

Zee in zicht

ZILTE WAARDEN DUURZAAM BENUT

REDACTIE:

DR. ESTHER LUITEN

STT 67



Stichting
Toekomstbeeld
der Techniek



Zee in zicht

Stichting
Toekomstbeeld
der Techniek



De Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT) is in 1968 opgericht door het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI). In 2001 is STT gefuseerd met de Stichting ter Bevordering van Wetenschappelijk Toekomstonderzoek (Beweton). STT/Beweton voert toekomstverkenningen uit voor thema's op het grensvlak van technologie en samenleving. In het werktraject van een verkenning worden deelnemers aangespoord tot toekomstgericht en innovatief denken. Ze worden uitgedaagd om even los te komen van kortetermijnbelangen en vanzelfsprekendheden. Uitwisseling en kruisbestuiving tussen deelnemers, elk met een eigen disciplinaire achtergrond en een verschillende werkkring, is het belangrijkste doel van de verkenningen van STT/Beweton. Dit wordt ook wel aangeduid als 'kennisfusie'. Op deze manier worden visies en toekomstbeelden ontwikkeld. De werkwijze komt voort uit de overtuiging dat mensen de motor zijn tot het in gang zetten van nieuwe ontwikkelingen. Het tastbare resultaat van een verkenning is de publicatie, waarin de bevindingen worden vastgelegd. Een tweede doel van STT/Beweton is het verankeren van de ideeën en resultaten. Nadat een verkenning is afgerond, moet deze een vervolg krijgen in andere activiteiten. De deelnemers aan een werktraject zijn de belangrijkste ambassadeurs van het ideeëngoed. Daarnaast worden de resultaten verspreid via lezingen en via de media.

Het adres van STT/Beweton is Prinsessegracht 23, Den Haag.

Correspondentieadres:

Postbus 30424, 2500 GK Den Haag, Nederland.

Telefoon +31 70 302 98 30

E-mail info@stt.nl

Zee in zicht

ZILTE WAARDEN DUURZAAM BENUT

REDACTIE: DR. ESTHER LUITEN

2004

STT/BEWETON
DEN HAAG, NEDERLAND

COLOFON

Boekontwerp Salabim, bureau voor vormgeving BNO, Rotterdam

Beeldmateriaal De Rijke Noordzee en Zee-op-land Duzan Doepel, ADD, Rotterdam

Beeldmateriaal Zeecultuurpark Maarten Groot, Santpoort-Noord

Illustratie omslag Sectie Proceskunde, Wageningen UR, Wageningen

Drukwerk Drukkerij DeltaHage bv, Den Haag

ISBN 90-804496-8-7

InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster rapportnr. 04.2.064

STT/Beweton publicatie nr. 67

NUR 950

Trefwoorden Ocean Farming, aquacultuur, zee, duurzaam oogsten

© 2004 STT/Beweton, Den Haag

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.

No part of this work may be reproduced in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publisher.

Voor de reproductie(s) zoals bedoeld in art. 16b en 17 van de Auteurswet 1912 (ten bate van eigen oefening, studie enz. en/of ten bate van organisaties, instellingen enz.) van een of meer pagina's is een vergoeding verschuldigd. Voor inlichtingen betreffende de hoogte en afdracht van de vergoeding kan men zich wenden tot de Stichting Reprorecht Amstelveen.

Inhoud

Voorwoord	10
Samenvatting en conclusies	14
1 Méér zout, méér ZEE!	28
1.1 Wij en de zee: de uitnodiging	29
1.2 De Noordzee: motieven en noodzaak	32
1.3 De uitdaging: méér zeedenken!	36
Tekstkaders	
Duurzaamheid	31
De symbolische betekenis van de zee	36
Ecosysteemdiensten	38
2 Zeeachtergronden	46
2.1 De wordingsgeschiedenis van Nederland	47
2.2 Natuurvisies: opvattingen over de zee	61
2.3 Consumensen: onvoorspelbaar en ongrijpbaar	74
Tekstkaders	
Zout is geld waard!	51
Vissers klussen bij	52
Vangen wat het jaargetijde brengt	53
De haringvisserij (1)	53
De haringvisserij (2)	56
Vroom rijmwerk voor een betere walvisvangst	56
De walvisvaart	58

	Trendy vis	76
	Hoe komt vis en ander zeevoedsel op ons bord?	83
	Ontwerpwedstrijd: ZEE-delijkheid	88
	Internationale voorbeelden voor een Rijke Noordzee	92
	Wind Farms and Offshore Aquaculture, Germany	92
	Artificial Reefs in Veracruz, Mexico	96
	Marine Stewardship Council, worldwide	100
	The Maine Lobster Fishery in Maine, USA	103
3	De Rijke Noordzee	108
	3.1 De Noordzee	108
	3.2 Naar een 'Nieuwe kaart van de Noordzee'	114
	Experimenten	
	Delta aan haar trekken	120
	Brede flexibele kust	128
	Laat de zee	138
	Geïntegreerd marien informatiesysteem	148
	SeaWing	160
	Visakker	170
	Visbanken voor dagverse vis	178
	Tekstkader	
	Historisch meervoudig ruimtegebruik	109
	Ontwerpwedstrijd: Zand in zicht	186
4	Zeecultuurpark	190
	4.1 Introductie	190
	4.2 Waarom oogsten uit de natuur?	194
	4.3 Zeecultuurpark: uitgangspunten en ontwerpen	197
	Ontwerpen	
	ZEE-energie	204
	Zilte Kop met Zilveren Munt	222
	Lely-lagune	238
	Tekstkaders	
	Estuaria	191
	Afsluiten van zeearmen in de Delta	199
	Schelpdieren	201
	Brede waterkeringen	216
	Zilte tuinbouw	231

Ontwerpwedstrijd: Oase op zee	248
Internationale voorbeelden voor Zee-op-land	250
Integrated Aquaculture systems: four project examples	250
Industrial symbiosis: Tjeldbergodden Industrial Complex, Norway	260
5 Zee-op-land	264
5.1 Introductie	264
5.2 Waarom zee naar land brengen?	265
5.3 Zee-op-land: uitgangspunten en ontwerpen	267
Interviews	
Robert Baard – wieren	268
Joost Bogemans – zaad voor zilte groenten	271
Andries Kamstra – tong	274
Kees Kloet – tarbot	278
Michaël Laterveer en Peter Henkemans – sponzen en koralen	282
Bert Meijering – zeezagers en zeepieren	287
Lolke Sijtsma – visolie uit algen	291
Ontwerpen	
Vis+PLUS	308
BioTechOceanLab	328
Tekstkaders	
Broed voor vis en schelpdieren	296
Fototrofe micro-algen	299
Zuivering, cascades en clustering	318
Risicodragend kapitaal	324
Trefwoordenlijst	340
Organisatie van de verkenning	352
Samenwerkingspartners voor deze verkenning	358
STT-publicaties	362
Subsidieverleners STT/Beweton	368

Zee in zicht

Alan Davidson¹ heeft prachtige visboeken geschreven zoals het Noord-Atlantisch Viskookboek (2001) en het Mediterraan Viskookboek (2003). Ze geven een grondig overzicht van de ‘culinaire biodiversiteit’ uit zee en een groot aantal recepten uit verschillende landen. Maar er staan ook anekdotes in die een beeld geven van de geschiedenis, de biologie, de sociologie en de beleving van het eten van zeevoedsel in al die verschillende landen en culturen.

