij laat zien dat het slimmer is om lager in de keten te oogsten: vissen die plankton kunnen filteren als voedsel, of schelpdieren. Dit idee is ook leidend bij de volgende twee bijdragen. Reinier Nauta laat in Indonesië zien dat slim combineren van zeewier met schelpdieren en vis in een polycultuurvijver kan leiden tot hogere productie met minder impact voor het milieu. Tinka Murk schetst in haar bijdrage hoe windmolenparken voor de kust van Nederland kansen bieden voor de aanleg van kunstmatige riffen, waar kreeften, krabben, kabeljauw, zeebaars en veel andere overbeviste soorten kunnen wonen. Door die riffen te bemesten met de poep van mossels en oesters die in hangculturen tussen de windmolens worden gehangen, ontstaat een nieuwe een vorm van ecologisch verantwoord 'zeeboeren'. Aan het eind van dit cahier keren we terug naar waar we mee begonnen: de natte plantenteelt als nieuwe route voor de landbouw in Nederland. Ellen Weerman schetst de

vele voordelen van deze vorm van landbouw voor milieu en klimaat, maar constateert ook dat de realisatie uiteindelijk zal afhangen van de hoeveelheid beschikbare grond. En we weten allemaal dat die in Nederland zeer beperkt is. Dan toch maar de zee op? We gaan het zien...

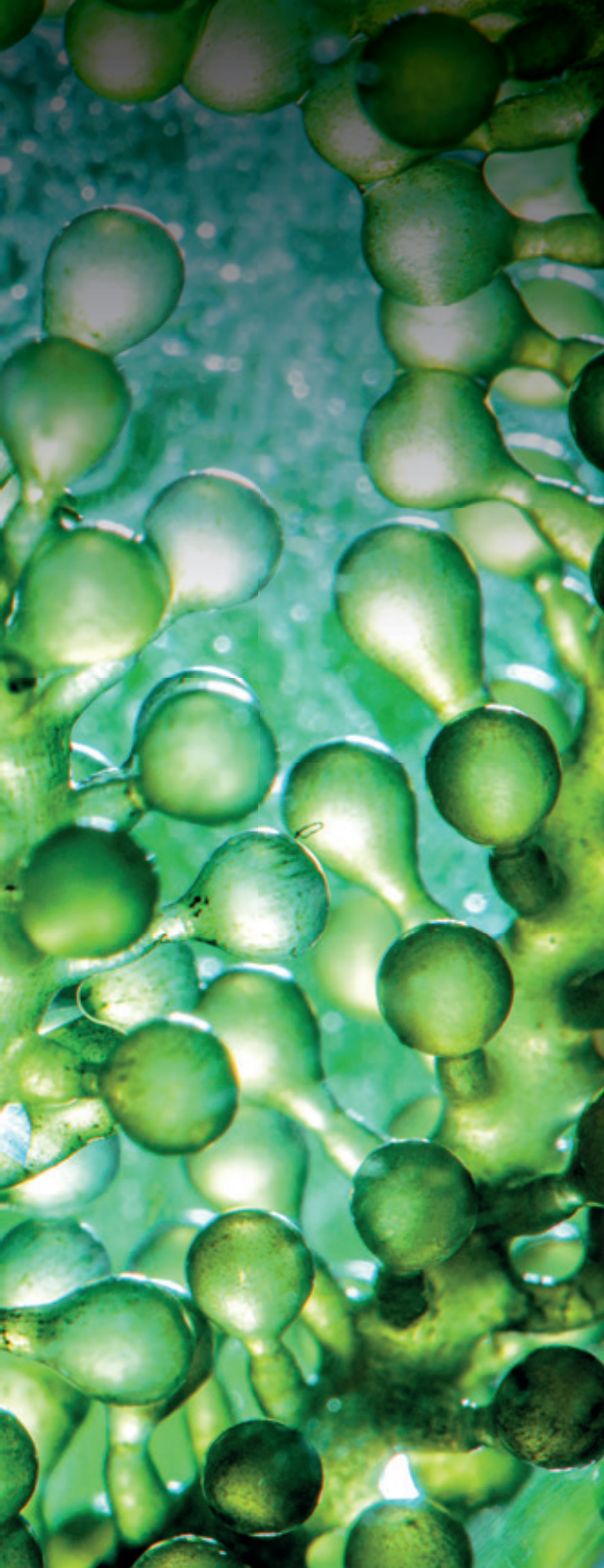
*De redactiecommissie: Ellen van Donk,  
Hans Komen en Ellen Weerman*

# 1 Van alg tot waterplant



We zijn heel goed in het telen van planten op het land. De teelt van algen, wieren, mossen, water- en oeverplanten komt pas op gang in Europa. Ze kunnen nieuwe grondstoffen en voedsel leveren, voorkomen dat de veenbodem verder daalt en de uitstoot van broeikasgassen verminderen.





## Hypes en hoop voor micro-algen als grondstofleverancier

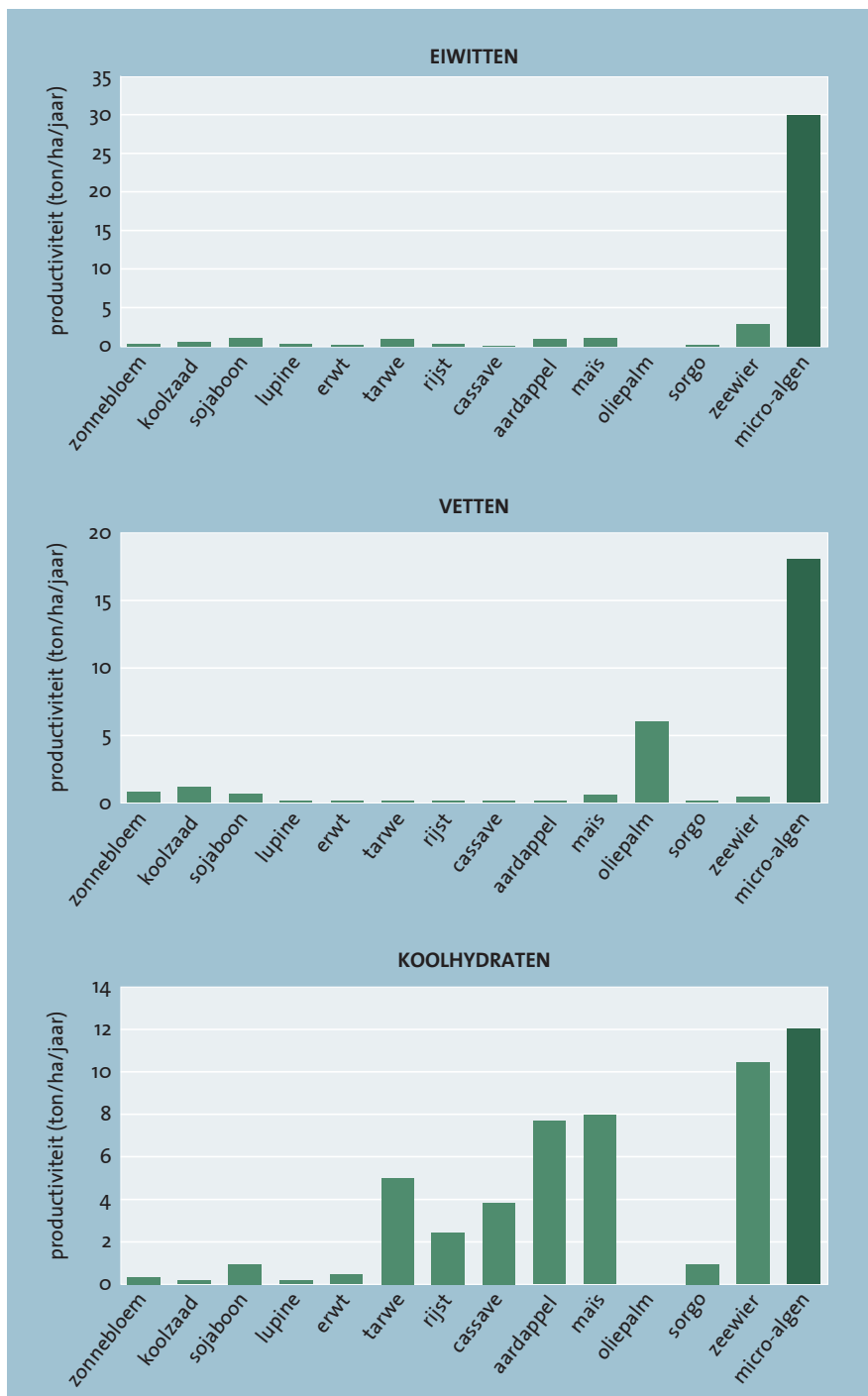
**Micro-algen kunnen functioneren als grondstof voor voedsel, energie en chemicaliën. Ze groeien sneller en produceren meer per oppervlakte-eenheid dan gewassen. Bovendien concurreren ze niet met landbouwgrond en nemen alle nutriënten uit het water op.**

RENÉ WIJFFELS,  
MARCEL JANSSEN,  
SARAH D'ADAMO,  
CHRISTIAN SÜDFELD EN  
MARIA BARBOSA

**M**ICRO-ALGEN ZIJN zeer kleine water-organismen die kunnen groeien met behulp van licht, CO<sub>2</sub>, suikers en nutriënten zoals stikstof en fosfaat.

Gedurende de laatste zeventig jaar stonden ze verschillende keren in de schijnwerpers. Ze waren de grote belofte voor de productie van voedsel en biobrandstoffen omdat ze weinig ruimte innemen, in water groeien en geen vruchtbare landbouwgrond in beslag nemen. De eerste pogingen om micro-algen industrieel te exploiteren als voedselbron vonden plaats tijdens de Tweede Wereldoorlog in Duitsland. Die ontwikkeling kwam tot stilstand door de intensivering van de landbouw vanaf de jaren vijftig. Dankzij kunstmest, pesticiden en schaalvergroting steeg de voedselproductie enorm waardoor de interesse om micro-algen hiervoor in te zetten, verdween. Maar in de jaren zeventig kwamen ze opnieuw in de belangstelling omdat hun waarde als afvalwaterzuiveraars en voedsel voor schelpdieren werd ingezien. Vooral in de Verenigde Staten werden ze op die manier ingezet.

In de jaren negentig werden micro-algen interessant voor de productie van stoffen voor de menselijke gezondheid en visvoer. En toen in diezelfde jaren en tussen 2005-2010 de prijzen voor ruwe olie stegen, kwamen micro-algen in de schijnwerpers als leverancier van biobrandstoffen doordat algen olie bevatten. De aandacht verslaptte echter nadat de olieprijs weer daalden. Toch was deze tijdelijke



aandacht belangrijk omdat technologieën voor de productie van micro-algen een flink stap voorwaarts maakten. Daarnaast kunnen algen nutriënten als stikstof en fosfaat terugwinnen uit oceaanwater, oppervlaktewater en afvalwater. Die functie wordt steeds belangrijker omdat de kunstmestfabrieken zeer veel energie verbruiken en de fosfaatmijnen uitgeput raken. De verwachting is dat ze in de toekomst op die manier worden ingezet.

### Bulkproductie van eiwit en oliën

De huidige algenbedrijven produceren nu vooral eiwitten en andere voedsel ingrediënten voor mens en dier. Wereldwijd gaat het om zo'n 25.000 ton algen per jaar. De afgelopen drie tot vier jaar zijn veel onderzoekers en industrieën actief geworden binnen de zich snel ontwikkelende markten voor vleesvervangers en alternatieven voor soja-eiwit. De wereldwijde wetenschappelijke en industriële gemeenschap die werkt aan micro-algen, is het afgelopen decennium enorm gegroeid, met technologische ontwikkelingen en schaalvergroting van productiefaciliteiten als gevolg, waardoor nieuwe toepassingen zijn ontstaan.

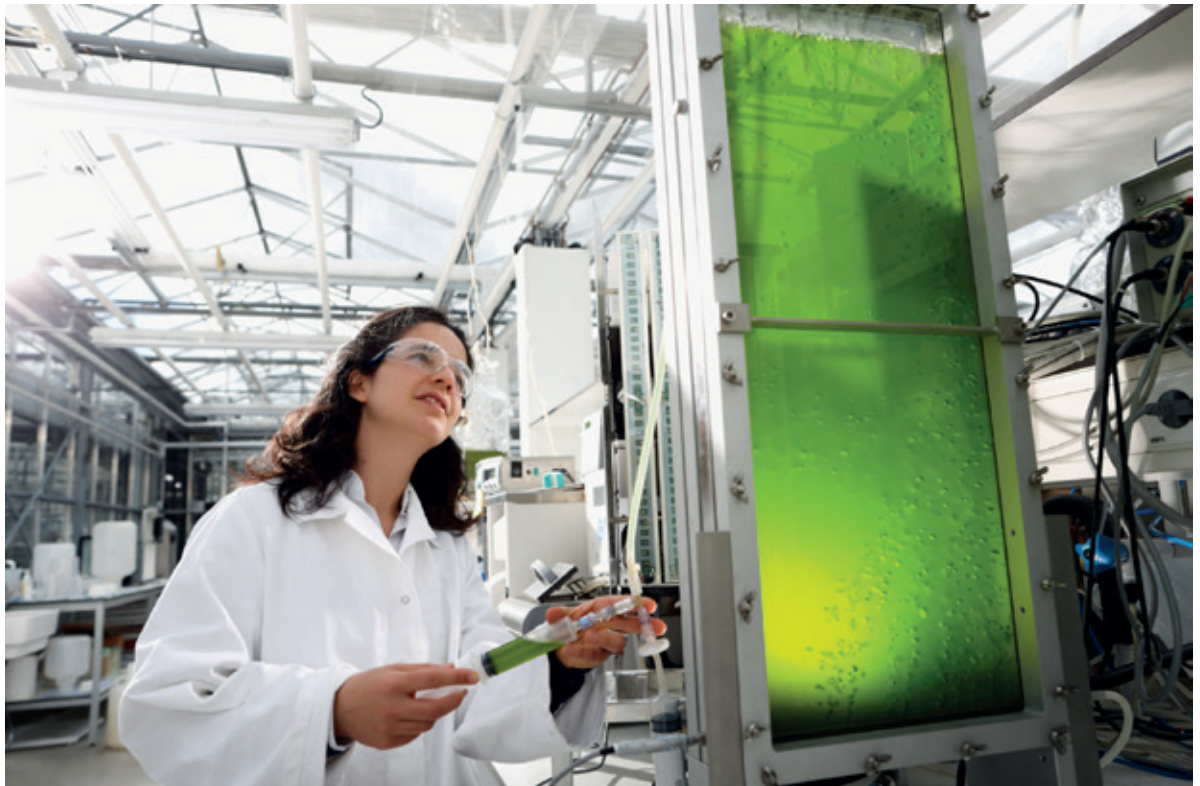
Micro-algen kunnen 22 tot 44 ton eiwit per hectare produceren en maken diverse olieverbindingen die interessant zijn voor de cosmetica-, biobrandstof-, voedsel- en diervoederindustrie. De belangrijkste zijn triacylglycerolen die palmolie kunnen vervangen, en onverzadigde vetzuren die een alternatief zijn voor visolie en essentiële vetzuren in de aquacultuur en menselijke voeding. Micro-algen produceren omega-3-vetzuren tijdens de groei. Die stoffen hopen zich dan voornamelijk

**De hoeveelheid eiwit, vet en suiker die micro-algen per hectare per jaar produceren in vergelijking tot gewassen op land.**

Micro-algen maken diverse olieverbindingen die interessant zijn voor de cosmetica-, bio-brandstof-, voedsel- en diervoederindustrie.



Een micro-alg kan genetisch worden veranderd om olie, eiwitten of beide te maken



op in de celmembranen. Als algen gekweekt worden bij lage stikstofconcentraties verzamelen triacylglycerolen zich in vetbolletjes in de cellen.

#### **Biofabrieken**

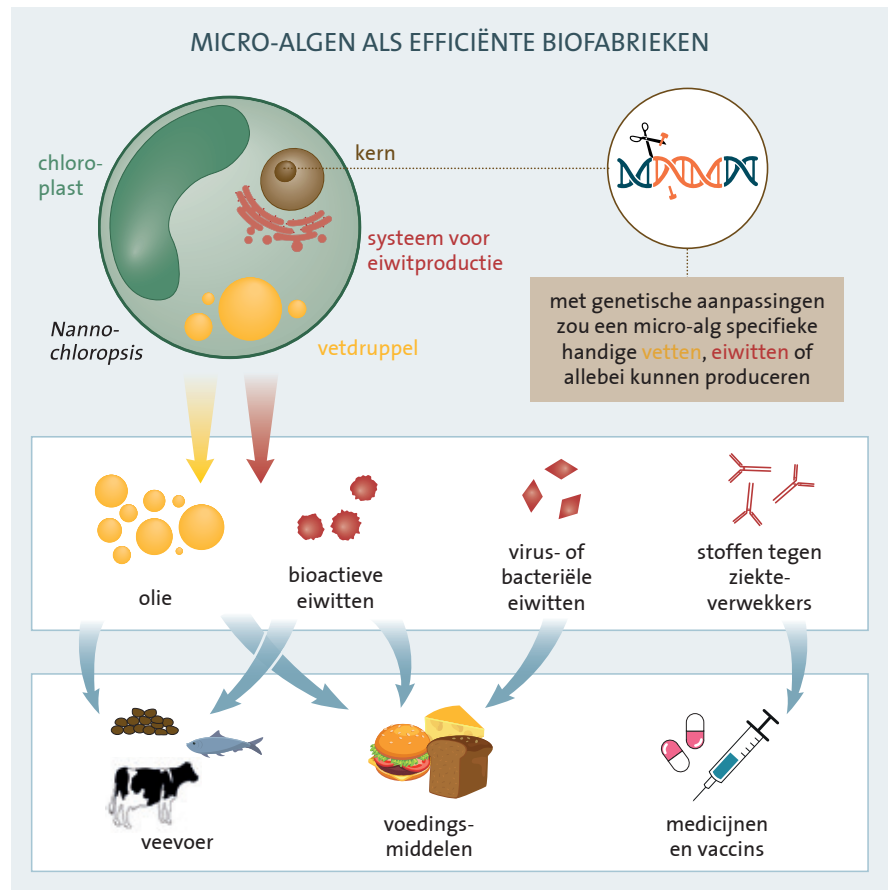
De industriële bedrijven maken nu gebruik van algen die van nature voorkomen in het water, de zogenoemde wildtype stammen. Daardoor is het aantal verbindingen die ze kunnen leveren beperkt. Als algen genetisch worden gemodificeerd zou dit palet kunnen worden uitgebreid. *Nannochloropsis* is daar zeer geschikt voor. Het is een snelgroeiende mariene soort die al op commerciële schaal wordt geproduceerd en die, afhankelijk van de kweekomstandigheden, een rijke bron van eiwitten of olie kan zijn. De alg produceert waardevolle omega-3-vetzuren en kan per individu tot zestig procent

van de triacylglycerolen bevatten. Talrijke studies hebben het biotechnologische potentieel van de micro-alg aangetoond. Wetenschappers weten nu veel meer over de biochemische reacties die in het organisme plaatsvinden. De gereedschapskist voor genetische modificatie breidt zich nog verder uit. Genetische verandering van algen is overigens toegestaan in Europa. Voor de producten die eruit voortkomen moet wel apart toestemming worden aangevraagd. Voor levensmiddelen is dat lastiger dan voor medische doeleinden. Zolang het eindproduct geen gemodificeerd DNA bevat is, zijn er weinig problemen.

Afhankelijk van de gewenste toepassing kan een micro-alg genetisch worden veranderd om olie, eiwitten of beide te maken. Stammen die veel olie produceren, kunnen worden toegepast voor men-



selijk voedsel, diervoeders en chemische industrie. Algen die dienen als diervoer kunnen zodanig worden gemodificeerd dat ze voldoende olie met een gewenst vetzuurprofiel aanmaken en daarnaast ook bioactieve eiwitten produceren zoals fytase – een enzym dat de verteerbaarheid van voedsel verhoogt – en eiwitten die ziekteverwekkende microben kunnen uitschakelen. Maar micro-algen kunnen ook worden omgebouwd tot producenten van orale vaccins. Ze maken dan eiwitten die de juiste immuunreactie opwekken en bevatten hulpstoffen om de bescherming tegen infecties te verbeteren. Kortom: de potentie van micro-algen is groot. De verwachting is dat grootschalige kweek de komende jaren zal starten.



***Nannochloropsis* als platform voor de productie van voedsel, olie, orale vaccins en farmaceutische eiwitten.**

Fotobioreactor voor de productie van micro-algen bij AlgaePARC.

## Europees zeewierteelt op komst

**De teelt van zeewier is in Nederland en Europa sterk in opkomst omdat sommige soorten veel eiwitten en andere voedingsstoffen bevatten. Daarnaast kan zeewier rijk zijn aan agar of alginaat, bindende stoffen die interessant zijn voor toepassing in voedsel, cosmetica, medische hulpmiddelen en laboratoriummateriaal. Maar is het wel verstandig om massaal zeewier te kweken op zee?**

REINIER NAUTA

**N**AAR VERWACHTING moeten we in 2050 tien miljard monden voeden. Het agrarisch areaal op land is beperkt daarom is het goed verder te kijken en de mogelijkheden op zee te verkennen. De kweek van zeewier is een van de opties. Zeewier – een macro-alg – is een primaire producent: het maakt energie in de vorm van suikers met behulp van zonlicht, CO<sub>2</sub> en nutriënten zoals fosfaat en stikstof. Wier staat daarmee, net als fytoplankton (eencellige micro-algen), aan de basis van de voedselketen. Dit is een belangrijk gegeven als we meer voedsel willen

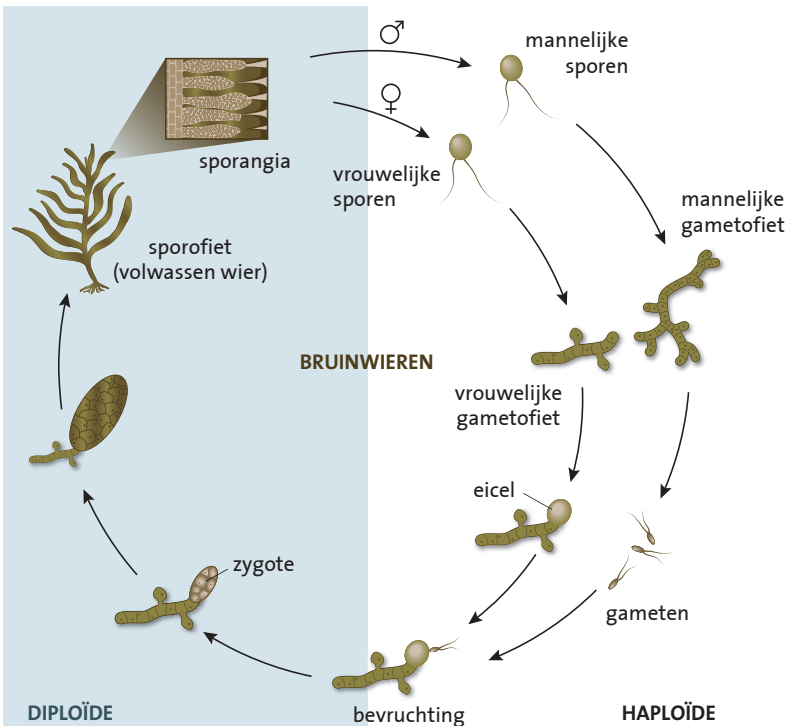
Suikerwier wordt geteeld op touwen.



produceren. Des te meer mensen primaire producenten eten, des te meer voedsel er beschikbaar is. Bij elke stap in de voedselketen – van planten naar grazers naar predatoren – gaat namelijk biomassa verloren doordat organismen energie verbruiken en afvalstoffen uitscheiden. Tien kilo primaire producenten (algen, planten) levert een kilo grazers (slakken, konijnen, koeien) en weer honderd gram aan dieren die de grazers eten, zo was altijd de vuistregel. Recent onderzoek laat zien dat de omzetting per trede in de voedselketen slechts rond de een procent ligt op land. Op zee ligt het zo rond de zes á zeven procent. Voor het overgrote deel heeft dat te maken met de efficiënte opname van voedingsstoffen in zee. Waar op land een groot deel van het organisch materiaal in de bodem verdwijnt, wordt organisch materiaal in de zee veelal direct weer opgenomen in de voedselketen. Als mensen ervoor kiezen lager in de voedselketen te consumeren, kunnen ze dus meer voedsel produceren.