Over Nederland schrijft hij: “Het conservatisme van de Nederlander speelt ook in de keuken. De kookbibliotheek wordt gedomineerd door de lijvige werken van de huishoudscholen (...). (Maar) het is waar dat de variatie, althans bij het bereiden van vis, niet geweldig groot is. De Nederlanders blijven dol op hun haring, zoals ze dat al eeuwenlang zijn, en maken eenvoudige, maar smakelijke gerechten van paling, kabeljauw en schelvis.”

Conservatisme enerzijds, maar toch ook smakelijke recepten!

¹ Winnaar van de Erasmusprijs 2003 voor zijn bijdrage aan de eetcultuur en de geschiedenis van het koken.

Deze observatie van de Nederlandse zeecultuur prikkelt en daagt uit. Conservatisme betekent gehechtheid aan het bestaande. Als we die vanzelfsprekendheden van vandaag even loslaten, kunnen we dan in de toekomst niet veel meer ‘smakelijks’ uit zee oogsten? Waarbij smakelijk in deze niet al te letterlijk moet worden geïnterpreteerd. De zee en de zilte kustzone kunnen in veel meer behoeften voorzien dan lekker eten alleen. De waarden van de zee strekken zich uit van concrete *toepassingen* zoals voedsel, gezondheidsvoeding, visvoer, waterzuivering en medicijnen tot *belevingsproducten* zoals natuur, vermaak en ontspanning, gezondheid en kwaliteit. Hoe kunnen we in de toekomst duurzaam oogsten uit een zilte omgeving?

We leven nu in ‘zoete’ polders achter veilige dijken. De vraag is welke toekomstbeelden er op ons netvlies komen, wanneer we loskomen van dit vertrouwde beeld en iets proberen te begrijpen van de diversiteit van het mariene leven en de beweeglijkheid en dynamiek van de zee. Wat voor plek kunnen de genoemde toepassingen en belevingsproducten in deze beelden krijgen? Dit spoor van denken is opgepakt voor de toekomstverkenning, waarvan deze publicatie het resultaat is.

De publicatie geeft een frisse blik op zee. Er wordt een pleidooi gehouden voor een perspectiefwisseling: van een sterk landgerichte manier van denken naar meer zee-denken.

En niet alleen méér, maar ook een denken dat geïnspireerd is vanuit de eigen waarden van de zee. Dit betekent: van exploiteren naar duurzaam oogsten; van monocultures naar multifunctionaliteit; van vijand naar vriend; van reactief naar proactief; van de natuurlijke processen van indammen en uitputten naar ruimte geven aan die mariene processen; van werken tégen de kracht van de zee naar samenwerken met die kracht; van belangen naar verlangen; en van een zoete smaakgewenning naar een gelijkwaardige waardering van het gezonde zilte.

Deze perspectiefwisseling is de inzet geweest in het werktraject van deze toekomstverkenning. De deelnemers hebben met elkaar geprobeerd ‘zilte droombeelden’ uit te werken naar concrete beelden in de vorm van ‘experimenten’ en ‘ontwerpen’. Innoveren in de zilte hoek vereist creativiteit, ruimte, een optimistische intuïtie, maar ook een dwarse houding. De zee zelf is grenzeloos. Dit heeft als voorbeeld gediend voor de deelnemers. Zij hebben dwars door muren van bestaande belangen en professionele domeinen heen gedacht.

Toekomstbeelden kunnen krachtig doorwerken, wanneer ze fascineren. Ze moeten niet afstoten. Ze moeten zowel iets vertrouwds als iets wenselijks oproepen. Deze publicatie laat zien dat als het gaat over innovatie in de zilte hoek, het niet de zee zelf is die beperkingen oplegt. De beperking zit in ons

eigen voorstellingsvermogen. Uit de publicatie spreekt ook dat er gedrevenheid en doorzettingsvermogen nodig is om de kansen te verzilveren.

De zee biedt kansen voor de toekomst, als we ons laten inspireren door die zee. Zee in zicht.

Den Haag, maart 2004



A stylized, handwritten signature in blue ink, consisting of a large loop at the top and a long, sweeping underline.

ir. R.M.J. van der Meer
voorzitter STT/Beweton



A handwritten signature in blue ink, featuring a large, stylized initial 'J' followed by a series of loops and a long underline.

dr. J. Kremers
voorzitter InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster



A handwritten signature in blue ink, featuring a large, stylized initial 'H' followed by a long, sweeping underline.

prof.dr. H.O. Voorma
voorzitter COS

Samenvatting en conclusies

*Esther Luiten*¹

De zee is onvoorspelbaar rijk en grenzeloos. De diversiteit aan marien leven, planten en dieren, is enorm. De zee is een bron die voorziet in voedsel. Ze zuivert water, levert energie en biedt een plek voor plezier en ontspanning. Geneeskrachtige kruiden, siergewassen en grondstoffen voor cosmetica – de zee heeft veel en kan de mens nog veel meer bieden.

Kàn, want het huidige gebruik laat veel mogelijkheden onbenut. Ons ‘zee-menu’ is beperkt. Zilte groenten staan er niet op. Maar ook mogelijkheden voor het maken van medicijnen blijven onbenut. Eigenlijk is ons gebruik van de zee buitengewoon schamel. En niet alleen dat – het is in veel gevallen ook weinig respectvol en niet duurzaam. De zee wordt onderbenut, maar tegelijkertijd sterk vervuild en overbevist.

Die druk neemt de komende jaren alleen maar toe: de vraag naar eiwitrijk (zee)voedsel stijgt. En bij gebrek aan ruimte op het land wordt steeds vaker gekeken naar de zee. De zee lonkt om in steeds meer behoeften van de mens te voorzien. Het besef groeit dat dat alleen kan als we ‘grenzeloos exploiteren’ vervangen door ‘duurzaam oogsten’. Oftewel: hoe kunnen we in de toekomst de zee en de diversiteit aan marien leven beter benutten zonder haar schade toe te brengen?