### Rijke voedingsbron

Dat maakt de consumptie van zeewier interessant. Bovendien is het rijk aan eiwitten – sommige wieren bestaan bijna voor de helft uit eiwitten – en omega-3-vetzuren. Die laatste voedingsstof vinden we doorgaans in vissen. Het overgrote deel van die visvetzuren is echter afkomstig van algen en zeewieren. Een andere belangrijke stof is alginaat. Diverse soorten bruinwier maken die aan, zoals kelp waar ook suikerwier (*Saccharina latissima*) toe behoort. Alginaat zorgt voor de flexibiliteit van het wier en beschermt de macro-alg tegen uitdroging tijdens eb. De stof is een uiterst goed bindmiddel en wordt dan ook in verschillende producten gebruikt: in levensmiddelen zoals toetjes en snoepjes maar ook in cosmetica en medische hulpmiddelen. De afdruk die tandartsen maken van gebitten, bestaat bijvoorbeeld uit alginaat. Nauw verwant aan alginaat is agar, een geleer- en bindmiddel dat veel

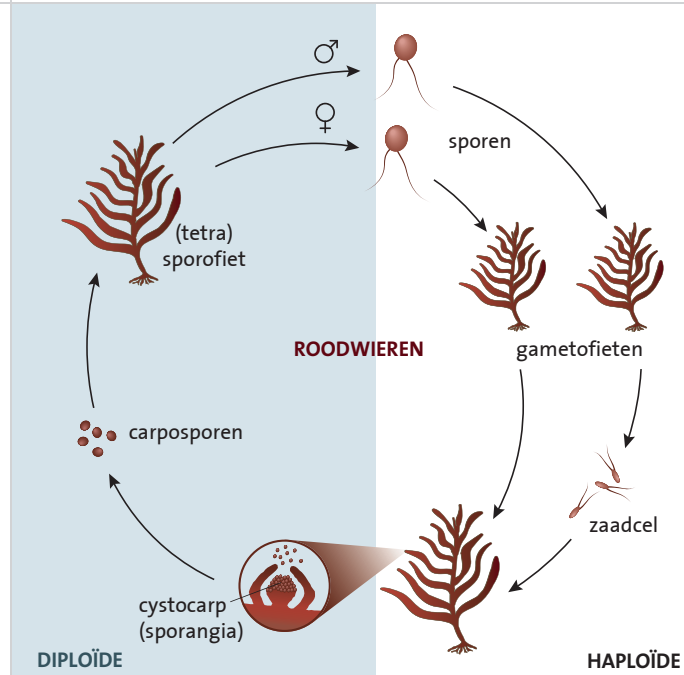
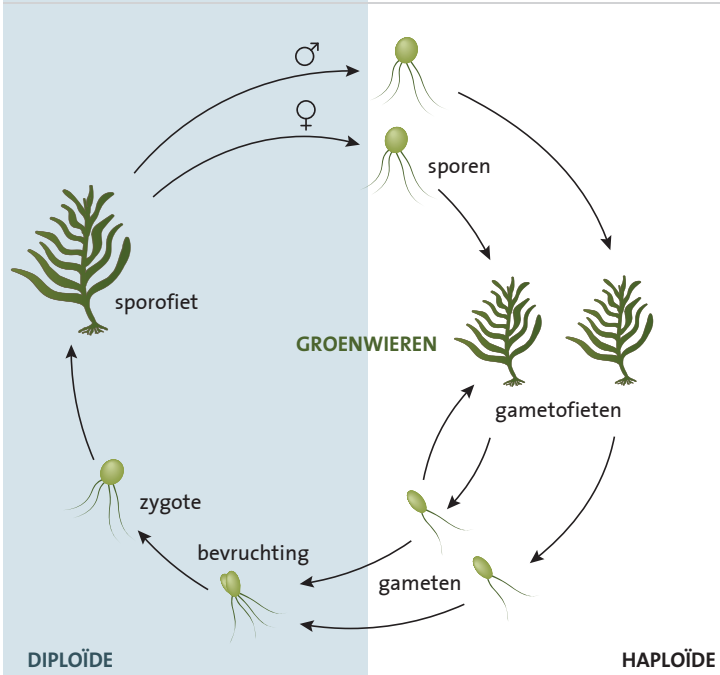


Aziaten in de keuken gebruiken, bijvoorbeeld voor hun soepen. Biologen kennen de stof van de voedingsbodemplaten waarop ze bacterie- en schimmelcultures kunnen kweken.

### Suikerwier en vleugelkelp

Wieren hebben een complexe levenscyclus (zie infographic), daarom is hun teelt lastig. Van suikerwier is inmiddels voldoende bekend en de kweek onder controle. De soort is een modelorganisme voor experimentele en grootschalige kweek in Europa. Kwekers zaaien suikerwier in het najaar op touwen of andere substraten zoals netten die in zee worden opgehangen. De oogst vindt plaats in het voorjaar of aan het begin van de zomer. Vleugel-

Zeewieren zijn algen en worden daarom ook wel macro-algen genoemd. Hun levenscyclus lijkt het meeste op die van varens en mossen.





kelp (*Alaria esculenta*) is een ander bruinwier dat geschikt is voor kweek. De soort houdt van ruig, koud water en is in Scandinavië in opmars. Vleugelkelp mag niet in de Nederlandse wateren worden gekweekt omdat dit bruinwier hier niet van oorsprong voorkomt. Andere eetbare soorten zoals zeesla (*Ulva* sp.) en knoopwier (*Gracilaria* sp.) gedijen beter in rustig water en worden ook wel op land in tanks of bassins gekweekt. In Noorwegen, Ierland, Spanje en Nederland zijn zeewierboerderijen in opkomst. In Nederland in bijvoorbeeld de Oosterschelde en het Zeeuwse Veerse Meer, maar in de toekomst zouden ze ook rondom windmolenparken gekweekt kunnen worden. De totale omvang van de wierkweek in Nederland bestaat nu nog slechts uit enkele tonnen per jaar en is op wereldschaal praktisch onzichtbaar.

### Nadelige gevolgen

De kweek van zeewier voor consumptie, cosmetica en medische hulpmiddelen klinkt aantrekkelijk. Toch kan grootschalige teelt nadelige gevolgen hebben. De zeeviervelden kunnen een concurrent worden voor het fytoplankton in het water – de algen die direct of indirect een belangrijke voedselbron zijn voor veel organismen in en om de zee zoals schelpdieren, kreeften, vissen, walvissen en andere zoogdieren en vogels. Algen en wieren gebruiken dezelfde nutriënten om te groeien: fosfaten en nitraten. Daarnaast is het niet ondenkbaar dat wanneer in Europa grote zeeviervelden aangelegd worden en daarmee monoculturen, er ziektes en infecties ontstaan. Dit zorgt voor een extra groot risico omdat er nog weinig kennis over ziektes en plagen bij wieren is. We moeten er dus voor waken dat we bewust omgaan met de nieuwe vorm van exploitatie van onze zeeën en oceanen, want we kunnen het maar één keer fout doen.

## Moerasteelt tegen verdroging en verlaging veengebieden

**De productie van natte gewassen gaat vaak samen met andere nuttige functies zoals het tegengaan van bodemdaling, minder uitstoot van broeikasgassen, meer biodiversiteit, waterberging en een betere waterkwaliteit. Er is nog wel veel onzekerheid over het verdienmodel.**

JEROEN GEURTS

**L**ISDODDE, RIET en wilgen houden van natte voeten. Oevers van vijvers, sloten en plassen staan er vaak vol mee. Ze groeien op plekken waar veel voedingsstoffen in het water zitten. Van oudsher gebruiken mensen die planten en bomen ook om er producten van te maken, zoals rieten daken of manden, of papier, zoals in China. Maar er kunnen meer producten van gemaakt worden. Zo bevat de stengel van lisdodde veel luchtholtes, waardoor het uitermate geschikt is als isolatiemateriaal. Een Engels bedrijf gebruikt het pluis van de lisdoddesigaar in de voering van jassen en het stuifmeel van de lisdodde voeren tuinbouwers aan roofmijten die ingezet worden als biologische bestrijding in kassen. Verder zijn alle delen van de lisdodde eetbaar, zowel voor vee – koeien, paarden en schapen – als mensen. De oeverplant staat soms zelfs bij sterrenrestaurants op het menu.

De aanleiding om natte gewassen te gaan telen, is echter een andere, namelijk het weer natmaken van verdroogde veengebieden. Die gebieden zijn in de afgelopen eeuwen op grote schaal ontwaterd om de veengronden te kunnen gebruiken voor de conventionele landbouw zoals veeteelt. Het verlagen van de grondwaterstanden stelt veengrond bloot aan zuurstof, waardoor het veen afbreekt en in feite heel langzaam verbrandt. Hierdoor komt het broeikasgas CO<sub>2</sub> vrij en daalt de bodem met gemiddeld zo'n een centimeter per jaar. Om dit tegen te gaan en het veen te behouden, moet

het veen dus weer nat worden gemaakt door de grondwaterstanden te verhogen. Voor een deel kunnen we hier weer natte natuurgebieden ontwikkelen, zoals laag- en hoogvenen, met alle bijzondere planten- en diersoorten die hier bij horen. De landbouwgrond kan echter niet allemaal in natuur worden omgezet. Natte teelt – ook wel paludicultuur genoemd, van het Latijnse ‘palus’ dat staat voor moeras – kan dan een oplossing zijn. Voorwaarde is wel dat dit duurzaam gebeurt, dus zonder gebruik van mest en bestrijdingsmiddelen. Paludicultuur kan ook als buffer functioneren in overgangszones tussen landbouwgebieden en natte natuurgebieden. Het gaat dan om boomsoorten die bij natte omstandigheden gedijen zoals zwarte els en wilg, oeverplanten zoals lisdodde, riet, wilde rijst en mattenbies, waterplanten zoals kroosvaren en eendenkroos, en landplanten zoals veenmossen en de vleesetende zonnedauw. Die laatste wordt ook wel voor medicinale doeleinden gebruikt of als stremsel in veganistische kaas.

**Het pluus van de lisdodde-sigaar gebruikt een Engels bedrijf in de voering van jassen.**



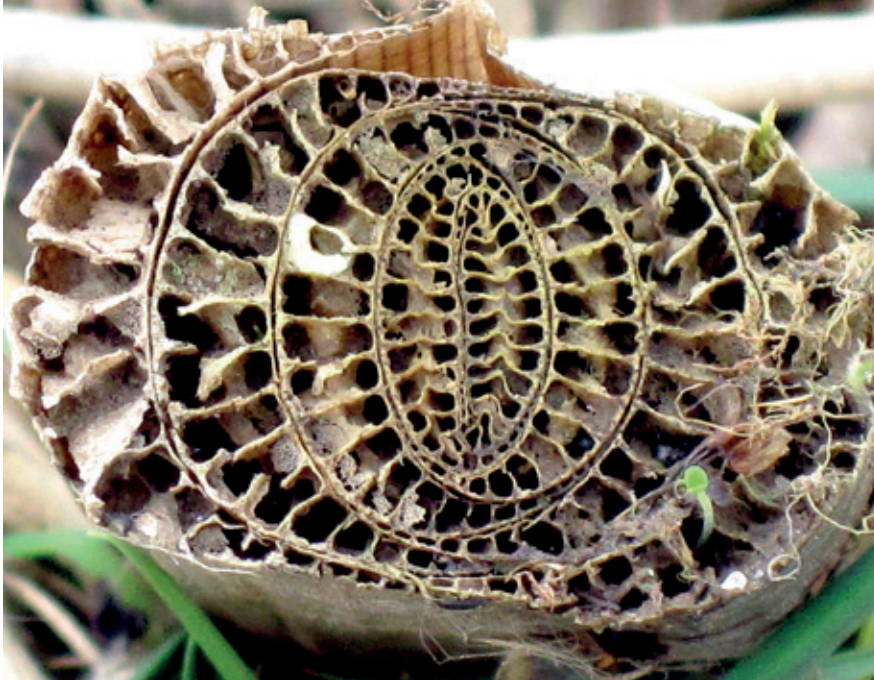
## Proefboerderij

In Nederland startte het onderzoek naar de toepassing van paludicultuur in 2015. De focus lag daarbij op de teelt van lisdodde, omdat daarover nog weinig bekend was, en riet. In Nijmegen is begonnen met kleinschalige proeven met riet en lisdodde in een kas, waarbij is gekeken naar de kieming van zaden, het waterpeil, de hoeveelheid voedingsstoffen waarbij de planten het beste groeien en het soort veenbodem. Ten opzichte van riet blijkt lisdodde makkelijker te kiemen uit zaad, beter te gedijen bij een waterpeil boven maaiveld en meer voedingsstoffen op te nemen, maar minder goed te groeien op een zure bodem. Daarnaast zijn er gewasmetingen gedaan op natuurlijke groeiplaatsen van riet en lisdodde in Nederland, Duitsland en Denemarken. Daaruit bleek dat er veel variatie is, maar dat de gewasproductie van beide planten onder ideale omstandigheden hoger kan zijn dan van mais.

De proefboerderij KTC Zegveld in de provincie Utrecht legde in 2016 de eerste grootschalige veldproef aan door lisdodde te planten op een halve hectare voormalige veenweide. Hiervoor werd de toplaag van de bodem afgegraven en slootwater op het veld gepompt. Sindsdien hebben verschillende organisaties hier onderzoek gedaan naar gewasproductie, oogst, toepassingsmogelijkheden en uitstoot van broeikasgassen. Het veld ligt er nog steeds, waardoor we de langetermijneffecten van deze teelt kunnen onderzoeken. Zo blijkt de opbrengst langzaam terug te lopen door een gebrek aan voedingsstoffen, maar komen er maar weinig andere plantensoorten – ‘onkruid’ – voor. Als de aanvoer van voedingsstoffen te laag is voor lisdodde, is overstappen op riet een optie. Vaak zal er vanzelf al riet gaan groeien in zo’n situatie.

## Methaan

Sinds 2016 zijn er meerdere nationale en internationale onderzoeksprojecten gestart, waarin



**De stengel van lisdodde bevat veel luchtholtes, waardoor die uitermate geschikt is als isolatiemateriaal.**

ook proefvelden zijn aangelegd, onder meer in Friesland, Zuid-Holland, Noord-Holland en Noord-Brabant. De focus ligt hierbij op veengebieden, maar ook in zandgebieden kan paludicultuur ingezet worden langs waterlopen. De positieve en negatieve ervaringen uit deze veldproeven laten zien welke aspecten belangrijk zijn voor een succesvolle teelt maar ook dat het van de locatie afhangt of natte gewassen zich goed ontwikkelen. Belangrijke aspecten in de beginfase zijn het al dan niet afgraven van de toplaag, planten of zaaien, het waterbeheer en het tegengaan van vraat door watervogels. De toplaag wordt vaak afgegraven bij kleinere proefvelden om dijkes rond het veld aan te leggen. Hierbij gaan wel waardevolle voedingsstoffen verloren. Ook past afgraven niet bij het doel om bodemdaling tegen te gaan. Aan de ander kant voorkom je hiermee de uitstoot van methaan, een broeikasgas dat onder natte, zuurstofloze omstandigheden ontstaat. Onderzoek heeft namelijk laten zien dat vooral de toplaag veel methaan produceert door de aanwezigheid van voedingsstoffen en plantenresten.

### Zuivering slootwater

Er zijn goede ervaringen met het machinaal planten van lisdodde, maar het zaaien van voorgekiemd zaad is een stuk sneller en goedkoper. Het zaaien van riet is lastiger, waardoor telers hier vaker voor het planten van wortelstokken kiezen. Het is in elk geval belangrijk om uitdroging in de eerste groeifase te voorkomen. Daarna kan het waterpeil fluctueren, wat helpt om de uitstoot van methaan laag te houden. Wel is het zaak om voldoende voedingsstoffen aan te voeren door bij voorkeur “vies” – nutriëntrijk – slootwater te gebruiken. Het voordeel daarvan is dat de planten beter groeien en ze tegelijkertijd het slootwater zuiveren. Ook kan een lisdoddeveld tijdelijk water bergen na hevige regenval.

Zo gaat de productie van natte gewassen samen met het leveren van functies die goed zijn voor het ecosysteem. Het is belangrijk dat een landeigenaar ook daarvoor betaald krijgt, zodat wisselingen in de opbrengst van de teelt zelf opgevangen kunnen worden. Op dit moment is het echter alleen mogelijk om een vergoeding te ontvangen voor de verminderde uitstoot van broeikasgassen, via de Nationale Koolstofmarkt. Door die onzekerheid over het verdienmodel en door de investeringen die een landeigenaar moet doen om aan een natte teelt te kunnen beginnen, is paludicultuur nog niet aantrekkelijk genoeg voor iedereen. Er is wel veel vraag naar lisdodde bij fabrikanten die er producten van maken, dus er is nu al geld mee te verdienen. De eerste opschalingen van de commerciële lisdoddeteelt naar tien hectare staan daarom op stapel in Friesland. Dit lijkt een opmaat naar meer. De teelt van andere natte gewassen staat nog in de kinderschoenen, maar dit wordt door onderzoekers van het nationale onderzoeksprogramma Natte teelten op waterrijk veen verder uitgezocht.



# Het nut van nietige slootplantjes

In de zomer zitten Nederlandse sloten vaak bomvol drijvende planten, zoals eendenkroos en kroosvaren. De ogenschijnlijk nietige plantjes kunnen enorm snel groeien waardoor ze vaak voor overlast zorgen. Maar door die eigenschap hebben de drijvende planten ook ontzettend veel potentie. Ze kunnen worden gebruikt voor waterzuivering en tegelijkertijd een interessant product opleveren, zoals groenbemester, veevoer, of een smoothie.

RENSKE VROOM

**J**E KENT ze wel, sloten die eruit zien alsof je op ze zou kunnen lopen. Vaak zo groen als een grasveld, soms zo rood als een fietspad. Drijvende planten kunnen sloten en ander stilstaand water in een mum van tijd bedekken. Een enkele eend kan zich er nog een weg doorheen banen, maar veel ander leven in de sloot ondervindt hiervan hinder. Doordat de laag planten behoorlijk dik is, dringt er weinig licht en zuurstof meer door in het water. Daardoor verstikt het leven eronder langzaam en gaat naar rotte eieren stinken. Hoe komt het dat deze planten zo snel kunnen groeien? Daarvoor moeten we ze wat beter bekijken.

Eendenkroos en veel andere drijvende planten kunnen zichzelf klonen. Dat betekent dat je maar één plantje nodig hebt om een heleboel nieuwe plantjes te creëren. De groei is hierdoor exponentieel – één plantje maakt twee plantjes, die zich verdubbelen tot vier plantjes, die zich weer verdubbelen tot acht plantjes, enzovoort. Om een nieuwe sloot te koloniseren is dus maar één eend nodig met een stukje plant uit een andere sloot aan z'n poot. Die snelle groei gaat door tot de planten gebrek aan ruimte óf gebrek aan voedingsstoffen krijgen. En Nederlandse sloten zitten zo vol met voedingsstoffen, veelal afkomstig van landbouw en waterzuiveringen, dat de planten daar ontzettend goed op gedijen.

Azolla, ook wel kroosvaren genoemd, heeft naast klonen nog een ander trucje achter de hand. Dit

kleine drijvende varentje leeft namelijk samen met blauwalgen, bekend van slecht zwemwater in de zomer. De blauwalg leeft diep in de blaadjes van kroosvaren en kan zonder dit plantje niet overleven. Het bijzondere aan blauwalgen is dat ze stikstof uit de lucht kunnen omzetten in voedingsstoffen voor de plant. Dit kan geen enkele plant zelf. In ruil daarvoor geeft kroosvaren andere nuttige stoffen en een veilige omgeving aan de blauwalgen. Door die unieke samenwerking kan kroosvaren supersnel groeien, en daardoor ook heel veel van het broeikasgas CO<sub>2</sub> uit de lucht vastleggen. Er wordt zelfs gedacht dat kroosvaren miljoenen jaren geleden een ijstijd heeft veroorzaakt, door zó massaal te groeien, en zó veel CO<sub>2</sub> uit de lucht te halen dat de temperatuur wereldwijd daalde.

## Groenbemester

Hoe kunnen we die bijzondere eigenschappen in ons voordeel gebruiken? Voor hun snelle groei hebben planten als eendenkroos en kroosvaren erg veel voedingsstoffen nodig. Die nemen ze op uit het water waarin ze groeien. Dat is interessant, omdat we in veel Nederlandse wateren een overschot aan voedingsstoffen zoals stikstof en fosfaat hebben. Dat zorgt voor een slechte waterkwaliteit, doordat niet alleen drijvende planten, maar ook de blauwalgen in het water (dus niet die in kroosvaren), heel hard kunnen groeien. Ander waterleven krijgt op die manier weinig kans, door de gifstoffen van de blauwalgen en door gebrek aan licht en zuurstof. Het water dat uit de rioolwaterzuivering en uit de landbouw komt is vaak nog rijk aan die voedingsstoffen, en komt doorgaans in ons oppervlaktewater terecht.

Dit water kunnen we dus schoner maken met de teelt van drijvende waterplanten zoals kroosvaren en eendenkroos. Met de oogst van de planten zorg je ervoor dat het water niet zuurstofarm wordt. Bovendien kun je de voedingsstoffen in de geoogste planten recycleren. Zo kun je ze gebruiken als



Hoe de bijzondere eigenschappen van kroosvaren in ons voordeel te gebruiken?



Veel leven in de sloot ondervindt hinder van drijvende planten zoals eendenkroos of kroosvaren.

groenbemester. Dat is een stuk milieuvriendelijker dan het gebruik van kunstmest. In Azië doen ze dat al eeuwenlang – daar gebruiken ze kroosvaren als groenbemester in de rijstteelt.

### Azollaburger

Maar we kunnen nog een stap verder gaan en de planten verwerken in veevoer of zelfs menselijke voeding. Kroosvaren en eendenkroos zijn namelijk goede eiwitbronnen en kunnen een milieuvriendelijker alternatief bieden voor soja. Ze passen prima in het dieet van varkens en kippen, zo is gebleken uit onderzoek. Momenteel wordt ook gekeken of ze passen in ons dieet. Zo bestaat er al een echt kookboek voor kroosvaren, met onder andere balletjes en burgers. En van eendenkroos, ook wel ‘waterlinzen’ genoemd, kun je bijvoorbeeld een lekkere smoothie maken. Naast voedingsstoffen kunnen drijvende planten ook andere vervuilende

stoffen uit het water halen. Ze kunnen overleven bij hoge concentraties van bijvoorbeeld zware metalen of oplosmiddelen. Hierbij kun je denken aan afvalwater van fabrieken die in rivieren terechtkomen. Zware metalen worden opgeslagen in de plant en stapelen zich daar op.

### Metalen terugwinnen

Vooral kroosvaren is hier goed in. Het is bekend dat dit plantje hoge concentraties lood, nikkel en cadmium kan opnemen zonder er zelf negatieve effecten van te ondervinden. Natuurlijk zijn ze dan niet direct geschikt voor consumptie. Wel kunnen de opgenomen metalen teruggewonnen worden uit de biomassa. Daarna kan het overgebleven plantmateriaal alsnog worden gebruikt als groenbemester, veevoer, of biobrandstof. De meest geschikte toepassing van de planten hangt dus af van de manier waarop ze geteeld zijn, en de chemische samenstelling van de plant.

De drijvende planten kunnen dus goed dienen als extra zuiveringsstap bij het reinigen van water van landbouw, industrie en waterzuiveringsinstallaties. Door ze te telen, onttrekken we ongewenste stoffen uit het water voordat ze in de natuur terechtkomen. Die geoogste planten kunnen, afhankelijk van de samenstelling, gebruikt worden als eiwitbron in menselijke of dierlijke voeding, meststof, biobrandstof, of in bioplastic. Hoe we dit in de praktijk kunnen brengen en hoe we de geoogste planten het best kunnen toepassen wordt nog volop onderzocht. Maar het staat vast dat de kleine drijvende plantjes voor een grotere verbetering van onze waterkwaliteit kunnen zorgen en een sleutelrol kunnen spelen in circulaire landbouw.

# Veenmosteelt voor vernatting, klimaat en potgrond

De teelt van veenmos in veenweidegebieden kan verdere daling van de bodem voorkomen, uitstoot van CO<sub>2</sub> verminderen en bovendien een interessant alternatief voor de fossiele turf in potgrond zijn.

BAS VAN RIET EN  
FONS SMOLDERS



Nederland  
importeert  
jaarlijks  
4,7 miljoen  
kubieke meter  
turf om potgrond  
van te maken

IN NEDERLAND bevindt zich ruim 200.000 hectare veengrond waarvan het leeuwendeel wordt gebruikt door de landbouw. Agrariërs boeren graag op grond met een verlaagd grondwaterpeil maar daardoor breekt het veen deels af waardoor de veenbodem met bijna een centimeter per jaar daalt en een grote hoeveelheid CO<sub>2</sub> de lucht in gaat. Per hectare gaat het om zo'n dertig ton per jaar, net zo veel als een middenklasse auto uitstoot na 185.000 km te hebben gereden. Als we doorgaan met het ontwateren van veengebieden, blijft de bodem dalen en gaat de uitstoot van CO<sub>2</sub> door. Om de laaggelegen veenpolders op de lange termijn veilig en leefbaar te houden én om in 2050 de klimaatdoelen te halen, zal het grondwaterpeil weer omhoog moeten. Daarom experimenteren wetenschappers en boeren met paludicultuur, een landgebruik waarbij de bodem nat wordt gehouden.

De teelt van veenmos (*Sphagnum* sp), is daar een veelbelovende vorm van. De opbrengst kan worden gebruikt als potgrond. Nu worden daarvoor hoogveengebieden afgegraven zoals in de Baltische Staten, Zweden en Ierland. Nederland importeert jaarlijks 4,7 miljoen kubieke meter turf – fossiel veen – om potgrond van te maken. De biomassa van veenmos is daarentegen hernieuwbaar omdat de productievelen na de oogst opnieuw aangroeien. Eind 2022 hebben de substraatproducenten, het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, en diverse maatschappelijke partijen een convenant ondertekend waarin is afgesproken

om de turf in potgrond stapsgewijs te vervangen door hernieuwbare grondstoffen, zoals veenmos-biomassa. In 2050 moeten de potgrondproducenten voor negentig procent gebruik maken van hernieuwbare grondstoffen. Daardoor ontstaat een grote afzetmarkt voor geteeld veenmos.

## Praktijkproeven

Momenteel is er nog geen boer die dit mos teelt. Wel lopen er diverse praktijkproeven waarvan de grootste in Hankhausen in Duitsland ligt. In een gebied van 15 hectare kijken onderzoekers wat de opbrengst van veenmosteelt kan zijn. Ze gaan uit van een oogstcyclus van vijf jaar. De eerste biomassa is daar al geoogst en inmiddels ligt de focus op veredeling: welke veenmossoorten produceren het meeste? Welke leveren de beste kwaliteit voor potgrond en onder welke condities groeien de diverse soorten het beste?

Ook in Nederland is ervaring met de teelt van veenmos. In 2013 is in het Noord-Hollandse Ilperveld een natuurontwikkelingsproject gestart waar veenmosteelt is gebruikt om veenmosrijke natuur te herstellen op voormalige landbouwgrond. Het was niet de bedoeling om daar daadwerkelijk veenmos te oogsten, maar wel is aangetoond dat het mogelijk is om een nieuwe veenlaag te laten groeien op voormalige veengraslanden. Daardoor is veel ervaring opgedaan met de inrichting en beheer van een dergelijk gebied en is gekeken naar de impact van de nieuwe veenlaag op klimaat, water en biodiversiteit.

## Kers op de taart

De klimaatwinst is groot, zo blijkt uit metingen aan broeikasgassen. Dat komt vooral doordat de veenbodem na vernatting nauwelijks meer afbreekt. De uitstoot van methaan – een sterk broeikasgas dat kan ontstaan na vernatting – blijft ook zeer laag in de veenmospercelen omdat veenmosplanten samenleven met bacteriën die het





**Veldproeven met veenmosveredeling in het Duitse Hankhausenproject: selectie van soorten die het meest productief zijn.**

methaan direct afbreken voordat het gas ontsnapt naar de lucht. Als kers op de taart is onder natte condities ook langdurige vastlegging van koolstof mogelijk: in het IJperveld heeft het veenmos in 3,5 jaar tijd een nieuwe laag veen ontwikkeld van acht tot twaalf centimeter. Als de veenmosbiomassa wordt geoogst en gebruikt voor potgrond is er sprake van extra klimaatwinst, omdat het fossiel veen van elders vervangt. In alle opzichten is dus sprake van een meervoudig positieve impact op het klimaat.

Veenmosteelt biedt ook kansen om de biodiversiteit te versterken. De nieuwe veenmoslaag is een natte spons boven op de oude verkruidelde veenbodem en biedt zo een nieuw leefgebied voor laagveennatuur. Tussen de veenmossen bleken binnen

enkele jaren spontaan karakteristieke plantensoorten te groeien, zoals rietorchissen en zonnedaauw en zelfs enkele bedreigde paddenstoelen zoals het veenmosklokje.

### **Veenmosboer**

Uitdagingen zijn er natuurlijk ook zoals de afhankelijkheid van voldoende water. Veenmossen groeien bij een hoge waterstand rond maaiveld of enkele centimeters er onder. Het water mag ook niet veel meststoffen bevatten. In de droge perioden van 2018 en 2019 was er onvoldoende water beschikbaar met de juiste kwaliteit om de veenmospercelen nat te houden. Een flink deel van de veenmossen is toen afgestorven. Aantasting door droogte moet in de toekomst kunnen worden

**Veenmosteelt in het IJperveld: na 3,5 jaar heeft de veenmosvegetatie boven op de donkerbruine fossiele veenbodem een nieuwe laag veenmosveen ontwikkeld van acht tot twaalf centimeter.**



voorkomen. In enkele labexperimenten is ontdekt dat veenmossen heel gevoelig zijn voor bicarbonaat, het stofje dat het water hard maakt en in het IJperveld in de sloten in hoge concentraties aanwezig is. Als we bicarbonaat uit het oppervlaktewater verwijderen door er een beetje zuur bij te mengen, is de kwaliteit van het slootwater veel beter en geschikt om de veenmospercelen in perioden van droogte nat mee te maken. Op dit moment testen we het aanzuren in het veld. We hopen de veenmosteelt daardoor beter bestand te maken tegen extreem droge perioden. De veenmosboer van de toekomst kan die dan gebruiken om percelen met een suboptimale waterkwaliteit toch geschikt te maken.

Diverse veldproeven hebben laten zien dat het technisch mogelijk is om veenmos te telen waarvan een waardevol product is te maken. Veenmosteelt heeft de potentie om uit te groeien tot een

interessant alternatief voor het huidige agrarisch landgebruik op drooggelegd veen zoals veeteelt, zo blijkt uit economische analyses. De groeiende behoefte aan hernieuwbare grondstoffen enerzijds en de vastgestelde klimaatdoelstellingen voor de land- en tuinbouwsector anderzijds bieden perspectief en uitdagingen. Voor agrariërs zijn er echter nog grote obstakels zoals de beperkte beschikbaarheid van stekmateriaal, de grote investeringskosten voor de aanleg en de onzekerheden over agrarische subsidies. De ontwikkeling van koolstofkredieten op basis van de vermeden uitstoot van broeikasgassen kunnen een financiële stimulans zijn om de transitie naar een duurzamer landgebruik te helpen.



# Telen op water komt los van de grond

**Van nature staan planten meestal met de wortels verankerd in de bodem. Daarin vinden ze water, stevigheid en alle voedingsstoffen die ze nodig hebben voor de ontwikkeling. Wanneer we die bodem weghalen en planten letterlijk met de voeten in het water zetten, spreken we over hydroponie. Een drijvende teelttechniek die steeds meer terrein wint om onze voedselproductie toekomstbestendig en efficiënter te maken.**

JOOST KERSTEN

**H**YDROPONIE IS een manier van telen die wordt toegepast in onder andere voedselproductie, plantonderzoek en tuinieren. Bij hydroponie komen planten los van de grond. Daarmee is deze techniek nog geen rocket science. Dat blijkt wel uit instructievideo's die op sociale media te vinden zijn over het verkrijgen van volwaardige planten uit overgebleven avocado- en mangopitten. De materialen bestaan meestal niet meer dan uit een glas water, een vensterbank en een vleugje liefde. Potgrond is overbodig. Wanneer tuinders de techniek grootschaliger inzetten, moeten ze echter meer uit de kast halen om planten te voorzien van stevigheid, water, voedingsstoffen en zuurstof.

Al in 1699 concludeert de Engelse botanicus John Woodward dat wilde munt nauwelijks groeit op water zonder mineralen. Hij beschrijft daarmee voor het eerst de teelt van planten in water. Zo'n 250 jaar later doet de Amerikaanse wetenschapper William F. Gericke uitgebreid verslag van alle voedingsstoffen die in het water nodig zijn en noemt de plantenteelt hydroponie. Hij levert daarmee de basis voor de grootschalige teelt op water. Zijn systeem is vrij eenvoudig: planten hangen met de wortels in een waterbassin en twintig centimeter daarboven is gaas gespannen met een laagje turf erop dat de plant draagt en stevigheid biedt. Aan het water voegt Gericke de benodigde voedingszouten toe die afkomstig zijn uit dierlijke mest of kunstmest. Hij is zich er echter van bewust dat er

nog hordes te nemen zijn, omdat de productie van tuinbouwgewassen als tomaat nog achterblijven ten opzichte van een goed gecultiveerd gewas in de volle grond of in de kas.

## Elke plant kan in principe op water

Telen op water staat als teeltsysteem zelden op zichzelf en gaat meestal gepaard met andere teelttechnieken in de glastuinbouw en telen in klimaatkamers met kunstlicht. Hydroponie gaat namelijk vooral over de onderkant van de plant. Om een goede opbrengst te realiseren moeten tuinders echter ook zorgen dat in de bovengrondse delen van de plant voldoende fotosynthese is. Tomatenplanten kunnen namelijk wel het allerbeste voedingswater hebben, maar als de temperatuur op donkere dagen te hoog is, zullen we onze oosterburen wederom teleurstellen met smakeloze 'waterbommen'. Wanneer we dezelfde planten in een klimaatkamer plaatsen waar alle omstandigheden als licht, luchtvochtigheid en temperatuur worden gereguleerd, zullen gewenste omstandigheden elkaar versterken en een betere smaak en productie opleveren. Eén plus één is drie.

Theoretisch is het mogelijk om elke plant op water te telen, mits je voorziet in de behoefte van de plant. Van rucola tot komkommer, van aardbei tot appel. Plantenwortels kunnen meestal slecht tegen volledig natte omstandigheden, omdat zuurstof uit de lucht nodig is voor metabolische processen in de wortels. Dat maakt voldoende luchtaanvoer bij de wortels een vereiste. Gewassen als sla, radijs of boerenkool worden als jonge plantjes overgeplaatst naar drijvende tempex of kunststof vloten die de plant dragen. Daarnaast bevatten de vloten kamers die zorgen voor een laagje lucht in de wortelzone (zie infographic). Een ander voorbeeld om een goede verhouding tussen lucht en water te creëren is aeroponie (aero = lucht). De wortels hangen hierbij niet in voedingswater maar worden periodiek beneveld.



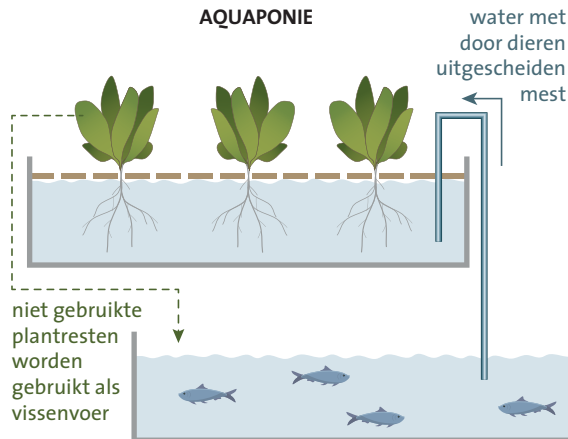
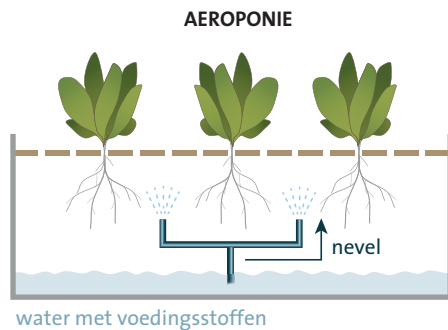
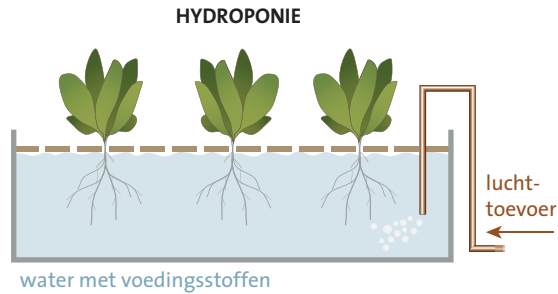
Theoretisch is het mogelijk om elke plant op water te telen



## Circulair

Hydroponie maakt voedselproductie in droge gebieden mogelijk doordat water en meststoffen gerecycled worden, in tegenstelling tot gewassen in de volle grond, waarbij een groot deel van het water niet wordt benut door de plant. Zeker als

Hydroponie, aeroponie en aquacultuur behoren tot de meest voorkomende waterteeltsystemen.



we spreken over een aquaponie: een combinatie van hydroponie en aquacultuur. Waterslakken en vissen voed je hierin bijvoorbeeld met plantaardige reststromen. De dieren scheiden vervolgens meststoffen uit die de plant weer opneemt. Dit mini-ecosysteem is vrijwel circulair: meststoffen komen idealiter niet in het milieu terecht. Ter vergelijking: in de huidige landbouw spoelt een derde van de stikstofhoudende meststoffen uit naar het grond- of oppervlaktewater. Dat is vaak schadelijk voor de natuur.

Drijvende teelt biedt bescherming tegen plaaginsecten, aaltjes en schimmels die normaliter in de bodem overleven, waardoor bestrijding minder noodzakelijk is. Waterminnende ziekteverwekkers zoals fytoftora die de aardappelziekte veroorzaakt, kunnen daarentegen wel een ernstige bedreiging vormen. Het blijft dus van belang om de gezondheid van de plant te monitoren, maar daarmee is de plant niet minder gezond voor de mens. Er is geen wetenschappelijke aanleiding om te zeggen dat groente en fruit op water minder voedingswaarde heeft dan groente en fruit op volle grond. Hydroponie mag overigens nog niet gezien worden als een biologische teelt, zelfs wanneer alle grondstoffen van biologische komaf zijn en er geen chemische bestrijding wordt toegepast. De Europese Unie meent dat het hier gaat om landplanten die niet op natuurlijke wijze met de wortels in de bodem staan.

## Geen aardappelen, wel aardbeien

Het blijft voorlopig een utopie om te denken dat we voortaan aardappels gaan telen op water. De kosten zijn veel hoger dan de baten, omdat er veel onderhoudsgevoelige materialen en hightech systemen nodig zijn om de wateraanvoer te reguleren. Bladgewassen zoals kruiden maar bijvoorbeeld ook aardbeien zijn bedrijfseconomisch veel rendabeler om op water te telen vanwege een hogere prijs per kilogram, een korte teeltcyclus en de mogelijkheid

Aardbeien kunnen verticaal geteeld worden met behulp van hydroponics.



Circa veertig Nederlandse en Belgische bedrijven zijn gespecialiseerd in drijvende teelt in kassen

om in lagen op elkaar te telen omdat deze planten relatief klein zijn. Dit heeft er het afgelopen decennium toe geleid dat circa veertig Nederlandse en Belgische telers van bladgewassen volledig zijn gespecialiseerd in drijvende teelt in kassen. Singapore is hofleverancier van zogenaamde stadsboerderijen waarbij hydroponics en aeroponics worden ingezet om in gebouwen verticaal te telen.

Hydroponie is nog geen rocket science, maar er is wel degelijk een relatie tussen hydroponie en de ruimtevaart. De Amerikaanse ruimtevaartorganisatie NASA is al sinds de jaren tachtig bezig met de vraag hoe toekomstige ruimtekolonisten kunnen worden gevoed op dorre planeten. Op Mars regent het weinig, waardoor elke druppel water een kostbaar bezit is en gerecycled moet worden. In de bodem van de rode planeet zou zeventig

tot tachtig procent van het geïrrigeerde water verloren gaan in de bodem en atmosfeer. Hydroponie biedt daarin een perfecte oplossing, omdat al het water wordt benut door de plant. Ook meststoffen zijn recyclebaar, omdat de geconsumeerde gewassen door astronauten worden uitgescheiden als een dagelijkse grote en kleine boodschap, waaruit weer voedingswater gemaakt wordt. Goede reis!

# ‘We besloten van de bedreiging een kans te maken’

‘**I**K BEN akkerbouwer en teel aardappels, suikerbieten en tarwe. De percelen liggen aan de rand van het Zeeuwse Veerse Meer. De kwaliteit van dit brakke water was al jaren matig: regelmatig ontstond er een groene algensoep. Dit leidde in 2004 tot het besluit om water vanuit de Oosterschelde in te laten waardoor het zouter zou worden. Vier jaar later werd ook nog het winterpeil met dertig centimeter verhoogd. Dat was voor ons bedrijf een bedreiging omdat daarmee zout water via kwel naar boven kon komen en de percelen aan de randen van het Veerse Meer het risico liepen te verzilten. Toen hebben we besloten van die bedreiging een kans te maken en zijn in 2006 begonnen met de teelt van zeekraal en zeeaster, planten die van nature op schorren voorkomen en goed tegen zout water kunnen. Op een hectare, een perceel zo groot als twee voetbalvelden, kweken we nu al bijna 18 jaar deze zilte gewassen.

Ik besproei ze met het zoute water uit het Veerse Meer, maar boots geen getijden na. Dat hoeft niet. De soorten die ik kweek hebben dat niet nodig, die groeien van nature ook al op de hogere delen van de schorren. Ik zaai de zeekraal in maart en kan tussen eind mei en begin september gemiddeld twee keer van dezelfde planten oogsten. Dat oogsten gaat met een machine op rupsen. We scheuren als het ware de zeekraaltakjes eraf. Zeeaster is een meerjarige plant. Dat oogst ik handmatig meerdere keren per seizoen. Beide gewassen voed ik met meststoffen, maar ik gebruik geen gewasbeschermingsmiddelen ook al heb ik wel eens last van bijvoorbeeld schimmels. Toch zijn we niet biologisch gecertificeerd, daarvoor moet je aan rotatie-

teelt doen net als je aardappelen, tarwe en suikerbieten rouleert op een stuk grond, en dat doen we niet omdat het niet nodig is en extra investeringen vraagt.

De oogst lever ik aan de groothandel, horeca, boerderijwinkels en verkoop ik op mijn bedrijf in de boerderijwinkel. Ik lever niet aan de landelijke supermarktketens want die willen vaak het hele jaar door zeekraal in de winkel. De zeekraal die in de supermarkt wordt verkocht, komt daarom vooral uit Israël. Een beetje de omgekeerde wereld, maar zo is het. De meeste Nederlanders zijn niet gewend zeekraal en zeeaster te eten en weten niet dat het seizoengroentes zijn. Hier in Zeeland hoef je dat niet uit te leggen. In de kookboekjes zie je zeekraal vooral als een luxe garnering, de zeekraal op de rand van je bord – die je niet opeet. Daarom zit er in zo’n bakje vaak niet meer dan vijftig tot tachtig gram. In Zeeland eten we zeekraal en zeeaster net als bijvoorbeeld spinazie, gewoon roerbakken en klaar.

Ik verkoop het zaad van de zeekraal ook. Telers in bijvoorbeeld Portugal en Spanje nemen dat af. Dus als je in die landen zeekraal koopt is de kans groot dat het een Zeeuwse oorsprong heeft. Het is nog steeds pionieren, maar het is zeker een serieuze en uitdagende business. Anders zou ik de teelt niet zo lang volhouden.’



# Hubrecht Janse

eigenaar Zeeuws Zilt,  
Wolphaartsdijk







2

# Van spons tot schelpdier

De teelt van lagere mariene dieren zoals sponzen en koralen krijgt de mens nu ook onder de knie. De kweek van schelpdieren is al eeuwenoud, maar ontwikkelt zich nog steeds door. Zonder gebruik van pesticiden of meststoffen en de natuur wordt vaker ontzien.



## De potentie van sponzen en koralen

Bij sponzen en koralen denken we in eerste instantie vooral aan exotische onderwaterwerelden en misschien niet direct aan aquacultuur en biotechnologie. Toch hebben ook die mariene dieren hun weg naar de kwekerij gevonden, zij het op niet-alledaagse manieren.

RONALD OSINGA

**S**PONZEN EN koralen zijn ongewervelde dieren die onder water leven, vooral in zee. Echt lekker om te eten zijn die dieren over het algemeen niet. De redenen waarom mensen toch sponzen en koralen willen produceren zijn heel divers, net als de dieren zelf: er zijn duizenden soorten sponzen en koralen, allemaal met hun eigen kenmerken, mogelijkheden en beperkingen. Kwekers van sponzen zijn vaak geïnteresseerd in de producten die de sponzen kunnen maken – ze functioneren dan als chemische fabriekjes. Koraalkwekers gebruiken het koraal vooral als bouwstenen voor het herstellen van ecosystemen.

Al eeuwenlang gebruiken mensen natuurlijke sponzen voor de verzorging van hun huid. Het kweken van badsponzen is niets nieuws. De eerste wetenschappelijke beschrijvingen van sponzenkwekerijen in zee dateren al uit de achttiende eeuw. Een jaar of zeventig geleden ontstond er een hernieuwde interesse in sponzen toen bleek dat de dieren unieke stoffjes maken die kunnen dienen als medicijn. Zo is het actieve bestanddeel in zalfjes tegen koortslippen gebaseerd op een chemische verbinding die voor het eerst in een spons is aangetroffen. Ook treft men potentiële medicijnen tegen kanker en infecties aan in sponzen. Om beter te begrijpen waarom sponzen dit soort stoffjes maken is kennis van de levenswijze van de spons belangrijk. Een spons zit vastgegroeid op de zeebodem en kan dus niet gemakkelijk weggrennen bij een aanval. Wetenschappers denken dat sponzen daarom vaak giftige stoffen aanmaken. Dan worden ze

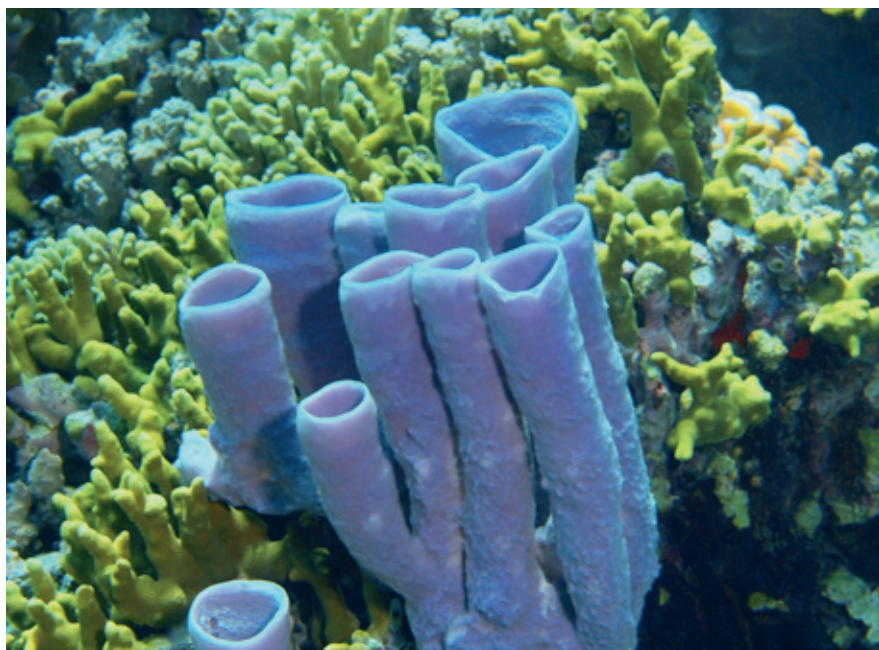


tenminste niet opgegeten. Daarnaast brengen ze die stoffen ook wel in verband met de manier waarop sponzen eten. Sponzen filteren piepkleine voedseldeeltjes zoals bacteriën en opgeloste stoffen, direct uit het zeewater. Daarbij krijgen ze van alles naar binnen, ook slechte bacteriën. Mogelijk beschermen sponzen zich tegen zulke ongewenste indringers door zelf antibiotica aan te maken.

### Lastpakken

Toen eenmaal bekend was wat voor enorme potentie de medicijnachtige stoffes in sponzen hadden voor de farmaceutische industrie, is er vooral in de laatste decennia van de vorige eeuw veel geïnvesteerd in methoden om sponzen te produceren. De eeuwenoude methode voor het kweken van badsponzen aan touwen in zee diende daarbij als eerste voorbeeld. Echter, er waren twee problemen. Ten eerste was het voor de farmaceutische industrie niet wenselijk om hun hoogwaardige producten rechtstreeks uit de zee te halen. Een

**Een tropische spons heeft zichzelf vastgezet op een ondergrond van koraal.**



medicijn moet zuiver zijn en mag geen sporen van andere stoffen bevatten. Sponzen zijn dieren en bestaan dus niet alleen uit potentiële medicijnen maar ook uit duizenden andere verbindingen, inclusief eventuele verontreinigingen die met het gefilterde zeewater meekomen zoals oliesporen of gewoon algen. Dat is ongewenst bij de productie van medicijnen. De industrie ging dus op zoek naar methoden waarmee ze sponzen op een beter gecontroleerde kon produceren, bijvoorbeeld in bioreactoren.

En daar kwam het tweede probleem om de hoek kijken: sponzen zijn enorme lastpakken, ze laten zich niet zo gemakkelijk doorgronden. Ze willen niet zomaar in een aquarium groeien en al helemaal niet in een bioreactor. Tot voorkort was het daarom ook niet mogelijk om cel- of weefselkweken van sponzen van de grond te krijgen. Meestal stopten de cellen al na een paar celdelingen met groeien. Dit heeft ertoe geleid dat de farmaceutische industrie de sponzen de laatste jaren een beetje de rug heeft toegekeerd. Een recente doorbraak van Wageningse biotechnologen zorgt mogelijk voor een ommekeer hierin. Zij hebben een sponscellijn gecreëerd die zich wel degelijk onbeperkt lijkt te kunnen vermeerderen. Deze doorbraak brengt mogelijk de interesse van de farmaceuten weer terug bij de natuurlijke apotheek die de sponzen kunnen vormen, vooral als de methode breed toepasbaar blijkt te zijn. Niet alle hobbels voor de productie van sponsmedicijnen zijn weggenomen. Sponzen zijn holobiont, dieren die in symbiose leven met een groot aantal bacteriesoorten: beide typen organismen hebben voordeel van elkaar. Vaak is niet duidelijk wie het natuurlijke medicijn produceert, de spons, een bacterie, of allebei. Het is dus maar de vraag of sponscellen in een bioreactor, die vaak niet meer alle symbiotische bacteriën bij zich hebben, altijd blijven doen wat er van ze verwacht wordt: het medicijn produceren.



Een kweekboom voor koralen.



De koralen kunnen net als veel planten worden gestekt

### Kwetsbare bouwstenen

Er zijn best veel overeenkomsten tussen koralen en sponzen. Ook koralen zijn holobionten – ze leven in symbiose met algen – en ook koralen zitten vast op de zeebodem. Toch gaat het bij de kweek van koralen vooral om het herstel van natuurlijke koraalriffen. Want koraalriffen zijn van essentieel belang voor vissen en ander organismen in dit ecosysteem, hier groeien ze op, hier halen ze een groot deel van hun voedsel vandaan. Bovendien zijn koraalriffen natuurlijke kustverdedigingswerken en een bron van inkomsten voor honderden miljoenen mensen die in het toerisme en de visserij werken. Helaas verdwijnen de riffen in een hoog tempo door vervuiling, vernieling, overbevissing en vooral: klimaatverandering. Koralen, die met het maken van hun massale kalkskeletten de bouwmeesters van het koraalrif zijn, blijken erg gevoelig te zijn voor de momenteel snel toenemende temperatuur van het zeewater. En als de koralen verdwijnen, gaat ook hun bouwwerk kapot en daarmee het huis van duizenden soorten vissen en andere organismen.

Gedurende de laatste twintig jaar zijn er methoden ontwikkeld om beschadigde natuurlijke koraalriffen actief te restaureren. Hiervoor moet er eerst massaal koraal worden gekweekt, waarna de gekweekte koralen weer kunnen worden uitgezet op het rif. Gelukkig is koralenkweek niet zo complex als de kweek van sponzen: voldoende licht, schoon water en een beetje stroming is eigenlijk al voldoende. De koralen kunnen net als veel planten worden gestekt. Een moederdier kan in veel kleine stukken worden geknipt. Die stukken worden vervolgens opgehangen in kweekbomen en groeien dan allemaal weer uit tot volwassen koraalkolonies. Vaak starten dit soort kwekerijen met op natuurlijke wijze losgebroken stukjes nog levend koraal die duikers hebben verzameld. Er hoeven dus geen gezonde koraalriffen kapot te worden geknipt om de kweek op te starten. Jaarlijks worden er wereldwijd miljoenen stukjes koraal geproduceerd en zijn er al meerdere hectares koraalrif succesvol herbeplant zoals voor de kust van Kenia, de Maldiven, het Caribisch gebied, Azië en Australië, onder andere door onderzoekers uit Wageningen.