¹ STT/Beweton, Den Haag.

Die vraag was de aanleiding voor een toekomstverkenning² waarvan deze publicatie het resultaat is. Hoe kunnen we de zee op een innovatieve manier laten voorzien in menselijke behoeften als veilig en gezond voedsel, duurzame energie, industriële grondstoffen en belevingsproducten als natuur, vermaak en ontspanning?

Om deze vraag te beantwoorden moeten we op een andere manier naar de zee leren kijken. Tot nu toe lag het primaat bij de technologie. Het denken moet om. De inzet voor deze verkenning is dan ook een perspectiefwisseling. Natuurlijke processen moeten voorop komen te staan. Door ruimte te geven aan die processen en door meer te begrijpen van de diversiteit van het mariene leven, ontstaan er mogelijkheden om op een duurzame manier te oogsten.

Deze perspectiefwisseling stond aan de basis van de ideeën en toekomstbeelden die deze publicatie bevat. Meer dan zeventig deskundigen hebben vanuit hun verschillende specialismen hieraan samen gewerkt.

De ideeën zijn uitgewerkt voor drie verschillende gebieden: de Noordzee (hoofdstuk 3, 'De Rijke Noordzee'), de ondiepe overgangsgebieden tussen land en water (hoofdstuk 4, 'Zeecultuurpark') en locaties op land (hoofdstuk 5, 'Zee-op-land').

De experimenten en ontwerpen in deze hoofdstukken maken duurzaam oogsten uit zee voorstelbaar, tastbaar en realistisch. Ze zijn leesbaar als zelfstandige verhalen. Steeds wordt aangegeven wat de aanleiding was voor een idee, wat de kern is en wat (en wie) er nodig is voor de verwerkelijking.

Voorafgaand hieraan wordt in hoofdstuk 1 nader ingegaan op de motieven voor deze verkenning en in hoofdstuk 2 op de (historische) relatie tussen de zee en haar gebruikers – consumenten en ondernemers.

HOOFDSTUK 1: MÉÉR ZOUT, MÉÉR ZEE!

De zee was in de Gouden Eeuw een rijke bron van welvaart voor zeevarend en handelend Nederland. Die zeecultuur is langzaam verdwenen. Na 1953 is de zee definitief verbannen naar de andere kant van dijken en dammen.

Nederland is veilig en er is voedsel genoeg, dus waarom zouden we überhaupt nog nadenken over het duurzaam omgaan met de zee?

Toch zijn daar een aantal redenen voor. Zo wordt de kwaliteit van het mariene milieu – ondanks verbeteringen – nog altijd bedreigd. Ook met de Noordzee gaat het niet goed: er ligt algenschuim op de stranden, er zijn bijvangst en er zit te veel gif en afval in het water.

Ook de visserij staat onder druk. Rijke visgronden verdwijnen langzaam maar zeker. De vissector zit vast in een trend van intensivering en specialisatie. De bestaande (Europese) beleidskaders versterken dit nog eens. Ook het imago

² STT/Beweton heeft deze verkenning uitgevoerd in samenwerking met het InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster. Deze samenwerking is tot stand gekomen in het kader van de Commissie van Overleg Sectorraden (COS).

van aquacultuur in open zee, zoals de traditionele schelpdierwateren in de Oosterschelde en de Waddenzee maar ook de kweek van zalm in fjorden in het buitenland, is steeds minder positief.

En het water? Klimaatverandering, bodemdaling en een verdere stijging van de zeespiegel hebben nu al een zichtbaar effect op zowel de beschikbaarheid als de verschijningsvorm van water. We gebruiken vooral zoet water, maar het zoute water zal steeds meer invloed krijgen, vooral in kustgebieden.

Daar wordt de druk ook om een andere reden groter: ruimtegebrek. Meer mensen willen voedsel, woonruimte, energie en ontspanning. De kustzone is dan ook steeds meer een gebied waar windmolens, natuurliefhebbers, grondstofdelvers en kitesurfers strijden voor hun belangen.

Om de zee in al deze behoeften te laten voorzien is een andere aanpak nodig. De ideologie van ‘de vrije zee’ (Hugo de Groot, 1609) – op zee ben je zo vrij als een vogel, kun je doen en laten wat je wilt en pakken wat je pakken kunt – past niet meer in de moderne tijd van Exclusieve Economische Zones (EEZ). Door de instelling van deze zones hebben we immers de plicht om te komen tot behoorlijk bestuur en een duurzame ontwikkeling van de zilte wateren. We zullen dan dus ook anders met de zee moeten leren omgaan. Er is een omslag nodig: van grenzeloos exploiteren naar duurzaam oogsten.

De natuurlijke processen in zee zijn daarbij als uitgangspunt genomen. De zee zelf is een bron van inspiratie voor innovatie. Zilte waarden, zowel ecologische als economische, staan centraal. Voor de ontwikkeling van duurzame waarden zal de relatie tussen de zee en haar gebruikers – consumenten en ondernemers – ingrijpend moeten veranderen.

HOOFDSTUK 2: ZEEACHTERGRONDEN

De relatie van Nederlanders met de zee is in de geschiedenis vorm gegeven door veiligheid en voedsel: enerzijds de verdediging tegen het zoute water, anderzijds de visserij (denk aan haring en de walvisvaart). Nederland heeft in de loop der tijd grote watergebieden omdijkt en ingepolderd. Zoute zeearmen zijn afgesloten en zoet geworden. Onze afhankelijkheid van en kwetsbaarheid voor natuurlijke processen in zee zijn afgenomen.

Hoewel veiligheid nog altijd de primaire functie van waterkeringen is en de beschikbaarheid van zoet water in het waterbeheer nog altijd essentieel is, is er een omslag merkbaar in het denken over water. Er wordt steeds meer rekening gehouden met de natuurlijke en ecologische processen van veerkrachtige watersystemen. Deze ervaring roept de vraag op of we voor het oogsten van bijvoorbeeld voedsel ook niet ‘slimmer’ gebruik kunnen maken van die veerkracht en dynamiek.

Hóe daarover precies wordt gedacht, verschilt sterk. Bij belangentegenstellingen blijkt vaak dat de betrokken partijen een totaal verschillende ‘natuurvisie’ hebben op hoeveel je kunt oogsten, wat nu precies waardevolle natuur is en wat duurzaam is. Het verschil tussen de natuurliefhebber en de ondernemer laat zich raden.

Tegenstellingen leiden vooral tot conflicten, als er geen harde uitspraken kunnen worden gedaan over de ecologische randvoorwaarden voor het gebruik van natuurlijke ecosystemen. Zoals van de zee. Het is nog altijd moeilijk om het langetermijneffect van menselijke activiteiten te onderscheiden van de natuurlijke variaties.