Maar ook bij de koraalkweek zijn er nog de nodige hordes te nemen. Zo zijn lang niet alle koraalsoorten even gemakkelijk te kweken en blijven ook de gekweekte koralen heel gevoelig voor klimaatverandering. Veel onderzoek in de wereld richt zich daarom momenteel op het ontwikkelen van manieren om hittebestendig koraal te kunnen produceren. We helpen de evolutie als het ware een handje door de koralen versneld te leren hoe ze zich aan de sterk stijgende zeewater temperatuur kunnen aanpassen. Dat is een grote klus omdat dit trucje soort voor soort moet worden toegepast. Gelukkig zijn de eerste goede resultaten al geboekt. Als al deze reddingspogingen succesvol zijn, kunnen toekomstige generaties hopelijk ook nog genieten van de pracht en praal die gezonde koraalriffen te bieden hebben.

## Oesterkweek ondanks ziektes en belagers

Oesters zijn een delicatessen maar spelen ook een belangrijke rol in het ecosysteem. De tweekleppige weekdieren filteren het water en helpen zo het zeewater schoon te houden. Daarnaast bieden oesterpercelen een goede leefomgeving voor ander zeeleven, ook van organismen die minder welkom zijn.

JASPER VAN HOUCKE EN  
EVA HARTOG

**H**ET KWEKEN van oesters voor de consumptie vindt in kustwateren en estuaria plaats. In Nederland zijn de Oosterschelde en het Grevelingenmeer de belangrijkste kweekgebieden. Hierin kweken oesterbedrijven twee soorten oesters: de creuse en de platte oester. De creuse komt van oorsprong uit Japan en werd, via Portugal en Frankrijk, in Zeeland geïntroduceerd nadat de platte oester, die in

Nederland van nature voorkomt, in de jaren zestig en zeventig bijna ten onder ging aan een strenge winter en overbevissing. Met de introductie van de creuse werd ook onbedoeld de oesterparasiet *Bonamia ostreae* geïntroduceerd in de Nederlandse wateren. De creuse kan redelijk goed tegen die parasiet, de platte oester niet. Besmetting leidt bij die soort helaas vaak tot sterfte. De creuse is nu de meest gekweekte oester in Nederland, hoewel de platte oester aan het terugkomen is. In 2020 produceerde Nederland zo'n 2.350 ton aan oesters, daarmee is ons land de vierde grootste oesterproducent van Europa, zo blijkt uit cijfers van de Wereldvoedselorganisatie FAO. Absolute koploper in de Europese productie is Frankrijk met zo'n 81.000 ton. Wereldwijd is China de grootste producent met 85 procent van de totale markt.





## Triploïde oesters

Naast diploïde oesters worden soms ook triploïde oesters gekweekt. Die bevatten een extra set chromosomen (twee sets chromosomen is normaal) dat ze steriel maakt en verschillende voordelen heeft voor de aquacultuur. Ze groeien sneller dan diploïde oesters waardoor een kortere groeiperiode en een snellere productie mogelijk is. Ze zijn meestal ook groter en bevatten vaak meer oestervlees waardoor ze aantrekkelijker zijn voor de consument. Triploïde oesters kunnen zichzelf niet voortplanten. Ze maken dus geen zaad- en eicellen aan waardoor de oesters, in tegenstelling tot diploïde oesters, het gehele jaar gegeten kunnen worden.

Triploïde oesters ontstaan door een schok – bijvoorbeeld door temperatuur, druk of chemicaliën – na de bevruchting. De natuurlijke afstoting van een set chromosomen in de voortplanting wordt daarmee verhinderd en resulteert in de extra set chromosomen. Er wordt dus niets veranderd in de genen zelf. Triploïde oesters kunnen gevoeliger zijn voor omgevingsstressoren en een iets lagere overlevingskans hebben dan diploïde oesters. De kweek van triploïde oesters is wijdverspreid. In Frankrijk is zo'n negentig procent van de geproduceerde oesters triploïd. Ook in Nederland worden triploïde oesters gekweekt.

### Oesterbroed

Het kweekproces voor beide oestersoorten begint met het invangen van kleine oestertjes, ook wel oesterbroed genoemd. Oesters planten zich in het voorjaar voor als de watertemperatuur stijgt, ongeveer vanaf twaalf graden. De creuse laat sperma- en eicellen los in het water waar bevruchting plaatsvindt en oesterlarven ontstaan. Naast de sperma- en eicellen worden er ook feromonen aan het water afgegeven. Door het afgeven en waarnemen van die feromonen wordt het tijdstip van loslaten van sperma- en eicellen tussen de oesters afgestemd waardoor de kans op bevruchting van de eicellen toeneemt. Na twee tot drie weken vormen de oesterlarven schelpjes. Dit is het moment dat de oesterlarven zich, bij voorkeur, vestigen op een harde ondergrond. De platte oester plant zich net iets anders voort. Het mannetje laat spermacellen los in het water die het vrouwtje uit het water filtert. Vervolgens bevrucht ze haar eigen eicellen ermee

in haar schelp. Na enige tijd laat ze de ontwikkelde oesterlarven los in het water. Ook die oesterlarven ontwikkelen vervolgens een schelpje en vestigen zich bij voorkeur op een harde ondergrond. Oesterkwekers plaatsen hard substraat op hun kweekpercelen in het voorjaar om het oesterbroed in te vangen. Dat kunnen lege mosselschelpen zijn of speciale invanginstallaties met plastic schotelletjes of zakken met lege mosselschelpen. Ook kweken ze oesterbroed in zogenoemde broedhuizen waar de kwekers de voortplanting en vestiging op een harde ondergrond zoveel mogelijk optimaliseren.

### Op of los van de zeebodem

Nederlandse oesterbedrijven kweken ongeveer negentig procent van de oesters op de zeebodem. Na ongeveer een jaar halen ze de oesters op en verplaatsen die naar een ander, vaak dieper gelegen kweekperceel waar de oesters in twee tot drie jaar verder opgroeien tot ze voldoende groot zijn voor consumptie. Oesters kunnen ook los van de bodem worden opgekweekt zoals in manden of zakken die op tafels liggen, aan lijnen in het water of in kooien. Franse en Spaanse kwekers gebruiken die methode veelvuldig maar in Nederland is die veel minder populair, slechts tien procent van de Nederlandse oesters wordt op die manier gekweekt.

Oesterkweek los van de bodem heeft voordelen: de monitoring van groei en productie is makkelijker, roofdieren zoals zeesterren en krabben kunnen er minder goed bij en hoger in de waterkolom is meer voedsel voor de oesters beschikbaar. Maar de methode kent ook nadelen. Er zijn weinig plekken in Nederland waar die kweekmethode toegepast mag worden vanwege beperkingen in de Nederlandse wet- en regelgeving. Ook is de methode duurder doordat er meer investeringen nodig zijn en onderhoud meer arbeid kost. Kwekers moeten de oesters handmatig opschudden om zo groei-randjes van de schelpen af te breken en een oester met een mooie vorm te krijgen.

## Nep-poep

Oesterkweek heeft veel voordelen voor het milieu. Oesters zijn zogeheten filtervoeders, ze filteren met hun kieuwen micro-algen uit het water en eten die op. Tijdens het filteren komen ook andere niet eetbare deeltjes op de kieuwen. De oesters binden die een klein beetje samen en voeren het geheel – ook wel nep-poep genoemd – af. Door dit proces verbetert de kwaliteit en helderheid van het water. Daarnaast bieden oesters ook leefgebied voor mariene soorten die zich op of rond de oesterschelpen vestigen zoals zeewieren, zakpijpen, anemonen, wormen en andere schelpdieren.

De belangrijkste ziekten in de oesterkweek zijn de parasiet *Bonamia ostreae*, en het oesterherpesvirus. In de loop der jaren hebben de bestanden van platte oesters een bepaalde mate van resistentie tegen *Bonamia ostreae* opgebouwd. Daarnaast lopen er momenteel onderzoeken om ook resistente kweeklijnen op te zetten. Het oesterherpesvirus zorgt, net name, bij de creuse oester voor verhoogde sterfte in de zomermaanden. Het virus wordt namelijk geactiveerd bij een watertemperatuur boven de 16 graden. Ook hebben de oesterkwekers last van de Japanse oesterboorder of stekelhoorn, een slak die een gaatje in de schelp boort en zich te goed doet aan het oestervlees. Zowel de creuse als de platte oesters zijn prooi, vooral in de zomermaanden. Er is nog geen wondermiddel gevonden om de slak weg te houden uit de oesterpercelen. Voorlopig zullen de kwekers ermee moeten leren leven.

## Zeeuwse mosselkweek onder druk

**Het is altijd een gezellig tafereel, samen dineren met een pannetje gekookte Zeeuwse mosselen. Maar eer ze bij ons op tafel staan, hebben de schelpdieren al heel wat meegemaakt. De mosselkweek wordt steeds lastiger. De vraag is dan ook of we over tien jaar nog steeds van de Zeeuwse mosselen kunnen genieten.**

EVA HARTOG EN  
JASPER VAN HOUCKE

**M**OSSELEN EET je als de letter r in de maand zit, zo luidde de vuistregel. Maar die gaat niet meer op. Sinds gekoelde opslag en transport mogelijk is en mosselen niet meer louter op de bodem worden gekweekt, zijn Zeeuwse mosselen van juli tot april beschikbaar. Hoe zorgt een mosselkweker er eigenlijk tegenwoordig voor dat de mossel in zo'n pannetje komt?

De Nederlandse mosselkweek vindt plaats in de Oosterschelde, de Grevelingen en de Waddenzee. Mosselkwekers leggen jonge mosseltjes, mosselzaad genoemd, op de bodem van kweekpercelen. Ze vissen die gedurende hun groeiproces van twee tot drie jaar meerdere malen op en verplaatsten de schelpdieren naar kweekpercelen waar de kweekomstandigheden het gunstigst zijn. Niet alle mosselzaadjes groeien uit tot volwassen mosselen. Sterker nog, gemiddeld volgt slechts

### Mosselkweek in de rest van Europa

Naast Nederland worden er in Europa ook mosselen gekweekt in Spanje (de grootste producent), Frankrijk (nummer twee), Italië (nummer drie), Denemarken, Ierland, Duitsland en Griekenland. De mosselen in Spanje en Frankrijk worden niet op de bodem gekweekt. In Spanje wordt gebruik gemaakt van hangcultuur in beschutte baaien, waar-

bij er touwen in lussen onder boeien of vloten hangen. In Frankrijk worden mosselen juist in de kustgebieden op droogvallende platen gekweekt. Hierbij zitten de mosselen op touwen die om houten palen worden gewikkeld, de zogenaamd Bouchot-mosselen. De Spanjaarden, Denen, Belgen en Fransen eten de meeste mosselen in Europa.

Ongeveer drie procent van de Nederlandse mosselen komt van hangculturen.



**Een kweekperceel kan jaren later ineens totaal ongeschikt zijn**

een procent op de natuurlijke mosselbanken en slechts twee procent bij de mosselkweek. Krabben, zeesterren en vogels lusten de voedzame schelpdieren ook graag en stormen, stromingen en warme periodes kunnen de overlevingskans van de opgroeiende mosselen flink verkleinen. Daarnaast verandert de zeebodem voortdurend, zand spoelt weg en wordt op andere plekken weer neergelegd. Een kweekperceel waarop de mosselen het ene jaar goed gedijen, kan jaren later ineens totaal ongeschikt zijn. De natuur en de mens spelen hierin een rol. Zandsuppleties voor de kustverdediging kunnen een mosselkweekperceel onbedoeld aantasten: de mosselen komen onder het zand terecht en stikken. Daarnaast treedt soms spontane mosselsterfte op, door verminderde fitheid van de schelpdieren na het paaien of door zuurstofloosheid na een warme periode of extreme algenvloed.

Ongeveer drie procent van de Nederlandse mosselen komt van hangculturen. De mosselen hangen in katoenen sokken die zijn bevestigd aan boeien. Ze hebben minder last van predatoren zoals krabben en zeesterren, wel kost de hangcultuur meer tijd en aandacht.

### **Geschikte kweekpercelen pachten**

Mosselkwekers die hun mossel op de bodem leggen, huren kweekpercelen van de overheid. De groei van mosselen op bepaalde kweekpercelen gaat langzamer dan op andere. Helaas kan een mosselkweker niet zomaar ieder moment een geschikter kweekperceel huren. Het beschikbare areaal is beperkt. Gemiddeld wordt eens in de vijf jaar gekeken of de kweekpercelen nog wel geschikt zijn en of er een herverdeling mogelijk is. Zo'n optimalisatie geeft de mosselkweker de kans kweek-





**Bouchot-mosselen in Frankrijk. De mosselen groeien op touwen die om palen worden gewikkeld.**

percelen in te leveren en andere aan te vragen. Het kan zijn dat de mosselkweker minder goed uit dit proces komt dan dat die erin ging.

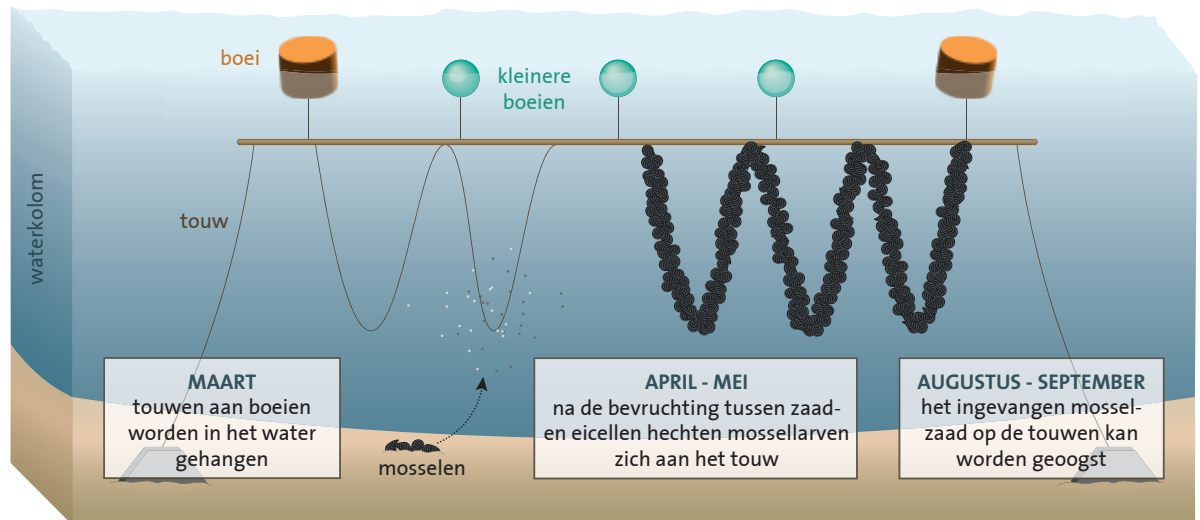
Ook mogen mosselkwekers steeds minder mosselzaad van wilde mosselbanken opvissen. Om de Waddenzee te beschermen heeft het ministerie

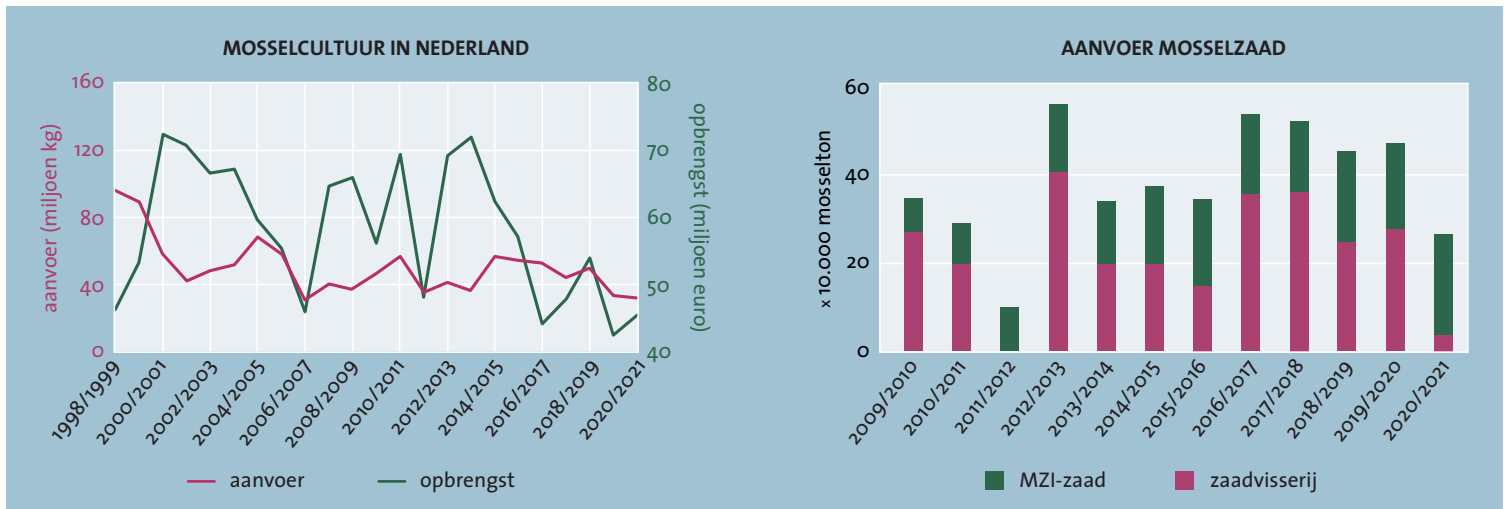
van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) een jaarlijks quotum ingesteld. Sinds 2018 mogen ze een derde minder bodemzaad opvissen, sinds juli 2022 is dit quotum teruggebracht tot de helft. LNV wil in 2026 naar 65 procent sluiting van de mosselzaadvisserij en kijkt dan of het haalbaar en zinvol is om in 2029 de mosselzaadvisserij helemaal te verbieden. Er zijn dus dringend alternatieven nodig.

### Mosselzaad invangen

Daaraan hebben wetenschappers en mosselkwekers hard gewerkt. De eerste experimenten dateren van 2002 en in 2008 is gestart met de ontwikkeling van systemen die mosselzaad invangen, de mosselzaadinvanginstallaties (MZI's). Dit zijn touwen aan boeien of netten aan buizen die vanaf maart in het water hangen. In de maanden april en mei, als de watertemperatuur stijgt, laten mosselen zaad- en eicellen los. De bevruchting vindt plaats in de waterkolom waar ontwikkelde mossellarven binnen drie weken een schelpje vormen en zich hechten aan vast materiaal. De mosselkwekers vangen dit mosselzaad in op de touwen of netten

**De werking van een mosselzaadinvanginstallatie (MZI) met touwen die aan kleine boeien hangen. MZI's vervangen de mosselzaadvisserij die de overheid aan banden legt.**





en oogsten het in de maanden augustus en september. Dit mosselzaad leggen ze vervolgens op hun kweekpercelen. De aanschaf, het plaatsen en het onderhoud van MZI's, is prijzig. Daardoor is de kostprijs van dit mosselzaad zes tot zeven keer hoger dan het mosselzaad van een wilde mosselbank. Daarnaast is de beschikbare ruimte om MZI's te mogen plaatsen beperkt. Zo is er momenteel vijfhonderd hectare aan MZI-areaal beschikbaar in de Waddenzee, de Zeeuwse Voordelta en de Oosterschelde. Die worden onder de meer dan veertig samenwerkende mosselkweekbedrijven in Nederland verdeeld.

### Hordes nemen

Met de beschreven bedreigingen, uitdagingen en beperkingen rondom de mosselkweek zal het niet verbazen dat de productie van mosselen inmiddels al jaren terugloopt. De mosselkweker moet heel wat hordes nemen voordat de mosselen geleverd kunnen worden aan de Nederlandse mosselverlating. De meeste mosselen worden verkocht aan België, Duitsland en een klein deel aan Frankrijk. Met de stijgende kosten voor materialen en dieselolie, veranderingen rondom de geschiktheid

van kweekpercelen en de beperkte hoeveelheid uitgangsmateriaal is het voortbestaan van de mosselweek niet zo zeker. Om in de toekomst toch nog mosselen te kunnen kweken, investeren de mosselkwekers veel geld in onderzoek en innovatie. Ze proberen het rendement van bestaande mosselkweekpercelen te verhogen, verkennen nieuwe mosselkweekmethoden en zoeken naar nieuwe productiegebieden op de Noordzee, bijvoorbeeld rondom de windmolenparken. Laten we hopen dat we hierdoor in de toekomst verzekerd zijn van het overheerlijke mosselpannetje.

# ‘Mossels kweken is biologisch boeren ten top’

‘IK BEN al heel mijn leven mosselkweker, net zoals mijn vader en opa en vele generaties daarvoor. We – ik leid dit bedrijf samen met mijn neef Rinus – hebben acht mensen in vaste dienst en in drukke tijden nog wat tijdelijke krachten. In totaal beheren we zeshonderd hectare aan mosselpercelen, waarvan een deel zich bevindt in de Oosterschelde en een ander deel in de Waddenzee. De helft van al die hectaren is geschikt voor mosselkweek.

Ik vind dit echt een heel interessant beroep. Negentig procent doet de natuur zelf, tien procent voegen wij toe. Waar gedijen de mosselen het beste, gegeven de omstandigheden? Dat is telkens weer puzzelen. Als de natuur je dan goed gezind is, geeft dat veel voldoening.

Het begint met het vangen van mosselzaad – de kleine mosseltjes die in het voor- en najaar worden gevormd. Dat doen we nu zoals de overheid van ons vraagt. Voor de helft op de traditionele manier – we vissen ze op bij opengestelde natuurlijke mosselbanken in de Oosterschelde en de Waddenzee – en voor de helft met mosselzaadinvanginstallaties, de MZI’s. Wij zijn daar zelf in 2005 al mee begonnen, ik houd van pionieren. Ons bedrijf maakt gebruik van buizen. Daaraan hangen netten waarop de mosseltjes zich hechten. Ieder jaar proberen we dit systeem weer te verbeteren. Zo hebben we nu een MZI gemaakt die je net als een duimstok kunt in- en uitklappen. Dat is makkelijk als je hem in het voorjaar moet installeren en in het najaar weer moet weghalen.

Momenteel vaar ik met mijn boot over de percelen om de zeesterren te verwijderen. Die lusten

heel graag mosselen. Ze gaan als een hand om de mossel heen zitten en verstikken die. Daarna stoppen ze hun maag in de schelp en eten het zeediertje op. Als je de zeesterren niet weghaalt, is het gedaan met je mosselen. We ‘dweilen’ nu het perceel – we gaan er overheen met een dunne buis met kettinkjes waaraan nylon zit – en vangen de zeesterren weg. Een soort onkruid wieden, zeg maar. Eigenlijk is mossels kweken biologisch boeren ten top. We gebruiken geen bestrijdingsmiddelen, geen mest en we passen ook geen genetische selectie toe. Als er een ziekte uitbreekt, dan zijn we afhankelijk van de natuur. Er zijn altijd mosselen die dat overleven en daar gaan we dan weer mee verder.

We moeten eigenlijk voortdurend meebewegen met de natuur. De drie stormen in februari 2022 – Dudley, Eunice en Franklin – hebben een ravage aangericht op de percelen. De mosselen zijn onder het zand terechtgekomen of zijn losgelaten. Die schade komen we nu langzaam weer te boven. Vorig jaar hadden we daardoor een lagere omzet en ook het komende seizoen zal de omzet lager zijn dan normaal omdat we minder mosselen kunnen leveren.

De verplichting om de helft van het mosselzaad in te vangen, kost ons ook veel geld want mosselzaad invangen is zes tot zeven keer duurder dan mosselzaad opvissen. Maar wij gaan het redden hoor. In dit vak moet je je voortdurend aanpassen. Mijn opa moest dat door de twee wereldoorlogen en mijn vader door de watersnoodramp en de deltaxwerken. Aanpassen en meebewegen hoort bij mossels kweken.’



# Marinus Padmos

mosselkweker  
Bruinisse



# 3 Van garnaal tot vis

Garnalen en vissen zijn een geliefde en belangrijke dierlijke eiwitbron. De kweek van deze aquatische dieren neemt een hoge vlucht en is sterk aan het industrialiseren.





## Tropische garnaal is hip & happening, maar de vis wordt duur betaald

Garnalen zijn lekker, veelzijdig en gezond; geen wonder dat ze niet aan te slepen zijn. Daarom worden ze op grote schaal gekweekt. ‘Goed bezig’ zou je denken, want zo’n garnaal is vast een duurzaam alternatief voor zijn overbeviste wilde broer of voor die gehaktbal op je bord. Een duik in de wereld van de garnalenteelt vertelt echter een ander verhaal. Is de snelle groei van tropische garnalen meer een zorg dan een zegen? En is het tijd nog te keren?

KARIN VAN DE BRAAK

**D**E AFGELOPEN decennia is de wereldwijde consumptie van garnalen spectaculair gegroeid. Meer dan de helft van de totale garnalenproductie wordt nu gekweekt in plaats van gevangen in het wild. In 2022 bedroeg de kweek al meer dan 5 miljoen ton. Het overgrote deel van die productie vindt plaats in Azië, met China, India, Indonesië en Vietnam als belangrijkste producenten. In Zuid-Amerika is Ecuador de hoofdleverancier. Meer dan tachtig procent van alle gekweekte garnalen bestaan uit slechts twee soorten: de witpootgarnaal en de grote zwarte tijgergarnaal. Het gros is bestemd voor de internationale markt en daarmee behoren garnalen tot een van de meest verhandelde en getransporteerde diersoorten ter wereld. Garnalen zijn relatief duur, vergeleken met andere aquatische kweeksoorten. Boeren die een goede kweekronde draaien, kunnen veel geld verdienen. Daardoor zijn ze vaak ook geneigd om grote risico's te nemen, soms te groot.