Het expliciet maken van verschillen in natuurvisies kan een rol spelen om de tegenstellingen tussen verschillende partijen te verhelderen (in een beleids-traject of creatief atelier). In geval van onzekerheden en grote tegenstellingen biedt dit echter geen oplossing. Dan moet de politiek beslissen over wat wel en wat niet kan.

Tegelijk met de vraag naar het ‘kunnen’ moet ook de vraag naar het ‘willen’ worden beantwoord. Voor het antwoord op die vraag wordt veelal gekeken naar de consument. Maar wát hij wil, is vandaag de dag niet eenduidig. Voedsel is steeds meer onderdeel van de beleveniseconomie. Genieten staat centraal. Trends volgen elkaar in hoog tempo op; de wispelturigheid van de consument is groot. Soms wil hij lekker en gemakkelijk, dan weer exclusief en gezond. De prijs blijft belangrijk; dierenwelzijn, maatschappelijk verantwoord ondernemen en ‘het milieu’ blijken niet doorslaggevend. Concreet, direct en zorgeloos genieten wint het uiteindelijk vaak van collectieve belangen als duurzaamheid.

De consument wordt letterlijk en figuurlijk gevoed door de aanbodzijde. Het is een markt van overvloed. De consument is bij de totstandkoming van duurzaam zeegebruik dan ook niet de enige factor. De verantwoordelijkheid hiervoor kan niet alleen op zijn bord worden gelegd. Ook de andere schakels in de keten zullen geprikkeld moeten worden om op deze verantwoordelijkheid in te spelen.

Voor de ideeën in deze publicatie geldt dat ze rekening moeten houden met het huidige sociaal-culturele klimaat van consumenten. Dit geeft wel degelijk aangrijpingspunten; gezond voedsel uit zee. De ideeën zouden zowel primaire producenten als andere spelers in de keten een basis moeten geven om te werken aan innovatieve, zilte marktconcepten.

HOOFDSTUK 3: DE RIJKE NOORDZEE

Al meer dan twintig jaar wordt er gesproken over duurzaam en integraal gebruik van de Noordzee. Toch komt het niet echt van de grond. De huidige verdeling van bestuurlijke en beheersverantwoordelijkheden lijkt een integraal gebruik van de Noordzee eerder te remmen dan te stimuleren. Traditionele en nieuwe gebruikers claimen ieder hun plek. Verworven rechten worden niet zo maar opgegeven. Geen van de belanghebbenden lijkt ècht de noodzaak te voelen om tot een duurzaam gebruik te komen. Op zich verschilt deze situatie niet principieel van die op land, maar de zee is letterlijk ver weg.

Met de 'Nieuwe kaart voor een Rijke Noordzee' wordt een aantal experimenten gepresenteerd om hierin verandering te brengen. De kaart is een metafoor voor een visie op de toekomstige ontwikkeling van de Noordzee. Haar eigen dynamiek is de gids bij het concretiseren van ideeën in die experimenten. De kaart is geen blauwdruk, maar een groeiemodel om ecologische onzekerheden expliciet te krijgen en economische kansen de ruimte te geven. Deze experimenten richten zich op vis als voedselbron, herstel van de productiviteit van de Noordzee, versterking van de monitoring- en informatiesystemen die nodig zijn voor experimenteel en adaptief management en op een dynamische vorm van kustverdediging. Andere functies komen niet aan bod. In elk experiment wordt gekeken hoe gebruik gebaseerd kan worden op de natuurlijke dynamiek van de zee en in hoeverre de activiteit ook andere functies kan versterken.

Experimenteer op zee

Door belanghebbenden samen aan dit soort experimenten te laten werken, kan de bestaande verkokering worden tegengegaan. Abstracte discussies over duurzaamheid kunnen worden geconcretiseerd.

Een experimentele benadering impliceert dat we op een lerende manier met de onzekerheden in het ecosysteem moeten omgaan. Zowel het oogsten in open zee als het beheer van activiteiten is een leerproces; van proberen en evalueren en van het aanpassen op basis van nieuwe, groeiende inzichten. Die inzichten kunnen worden verkregen door in bepaalde zeegebieden vijf of tien jaar lang te experimenteren met een combinatie van verschillende gebruiks- en beheersopties. Op basis van de uitkomsten hiervan dient vervolgens het Noordzeebeleid te worden aangepast. Er zullen (beleids)kaders moeten komen voor dit experimenteren.

HOOFDSTUK 4: ZEECULTUURPARK

Voedsel en natuur in één gebied. Dat is de gedachte achter het Zeecultuurpark, een concept voor het extensief en natuurlijk oogsten van voedsel in estuaria. In deze ondiepe overgangsgebieden tussen land en zee krijgen natuurlijke zoet-zoutgradiënten de kans om tot ontwikkeling te komen. Hierdoor ontstaat in één gebied, zowel landwaarts als zeewaarts, ruimte voor nieuwe vormen van natuur en voor het oogsten van een divers zeebanket. Op dit moment worden in estuariene gebieden visserij, aquaculturen van schelpdieren en natuurontwikkeling juist gezoneerd. Zowel beleidsmakers, ondernemers als natuurbeschermers bekijken deze beide functies gescheiden. Verschillende belangen drijven hen uiteen.

De belangrijkste uitdaging bij de ontwikkeling van een Zeecultuurpark is dan ook om ervoor te zorgen dat natuur en voedsel elkaar in een regio juist versterken. Aan de hand van ontwerpen voor de Oosterschelde, het voormalige eiland Wieringen in de Kop van Noord-Holland en het IJsselmeer wordt duidelijk hoe deze natuurlijke regio's 'zilt vermarkt' kunnen worden. Met ingrepen in het waterbeheer en meer natuurlijke waterbouwkundige werken kan in deze gebieden niet alleen ruimte voor regionale zeeproducten ontstaan, maar ook voor natuur, duurzame energie, toerisme en recreatie.

Vermarkt de zilte regio in de beleveniseconomie

Het natuurlijke, zilte karakter van een regio wordt zo voor individuele ondernemers een gezamenlijk marketinginstrument. Het geeft economisch aantrekkelijke kansen voor productdiversificatie en kwaliteitsproducten met 'de smaak van de regio', die ook internationaal afgezet kunnen worden. Het vereist wel veranderingen in ondernemerschap – eerder diversificatie en kwaliteit – en conflicteert met beleidskaders. Er zijn nieuwe marktmechanismen nodig. Het vraagt om een krachtige initiatiefnemer die het gemeenschappelijk belang van de regionale schaal van zo'n park kan behartigen en het vermogen heeft een dergelijke ontwikkeling te blijven stimuleren. De 'zilte economie' is bij uitstek geschikt om de kloof tussen voedselproducent en -consument op te heffen. Deze laatste recreëert in een aantrekkelijk natuurgebied dat tegelijkertijd de plek is waar een deel van zijn voedsel wordt geogst.

HOOFDSTUK 5: ZEE-OP-LAND

Zee-op-land richt zich op het produceren van mariene organismen in gesloten productiesystemen op het land; hoogproductieve systemen die efficiënt en

veilig nutriënten en energie omzetten in hoogwaardige producten. De kweek van vis in gesloten systemen is inmiddels een bekend voorbeeld. Nieuwe toepassingen zijn onder andere de kweek van algen voor vis- of veevoer, maar ook de kweek van sponzen als grondstof voor nieuwe medicijnen. Zee-op-land biedt de mogelijkheid deze organismen volledig onafhankelijk van het mariene milieu te produceren.

Deze kweek 'op land' staat, ook internationaal, nog in de kinderschoenen. De ideeën voor ontwikkelingen in Zee-op-land zijn uitgewerkt in twee ontwerpen. Een ontwerp voor een duurzaam viskweekbedrijf en een voor een broedplaats om biotech-ondernemerschap voor mariene medicijnen te stimuleren. De mogelijkheden van deze productiewijze voor Nederland worden ook geschetst aan de hand van zeven interviews met pioniers.

Koester pioniers en stimuleer de structurele ontwikkeling van aquacultuur op land

Zij hebben het niet gemakkelijk. Het verkrijgen van kapitaal en betaalbare grond is een groot obstakel. Ook worden de pioniers geconfronteerd met onduidelijkheden op verschillende beleidsterreinen.

Uitdagingen liggen vooral ook in de ontwikkeling van nieuwe markten en toepassingen voor de gekweekte organismen. Er moet nog veel zendingswerk worden verricht om zowel consumenten te bereiken als de verwerkende industrie, groothandels en supermarkten.

De verwerkers kennen de producten vaak niet of hebben geen ervaring in het type productietechnologie. Ze wachten liever af. Ze hebben pas belangstelling, als er voldoende kwalitatief hoogwaardige producten tegen een concurrerende prijs gegarandeerd op tijd geleverd kunnen worden.

Ondanks al deze obstakels komt de zeebedrijvigheid op land langzaam op gang. Nederland heeft een koppositie in de ontwikkeling en toepassing van gesloten productiesystemen voor viskweek. Door zee-op-landsystemen voor andere mariene organismen te ontwerpen, kan deze positie in aquacultuur worden verbreed. En verder worden verduurzaamd; het sluiten van kringlopen in en tussen bedrijven verdient aandacht. De marktperspectieven van dit soort polycultures vragen wel om een realistische blik. Stimuleer en faciliteer de pioniers ook in deze richtingen te experimenteren.

CONCLUSIES

Het is lastig om overstijgende conclusies en aanbevelingen te formuleren voor de verschillende velden. Daarom worden hier puntsgewijs een aantal conclusies en aanbevelingen opgesomd.

Leef met de zee

De ideeën voor de Rijke Noordzee, Zeecultuurpark en Zee-op-land laten zien dat er veel kàn met marien leven en dat het mogelijk is om grenzeloos exploiteren te vervangen door duurzaam oogsten.

Het huidige gebruik van de zee is maar zelden duurzaam – we staan er met de rug naartoe. Maar het kan dus anders. De stijging van de zeespiegel en de behoefte aan ruimte maken dat we ons niet langer van de zee kunnen afkeren. We moeten de zee als kans gaan zien.

Duurzaam oogsten vraagt verandering langs vele dimensies. Het vraagt niet alleen technologische innovatie, maar ook sociaal-culturele veranderingen in de maatschappij, bij mensen, soms nieuwe marktmechanismen en beloningskaders of veranderingen in (Europese) beleidskaders en beheersmaatregelen. Het is dus niet een simpele keuze tussen visserij of viskweek. Of producten uiteindelijk het stempel ‘duurzaam’ verdienen, is niet alleen afhankelijk van nieuwe productietechnologie en innovatieve ondernemers, maar ook van veranderingen in de institutionele organisatie, de ontwikkeling van markten en uiteindelijk de acceptatie door de consument.

De productiviteit van de zee wordt onderbenut

De biologische productiviteit van de zee en de diversiteit aan toepassingen van mariene organismen worden onderbenut.

Er kan op een duurzame manier meer vis uit zee worden gehaald. Zowel de visserij als de viskweek kan ‘slimmer’ gebruikmaken van de natuurlijke dynamiek van de zee. Bovendien is de mariene diversiteit groter dan wat er tot nu toe wordt gebruikt. Algen als bron voor duurzaam vis- of veevoer of sponzen als bron van medicijnen worden nog grotendeels onbenut. De productiviteit en de natuurlijke processen van mariene ecosystemen kunnen echter ook publieke doelen dienen, zoals het ecologisch herstel van estuaria en nieuwe vormen van kustverdediging.

De perspectieven voor dit alles zijn gunstig. Er is een toenemende vraag naar vis en visproducten, en consumenten zijn gevoelig voor gezond en genieten. En dat genieten gaat verder dan alleen het product zelf. Diensten en producten met ‘de-sfeer-van-de-zee’ hebben perspectief.

Leer van de zee

Nieuwe manieren van duurzaam oogsten ontstaan als natuurlijke processen ruimte krijgen en als men bereid is te leren van de eigenschappen van de zee. De eigenheid van de zee en haar dynamiek vormen een bron van inspiratie.

Door niet tegen maar met de kracht van de zee te werken, kunnen nieuwe vormen van zeegebruik worden ontwikkeld. Dit leren van de zee kan zich vertalen in nieuwe drijvende oogsttechnieken, in gemengde vormen van bedrijvigheid (in plaats van specialisatie), in nieuwe bestuurlijke constructies die de verant-

woordelijkheid voor het oogsten van natuurlijk variërende bestanden sterker bij de gebruiker leggen (co-management) of in certificeringssystemen die gebaseerd zijn op de ecologische relaties in zee. Leren van de zee kan ook bestaan uit het kopiëren van natuurlijke processen naar kunstmatige, gesloten productiesystemen op het land – met alle voordelen van dien. Door op land kringlopen te sluiten kan worden bespaard op schaarse, natuurlijke grondstoffen.

Ontwikkel markt- en ketenconcepten met een niche

De succesvolle omschakeling naar duurzaam oogsten vraagt om een totaal-aanpak van vraag en aanbod, markttoepassingen en afzetketens.