### Ziektes als grootste uitdaging

Al decennialang worden ziektes als grootste probleem ervaren door kwekers. Door de snelle stijging in productie, de hoge kweekdichtheden en de uitgestrekte gebieden waar garnalen worden geproduceerd, zijn kwekerijen een ideale broedplaats voor het ontstaan van nieuwe ziektes. Elke





twee à drie jaar slaat er een nieuwe ziekte toe. Stel je voor, om de paar jaar een nieuwe pandemie die onze maatschappij treft! De ziektes hebben verstrekkende gevolgen. Niet alleen omdat de gekweekte garnalen ‘en masse’ het loodje leggen, maar de ziektes kunnen ook worden overgedragen op hun wilde soortgenoten. Omdat er voor garnalenziektes helaas geen effectieve behandelingen beschikbaar zijn, gebruiken boeren vaak algemene producten tegen virussen, schimmels en bacteriën. De medicijnresten in de eindproducten en in het water hebben vervolgens ook weer invloed op de antimicrobiële resistentie bij de mens. Ook hier is het middel vaak erger dan de kwaal.

### Meer nadelige gevolgen

Bovendien heeft de enorme groei van de garnalensector in de afgelopen decennia (mede) gezorgd voor afname van mangrovegebieden. Mangroves zijn van vitaal belang als broedplaats en voedselbron voor veel wilde aquatische dieren, voor het

opslaan van enorme hoeveelheden CO<sub>2</sub> (tot 4 keer meer dan bossen op land) en als een natuurlijke bescherming voor kustgemeenschappen. Daarom is het ontginnen van nieuwe mangrovegebieden op de meeste plaatsen in de wereld verboden. En dus proberen de boeren alles uit de bestaande kweekgebieden te halen. Om potentiële ziekteverwekkers te voorkomen, desinfecteren ze de omgeving en het water. Ook voegen ze extra vitamines en mineralen toe aan het voer en maken ze gebruik van genetische verbeterde ouderdieren en andere technologische ontwikkelingen.

De garnalensector is niet alleen medeveroorzaker van de achteruitgang van waterkwaliteit en hele ecosystemen – verzilting, algengroei door uitgespoelde nutriënten, en biodiversiteitsverlies – maar heeft er zelf ook veel last van. Het kweekwater wordt onttrokken aan natuurlijke bronnen, zoals rivieren en zeeën. Kwekers hebben er dus groot belang bij dat dit water van goede kwaliteit is. Ook kampen veel garnalenkwekers met de



## De stijgende kosten voor voer en energie maken de boeren in toenemende mate kwetsbaar

gevolgen van klimaatverandering. De extreme weersomstandigheden met uitzonderlijke temperaturen en regenval vergroten de risico's op droogte, hevige storm, overstromingen en hittestress bij de garnalen.

De stijgende kosten voor het voer en energie samen met de stressvolle markt – de prijzen staan onder druk – maken de boeren in toenemende mate kwetsbaar. En een kat in het nauw maakt rare sprongen, waardoor het risico bestaat dat boeren nog vaker korte termijn beslissingen nemen. Hierdoor gaan de lokale ecosystemen verder achteruit en is er meer input nodig om tot een goede oogst te komen. Ondanks deze enorme uitdagingen en nadelige gevolgen houden alle garnalen-exporterende landen als doelstelling om ook de komende jaren flink te groeien en hun inkomsten uit de export fors te vergroten. Een gevolg is consolidatie van de sector. De kleine boeren zijn vaak niet meer

in staat om te overleven. Grote kwekerijen nemen de kleine bedrijven soms over en worden groter.

### Duurzaamheidsstandaarden

Om te voorkomen dat de steeds bewustere consument de garnalen nog wel blijft, zijn er diverse duurzaamheidsstandaarden in het leven geroepen. Hiermee wordt aangetoond dat er maatregelen worden genomen om het milieu te beschermen en sociale verantwoordelijkheid te waarborgen. In Nederland, Duitsland en België vind je het turquoise ASC-logo (Aquaculture Stewardship Council) op garnalen in de supermarkt. Helaas geldt dit niet voor de garnalen in restaurants, viswinkels of op de markt. En óók niet voor garnalen in de rest van de wereld. De intentie van de standaarden is goed, maar zelfs aan de duurzaamheidscertificering zitten veel haken en ogen. Zo komt het doel van de standaard, duurzame productie, vaak niet overeen

Garnalenverkoop op Indiase vismarkt.





Extensieve garnalenproductie kan dan gecombineerd worden met actief herstel van voormalige mangrovegebieden.



met het doel van de kweker, namelijk het behalen van het certificaat omdat de klant daar om vraagt. Ook werken de buitensporige documentatie-eisen van het certificeringsproces en het businessmodel ondoorzichtigheid in de hand. Bovendien zijn de eisen onhaalbaar voor kleine boeren, waardoor de ongelijkheid tussen de grote en kleine boeren verder toeneemt en verre van sociaal verantwoordelijk is. Supermarkten kopen op papier dus duurzame garnalen, maar in realiteit is de effectiviteit van die standaarden helaas minimaal.

### **Verdere intensivering van monocultuurproductie**

Schaalvergroting en intensivering van monocultuurproductie wordt vaak gezien als een belangrijke verduurzamingsslag. Steeds vaker worden garnalen gekweekt in superintensieve

productiesystemen die we ook in Nederland hebben, de Recirculatie Aquacultuur Systemen (RAS). (Zie infographic in paragraaf 'Kweekvis vervangt wilde vis in rap tempo'). Met een sterke focus op efficiëntie worden er meer garnalen geproduceerd met bijvoorbeeld minder land of minder water. De meningen zijn verdeeld over hoe duurzaam die vorm van kweken is. Deze systemen zijn vaak kapitaalintensief en de toename van controle op de kweekomstandigheden gaat vaak samen met een toename van het totale gebruik van materialen, grondstoffen, energie en afvalproducten. Hoewel er al grote slagen zijn gemaakt in efficiëntie en selectie van grondstoffen, kunnen we kritischer zijn over de oorsprong van alle ingrediënten én waar de overtollige nutriënten uiteindelijk terecht komen.



Een voordeel van het RAS-systeem is dat garnalen minder in direct contact staan met de buitenwereld. Echter, in deze intensieve monocultuur kunnen de dieren ook ziek worden en is het risico groter dat alle dieren in hetzelfde systeem worden geïnfecteerd. Bovendien vergen de intensieve systemen ontzettend veel energie. Omdat de energietoevoer niet mag stoppen, zijn er back-ups nodig en soms ook back-up voor back-ups, vaak in de vorm van generatoren die op diesel draaien.

Kortom, intensieve systemen focussen zich op één of enkele aspecten en vergeten vaak dat we tegen planetaire grenzen aanlopen van eindige grondstoffen en te veel afval. Deze aspecten hangen nauw met elkaar samen en hebben achteruitgang van ecosystemen tot gevolg.

### Het kan anders

We mogen anders nadenken over de manier waarop we voedsel produceren. Het doel is niet alleen om schade te minimaliseren, omdat dit nog steeds tot achteruitgang leidt. We kunnen ook voedsel produceren en tegelijkertijd een positieve bijdrage leveren, op een manier die de gezondheid van de planeet en al haar bewoners actief herstelt. Omdat de aquacultuur nauw verbonden is met de omgeving, is het in principe mogelijk om van natuurlijke processen te profiteren en harmonieus samen te werken met de omgeving, waardoor ecosystemen hersteld kunnen worden. Bovendien hangen klimaat, biodiversiteit, waterkwaliteit en gezondheid nauw met elkaar samen. Door synergiën te creëren kunnen er ook grote stappen worden gezet richting de oplossingen van onze grote vraagstukken.

Garnalen kunnen in een natuurlijkere omgeving worden geproduceerd. Die extensieve garnalenproductie kan dan gecombineerd worden met actief herstel van voormalige mangrovegebieden, waarbij de nadruk wordt verlegd van controle in intensieve monocultuurproductie naar extensive-

ring en diversifiëring. Door gebruik te maken van natuurlijke processen en samen te werken met de natuur worden veerkrachtige, natuurlijkere productiegebieden gecreëerd waarbij nutriëntenkringlopen worden gesloten. Herstel van mangrovegebieden heeft vele voordelen, zoals opname van CO<sub>2</sub>, verhoging van biodiversiteit en verbetering van waterkwaliteit. Door diversificatie kunnen er ook nevenproducten worden geoogst, zoals andere soorten garnalen, krabben, vissen en hout. Daarnaast beschermen mangrovebossen de kustgemeenschappen tegen de gevolgen van klimaatverandering, bodemdaling en zeespiegelstijging.

### Met de natuur mee

Het is cruciaal om de onderliggende oorzaken van de problemen in de garnalensector onder ogen te zien. Boeren die garnalen kweken, maken deel uit van een ecosysteem. De meest effectieve manier om ziektes te voorkomen, is door de natuurlijke biodiversiteit te verhogen en gezonde ecosystemen te herstellen, zodat de ziektes op een natuurlijke wijze in toom worden gehouden. Door samen te werken met de natuur, in plaats van ertegen, worden er veel synergiën gecreëerd.

Wanneer alle milieueffecten en sociale aspecten worden meegerekend, is de waarde van de natuurlijke productie vele malen hoger dan alleen de financiële opbrengsten die worden verkregen op de exportmarkt. Deze aanpak is gemakkelijker, goedkoper, gezonder, sneller, en dus veel effectiever, dan de huidige aanpak van het achteraf proberen problemen op te lossen. We hebben al vaker gezien dat problemen dan leiden tot nieuwe problemen die vaak groter zijn.



Het is cruciaal om de oorzaken van de problemen in de garnalensector onder ogen te zien

# Kweekvis vervangt wilde vis in rap tempo

De kweek van vis is de afgelopen vijftig jaar sterk toegenomen. We eten wereldwijd nu al meer van vis uit kweek dan uit de natuur. Aquacultuur wordt steeds grootschaliger en industrialiseert.

JOHAN VERRETH

**V**IS HEEFT altijd een belangrijke rol in de menselijke geschiedenis gespeeld. Vroege bewoners verkregen hun voedsel door het verzamelen van planten, bessen, schelpdieren en de jacht op vis en wild. De eerste traceerbare bronnen van viskweek zijn terug te vinden in oud-Chinese manuscripten die instructies bevatten hoe karpers in vijvers konden worden gehouden. In de Griekse oudheid ontdekte men dat oesters makkelijker te oogsten waren als ze vooraf uitgezaaid werden op speciaal daartoe ingerichte percelen kustbodems, een techniek die tot de dag van vandaag nog als bodemcultuur bekend staat. Toch is aquacultuur – de teelt van alle in het water levende dieren plus zeewier en algen – van relatief recente datum. Pas in de achttiende eeuw werden technieken ontwikkeld om karper en forel in gevangenschap voort te planten. Van echt grootschalige visproductie is in Europa pas sprake in de twintigste eeuw, vooral na Tweede Wereldoorlog. In Azië daarentegen is visteelt, met name in dorps- en tuinvijvers, eeuwenoud. Toch is ook daar sinds de vorige eeuw echt een flinke toename te zien. Pas in 1976 erkende de Wereldvoedselorganisatie (FAO) de aquacultuur als een zelfstandige sector binnen de voedselproductie. Sindsdien maakt die een stormachtige ontwikkeling door.

Hoeveelheid gevangen en gekweekte vis, schaal- en schelpdieren (miljoen ton) in 2020. Non-food omvat alle productie die niet of niet rechtstreeks voor de menselijke consumptie is bedoeld, zoals pareloesters, siervis maar ook (en vooral) vis die verwerkt wordt tot vismeel en visolie.

	Marien	Zoetwater	Non-food	Totaal	Zeewier
Visserij	59	11	20 (marien)	91	1
Aquacultuur	33	54	0	87	35

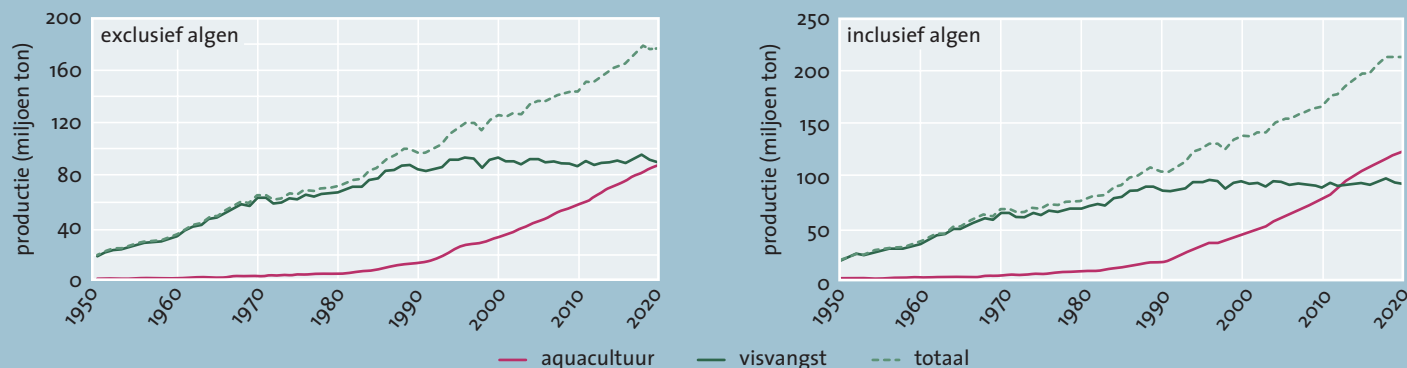
212

## Opmerkelijke prestatie

In 2021 werden voor het eerst meer vis, schelp- en schaaldieren uit kweek op de markt gebracht dan uit vangst in het zoute en zoete water. Dat is een bijzonder opmerkelijke prestatie in een periode van slechts vijftig jaar. Hier zitten twee grote drijvende krachten achter. Ten eerste: een enorme toename in de vraag naar visproducten door de wereldwijd gestegen welvaart. De consumptie van visproducten verdubbelde van ongeveer tien naar twintig kilo per persoon per jaar terwijl de wereldbevolking meer dan verdubbelde. Ten tweede: een afvlakkende visserijvangst. Al sinds de jaren negentig schommelt de wereldwijde opbrengst van de visserijvangst rond de negentig miljoen ton per jaar, een duidelijke aanwijzing dat de grenzen van de visproductie in de zee zijn bereikt.

Bovenstaande ontwikkeling is niet gelijkmatig verspreid over de wereld. Aquacultuur is vooral een Aziatische bezigheid: meer dan negentig procent van de totale aquacultuurproductie komt hier vandaan. En daarbij is China de dominante speler; die zorgt voor zeventig procent van alle gekweekte vis, schaal- en schelpdieren. Dat heeft grote gevolgen voor het aanbod van visproducten. Schommelingen in de wereldmarkt zijn vaak het gevolg van de wisselende Chinese productie. De Europese Unie (EU) bijvoorbeeld, een van 's werelds grootste vismarkten, haalt maar liefst twee derde van haar aanbod uit landen buiten de EU, waarvan het grootste deel uit Azië. Dat maakt ons continent kwetsbaar. Wij stellen hoge eisen aan de voedselveiligheid en duurzaamheid van de geïmporteerde vis. Daarnaast verandert China geleidelijk van een visexporteur naar een visimporteur en stelt veel minder hoge eisen dan de EU. Andere grote producenten zoals Indonesië en Vietnam zouden hun export wel eens kunnen afbuigen naar het soepelere China waardoor er tekorten kunnen ontstaan op de Europese markt.

## DE WERELDWIJDE PRODUCTIE VAN AQUATISCH VOEDSEL IS IN VIJFTIG JAAR ENORM GESTEGEN



De wereldwijde productie van aquatisch voedsel sinds 1950.

### Aantal soorten stijgt

Waar de vraag naar vis stijgt en het aanbod uit vangst beperkt blijft, wordt gezocht naar mogelijkheden tot kweek. En dat is precies wat er de afgelopen veertig jaar heeft plaatsgevonden. Het aantal soorten dat wordt gekweekt, stijgt ieder jaar weer. De FAO telt er nu al meer dan 622, waarvan meer dan 300 vissoorten, 88 schelpdiersoorten, 49 soorten kreeftachtigen (waaronder garnalen en krabben) en dertig soorten zeewier. Maar ondanks die grote diversiteit wordt de sector, zowel in beeld als commercieel en economisch, bepaald door een beperkt aantal soorten: zalm, forel en in mindere mate mosselen en oesters in Europa en Noord-Amerika en garnaal en tilapia in Azië en Zuid-Amerika. In Europa is daarnaast zeebaars en dorade erg belangrijk, in Azië pangasius (een meervalsoort) en sommige krabsoorten en in Afrika en Noord-Amerika enkele meervalsoorten. Daarnaast kunnen lokaal vele soorten van belang zijn, zoals bijvoorbeeld in Nederland de paling. De variatie werkt wel belemmerend op de ontwikkeling van aquacultuur. Van iedere nieuwe soort moet de biologie, de voortplanting, de voeding en de kweekmethode worden ontwikkeld. Dat gebeurt werkenderwijs en leidt aanvankelijk tot ongewenste milieuschade, ziektes

en beperkt dierenwelzijn. Duurzaamheid is dus niet per definitie gegarandeerd in de aquacultuur.

### Duurzaamheidscriteria

Daartegenover staat dat voor de producten uit de aquacultuur duidelijke duurzaamheidscriteria zijn opgesteld die door diverse keurmerken worden gebruikt. De meest bekende en internationaal hoogst aangeschreven keurmerken zijn van het ASC (Aquaculture Stewardship Council), vooral in Europa bekend en het keurmerk BAP van de Global Seafood Alliance (dominant in de Verenigde Staten). Kwekers die voldoen aan de voorwaarden (zie kader Keurmerken voor vissen) krijgen een internationaal erkend certificaat. De meeste Nederlandse supermarkten verkopen onder eigen label uitsluitend vis met een ASC-keurmerk. Ook in andere westerse landen promoten supermarkten gecertificeerde visproducten. En dat werkt. Door hun invloed op de markt dragen de supermarktketens in Europa en Noord-Amerika bij aan de verduurzaming van aquacultuur, ook in verre landen. Zo hebben inmiddels alle grote Vietnamese kwekers van de populaire witvis pangasius, meerdere labels zoals ASC en BAP. Ook het nieuwe visteeltbedrijf Kingfish Zeeland dat gelstaartvis-



sen kweekt, heeft inmiddels het keurmerk van ASC gekregen.

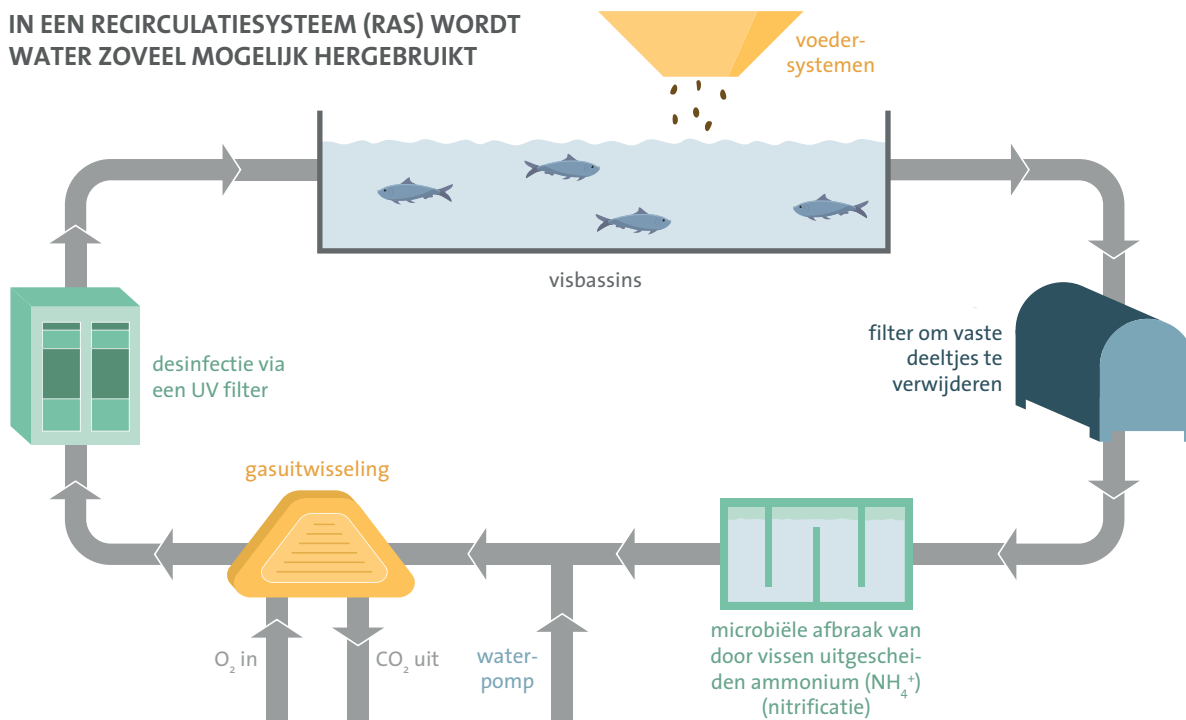
Een belangrijk punt in de beoordeling van de duurzaamheid van vis is de mate waarin gebruik wordt gemaakt van dierlijke ingrediënten in de voeders, zoals vismeel en visolie. Je kunt de vis immers net zo goed direct opeten, in plaats van voeren aan kweekvis, zo is de gedachte. Wereldwijd is de hoeveelheid wilde vis die tot vismeel of visolie wordt verwerkt de afgelopen dertig jaar echter niet gestegen maar gedaald van vijftieng tot dertig naar ongeveer twintig miljoen ton per jaar. Nog steeds een grote hoeveelheid – maar afgezet tegen de enorme groei in aquacultuur, ook opmerkelijk. Kwekers proberen dierlijke ingrediënten in het visvoer zoveel mogelijk te vervangen door plantaardige zoals die uit soja. De van oorsprong visetende zalm in de kweek krijgt bijvoorbeeld overwegend vegetarisch visvoer. Modern zalmvoer

bestaat namelijk voor slechts tien procent uit vismeel. Onderzoek heeft overigens uitgewezen dat zalm op een volledig vismeelvrij dieet kan worden gehouden. Verdere reductie van het percentage vismeel ligt daarom voor de hand.

Het is echter lastiger om de visolie in het visvoer te vervangen door plantaardige olie. De gezondheidsclaims van vis berusten op de aanwezigheid van omega-3-vetzuren en die haalt de kweekvis vooral uit visolie. Plantaardige oliën bevatten met name omega-6-vetzuren. Daarom wordt visolie niet helemaal geweerd uit visvoerders en krijgt zalm enkele weken voor de oogst een dieet dat meer visolie bevat. Toch staan de ontwikkelingen niet stil en wordt met veel aandacht gekeken naar de omega-3-rijke olie van eencellige algen (zie ook hoofdstuk 1 'Hypes en hoop voor microalgen als grondstofleverancier'). Onlangs hebben enkele grote bedrijven in de

Schematische weergave van het recirculatiesysteem RAS.

#### IN EEN RECIRCULATIESYSTEEM (RAS) WORDT WATER ZOVEEL MOGELIJK HERGEBRUIKT





**De Ocean Farm – de eerste offshore visboerderij ter wereld die een grote kooi bevat van zo'n 68 meter diep en een volume van 250 duizend kubieke meter.**

zalminindustrie een overeenkomst gesloten om een belangrijk deel van de visolie in hun voeders te vervangen door algolie.

### **Toenemende industrialisatie**

Wat zijn nu belangrijke ontwikkelingen in de sector? Wereldwijd is een sterk toenemende industrialisatie van de aquacultuur gaande. Familiebedrijven, zo typisch voor de huidige veeteelt, worden in de aquacultuur steeds vaker vervangen door grote industriële concerns, die wereldwijd opereren en in diverse landen kwekerijen hebben. Die ontwikkeling blijft nu nog beperkt tot een klein aantal duurder soorten zoals zalm, tilapia, zeebaars, dorade, barramundi (een baarsachtige), geelstaartvis en de tropische garnaal. In Afrika wordt tilapia steeds meer gekweekt in netkooien op de grote meren, met opbrengsten die ver uitstijgen boven die van lokale boeren.

Door de gestegen kosten van milieu- en ziektepreventie is er ook een verschuiving gaande naar

volledig gecontroleerde productie in een stal of hal. De vis bevindt zich in grote tanks die onderdeel zijn van een zogenaamd Recirculatie Aquacultuur Systeem (RAS). Hierbij wordt het water uit de vis-tanks gezuiverd en zoveel mogelijk hergebruikt. RAS werd een aantal jaren geleden voornamelijk gebruikt voor de kweek van zoetwatervissen zoals meerval en paling in Nederland, maar nu grootschalig ingezet voor de kweek van jonge zalm, forel en de jongste stadia van mariene soorten. De ontwikkelingen gaan steeds verder en op dit ogenblik wordt de teelt van tropische garnalen in RAS ook uitgetoet. De recirculatiesystemen houden de temperatuur, het zuurstofgehalte, de zuurgraad en andere omgevingsfactoren optimaal voor de vis. De zuivering en het hergebruik van het kweekwater zorgt ervoor dat de uitstoot van afvalstoffen naar de omgeving gering is. Recirculatiesystemen worden daarom gezien als milieuvriendelijke productiesystemen. Vissen die hierin zijn gekweekt, krijgen doorgaans een groen label van de Goede Viswijzer. Het is dan ook de verwachting dat het gebruik van RAS sterk zal toenemen in de aquacultuur.