Tot nu toe is de afstand tussen producent, verwerker en consument van zee-producten groot. Dit geldt ook voor nieuwe voedselbronnen zoals onbekende schelpdieren, en wellicht nog sterker voor de ‘onbekende’ toepassingen: medicijnen, vis- en veevoer op basis van algen en organismen als bron voor duurzame energie. Deze nieuwe mariene producten en grondstoffen zullen een eigen plek moeten veroveren in bestaande ketens en afzetkanalen. Daarvoor is het nodig om doelgericht te werken aan toepassingen die de potentie hebben zo’n plaats ook daadwerkelijk te veroveren. Zo heeft de viskweek de uitdaging om samen met supermarkten de consument te laten zien dat het product – een mooie, voorverpakte filet gecombineerd met zilte groenten – duurzaam, gezond en veilig is. In geval van polyculturen en het sluiten van kringlopen moeten alle producten afgezet kunnen worden. Om medicijnen op basis van mariene organismen een plaats in de farmaceutische keten te geven, is het van groot belang om de individuele kennis en ervaring van de vele onderzoekers en kleine ondernemers te bundelen tot een krachtig geheel.

Minder specialisatie, meer differentiatie en integratie

Ondernemers worden nu nauwelijks gestimuleerd om duurzaam met de zee om te gaan.

Het ontbreekt ondernemers zowel aan prikkels uit de markt – van de consument – als aan beleidsprikkels om duurzaam te opereren. Combinaties van verschillende economische functies op zee of het clusteren van zeeactiviteiten op het land komen nog te weinig voor. Op zee zorgen de wetten van de economie er nu nog voor dat de kennis van natuurlijke processen niet of nauwelijks wordt gebruikt. De neiging tot specialisatie en schaalvergroting wordt daardoor versterkt. Op het land leidt het duurzaam sluiten van kringlopen tot onderlinge afhankelijkheid van ondernemingen.

Verantwoord ondernemerschap moet worden gestimuleerd. Ondernemers moeten gevoeliger worden gemaakt voor de belangen van de omgeving waarvoor zij gebruik maken en voor de belangen van hun medegebruikers.

Verschillende activiteiten op zee, in overgangsgebieden en op het land moeten onderling meer verweven worden. Ondernemers moeten worden uitge-

daagd om actief te zoeken naar ongebruikelijke – maar vruchtbare en uiteindelijk realistische – coalities met andere ondernemers en andere partijen in hun omgeving.

Minder sectoraal beleid, een meer integrale en gebiedsgerichte benadering

De huidige verkokerde wijze waarop het beleid en het beheer rondom de zee zijn georganiseerd, dient te worden vervangen door een gebiedsgerichte ‘zee-organisatie’.

Water en mariene organismen storen zich niet aan grenzen. Afval en vervuiling trouwens ook niet. De zee leent zich dan ook niet voor nationaal verkokerde beleidsbelangen en de huidige gezoneerde inrichting. Te vaak willen ook sectorale departementen hun belang zo goed mogelijk vertegenwoordigd zien. Duurzaam oogsten vereist integraal beleid voor het beheer van activiteiten in zilte, open wateren en kustgebieden. Zo’n benadering gaat verder dan het inventariseren van activiteiten en het afstemmen van de belangen. Dat is niet makkelijk. Beleidskaders en beheersafspraken moeten recht doen aan de natuurlijke dynamiek van het systeem zee, maar toch helder zijn en gebruik mogelijk maken. Een integrale aanpak vereist internationale visie en bestuurlijke keuzes, en omgaan met onzekerheden.

Leren waarderen van zilte kwaliteiten

De zee staat bij de mens – zowel consument als burger – niet dagelijks op het netvlies; de beleving ervan biedt mogelijkheden om de waarde van de zee en haar producten weer tastbaar te maken.

De Nederlander waardeert de beleving van de zee – ruim, weids, natuurlijk, woest en ontspannend – meer dan de meeste producten uit zee. Onbekend maakt onbemind. Dit maakt je als ondernemer gevoelig voor negatieve publiciteit over je product. Dit tij keert overigens wel. De geringe waardering heeft ook te maken met onwetendheid. De consument weet vaak niet waar het voedsel vandaan komt en hoe duurzaam verschillende soorten vis zijn. Bij de aanschaf van zeeproducten is hij dan ook vaak niet bereid om te betalen voor de ecologische waarde van de zee. Bovendien eten we nu eenmaal graag tong en schol.

De beleving van de zee kan worden gebruikt om zeeproducten en -diensten herkenbaarder te maken. Van Sint Jakobsschelpen en gezondheidsvoeding op basis van algen tot natuurlijke waterkeringen. Vermarkt als maatschappelijke verantwoorde ondernemer de gezonde waarde van je product en zorg voor garanties op de kwaliteit van productie en product. Het is van belang om de betrokkenheid en belangstelling voor de zee te vergroten. Als mensen de zilte en ecologisch rijke natuurlijke omgeving beter leren waarderen, zal er ook meer draagvlak ontstaan voor zeenatuur, ecologische waarden en duurzaam oogsten uit zee.

Meer kennis over de zee, om te innoveren geïnspireerd door die zee

Wanneer je wil leren van de zee is kennis over het functioneren van de zee en de diversiteit aan marien leven van groot belang. Deze kennis is nog altijd beperkt in vergelijking met terrestische ecosystemen. Denk bijvoorbeeld aan onzekerheden over de invloed van temperatuur, waterkwaliteit en voedselcondities op de aanwezigheid van mariene soorten.

De kennisinfrastructuur in Nederland van voor deze verkenning relevante kennisdomeinen staat op hoog niveau (zowel publiek als privaat). Denk aan oceanografische, geomorfologische en marien-ecologische kennis, maar ook aan procestechnologische, maritieme (baggeraars, bouwers en scheepsbouw) en waterbouwkundige kennis. Veel van de onderzoeksinstituten kijken echter naar specifieke onderdelen van de Noordzee of estuaria of naar specifieke toepassingsvelden (zoals waterbouwkundige werken). De interdisciplinaire kennis over het functioneren van systemen als de zee en de diversiteit aan marien leven kan verder versterkt worden. De stap naar een verder geïntegreerde onderzoeksagenda voor duurzaam gebruik van de zee kan nog gezet worden.

Een integrale benadering van het systeem zee, rivieren, estuaria, Noordzee en oceaan, is nodig in de programmering en aansturing van dat onderzoek. Stuur het onderzoek ook op zo'n manier aan dat het kennis oplevert over de natuurlijke processen in zee, die een basis vormen om duurzaam gebruik en een duurzaam beheer van de zee mogelijk te maken. Hierbij moet rekening worden gehouden met de verschillende tijd- en ruimteschalen van die natuurlijke processen en menselijke activiteiten. Om strategische kennisopbouw mogelijk te maken zouden thematische programma's geformuleerd moeten worden van voldoende financiële omvang. Daarnaast is het van belang om te investeren in (langetermijn)monitoring, zodat beter zicht verkregen wordt op de aard en omvang van onzekerheden in onze kennis van het systeem zee en deze hanteerbaar te maken voor beleid, beheer en gebruikers. Deze kennis kan ook gebruikt worden om beleids- en beheersdoelen te verbeteren. Een en andere vraagt interdepartementale agendering en afstemming op nationaal en internationaal niveau.