### **Offshore zalmteelt**

Ondanks de industrialisatie van de aquacultuur blijven tradities en gewoontes een rol spelen. Soms blijkt het erg lastig om het traditionele productiesysteem te verlaten. De mariene kooicultures in de zalmteelt bijvoorbeeld lopen tegen hun grenzen aan door toenemende milieuproblemen en uitbraken van ziektes. Mede als gevolg van klimaatverandering treden periodes van algenbloei steeds vaker op in kustgebieden waar veel zalmkwekerijen zijn. Maar vooral de zalmluis veroorzaakt veel problemen. De sector zoekt de oplossing in nog verdere industrialisatie, door verder op zee in grote offshore installaties zalm te gaan kweken waar de zalmluis minder goed gedijt. Zo heeft het Noorse bedrijf Salmar net de 'Ocean Farm 1' gelan-

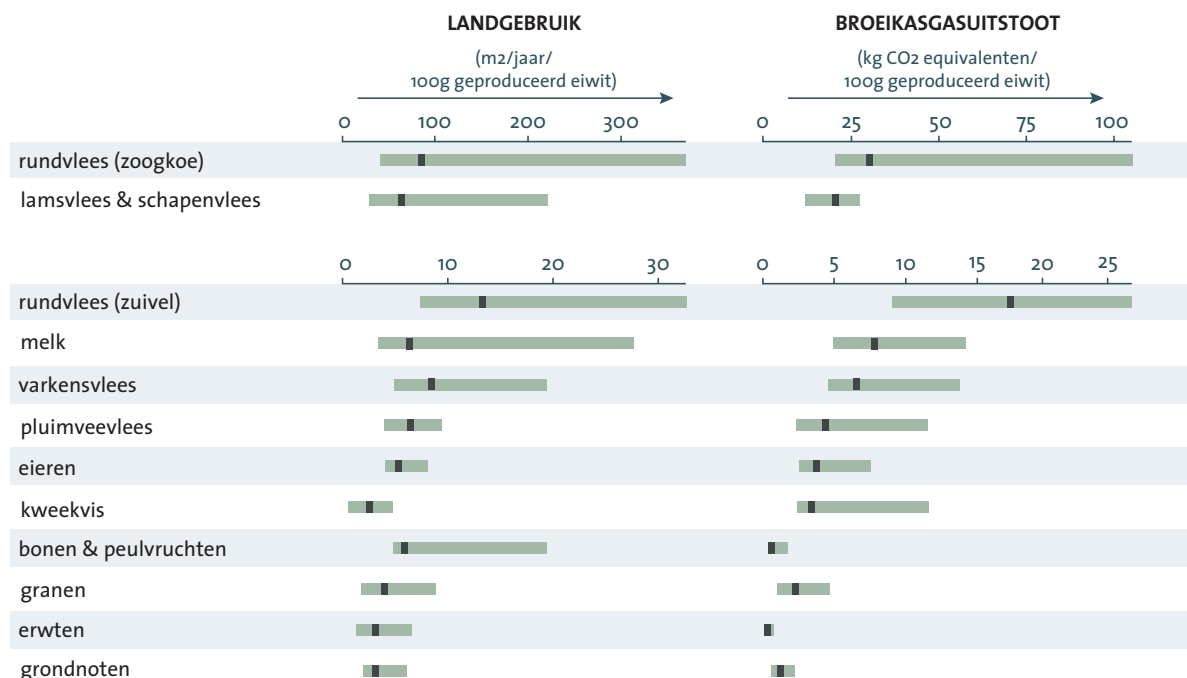
ceerd bij het Noorse Frohavet – de eerste offshore visboerderij ter wereld. Het lijkt op een boorplatform dat een grote kooi van maar liefst 68 meter diep en een volume van 250 duizend kubieke meter omvat en naar verwachting vijf miljoen kilo zalm per jaar kan produceren. Vooralsnog is het een pilotproject maar Salmar kondigt aan dat deze vorm van visteelt een nieuw tijdperk zal inluiden in de aquacultuur. De sector volgt de ontwikkelingen van Salmar met grote belangstelling. Mocht het een succes blijken te zijn, dan zullen anderen snel volgen.

### Vaccinatie zalm en forel

Overigens is verplaatsing van de productie naar open zee maar één van de mogelijke maatregelen in de ziektebestrijding. De Noorse en Schotse zalmteelt worden gekenmerkt door een buitengewoon laag gebruik van medicijnen, een succes dat alleen mogelijk werd door intensieve vaccinatie

tegen de meest voorkomende virale ziektes. Het aantal bacteriële infecties in de zalmteelt is sowieso beperkt. Alleen is het behoorlijk bewerkelijk om vaccins via injectie aan alle individuele visen toe te dienen. Recentelijk zijn automatische vaccinatie-apparaten ontwikkeld die hiervoor een oplossing bieden maar die zijn alleen inzetbaar voor soorten waarvan vorm en grootte goed voorspelbaar zijn zoals zalm en forel. Voor de meeste vissoorten kunnen vaccins alleen via een bad of via het voeder toegediend worden, en voor bacteriële infecties zijn ze überhaupt niet geschikt. Ongewervelden zoals schelpdieren en garnalen hebben geen specifiek immuunsysteem en kunnen dus niet gevaccineerd worden. Om al die redenen is ziektepreventie de beste vorm van ziektebestrijding in de aquacultuur. Daarbij is een juist management cruciaal zoals het optimaal houden van de waterkwaliteit, een goed en juist voederregime volgen en de dieren zoveel mogelijk stressvrij houden.

Landgebruik (A) (m<sup>2</sup>/jaar/100g geproduceerd eiwit) en broeikasgas uitstoot (B) (kg CO<sub>2</sub> equivalenten/100g geproduceerd eiwit) voor diverse eiwitrijke voedselproducten (naar Poore & Nemecek, *Science* 2018).







De labels voegen  
stap voor stap  
welzijnsriteria  
toe aan hun  
standaard maar  
eenvoudig is dit  
niet

### Imagoschade

Het risico van deze verdere intensivering is imagoschade. Het is de vraag of de consument op de lange termijn zich wel kan vinden in verdere industrialisering van de visproductie. Vissen staan verder van de mens dan landbouwhuisdieren, maar verhalen over massale vissterfte door ziektes of toxische algen kunnen het beeld van de aquacultuur makkelijk doen kantelen. Westerse landen besteden steeds meer aandacht aan dierenwelzijn. De eerdergenoemde labels voegen stap voor stap welzijnsriteria toe aan hun standaard maar eenvoudig is dit niet. De vele soorten kweekvis hebben namelijk ieder hun eigen gedrag. Zo is uit Wageningen onderzoek gebleken dat de Afrikaanse meerval verschillend reageert op de visdichtheid. Die reactie is afhankelijk van de leeftijd en de grootte. Jonge vissen vertonen bij lage dichtheden sterk territoriaal gedrag, ze vechten tegen elkaar. Bij hogere dichtheden verdwijnt dit. Als er onvoldoende

zwemruimte is, verhoogt hun stressniveau toch. Grotere vissen vertonen geen vechtgedrag maar bouwen hogere concentraties stresshormoon op bij zeer hoge dichtheden. Vooral nog is de regelgeving van het viswelzijn gericht op de slachtwijze. In westerse landen is het gebruikelijk dieren te verdoven alvorens te slachten, ook de kweekvissen. Helaas staat het viswelzijn in niet-westerse landen laag op de agenda. Toch is ook hier op termijn en mede onder druk van de certificering een snelle verandering te verwachten.

Ondanks alles blijft aquacultuur de meest efficiënte en meest duurzame vorm van (gekweekte) dierlijke eiwitproductie. Dit geldt in het bijzonder voor schelpdieren zoals mosselen die het voedsel (algen) dat het ecosysteem van nature produceert, uit het water zeven. Kortom, er is toekomst voor de aquacultuur.

# Kweek van zoet- en zoutwatervis in Nederland groeit

Niet alleen wereldwijd, ook in Nederland neemt de kweek van zoet- en zoutwatervis flink toe. Daarbij breidt het aantal gekweekte soorten zich eveneens uit, met zoetwaterzalm en beekridder als nieuwkomers.

ARJAN PALSTRA\*

**L**AATST NOG paling gegeten? Grote kans dat die niet werd opgevisst in de binnenwateren maar afkomstig was uit een Nederlandse kwekerij. Op dit moment zijn er tien palingkwekerijen die samen 2.000 ton vis per jaar produceren. Daarmee leveren zij momenteel de meeste kweekvis in Nederland. De palingkwekerijen houden de aal in bassins op land en maken gebruik van het recirculatiesysteem RAS, een methode waarmee alle vis in Nederland wordt gekweekt. In Nederland vindt geen visteelt plaats op zee, in de brakke estuaria of zoete binnenwateren, in tegenstelling tot in veel andere landen.

Viskraam Haarlem



De palingbedrijven kweken in het wild gevangen glasaaltjes op die vanaf de geboortegronden in de Sargassozeë bij de Europese kusten arriveren zoals bij de Franse riviermondingen in de Golf van Biskaje, waar het overgrote deel arriveert. Paling kan zich namelijk nog niet in gevangenschap voortplanten hoewel initiatieven om dat voor elkaar te krijgen wel plaats vinden. Het bedrijf Glasaal Volendam probeert dit en het Eel Reproduction Innovation Centre (EELRIC), een samenwerking tussen de Stichting Duurzame Palingsector Nederland (DUPAN) en onderzoeksinstituut Wageningen Livestock Research. Inmiddels kunnen ze al larven voortbrengen die tot honderd dagen na uitkomen groeien en overleven.

De kweek van claresse en Afrikaanse meerval nam tot 2020 de tweede en derde plek in op de Nederlandse productielijst met 1500 en 950 ton, maar die tweede positie wordt inmiddels overgenomen door yellowtail kingfish, de geelstaartvis die in mariene recirculatiesystemen wordt gekweekt in Zeeland. De productie van die subtropische vissoort is sinds 2020 gegroeid van 600 ton naar bijna 1500 ton in 2022 en groeit naar verwachting in 2023 door naar maar liefst 3500 ton. Verder zijn er een aantal bedrijven in Nederland die snoekbaars, tarbot, tilapia en steur kweken – de laatste met name voor de kaviaar.

## Nieuwe soorten

Sinds 2020 zijn er ook een paar nieuwe soorten bijgekomen in de Nederlandse viskweek. Inmiddels is een bedrijf begonnen met het kweken van beekridder (*Salvelinus alpinus*), ook wel trekzalm genoemd. Ook is de eerste zalmkweker begonnen. Het is namelijk gelukt de Atlantische zalm (*Salmo salar*) volledig in zoetwater te kweken, dus zonder dat de vis nog een zoutwaterfase nodig heeft. Daarmee kan de zalm in principe overal in de wereld in zoetwater worden gekweekt. Zeekooien zoals in Noorwegen, Schotland en Chili zijn dan niet meer



Kweek van yellowtail kingfish in marine recirculatiesysteem.



In totaal waren er in 2020 vijftientig kwekers die ruim 5000 ton vis produceerden

nodig. Met de kweek van tong (*Solea solea*) wordt nog geëxperimenteerd in Zeeland.

In totaal waren er in 2020 vijftientig kwekers die ruim 5000 ton vis produceerden met een omzet van dertig miljoen euro. Omdat kweekvis veel aan de horeca wordt verkocht heeft de coronapandemie een grote impact gehad op de sector. De energiecrisis vormt sinds 2021 een nieuwe bedreiging. Daarnaast is kweekvis als nicheproduct relatief duur en daardoor vatbaar voor de gevolgen van inflatie en dreigende recessie. Aan de andere kant is viskweek in recirculatiesystemen efficiënt en past daarmee in de duurzaamheidslag die de Nederlandse landbouw wil maken.

#### **Minder voer nodig**

Vis heeft een veel lagere voedingsconversie dan de meeste landbouwhuisdieren; er is minder voer

nodig voor de productie van dezelfde hoeveelheid vlees. Ook levert vis in verhouding veel vlees per kilogram lichaamsgewicht, zalm bijvoorbeeld tot wel tachtig procent. De Nederlandse viskweeksector is innovatief en heeft volop aandacht voor duurzaamheid, circulariteit en dierenwelzijn. Vanaf de jaren tachtig groeide de sector mee met het Wageningse pioniersonderzoek aan de recirculatiesystemen. Die optimaliseren niet alleen de waterkwaliteit, maar minimaliseren ook het gebruik van water, en ontkoppelen het systeem van seizoensinvloeden zoals bij niet-recirculerende doorstromingssystemen. Bovendien verdwijnt het overblijfsel – vooral vissenpoep – niet of slechts gedeeltelijk in het milieu en kan in principe worden gebruikt voor bemesting van groente. De sector heeft ook aandacht voor het verminderen, en eventueel opvangen, van CO<sub>2</sub>. Voor het gebruik van



vissoort	Latijnse soortnaam	aantal kwekers	tonnage	omzet (× 1000 euro)
Europese aal/paling	<i>Anguilla anguilla</i>	10	2035	17300
Claresse	<i>Clarias gariepinus</i> <i>Heterobranchus longifilis</i>	1	1500	2700
meerval	<i>Clarias gariepinus</i>	4	950	1710
yellowtail kingfish	<i>Seriola lalandi</i>	1	600	6000
snoekbaars	<i>Sander lucioperca</i>	2	100	900
steur	<i>Huso huso</i> , <i>Acipenseridae spp.</i>	2	80	700
tarbot	<i>Scophthalmus maximus</i>	1	30	300
tilapia	<i>Oreochromis spp.</i>	1	1	480
meerval pootvis	<i>Clarias gariepinus</i>	1	1	130
<b>totaal</b>		<b>25</b>	<b>5337</b>	<b>30380</b>

**Branchecijfers viskweek consumptievis in 2020. In de kolommen worden de soort, Latijnse soortnaam, het aantal kwekers, tonnage en omzet in euro's gegeven.**

niet-fossiele energiebronnen als bodemwarmte, wind- en zonne-energie is veel aandacht.

Tot slot worden juist vaak visetende soorten gekweekt, die in de voeding direct of indirect afhankelijk zijn van in het wild gevangen vis. Kiezen voor niet-visetende soorten of het grotendeels vegetarisch maken van de visetende soorten zouden mogelijke oplossingen kunnen zijn die bijdragen aan een verhoogde duurzaamheid, hoewel de laatste oplossing op gespannen voet kan staan met diergezondheid.

### Dierenwelzijn en dichtheid

De kweek van een robuuste vis en verbetering van het dierenwelzijn is een belangrijk thema voor zowel de kweker als de toegepaste onderzoeker. De monitoring van uitval, ziekte en gedragingen van de vissen – op het oog, maar ook steeds meer met camera's en sensoren – wordt steeds beter. Geoptimaliseerde kweeksystemen en verbeterd dierenwelzijn kunnen chronische stress, ziekte en mortaliteit voorkomen. Viskwekers proberen de vissen

zo min mogelijk aan te raken of te verplaatsen en soms zijn kweeksystemen zo ingericht dat vissen zelf van de ene naar de andere tank kunnen zwemmen, zoals bij de kweek van yellowtail kingfish in Zeeland het geval is. Onderzoekers kijken nu ook of ze de leefomgeving voor die soort uitdagender kunnen maken in de tanks door een verhoogde waterstroom te creëren. Dan kunnen de vissen zelf hun zwemsnelheid kiezen.

Voor veel vissoorten ontbreekt nog de kennis om harde grenswaarden op te stellen voor de dichtheid. Een hoge dichtheid zoals voor een vissoort die in een school zwemt, betekent niet per definitie dat het welzijn wordt aangetast. Voor de soorten waarvoor dit wel bekend is zoals voor Atlantische zalm in kooien, is die grenswaarde niet zonder meer te extrapoleren naar een andere vissoort met andere welzijnsbehoeften.

Voor zowel het dierenwelzijn als de productkwaliteit is het elektrisch bedwelmen en vervolgens doden tijdens bewusteloosheid ontwikkeld. Voor Europese paling en beide meervalsoorten passen kwekers deze methode al toe. Communicatie met het publiek is van cruciaal belang. Dan heeft het weet van het verhaal achter een lekkere en duurzaam gekweekte vis.

\*De auteur dankt de Nederlandse Vereniging van Viskwekers NeVeVi (N. Jeronimus), The Kingfish Company (C-J. Bastiaansen) en W. Abbink, J. Kals, H. van de Vis, E. Schram, M. ter Veld, S. van den Burg en M. Markwat voor het verstrekken van aanvullende informatie.

## Keurmerken voor vis

JOHAN VERRETH

Keurmerken kennen we al lang, bijvoorbeeld het KEMA-keurmerk voor elektrische apparaten. Zo'n keurmerk geeft de consument de garantie dat het product op basis van een onafhankelijke controle aan bepaalde criteria voldoet qua veiligheid of kwaliteit. Ook voedselproducten kennen zulke keurmerken, het 'Beter Leven' keurmerk voor dierenwelzijn bijvoorbeeld of het Europees biologisch keurmerk voor landbouwproducten die biologisch zijn geteeld. De Goede Viswijzer was in Nederland het eerste relevante keurmerk dat een indicatie gaf over de duurzaamheid van vis. Vissen afkomstig uit een overbevist bestand in zee krijgen bijvoorbeeld een rood label. De Viswijzer levert een belangrijke bijdrage aan de bewustwording van de consument,

maar heeft als nadeel dat haar labels alleen iets zeggen over de vissoort en geen onderscheid maken tussen individuele bedrijven of visers.

Ook het Marine Stewardship Council (MSC) stelde een zeer gedetailleerd keurmerk voor vis uit zee op. Daarnaast ontwikkelde het Aquaculture Stewardship Council (ASC) een soortgelijk keurmerk voor kweekvis, schaal- en schelpdieren en zeewier. In samenwerking met vertegenwoordigers van belanghebbende partijen zoals milieuorganisaties, consumentenorganisaties, bedrijven en supermarkten zijn criteria uitgewerkt waaraan ASC-producenten moeten voldoen. Zo wordt er gelet op uitstoot van broeikasgassen en nutriënten, op landgebruik, milieuvuiling, dierenwelzijn en arbeidsvoorwaarden. Een onafhankelijke keurmeester beoordeelt een bedrijf

dat een ASC-keurmerk aanvraagt. Die kijkt naar het ingediende dossier en doet een bezoek aan het bedrijf. De keurmeester dient zelf ook geaccrediteerd te zijn. Een onafhankelijk orgaan van het ASC controleert en bewaakt dat.

Inmiddels zijn er verschillende vergelijkbare standaarden voor duurzaamheid van kweekvis die ieder hun eigen set van criteria hebben. Een keurmeester kan geaccrediteerd zijn voor meerdere keurmerken. Welk keurmerk wordt aangevraagd hangt van het bedrijf af. En dat is weer afhankelijk van het land waar de kweekvis naar toe gaat. In de Verenigde Staten is het keurmerk BAP van de Global Seafood Alliance dominant, terwijl in Europa vooral het ASC-keurmerk is vereist. Producenten die naar beide continenten exporteren, hebben dan meerdere keurmerken tegelijk nodig.

Zalm in supermarkt met ASC-keurmerk.



# ‘Ons bedrijf, inmiddels beursgenoteerd, groeit razendsnel’

**‘W**IJ KWEKEN een subtropische mariene vissoort, yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*), op land. Het bedrijf staat vlakbij de Zeelandbrug en is in 2016 opgericht door Kees Kloet en Ohad Maiman. Zij kozen voor de teelt van de geelstaartvis omdat die zich laat voortplanten in gevangenschap, hij razendsnel groeit en van nature in scholen voorkomt. De vis is dus gewend om in grote dichtheden te zwemmen zoals nu in de bassins.

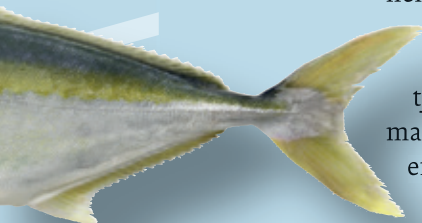
Wij doen hier alles zelf, van voortplanting, kweek, genetische selectie tot de oogst. In de broedhuizen leven de ouderdieren van vier tot negen jaar oud. Door te spelen met licht en temperatuur bootsen we in verschillende tanks de seizoenen na. De vissen die voor hun gevoel in het voorjaar leven, planten zich voort. De mannen en vrouwen zitten samen in een tank. De vrouwtjes laten de eieren los in het water, waarna de mannetjes ze bevruchten. Het mooie is dat de eitjes dan gaan drijven en wij ze heel voorzichtig kunnen afromen. Die worden uitgebreed in een ton met warmwater en beluchting. Na drie tot vier dagen komen de visseneitjes uit. De larven voeren wij met zelfgekweekt plankton. Na drie tot vier weken zijn de visjes groot genoeg om droogvoer te eten. Als ze tien tot vijftien gram zijn, gaan ze de kwekerij in en groeien ze binnen een jaar uit tot vissen van 2,5 tot drie kilo.

Sinds vijf jaar beschikken we over een keurmerk van ASC. Dit staat garant voor duurzaam en verantwoord gekweekte vis. Om aan hun eisen te kunnen voldoen, moeten we duurzaam voer

gebruiken. Dit bestaat uit duurzaam verkregen visolie en -meel en plantaardige ingrediënten zoals soja en andere peulvruchten. Daarnaast zuiveren en recirculeren we het zoute water, dat afkomstig is uit de Oosterschelde, in onze kwekerij. Na gebruik gaat dat water gezuiverd terug de Oosterschelde in. De meststoffen van de vissen en andere reststoffen in het water hebben we er dan zoveel mogelijk uitgefilterd. Uiteraard, want de Oosterschelde is een beschermd natuurgebied. Rijkswaterstaat controleert ons hierop streng. We gebruiken geen antibiotica of andere medicijnen, tot nu toe zijn de vissen ziektevrij gebleven. We hebben de kwekerij zo ingericht dat het risico op ziektes ook zo klein mogelijk is. Wat we doen als er ooit toch een ziekte uitbreekt? Dan schakelen we een dierenarts in, daarvoor liggen plannen klaar.

Dierenwelzijn heeft ook onze aandacht. Wij meten geen stresshormonen in de vis maar kunnen aan het gedrag zien of de dieren gestrest zijn. Als ze minder eten of stoppen met eten, is er iets mis. De diervverzorgers, die dag en nacht op onze kwekerij aanwezig zijn, houden dat in de gaten. We oogsten onze vissen ook zo pijnloos mogelijk. In de slachterij worden de vissen elektrisch verdoofd met een stroomstoot. Deze methode is in samenwerking met de Wageningen UR ontwikkeld. Nadat de vissen hun bewustzijn zijn verloren worden ze teruggekoeld totdat hun hart stopt met kloppen. Daarna worden ze verder verwerkt en op de markt gebracht.

Ons bedrijf, inmiddels beursgenoteerd, groeit razendsnel. In 2020 produceerden we 600.000 kilo, het afgelopen jaar 1,5 miljoen en komend jaar





# Cees Jan Bastiaansen

hoofd kwaliteit en duurzaamheid  
Kingfish Zeeland



3,5 miljoen kilo. We leveren aan de betere vishandels en restaurants. In Nederland en landen als België, Duitsland, Frankrijk, Spanje en Italië. De markten in de mediterrane landen zijn groot, daar kennen ze deze vissoort namelijk al als wilde vis en eten die graag. Maar we exporteren ook naar de Verenigde Staten. Wij denken dat viskweek op land de toekomst heeft omdat je alles onder controle hebt. Het interessante is dat andere kwekers ons voorbeeld volgen. In Noorwegen is onlangs zelfs een zalmkweker overgestapt op de kweek van yellowtail kingfish op land.'



# 4 De toekomst

**Wat kunnen we verwachten van de blauwe revolutie? Zijn combinatieteelten of zeeboerderijen rondom windmolenparken een interessant alternatief voor de monoculturen en visserij? En hoe ziet de toekomst van de natte teelt eruit?**



## Kweekvis verhoogt de mariene dierlijke eiwitproductie niet

Gaan de oceanen de groeiende wereldbevolking voeden? Meerdere wetenschappers stellen de hooggespannen verwachtingen over een 'blauwe revolutie' ter discussie. Verhoging van de wereldwijde productie van eiwitrijk dierlijk zeevoedsel kan alleen worden verwacht van de aquacultuur van organismen die onder in de voedselketen zitten, zoals schelp- en schaaldieren.

JAAP VAN DER MEER

**D**E WERELDWIJDE visvangst is sinds de jaren tachtig van de vorige eeuw nauwelijks toegenomen en schommelt al decennia rond de negentig miljoen ton, waarvan het grootste deel uit zee komt. Wel groeide de wereldbevolking in deze periode van vijf miljard in 1986 naar 7,8 miljard in 2020. De productie per hoofd van de in het wild gevangen zeevisserijproducten is daarom flink gedaald: van bijna 16 kilo per persoon per jaar in 1988 tot iets meer dan tien kilo per persoon per jaar in 2020. Grote toekomstige stijgingen van de wereldwijde vangsten zijn niet erg waarschijnlijk. Een beter beheer van de momenteel beviste populaties zou kunnen leiden tot een iets grotere wereldwijde visopbrengst in vergelijking met de huidige situatie. Geschat wordt dat de totale oogst met 13 tot 18 procent zou kunnen toenemen als alle bestanden goed worden beheerd. Ook kunnen visserijproducten efficiënter worden gebruikt als de kleinere schoolvormende vissen, zoals sprong, haring en ansjovis, waarvan nu vaak vismeel en visolie wordt gemaakt, direct voor menselijke consumptie wordt gebruikt. Misschien kunnen momenteel nog onbenutte en grotendeels onbekende bestanden, zoals de in de diepere wateren van de open oceaan levende vissen, nog bijdragen, maar een aanzienlijke toename van de visserij-opbrengsten is niet te verwachten.





**De aquacultuur-groei zien veel wetenschappers als een hoopvol signaal dat de zeeën en oceanen veel meer voedsel kunnen bieden dan zij nu doen**

### **Blauwe revolutie**

De productie van vis en ander dierlijk voedsel uit de aquacultuur is de afgelopen decennia gestaag toegenomen – van een paar miljoen ton in 1985 tot meer dan 87 miljoen ton in 2020 – en is nu ongeveer gelijk aan wat in het wild wordt gevangen. Hoewel zoetwatervissen, voornamelijk karpers uit China, het leeuwendeel vormen, is ook de productie in zoute wateren aanzienlijk: 33 miljoen ton in 2020. De groei van de aquacultuur wordt door veel wetenschappers gezien als een hoopvol signaal dat de zeeën en oceanen veel meer voedsel kunnen bieden dan zij nu doen, zodra de volledige stap is gezet van visserij, eigenlijk niets anders dan een primitieve jachtvorm, naar aquacultuur. Er zou een blauwe revolutie aan de horizon gloren. Voor het zoute water lopen de verwachtingen op tot een honderdvoudige toename van de totale voedselproductie. Andere wetenschappers trekken dit optimisme in twijfel. Met name bij de toekomstige rol van de kweek van zeevis worden vraagtekens gezet.

### **Twijfel**

De belangrijkste onderliggende reden voor deze twijfel ligt in een fundamenteel verschil tussen de ecosystemen van zee en land. Op land produceert de landbouw veel meer voedsel dan de jager-verzamelaars tienduizend jaar geleden bij elkaar konden sprokkelen. De reden is dat de landbouw de trofische efficiëntie van het ecosysteem enorm heeft vergroot: veel meer van het organisch plantaardig materiaal dat wordt geproduceerd wordt overgebracht naar herbivoren en carnivoren, in plaats van te worden afgebroken door schimmels en bacteriën. In een natuurlijk bos eten herbivoren zo'n één procent van al het geproduceerde plantmateriaal en bijna niets is eetbaar voor mensen. Een veld tarwe, mais of rijst laat een heel ander beeld zien. De productie van plantaardig materiaal is weliswaar niet veel hoger dan in het oorspronke-

lijke natuurlijke systeem, maar het plantmateriaal is veel eetbaarder, juist ook voor de mens, hetzij direct als voedsel, hetzij indirect als veevoer. Dat is de belangrijkste reden voor het succes van de landbouw.

### **De zee is anders**

Maar de zee is anders. Op zee is de trofische efficiëntie van het natuurlijke systeem al heel hoog en wordt het grootste deel van de productie van het fytoplankton, microscopisch kleine algen die in de oceanen de rol van planten op zich nemen, geconsumeerd door het zoöplankton, voornamelijk kleine schaaldieren, die op hun beurt weer grotendeels worden geconsumeerd door carnivore vis. Vis die mensen kunnen vangen en eten. Er wordt in die mariene voedselketen niet veel afgebroken in vergelijking met de natuurlijke voedselketen op land. Een verhoging van de trofische efficiëntie is daarom op zee niet eenvoudig met een of andere vorm van 'zeebouw'. De enige optie om de mariene voedselproductie te verhogen, is veel meer te oogsten op een lager trofisch niveau dan nu gebeurt, het liefst van producten die direct geschikt zijn als voedsel voor de mens. Bij elke stap in de voedselketen – alg- herbivoor-carnivoor – wordt immers het grootste deel van het opgenomen voedsel verbruikt en maar een klein deel wordt doorgegeven naar het volgende niveau in de voedselketen. Het loont dus vooral om herbivoren te eten in plaats van carnivore vis. Helaas zijn de van nature voorkomende herbivoren van de open zee, het zoöplankton ter grootte van nog geen millimeter, praktisch niet te oogsten, enkele grotere soorten uit de poolgebieden daargelaten. Maar aquacultuur kan gebruik maken van wel oogstbare grotere herbivoren, zoals de op rotskusten levende schelpdiersoorten. Die dieren kun je, zoals nu al mondjesmaat gebeurt, kweken op kunstmatige substraten op open zee, waar ze de rol van het natuurlijk zoöplankton kunnen overnemen.



Vooral de aquacultuur van laag-trofische organismen zoals schaal- en schelpdieren kan de productie van eiwitrijk dierlijk zeevoedsel verhogen.

### Extensieve en intensieve aquacultuur

Als we het over aquacultuur hebben, is het belangrijk om onderscheid te maken tussen extensieve mariene aquacultuur zonder of met minimale input van diervoer en intensieve aquacultuur die volledig afhankelijk is van aanvullend voer. Aquacultuur van laag-trofische organismen zoals zeewier of schelpdieren, behoort tot de eerste categorie. Zeewieren zijn primaire producenten: ze nemen de voedingsstoffen die ze nodig hebben, zoals stikstof en fosfor, rechtstreeks op uit het natuurlijke ecosysteem. Evenzo voeden schelpdieren zich uitsluitend met het natuurlijk voorkomende fytoplankton. Intensieve aquacultuur van zeevissen daarentegen vereist aanvullend voer, dat bestaat uit vismeel en -olie en terrestrisch voer zoals granen of soja. Vismeeel en visolie komen voort uit scholenvormende vissen, die in principe ook voor de mens eetbaar zijn. Het voeren van kweekvis met in het wild gevangen vis is daarom geen erg efficiënte manier om voedsel voor de mens te

produceren. Aangezien de meeste visbestanden al maximaal worden geëxploiteerd, is er ook niet veel ruimte voor verdere toename.

### Zeeviskweek is landbouw

Men moet zich ook realiseren dat de waargenomen toename van de aquacultuur van zeevis in de afgelopen decennia in feite weinig te maken heeft met het idee van oogsten uit de oceaan. De stijging is geheel toe te schrijven aan het gebruik van terrestrisch voer, voornamelijk soja. Daarmee is de huidige kweek van zeevis in feite een vorm van landbouw, aangezien het geen gebruik maakt van de primaire productiviteit van de oceanen en het verlicht de druk op landbouwgronden niet. De recente opkomst van de aquacultuur van kweekvis op zee is daarom helemaal geen hoopvol signaal voor een grotere rol van de oceanen in de menselijke voedselproductie.

Dit alles wil niet zeggen dat er helemaal geen rol is weggelegd voor de kweek van zeevis. Het gebruik van visverwerkingsafval als voer kan nog enorm toenemen. Ook kunnen producten of bijproducten van extensieve en laag-trofische mariene aquacultuur, zoals zeewier of ongewervelden, misschien dienen als visvoer. De waarde van zeewier, al dan niet geteeld, wordt momenteel onderzocht in de zalmteelt, maar er bestaan nog wel ernstige zorgen over de voedingswaarde ervan.

Voor de aquacultuur van laag-trofische organismen zoals schaal- en schelpdieren kan de productie van eiwitrijk dierlijk zeevoedsel verhogen. Uiteraard kan de meeste winst worden geboekt als de mens die oogst direct zelf consumeert en niet gebruikt voor voer in de viskweek of veehouderij.

# Combinatieteelt biedt kansen

**De huidige vormen van aquacultuur bestaan meestal uit de kweek van een dier- of plantensoort in grote hoeveelheden. In dergelijke monoculturen ontstaan vaak ziektes. Gekeken wordt of de combinatieteelt – garnalen met wieren bijvoorbeeld – oplossingen biedt. In Indonesië zijn de eerste successen geboekt.**

REINIER NAUTA

**H**OEWEL 2050 ver weg klinkt, is het toch dichterbij dan we denken. En waarom dit stuk beginnen met dit jaartal? Omdat we dan met tien miljard mensen op aarde zijn, zo is de voorspelling. Over zo'n 25 jaar zullen er dus net zoveel monden moeten worden gevoed. Om dat te kunnen, moeten we kritisch naar onze huidige voedselproductie kijken en oplossingen vinden om meer te produceren met minder impact op de natuur. Want door ons toedoen is de natuur, voor zover we die nog hebben, aan het veranderen of zelfs verdwijnen.

Met tien miljard mensen en de hoge druk op het landgebruik door huisvesting, voedselproductie, natuur en andere zaken, is het logisch dat we naar de zee kijken, het deel van de aardbol waar de druk minder hoog is. Het oppervlak van onze wereld bestaat voor zo'n zeventig procent uit zout water. Dat gebruiken we beperkt, en als we het doen, meestal niet duurzaam. De wereldwijde visserij – in feite een vorm van jagen en verzamelen – put de visbestanden in de zeeën steeds verder uit. Door de stap te maken, van visserij naar 'zeeboeren', kunnen we op een robuuste wijze meer voedsel uit al dat zoute water halen. Maar dan wel op een duurzame manier. Niet alleen op zee, ook aan zee, in onze kustgebieden zouden we meer voedsel kunnen produceren. Want juist die gebieden zijn zeer voedselrijk en bieden veel mogelijkheden voor nieuwe vormen van voedselproductie. Bovendien wordt het huidige landgebruik tegenwoordig bedreigd door het oprukkende zoute water: verzilting.

## Verzilting

Een oorzaak van die verzilting, het zouter worden van de landbodem, is dat buitendijks het water stijgt door zeespiegelrijzing en binnendijks de bodem daalt door inklinking. Hierdoor neemt het verschil tussen het waterpeil van de zee en dat van het maaiveld toe waardoor het zoute water als het ware onder de kustverdediging doorgedrukt wordt. Dit proces staat beter bekend als kwelwerking. In het buitenland zien we vaker een ander proces wat leidt tot verzilting in de kustgebieden. Op het Indonesische eiland Java bijvoorbeeld, is doorgaans geen goede waterkering en kan het zoute water ver het land binnendringen. De mate waarin dit kan, neemt daarbij toe omdat ook daar de zeespiegel stijgt en de bodem daalt, vooral door grondwaterwinning. Hoewel verzilting een bedreiging is voor de gangbare landbouw – de meeste planten en dieren op het land kunnen slecht tegen zout – biedt die juist kansen voor zilte aquacultuur.

## Afstappen van monoculturen

Door aquacultuur te ontwikkelen langs de kust ontstaat een economische activiteit die geen negatieve invloed meer kent van verzilting en beter gebruik maakt van de natuurlijke bronnen. De meeste huidige vormen van aquacultuur zijn echter doorgaans opgezet als intensieve kweek waarbij veel voedsel en voedingsstoffen worden toegediend en ziektes en infecties heersen. Om dit te veranderen is het beter af te stappen van monoculturen en intensieve kweek en soorten te integreren en combineren, de zogenoemde geïntegreerde aquacultuur. Dit concept, waarbij soorten van elkaar kunnen profiteren, is ook wel bekend onder de afkorting IMTA: Integrated Multitrophic Aquaculture. Het principe hiervan berust op het feit dat in de natuur ook soorten met en van elkaar leven en doorgaans een positieve invloed op elkaar hebben.





Op Texel onderzoeken wetenschappers van Wageningen Marine Research in hoeverre de combinatie van zeewier, kokkels en de gewone garnaal mogelijk is.

In een veldlaboratorium op Texel doet Wageningen Marine Research samen met bedrijven en andere instellingen onderzoek naar de haalbaarheid van een dergelijk systeem langs de Nederlandse kust. In het project wordt gewerkt aan het combineren van zeewier (knoopwier, *Gracilaria* sp.), kokkels (*Cerastoderma edule*) en de gewone garnaal (*Crangon crangon*). Via een hevelleiding krijgt het systeem natuurlijk zeewater waardoor er in het gebied een getijdenwerking ontstaat. Het water wordt vervolgens verdeeld over 16 kweekvijvers waar de te telen organismen naast elkaar leven. Het zeewier neemt de nutriënten uit het water op en kan dit omzetten in biomassa. Het plankton en ander organisch materiaal – dat tevens afkomstig kan zijn van het zeewier – wordt gegeten door de kokkels en de garnalen. De feces van beide soorten zorgt voor het opnieuw vrijkomen van nutriënten die weer gebruikt kunnen worden door het zeewier en de natuurlijke micro-algen. Daarnaast zorgen het zeewier en de garnalen ervoor dat ongewenste algen niet gaan woekeren; het zeewier door

de nutriënten op te nemen en de garnalen door ze te eten. Daarnaast biedt het zeewier weer een schuilplaats voor de garnalen en woelen de garnalen de bodem om, waardoor er meer zuurstof in de bodem kan komen wat de bodemkwaliteit kan verbeteren.

### Wier verbetert waterkwaliteit

Een ander voorbeeld is het werk dat Wageningen UR verzet op Java, Indonesië. Hier vindt in de kuststrook zeer veel intensieve aquacultuur plaats – vooral garnalenteelt – die doorgaans leidt tot uitputting van de gebruikte kweekvijvers aldaar. Vervolgens worden mangrovebossen gekapt voor de aanleg van nieuwe kweekvijvers waardoor de natuurlijke barrière die de bewoners beschermt tegen de zee, verdwijnt. Momenteel is er een ommekeer gaande. Een deel van de Indonesische garnalenteelers ziet in dat dit geen houdbare situatie is. Het leidt alleen maar tot verder afname van de productie, natuur en daarmee hun leefomstandigheden. De WUR onderzoekt nu de mogelijkheden van extensieve, geïntegreerde aquacultuur. In de afgelopen jaren zijn experimenten gedaan waarbij bestaande garnalenkweek werd gecombineerd met de teelt van zeewier. Een van die experimenten liet zien dat de combinatie van zeewier- en garnalen financieel en ecologisch interessanter is dan de gangbare garnalenteelt. Door het wier verbeterde de waterkwaliteit waardoor het mogelijk werd om een andere garnalensoort te kweken. De soort is kwetsbaarder maar levert meer geld op. De betere waterkwaliteit verkleint ook de kans op ziektes waardoor er een stabielere productie ontstaat.

De geïntegreerde aquacultuur kan de productie op en aan zee verhogen met een lagere ecologische impact. Een win-win situatie voor zowel de economie, als de ecologie.

# Ecologisch boeren op zee

**Kunstriffen rondom windturbines in windparken kunnen de biodiversiteit in de Noordzee flink vergroten en de productie van vis, schaal- en schelpdieren een nieuwe impuls geven zonder de natuur en het klimaat te schaden.**

TINKA MURK

**R**UIM HONDERD jaar geleden zagen de bodem en het ecosysteem van de Nederlandse Noordzee er heel anders uit. In het Nederlandse en Duitse deel van de Noordzee lagen grote oesterbanken die over een oppervlak van ongeveer 20.000 km<sup>2</sup> natuurlijke riffen vormden. Door overbevissing zijn die volledig verdwenen. Vanaf de jaren zestig – toen de boomkorvisserij sterk toenam – zijn soorten als kreeften, Noordzeekrabben, kabeljauwen, inktvissen, haaien en roggen zeer sterk in aantal afgenomen en daarmee ook hun opbrengst voor mense-

lijke consumptie. Die soorten hebben rifstructuren nodig om zich te verstoppen, te voortplanten en voedsel te vergaren. Platvissen, daarentegen, voelen zich uitstekend thuis op en onder het zand. De rifsoorten vinden nu onderdak in en rond oude scheepswrakken maar daarvan zijn er niet zo heel veel en die vergaan uiteindelijk. Bovendien liggen ze te ver uit elkaar waardoor de rifdieren zich niet veilig kunnen verplaatsen.

## Windparken

Met de bouw van windparken op zee ontstaat de mogelijkheid om weer harde structuren in zee te introduceren. Daar kunnen zich vervolgens natuurlijke riffen vormen. De bodem in windparken blijft relatief onberoerd omdat vissers daar niet mogen komen. Beheerders zijn bang dat ze stroomkabels kapottrekken met hun sleepnetten of tegen de palen van de windturbines aanbotsen

De biodiversiteit die op een natuurlijk rif in de Noordzee kan voorkomen.





**Van het leven rond oude scheepswrakken kunnen we leren hoe kunstriffen er over tientallen jaren uit kunnen zien**

met hun boten. In diverse windparken worden momenteel in diverse onderzoeken op zeer kleine schaal experimentele kunstriffen geplaatst om de biodiversiteit te stimuleren. Soms worden daarbij ook platte oesters uitgezet om te testen of die daar kunnen overleven en uitgroeien tot nieuwe schelpdierriffen.

Van het leven rond oude scheepswrakken in de Noordzee kunnen we leren hoe kunstriffen er over tientallen jaren uit zouden kunnen zien en hoe zeedieren rifstructuren gebruiken. Zo blijken kreeften zich graag te verstoppen in platte hopen die ze graven onder de scheepswrakromp, Noordzeekrabben zitten bij voorkeur met hun achterlijf beschermd tegen het rif aan – op de uitkijk voor prooi of vijand – en jonge kabeljauw verstopt zich graag in langwerpige nauwe hopen. Uit onderzoek van Wageningen Marine Research blijkt dat er per hectare wel driehonderd tot vijfhonderd keer meer biomassa – het gewicht van alle organismen samen – op een scheepswrak is te vinden dan op een regelmatig doorploegde zeebodem er omheen.

### **Zeeboeren**

Wij kunnen windparken op zee optimaal geschikt maken door op de bodem structuren te plaatsen voor de zeedieren die wij willen vangen en consumeren, zoals oesters, kreeften, Noordzeekrabben, kabeljauwen en zeebaarzen. En dat zonder ze op te sluiten, met medicijnen te behandelen of te voeren. Ze willen zelf graag op die plek wonen en voedsel is er in overvloed. Als vissen last hebben van parasieten zoals visluis hoeven ze niet behandeld te worden met luizenbestrijdingsmiddel. Ze zwemmen zelf naar poetsvissen die de visluis verwijderen. De kans op ziektes is sowieso kleiner rondom zo'n kunstrif omdat de dieren niet dicht op elkaar leven en weinig stress hebben. Na vijf tot tien jaar zal er een levensgemeenschap ontstaan waaruit – mits gedoseerd – dieren kunnen worden gevangen voor menselijke consumptie. En

natuurlijk moet dat gebeuren zonder het rif en de windmolens te beschadigen. De kunstriffen kunnen zo worden aangelegd dat ze vanuit het kerngebied van het windmolenpark doorlopen naar gebieden buiten het park. Daar kunnen vissers dan de zeedieren naartoe lokken en vangen: de krabben en kreeften met kooien waarin lokaas zit en de kabeljauwen en zeebaarzen met handlijnen waaraan haken met aas zit. Het windpark functioneert dan als een soort zeeboerderij waarin de zeedieren in het centrum in alle rust opgroeien en aan de randen worden geoogst.

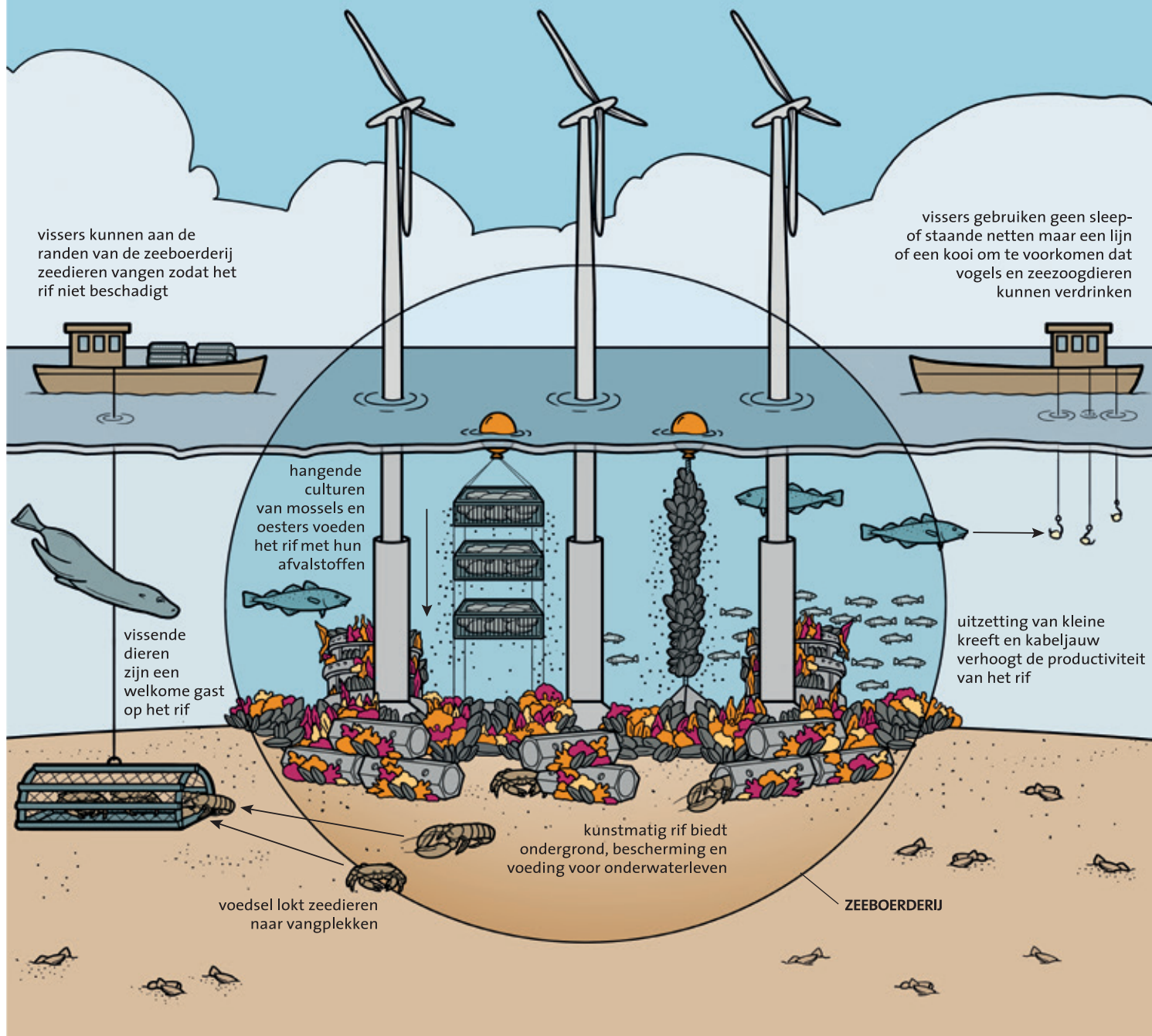
Hiervoor is veel minder energie nodig dan voor de traditionele Noordzeevervisserij met sleepnetten. Dat scheelt niet alleen brandstofkosten, maar is ook beter voor het klimaat omdat minder broeikasgas wordt uitgestoten. Kreeften hoeven niet meer uit landen zoals Canada te worden geïmporteerd. Natuurlijk zullen zeehonden, bruinvissen en zeevogels zo nu en dan een maaltje komen halen. Die horen bij de biodiversiteit rondom de riffen. Het is dan ook belangrijk om alleen vistuig te gebruiken waarin vogels en zeezoogdieren niet verstrikt raken en kunnen verdrinken. Het gebruik van een staande want – een visnet dat als een muur in het water staat – is af te raden.

### **Beschermd opkweken**

De kweek van oesters en mossels met hangculturen kan de productiviteit van de zeeboerderij in de windmolenparken verhogen. De schelpdieren filteren algen en zwevend organisch materiaal als voedsel uit de waterkolom en bemesten de zeebodem licht doordat hun poep op de zeebodem terecht komt. Wormen en andere organismen leven hier weer van en vormen vervolgens voedsel voor bijvoorbeeld krabben en vissen. Eventueel kan de productiviteit van de zeeboerderij worden gestimuleerd door jonge kreeft en kabeljauw op land te kweken en op de riffen van de zeeboerderij uit te zetten. In de natuur is de overleving van de al-



## DE ZEEBOERDERIJ: KUNSTRIFFEN KUNNEN DE BIODIVERSITEIT IN EN ROND WINDMOLENPARKEN VERGROTEN



**Een windpark kan gaan functioneren als een soort zeeboerderij waarin de zeedieren in het centrum in alle rust opgroeien en aan de randen worden geoogst.**

lerkleinste vis- en kreeftlarven namelijk zeer klein. Kweek je ze beschermd op, dan wordt een veel groter deel volwassen. Uit onderzoek naar de biomassa-productie rond scheepswrakken is af te leiden dat extensief zeeboeren zowel in kilo's als in euro's veel meer per hectare opbrengt dan de traditionele visserij die eenzelfde stuk zeebodem regelmatig met sleepnetten omploegt. Of dat tien keer zoveel is of zelfs nog meer, zal in de praktijk moeten worden uitgetest in een voldoende groot gebied van bijvoorbeeld een vierkante kilometer.

### **Niet de hele zeebodem**

Het is natuurlijk erg belangrijk om goede vangstafspraken te maken rondom de windparken. Wie richt het gebied in, wie beheert het en wie heeft het recht om het gebied te bevissen? Wanneer dit duidelijk is, kan de visser – die tegelijk ook zeeboer is – per keer bepalen hoeveel kreeft, krab of vis hij oogst. De visser hoeft niet bang te zijn dat een ander de buit voor zijn neus wegvist. Daarmee voorkom je dat het gebied wordt overbevist en daarmee uitgeput raakt. Hetzelfde geldt voor het oogsten van de mosselen en oesters uit de hangcultuur. Bij de natuurvriendelijke en selectieve manier van vissen rondom de zeeboerderij hoort overigens het 'diervriendelijke' doden van de dieren aan boord van de vissersboot: zo pijnloos en snel als mogelijk is.

Het is niet verstandig om de hele zeebodem te gaan gebruiken voor zeeboerderijen. Doordat de oogst op een zeeboerderij relatief groot is, kan er in principe meer ruimte voor ongestoorde natuur worden gereserveerd, en ook voor de huidige traditionele visserij. Boomkorvisserij past beter in gebieden met een hoge bodemdynamiek en is bijvoorbeeld goed te combineren met zandwinning. Net als op land kan niet alles overal. Het is belangrijk onderscheid te maken tussen gebieden met uitsluitend een natuurfunctie en gebieden met een gebruikersfunctie. Door meer vanuit de ecologie te

denken bij de aanpak en inrichting van gebieden, kan de hoeveelheid en de diversiteit van voedsel uit zee sterk toenemen. De voedselproductie in zeeboerderijen en de selectieve wijze van oogsten is natuur-inclusief, sluit aan bij de ecologische potentie van de huidige Noordzee en is goed inpasbaar in de huidige energietransitie op zee.

# Natte teelten, een nieuwe route voor de landbouw

**De afgelopen decennia hebben we ons landgebruik sterk geïntensiveerd, we hebben meer huizen gebouwd, zijn intensiever gaan boeren, we recreëren meer. Iedere vierkante meter in Nederland is al voorbestemd voor een of meerdere functies. Hoe ziet de toekomst van de natte landbouw eruit in drukbezet Nederland?**

ELLEN WEERMAN

**D**E HELFT van het oppervlak van Nederland wordt gebruikt voor landbouw, zo blijkt uit cijfers van het Centraal Bureau voor de Statistiek. Dankzij ruilverkaveling, mechanisatie, efficiënte waterafvoer, peilverlaging en het gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen is de landbouwsector na de Tweede Wereldoorlog sterk geïntensiveerd waardoor de gewasopbrengsten toenamen. In verschillende wetenschappelijke studies is aangetoond dat dit ten koste is gegaan van de waterkwaliteit en biodiversiteit. De huidige waterkwaliteit is de slechtste van Europa en ook op het gebied van biodiversiteit loopt Nederland helaas niet voorop. Kan natte landbouw dit tij keren?