Om van een onderzoeksagenda een innovatieagenda te maken, moeten niet alleen de verschillende subdisciplines in (fundamentele) kennisontwikkeling over het functioneren van het mariene ecosysteem geïntegreerd worden. Het gaat ook om het versterken van de interactie tussen deze kennisontwikkeling en de kennisontwikkeling die zich sterker richt op productie en oogsten. Bovendien moeten dan wetenschappelijke kennis en (bottom-up) praktijkinitiatieven sterker aan elkaar gekoppeld worden. Immers, juist het samen komen van veelsoortige vormen van kennis speelt een rol bij het tot stand

komen van innovatie. Het gaat hierbij niet alleen om natuurwetenschappelijke en technische kennis, maar ook om gammakennis van de markt, trends in de samenleving en productontwikkeling.

AFSLUITEND... ZILTE INNOVATIE

Deze publicatie geeft ideeën. Er is een aantal interessante richtingen waar een internationaal perspectief gloort voor Nederland als waterland.

Eerzijds meer technisch:

- De ontwikkeling van drijvende productieplatforms voor productieactiviteiten offshore (waarbij voldaan wordt aan eisen van dierenwelzijn, gezondheid en milieu) en niet-bodemberoerende oogsttechnieken voor mariene organismen.
- De ontwikkeling van natuurlijke vormen van waterkeringen en kustverdediging die meervoudig ruimtegebruik mogelijk maken.
- De ontwikkeling van hoogwaardig duurzaam visvoer (en ander veevoer) op basis van mariene organismen die geconsumeerd kunnen worden door commercieel interessante soorten.
- Versterken van het onderzoek gericht op de voortplanting en selectie van mariene planten en dieren (uitgangsmateriaal voor cultures).
- Ontwikkelen van procestechnologie (gesloten systemen) voor een kosteneffectieve en gecontroleerde productie van mariene organismen en hoogwaardige toepassingen op basis van mariene organismen.
- Versterken van de positie op het gebied van (biologische) waterzuiveringstechnologie en de monitoring van de kwaliteit en voedselsamenstelling van water. Dit ten behoeve van het sluiten van kringlopen in gesloten productiesystemen, maar ook voor vormen van aquacultuur op zilte percellen achter of tussen de dijken.
- Ontwikkelen van technologie waardoor het sluiten van kringlopen binnen en tussen ondernemingen mogelijk wordt (o.a. water, energie en nutriënten).

Anderzijds ook meer bestuurlijk en institutioneel:

- Investeer in de ontwikkeling van evalueerbare beleidsdoelstellingen (voor natuur, visserij of andere activiteiten op zee) en van indicatoren, die recht doen aan de natuurlijke dynamiek van zee en kustzone.
- Ontwerp een bestuurlijke organisatie (gebiedsgeoriënteerd ipv. sectoraal) en ontwikkel vergunningstelsels en richtlijnen die meervoudig ruimtegebruik zowel offshore als in estuaria proactief stimuleren.
- Organiseer de mariene voedselketen in brede zin, zodat de handelspositie internationaal versterkt wordt. Investeer in distributie, logistiek en ketenbeheer voor veilig, betrouwbaar en gezond voedsel uit zee; het Westland onder de zeespiegel en het zilte Aalsmeer.
- Stimuleer en vergroot de herkenbaarheid van duurzame zilte producten

voor de consument. Ontwerp ook nieuwe marktmechanismen voor natuurvoedsel uit een zilt milieu.

- Ontwerp bestuurlijk-organisatorische arrangementen die een gemengde bedrijfsvoering in de visserij mogelijk maken, waardoor het systeem van quotering overbodig wordt.

Toch is de creativiteit in deze publicatie nog maar een eerste stap op weg naar innovatie, naar realisatie. Veel van de ideeën zijn nog te groen voor de markt. Ze botsen met bestaande beleidskaders, met dominante manieren van ondernemen en zullen misschien wel weerstand oproepen bij natuurorganisaties. Ze zijn vaak ook niet door één specifieke partij of belanghebbende te realiseren.

De stappen die gezet moeten worden vragen gedrevenheid, en lef en wil. Lef om de waarden van zout water ecologisch de ruimte te geven. En de wil om echt van de zee te leren als basis voor duurzaam oogsten. Het vraagt net zo goed lef om de dynamiek van de processen en de diversiteit aan marien leven economisch te mogen gebruiken.

De zee is van oudsher een vrij toegankelijk domein voor pioniers. Die pioniersmentaliteit zal nodig zijn.

Wie de kansen ziet, zal de smaak van de zee kunnen proeven.

1

Méér zout, méér ZEE!

Esther Luiten^{1,2}, Jan Stel³

De band die Nederlanders met de zee hadden, is verloren gegaan. De zee, ooit een bron van welvaart, is voor de Nederlanders geworden tot een vijandige dreiging. De ideologie van de ‘Vrije Zee’ (Hugo de Groot, 1609) ligt ten grondslag aan de houding dat op zee gehaald kan worden wat er te halen valt.

De afgelopen 25 jaar is wel het besef gegroeid dat het verder koloniseren van de zee – zonder oog te hebben voor de negatieve effecten en voor het functioneren van de zee – niet eindeloos kan doorgaan.

Dit hoofdstuk wil duidelijk maken dat het tijd is om weer meer met de zee samen te leven. De centrale vraag van deze verkenning is: Hoe kunnen we in Nederland duurzaam oogsten uit zee, geïnspireerd door de beweeglijkheid, de variatie en de productiviteit van marien leven in de Noordzee en de kustgebieden?

¹ STT/Beweton, Den Haag.

² Met dank aan de actieve inbreng van talloze deskundigen in het werktraject van deze toekomstverkenning (zie hoofdstuk Organisatie).

³ ICIS, Universiteit Maastricht, Maastricht.

“Nu ik het toch over de zee heb,
kan ik meteen wel zeggen, dat die ons volkskarakter bepaald heeft.
Men kan hieruit vermoeden, dat wij mensen zijn met een verre blik,
ruime losse zeden en brede opvattingen.
Dit is echter niet het geval.
De zee heeft ons wel gevormd,
maar op een geheel andere manier dan men verwachten zou.
Hij is namelijk niet onze vriend.
Hij is onze doodsvijand.
En zo zijn wij zijn tegendeel geworden, zijn antipode en zijn negatieve afdruk.
Als je een foto zou maken van de zee en
je zou vergeten die te ontwikkelen, dan zou je een Nederlander krijgen.”