Natte landbouw, kan in verschillende landschapstypen op verschillende bodems plaatsvinden. Op de plaatsen in het landschap waar het permanent nat is, kun je veenmos, kroosvaren en eendenkroos telen en op plaatsen waar het drassiger is lisdodde en riet (zie hoofdstuk 1). Waterlandbouw heeft veel voordelen. Zo draagt natte teelt bij aan de klimaatdoelen. De huidige intensieve landbouw in veenlandschappen, zoals het Groene Hart, zorgt dat er veel veenafbraak is waardoor er CO<sub>2</sub> vrijkomt. Een hogere waterstand zal zorgen dat het veen minder wordt afgebroken en de natte teelten leggen ook CO<sub>2</sub> vast. Dubbele klimaatwinst dus. Het Louis Bolk Instituut en Universiteit Utrecht hebben berekend dat de overstap van intensieve

melkveehouderij naar lisdoddeteelt op hetzelfde veenperceel kan leiden tot maar liefst een derde minder CO<sub>2</sub>-uitstoot. Voor de dubbele CO<sub>2</sub>-winst moeten de materialen wel worden vastgelegd in biobased producten zoals bijvoorbeeld bouwmaterialen. En als die lokaal worden afgezet is er een driedubbele CO<sub>2</sub>-winst.

## Waterbuffer

Natte teelten bieden ook een hydrologische waterbuffer. Ze kunnen piekbuien opvangen en het water in tijden van droogte langer vasthouden. Daarnaast kunnen ze de waterkwaliteit verbeteren. Riet en lisdodde, maar ook kroosvaren en eendenkroos, zuiveren het water doordat ze de nutriënten, met name stikstof en fosfaat, uit het water opnemen en omzetten. Niet voor niets worden ze gebruikt bij waterzuiveringsinstallaties. Percelen met riet en lisdodde in landbouwgebieden kunnen dus een zuiverende werking hebben voor het oppervlaktewater om hen heen dat dikwijls een slechte waterkwaliteit heeft doordat de meststoffen die op de akkers worden gebracht, uitspoelen in de sloten.

Bovendien kunnen natte teelten een rol spelen bij herstel van de biodiversiteit. Enerzijds door te functioneren als een natte verbindingzone tussen natuurgebieden. En anderzijds doordat ze nieuwe soorten aantrekken. Onderzoek van de HAS Green Academy en Stichting Bargerveen – een organisatie die kennis ontwikkelt over natuurherstel – liet zien dat een lisdoddeveld belangrijk is voor de larven en verpopping van juffers, nauwe verwanten van libellen. Natte teelten trekken ook moerasvogels zoals de roerdomp of de karekiet aan.

## Te weinig opbrengsten

Er lijken zo vooral voordelen te zitten aan de natte teelten zoals die van lisdodden, riet, veenmos en kroosvaren. Toch worden ze niet massaal toegepast. De transitie naar duurzamere, natte landbouw levert voor ondernemers zoals boeren en





landgoedeigenaren nog te weinig op. Ze moeten veel investeren – aanleg van velden met lisdodden of riet bijvoorbeeld, opzetten waterpeil in samenwerking met het waterschap – en de opbrengsten zijn niet gegarandeerd doordat de teelten nog in de kinderschoenen staan. Het planten van lisdodden gaat in sommige experimentele gebieden goed. In andere slaan de planten minder aan door bijvoorbeeld begrazing van ganzen. Of plaaginsecten gooien roet in het eten, zoals bij een experiment met kroosvaren gebeurde. Nog een onzekere factor is de afzetmarkt. Die is overigens wel groeiende. Lisdodden worden steeds vaker verwerkt in isolatiemateriaal en veenmos kan op termijn turf uit het buitenland vervangen (zie hoofdstuk 1). Maar de markten zijn nog in ontwikkeling waardoor er nog geen stabiele afzet is. Om het verdienmodel sluitend te kunnen maken is het van belang dat boeren niet alleen verdienen aan de oogsten, maar dat ze ook worden beloond voor hun bijdragen

aan de verbetering van waterkwaliteit en biodiversiteit. Op pilotschaal gebeurt dat al. Daar krijgen boeren een financiële bijdrage voor het versterken van de biodiversiteit bij bodemaatregelen. Dergelijke projecten kunnen een voorbeeld zijn voor andere provincies en de transitie naar natte landbouw versnellen

### Beschikbare grond

De beschikbare grond is, naast het verdienmodel, een cruciale factor in de transitie naar natte landbouw en dus of natte landbouw een kans van slagen heeft. De huidige, hoge grondprijzen staan een omslag naar natte, extensievere vormen van landbouw in de weg. In het Nationaal Programma Landelijk Gebied wordt de komende jaren naar een nieuwe inrichting gekeken van het landelijk gebied. De draagkracht van bodem en water staan daarbij centraal. Om de grondpuzzel opnieuw te leggen is een actieve grondpolitiek nodig. Hierin zouden gronden die vrijkomen, door bijvoorbeeld stoppende boeren, alleen opnieuw in gebruik mogen worden genomen als ook naar ecologisch rendement wordt gekeken. Op de vrijgekomen gronden kan dan alleen duurzame vormen van landbouw bedreven worden, zoals natte teelten, die goed voor ecologie en klimaat zijn.

Moeten we al onze wateren en gronden benutten voor natte landbouw? Nee, we kunnen er ook natte natuur laten ontstaan. Op de nattere percelen naast beken kan zich een moerasvegetatie ontwikkelen die ook heel waardevol is voor de klimaatadaptatie, biodiversiteit, waterkwaliteit en recreatie. Het is van belang kritisch te kijken en goed af te wegen waar natte landbouw meerwaarde heeft en waar natuur. Voor het klimaat, de biodiversiteit, de waterkwaliteit en het landschap.

# ‘Nu kweken de boeren weer melkvis èn garnalen’

**‘W**E DOEN onderzoek naar extensieve aquacultuur in het district Demak en Brebes aan de noordkust van het Indonesische eiland Java. Hoe kunnen de traditionele kleine boeren daar hun oogst verbeteren op een duurzame manier? Al jaren kweken zij melkvis in zogenoemde tambaks, traditionele brakwatervijvers die in verbinding met de zee staan. Vroeger kweekten ze deze herbivore vis samen met garnalen, maar velen stopten daarmee omdat die combinatie niet genoeg opbracht. De teelt was niet milieuvriendelijk. De boeren gebruikten pesticiden om ziektes en concurrenten van de gekweekte organismen te bestrijden en ze pasten anorganische meststoffen toe om het natuurlijke voedsel – zoals algen – in de vijvers te laten groeien. Daarnaast kapten ze ook massaal mangrove voor de uitbreiding van hun vijvers met ernstige kusterosie als gevolg.

Tussen 2016 tot 2019 werd in de omgeving van Demak de Associated Mangrove Aquaculture (AMA) geïntroduceerd. Langs de kust werd een nieuwe strook mangrove aangelegd voor het project Building with Nature en daarachter AMA-vijvers die via sluizen met de mangrove in verbinding staan. In de vijvers ontwikkelden we samen met meer dan honderd boeren duurzame aquacultuur. Een goed vijverbeheer en de toepassing van organische vloeibare compost staan daarbij centraal. Boeren maken die compost zelf van groente- en fruitafval. Door de vloeibare compost ontstaan voedingsstoffen voor de melkvissen. De boeren hoeven de vissen en de garnalen daardoor

niet meer apart te voeren, wat hen geld bespaart. Sinds de AMA-vijvers zijn ingevoerd, kweken de boeren weer melkvis èn garnalen. De vloeibare compost fungeert niet alleen als meststof, maar bevat ook bacteriën die organische stoffen afbreken en daarmee het water zuiveren. Daardoor zijn preventieve bestrijdingsmiddelen overbodig. Uit ons onderzoek blijkt dat de boeren op deze manier een hoger inkomen verkrijgen, vooral door de extra opbrengst van de garnalen. De melkvisoogst bleef ongeveer gelijk. Daarnaast verkrijgen ze nog extra inkomsten door de vangst van vissen die vanuit de mangrove de vijvers inzwemmen.

Nu onderzoeken we hoe de combinatieteelt in de AMA-vijvers kan worden uitgebreid. We hebben de boeren geadviseerd om melkvis, garnalen, bloedkorkels en groene mosselen in één vijver te kweken. We hopen dat de kleine boeren op deze manier ook weer hogere en stabielere inkomsten krijgen doordat ze vaker en regelmatigere oogsten. Daarnaast bekijken we samen met Wageningen UR in het district Brebes hoe je zeewier samen met garnalen en vis kunt kweken. Met melkvis, maar ook met tilapia of met zeebaars, een roofvis. Ieder organisme heeft zijn eigen rol. Zeewier houdt de waterkwaliteit op peil en garnalen eten van organismen die op zeewier leven. Daarnaast jagen zeebaarsen bijvoorbeeld op vissen die van het zeewier eten en zijn tilapia meer alleseters die dode garnalen en ander organisch materiaal in de vijver eten. We onderzoeken diverse combinaties. Ook kijken we hoe door voorzichtig bijvoeren de productie van deze vijvers nog verder kunnen verhogen.

# Sri Rejeki

hoogleraar aquacultuur en visserij,  
Diponegoro Universiteit, Semarang, Indonesië



Voor de intensieve garnalenteelers is deze vorm van combinatieteelt helaas voorlopig geen optie omdat zij hiermee veel minder verdienen. De intensieve garnalenteelt is niet zo duurzaam. Die gebruikt veel antibiotica, grote hoeveelheden voer en enorme hoeveelheden plastic voor de bekleding van de vijvers. Toch zet Indonesië de intensieve

teelt door en streeft naar een productie van twee miljoen ton garnalen in 2024. In de afgelopen jaren is zestig hectare aan de zuidkust van Java voor dit doel in gebruik genomen en er zijn ook plannen om intensieve garnalenteelt op andere Indonesische eilanden te starten.'



# Waterlandbouw: kansen en keerzijden

ASTRID SMIT

**Waterlandbouw biedt oplossingen voor de huidige problemen, maar kan ook problemen veroorzaken. Hoe voorkomen we dat waterlandbouw in dezelfde val trapt als de gangbare landbouw, als dat al niet is gebeurd?**

**Z**OALS U uit dit biocahier heeft kunnen opmaken, is waterlandbouw volop in ontwikkeling. We hebben getracht hiervan een zo breed mogelijk beeld te geven. Van de teelt van algen, wieren, veenmos en koraal tot de teelt van dieren zoals schelpdieren, garnalen en vis. De focus ligt hierbij op Nederland hoewel we daarvoor ook naar het buitenland keken: de populaire gamba's uit Azië en zalm uit de Scandinavië belanden immers ook op ons bord.

Duidelijk is dat waterlandbouw in Nederland een aantal problemen kan oplossen. We kunnen er de uitstoot van broeikasgassen mee verminderen en de bodemdaling in veengebieden. Bij paludicultuur zoals de teelt van riet, lisdodden en veenmos, blijft de bodem nat waardoor het veen niet langer inklinkt en 'verbrandt' en er daarmee geen CO<sub>2</sub> de lucht ingaat. Ook kun je er het water langer mee vasthouden waardoor het beschikbaar is in droge zomers.

We kunnen er meer monden mee voeden, broodnodig met de nog steeds groeiende wereldbevolking. Zeekraal, zeeaster en zeewier zijn voor ons nog redelijk onbekende gewassen maar o, zo voedzaam. Zelfs de nietige slootplantjes kroosvaren en eendenkroos zijn eetbaar. Schelpdieren telen mensen al eeuwen maar de teelt van garnalen en vis – vooral de grootschalige – is van recentere

datum. Momenteel eten we meer vis-, schelp- en schaaldieren uit kweek dan uit vangst in het zoete en zoute water, zo blijkt uit het verhaal van Johan Verreth.

Met waterlandbouw kunnen we in principe overbevissing tegengaan en de zeebodems beschermen. Daarnaast kun je er producten mee vervangen die minder duurzaam zijn. Algen kunnen een alternatief vormen voor visolie, palmolie en kerosine bijvoorbeeld, de stengels van lisdodde kunnen dienen als duurzaam isolatiemateriaal en van veenmos kun je potgrond maken waardoor de fossiele veengronden in Scandinavië en de Baltische staten niet meer afgegraven hoeven te worden.

## Voorkomen

Maar waterlandbouw kan natuurlijk ook problemen veroorzaken. Hoe voorkomen we dat waterlandbouw in dezelfde val trapt als de gangbare landbouw, als dat al niet is gebeurd? Want als de waterlandbouw net zo intensief wordt – monoculturen op grote arealen – dan kun je wachten op uitbraken van ziektes. Gaan de waterboeren dan volop bestrijdingsmiddelen gebruiken of medicijnen? En komen die dan in de zee of het oppervlaktewater terecht?

Binnen de wereldwijde garnalenteelt is daarvan al deels sprake. Met alle negatieve gevolgen van dien, zo beschrijft Karin van de Braak. Keer op keer breken er ziektes uit in de garnalenvijvers. Antibiotica, ontsmettings- en bestrijdingsmiddelen moeten die onderdrukken. Ook in de visteelt is intensieve kweek van dezelfde soort vis gangbaar. Het is afhankelijk van de viskweker op wat voor manier

de ziektes worden bestreden. In Europa is het gebruik van antibiotica aan strenge regels gebonden. En veel grote zalmbedrijven vaccineren tegenwoordig hun zalmen tegen bacteriële en virale ziektes. Toch staan ze tamelijk machteloos tegen visluis. Ook in Nederland is sprake van intensieve visteelt, die vindt op land plaats in bassins met water dat wordt gezuiverd met recirculatiesystemen. De kans dat er ziektes optreden is dan klein maar niet nihil.

### Keerzijdes

Een ander aandachtspunt is het gebruik van voedingsstoffen. Reinier Nauta waarschuwt in zijn artikel over de keerzijde van zeewierteelt. Zeewieren zijn concurrenten voor de kleinere micro-algen die een belangrijke voedselbron zijn voor het zeeleven. Als er onvoldoende micro-algen zijn in het zee-water dan hebben schelpdieren, kreeften, vissen, zoogdieren en vogels ook minder te eten. Groot-schalige zeewierteelt in open water is dus bepaald niet onschuldig.

Ook de viskwekerijen gebruiken uiteraard voedingsstoffen. Zeevissen als zalm en zeebaars hebben visolie nodig om gezond te blijven. Daarom voeren kwekers de vissen deels met visolie, verkregen van vissen uit de zee, of uit visluchtafval. Het grootste deel van het voer bestaat echter uit soja en andere peulvruchten. Jaap van der Meer benadrukt dan ook dat visteelt niet echt bijdraagt aan extra voedsel uit de zee. Als we dat willen, doen we er verstandig aan vooral algen, zeewier, schelp- en schaaldieren te oogsten. Vistelers brengen in dat vis verhoudingsgewijs nog altijd veel minder voer nodig heeft dan een koe of varken. Vis zet een tot



"HEEFT U OOK SCHÁRREL VIS?"

anderhalve kilo voer om in een kilo vlees, varkens 2,8 kilo en koeien maar liefst 8,7. Bovendien is een groot deel van de vis eetbaar. Bij de zalm is dat tachtig procent, terwijl dat bij kippen maar 35 procent is.

Daarnaast verdienen de meststoffen binnen de waterlandbouw aandacht. Als vissen worden gekweekt in kooien die in een rivier of open zee hangen, komt hun poep in de zee of het oppervlaktewater terecht. Daar kan het leiden tot massale algenbloei waardoor delen van het water zuurstofloos raken en het natuurlijke waterleven aangetast wordt. Opvang en recycling van die meststoffen



## Ook polycultuur kan een antwoord zijn op het beheersen van ziektes en hergebruik van nutriënten

zou beter zijn. Bij visvijvers en visteelt op het land gebeurt dit.

En dan het dierenwelzijn. In de visteelt is het nu meer en meer gangbaar om de vissen te verdoven en daarna te doden zodat de dieren zo min mogelijk pijn hebben. Maar hoe ziet het leven van de garnalen en vissen in die vijvers, kooien of bassins eruit? We vergeten makkelijk dat vissen hun zuurstof uit het water moeten halen, en dat wordt bij hoge temperaturen en dichtheden al snel een probleem. Welke dichtheden zijn acceptabel, en in hoeverre kunnen de vissen hun eigen natuurlijk gedrag volgen? Vragen die we ons als consument misschien nooit stellen als we bij de viskar staan omdat we dachten dat de paling een week eerder gewoon nog vrij in de binnenwateren zwom. Methoden die het welzijn van de kweekvis objectief goed kunnen beoordelen, zijn er nog niet dus visteren gaan ervan uit dat als de vissen goed eten, niet ziek worden en elkaar niet de tent uit vechten, ze het naar hun zin hebben. KingFish Zeeland kweekt geelstaartvis, een soort die van nature voorkomt in scholen. Hoge dichtheden hoort bij het natuurlijk gedrag van de vis, stelt productie leider Cees Jan Bastiaansen. Het bedrijf groeit sterk en produceert eind 2023 al 3,5 miljoen kilo vis per jaar.

Even indrukwekkend zijn de initiatieven van het Noorse bedrijf Salmar. Dat heeft een off-shore 'Ocean Farm' gelanceerd met een kooi van 68 meter diep waarin maar liefst vijf miljoen kilo vis – in dit geval zalm – zal worden geproduceerd. Een van de voordelen: hier heeft de gevreesde zalm-luis minder kans. Als dit een succes wordt, zullen wereldwijd meerdere bedrijven volgen, zo is de verwachting.

### Voedselbos onder water

Gaat dit de toekomst worden? Een nog verdere industrialisering? Of is het verstandiger de waterlandbouw een andere kant op te sturen. Naar extensieve zeeboerderijen bijvoorbeeld waarbij

waterboeren samenwerken met de natuur. Rond windmolenparken in de Noordzee kun je kunststriften creëren die zeedieren aantrekken zoals krabben, kreeften en jonge vissen, zo beschrijft Tinka Murk in haar verhaal. Daar creëer je kleine ecosystemen, eromheen oogst je wat eruit komt. Een soort voedselbos onder water.

Op het eiland Texel experimenteert Reinier Nauta en collega's in kweekvijvers met de combinatie van zeewier, kokkels en garnalen. De poep van de kokkels en garnalen is weer voedsel voor het zeewier en micro-algen. En op Java onderzoekt de Indonesische Sri Rejeki samen met Wageningse wetenschappers de mogelijkheden van extensieve polyculturen in brakke kweekvijvers die in verbinding staan met mangrovebossen zoals de combinatie van tilapia of melkvis met garnalen. De laatste combinatie levert de kleine boeren stabielere en hogere inkomens op en verkleint de kans op ziektes omdat de vijvers worden voorzien van organische mest uit groente-afval. De bacteriën die hierop gedijen zuiveren het water waardoor er minder ziektes optreden. Ook deze vorm van polycultuur kan dus een antwoord zijn op het beheersen van ziektes en hergebruik van nutriënten. Voor de grote garnalenteelers is dit geen alternatief omdat deze extensieve teelt veel minder oplevert, maar wellicht kunnen ze er elementen uit gebruiken.

De toekomst zal uitwijzen welke kant de waterlandbouw uitgaat. Dit biocahier hoopt uit te nodigen tot reflectie en discussie door verhalen die diverse perspectieven bieden. Kunnen we de ontwikkelingen de goede kant uitsturen en eventueel bijsturen of terugdraaien? En zo ja, welke richting is gewenst gezien alle opgaven waar Nederland voor staat, en de rest van de wereld. Van schoon en voldoende water tot het reduceren van broeikasgassen en overbevissing, van tien miljard monden voeden tot het verbeteren van dierenwelzijn en bescherming van de natuur.



## Auteurslijst

- Dr. Sarah D'Adamo, universitair docent bij Bioprocestechnologie, Bij AlgaePARC Wageningen UR
- Prof. dr. Maria Barbosa, hoogleraar Microalgen-biotechnologie bij Bioprocestechnologie, AlgaePARC Wageningen UR.
- Dr. Karin van de Braak, eigenaar van Sustainable Aquaculture Solutions.
- Dr. Jeroen Geurts is onderzoeker ecologie bij water-onderzoeksinstituut KWR en gastmedewerker bij de Radboud Universiteit Nijmegen.
- Msc. Eva Hartog, is onderzoeker bij de onderzoeksgroep Aquacultuur in Deltagebieden van de HZ University of Applied Sciences.
- Dr. Jasper van Houcke is lector bij de onderzoeksgroep Aquacultuur in Deltagebieden van de HZ University of Applied Sciences.
- Dr. ir. Marcel Janssen, universitair docent Bioprocestechnologie, bij AlgaePARC Wageningen UR.
- Msc. Joost Kersten is docent toegepaste biologie bij de HAS green academy in Den Bosch.
- Prof. dr. Jaap van der Meer, bijzonder hoogleraar duurzame mariene voedselproductie bij Wageningen UR en onderzoeker bij Wageningen Marine Research.
- Prof. dr. Tinka Murk, hoogleraar mariene dier-ecologie, Wageningen UR.
- Msc. Reinier Nauta, is marien ecooloog en zeewier-onderzoeker bij Wageningen Marine Research.
- Dr. Ronald Osinga is universitair docent bij de leerstoelgroep mariene dier-ecologie van Wageningen UR.
- Dr. ir. Arjan P. Palstra, onderzoeker bij Animal Breeding and Genomics van Wageningen University & Research.
- Drs. Bas van Riet is onderzoeker bij Onderzoekcentrum B-WARE, een spin-off van de Radboud Universiteit.
- Ir. Astrid Smit, wetenschapsjournalist, specialisatie 'Life Sciences', en eindredacteur van dit biocahier.
- Prof. dr. Fons Smolders is onderzoeker bij Onderzoekcentrum B-WARE en bijzonder hoogleraar Toegepaste biogeochemie bij de vakgroep Aquatische Ecologie & Milieubiologie van de Radboud Universiteit.
- Dr. Christian Südfeld, postdoctoraal onderzoeker bij Microbiologie, Wageningen UR.
- Prof. dr. Klaas Timmermans, hoogleraar mariene plantaardige biomassa (zeewier) Rijksuniversiteit Groningen, hoofd van de afdeling Estuariene en Delta Systemen bij het Koninklijk Nederland Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ) in Yerseke, lector Aquacultuur bij HZ University of Applied Sciences en betrokken bij het Delta Climate Center Zeeland
- Msc. Renske Vroom is promovendus aquatische ecologie bij de Radboud Universiteit Nijmegen
- Em. Prof. dr. Johan Verreth was hoogleraar aquacultuur en visserij bij Wageningen UR.
- Dr. Ellen Weerman, lector klimaatrobuuste landschappen, HAS green academy, University of Applied Sciences en het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW).
- Prof. dr. René Wijffels, hoogleraar Bioprocestechnologie, AlgaePARC, Wageningen UR.

# Illustratieverantwoording

Cover: AdobeStock

NIOZ: p. 3

Henk van Ruitenbeek Illustraties: p. 5, 69

iStockphoto: p. 8-9, 30, 32, 40-41, 42, 44, 51

AlgaePARC, Wageningen University & Research: p. 11, 12

AdobeStock: p. 13, 43

Jeroen Geurts: p. 16

Bj.schoenmakers / Wikimedia Commons: p. 17

Wil Meinderts / Buiten-Beeld: p. 19

Bayrischer Rundfunk / Gut zu Wissen: p. 21

Bas van de Riet / Onderzoekcentrum B-WARE: p. 22

Dreamstime: p. 25, 61

Marcelle Davidse / Hier Wier: p. 27

Nico van Kappel / Buiten-Beeld: p. 28-29

Martin Habluetzel / Alamy Stock Photo / Imageselect: p. 31

Nederlands Mosselbureau: p. 35

Jean-Luc & Françoise Ziegler / Biosphoto / Imageselect: p. 37

Marinus Padmos: p. 39

Zhang Jingang Xinhua / eyevine / ANP: p. 49

Astrid Smit: p. 52

Kingfish-Zeeland: p. 53, 57 l, r

Angel Photography, Amsterdam: p. 55

Andy Nowack / Shotshop / Picture Alliance / Imageselect: p. 58-59

Reinier Nauta: p. 63

Jeroen Helmer / ARK Rewilding Nederland: p. 64

Restiana W. Ariyati: p. 71

Peter van Straaten: p. 73

Dit cahier is mede tot stand gekomen door:





## In dit nummer:

- > Van alg tot waterplant
- > Van spons tot schelpdier
- > Van garnaal tot vis
- > De toekomst
- > Epiloog

### REDACTIECOMMISSIE

Ellen van Donk  
Hans Komen  
Ellen Weerman

### REDACTIE

Astrid Smit

Waterlandbouw, landbouw op of in water, is sterk in ontwikkeling. Van de teelt van algen, wieren, veenmos en lisdodde tot de teelt van aquatische dieren zoals sponzen, schelpdieren, garnalen en vis. Momenteel eten we al meer vis uit kweek dan vis uit de natuur.

Waterlandbouw biedt vele kansen en mogelijkheden, zo kunt u lezen in dit biocahier. We kunnen er meer monden mee voeden, we kunnen er de uitstoot van broeikasgassen mee verminderen en de bodemdaling in veengebieden. We kunnen er het water langer mee vasthouden zodat het beschikbaar is in droge zomers. We kunnen er in principe de overbevissing mee tegengaan en de zeebodems beschermen. En we kunnen er producten mee vervangen die minder duurzaam zijn. Algen bieden bijvoorbeeld een alternatief voor palmolie, soja en kerosine en van veenmos kun je potgrond maken waardoor de fossiele veengronden in Scandinavië en de Baltische staten niet langer meer afgegraven hoeven te worden.

Maar voorzichtigheid is ook geboden. Hoe voorkomen we dat we niet in dezelfde problemen terechtkomen als de traditionele landbouw, als dat niet al is gebeurd? En kunnen de windparken wellicht functioneren als extensieve zeeboerderijen waarbij waterboeren samenwerken met de natuur? Ook daarover gaat dit biocahier. Na lezing bent u helemaal bij en kijkt u anders naar die zeewierburger, gamba of vis op uw bord of die zak potgrond uit de supermarkt.

BEKIJK  
DIT THEMA  
OP ONZE  
WEBSITE



 **wetenschap+**  
**maatschappij**