Godfried Bomans, Wat is een Nederlander? Uit: Werken VII, Amsterdam, De Boekerij (1999)

1.1 WIJ EN DE ZEE: DE UITNODIGING

De Deltawerken vormen de kroon op een fraaie serie van Nederlandse waterwerken. Ze vormen tegelijkertijd het symbool voor een typisch landgerichte manier van denken. De zee is verdwenen uit ons dagelijkse leven, verstopt achter een veilige kustlijn. Wij hebben in de geschiedenis onze afhankelijkheid van de onstuimige processen van de zee verminderd en het land naar onze hand gezet. Die waterwerken markeren onze heroïsche strijd tégen de zee. Land en zeewater zijn twee gescheiden werelden. De harde dijken, de verkorting van de kust en het gebrek aan een zilte eetcultuur zijn tekenend voor onze landgerichte wijze van leven. Zee en zout water zijn een vijand. Land gaat boven water. Zoet water gaat boven zout water.

Op een warme zomerdag verlangen mensen naar het strand. De wegen naar de kust staan vol. Toch is de zee ver weg, niet alleen in meters of kilometers. Ook in ons denken. De zee is immers geen leefgebied voor mensen. Zeewater en zeeleven erkennen geen menselijke grenzen: de zee is grenzeloos, het water en het leven in zee stromen en bewegen. Het leven op aarde ontstond in die oceanen. De levende oceaan creëerde in honderden miljoenen jaren een atmosfeer waarin voldoende zuurstof aanwezig was. Talloze [algen](#) en andere planten, vissen, amfibieën en reptielen wisselden elkaar af in een voor ons vreemde wereld. Pas veel later volgde leven op land.

In Nederland is de cultuur die samenhangt met het leven met de zee verloren gegaan. We realiseren ons niet hoeveel invloed zeeën en oceanen hebben op ons dagelijkse leven. Ze spelen een sleutelrol in klimaat- en weerpatronen en in mondiale kringlopen van koolstof en stikstof. De zee heeft enorme voor-

spoed en rijkdom gebracht. Denk aan het haringkaken, de basis van de lucratieve haringhandel, die het mogelijk maakte dat wij de Hanzehandel gingen domineren. De lieden die de Gouden Eeuw brachten hadden hun wieg aan zee staan.

VRIJE ZEE

De zee is van oudsher een vrij toegankelijk domein voor pioniers. Heel lang kon de zee vrij geëxploiteerd worden, waarbij (nadelige) gevolgen nauwelijks zichtbaar waren. Deze houding ontstond na het juridisch geschrift van Hugo de Groot over een 'Vrije Zee' (de 'Mare Liberum' uit 1609). Hugo de Groot pleitte ervoor om de zeeën en oceanen voor iedereen vrij toegankelijk te houden. Met de Mare Liberum wilden de Nederlanders het handelsmonopolie van de Portugezen naar Oost-Indië breken.⁴ De Vrije Zee bracht zeevaart, waardevolle specerijen en handel. Maar met de Vrije Zee ging ook de 'Mare Nostrum' van de Romeinen overboord en werden zeeën en oceanen een gemeenschappelijk goed zonder eigenaar. De zee werd een grote 'gemeenschappelijke weide'. Het beginsel van de Vrije Zee was een vrijbrief voor exploitatie en opportunisme.⁵ Sinds de Mare Liberum is het gebruik van de zee toegenomen en is exploitatie een kwestie van 'ieder voor zich'. Innovatieve technieken zijn ingezet om de zee naar eigen goeddunken te gebruiken. Satellieten, sonar, nieuwe netten, vistuig en het sterk toegenomen motorvermogen van schepen hebben ertoe geleid dat bijvoorbeeld de visstand in zee onder druk is komen te staan. Afval kan nog altijd vrijwel straffeloos gedumpt worden. Nog sterker dan op land, kan men op zee, onttrokken aan de blikken van anderen, doen wat men niet laten kan. Hoewel De Groot aan het begin van de 17^e eeuw zelf al schreef dat alles wat de zeenatuur voortbracht, intact diende te worden gelaten met het oog op latere generaties, leidde zijn Vrije Zee tot een zodanig gebruik ervan dat de gemeenschappelijke weide wordt aangetast [Kalse, 2001].⁶

DE GRENZEN KOMEN IN ZICHT

Na de Tweede Wereldoorlog is het gebruik van zeeën en oceanen sterk geïntensiveerd. De laatste vijftig tot dertig jaar is ook het besef gegroeid dat we de zee niet onbegrensd kunnen exploiteren. Door het gebruik van nieuwe materialen, akoestische technieken, satellieten, computers en laserapparatuur is veel kennis vergaard over de zeebodem, het leven in zee en over de interacties tussen zee en atmosfeer, en tussen zee en land. Zaken als vervuiling, overbevissing en de gevolgen van schadelijke algenbloei zijn tastbaarder geworden.

In diezelfde periode is de beheersinvloed van kuststaten juridisch geformaliseerd. Eerst werden de territoriale wateren verruimd van 3 tot 12 mijl. Toen volgde de instelling van een aangrenzende zone tot 24 mijl uit de kust. Conform het verdrag van de Verenigde Naties inzake het Recht van de Zee

.....
4 Nog geen 20 jaar later konden de Engelsen de argumenten van Hugo de Groot inbrengen tegen de Nederlanders, die op hun beurt de handel van andere landen trachtten buiten te sluiten. De Duitsers beriepen zich in de Eerste Wereldoorlog nog op de Mare Liberum, toen Engeland een maritieme blokkade in de Noordzee legde [Arian, 1999].

5 Dit was al zo in de tijd van Hugo de Groot. De Mare Liberum zelf was onderdeel van een veel groter werk over het Recht op de Buit, 'De Iure Praedae' uit 1604. Dit stuk werd geschreven in opdracht van de Verenigde Oost-Indische Compagnie (VOC) om de inbeslagneming van een met schatten beladen Portugees galjoen te verdedigen. Maar omdat het de heren van de net opgerichte VOC om politiek-strategische redenen niet uitkwam, werd dit werk pas in 1868 uitgegeven.

6 In geval van een gemeenschappelijke weide domineert bij gebruikers het 'free rider'-gedrag. Hierdoor ontstaat in het meest extreme geval een suboptimaal resultaat voor het collectief [Hardin, 1968]. Voor een actueel overzicht van de problemen bij de gemeenschappelijke weide, zie 'The Drama of the Commons' [Ostrom, 2002].

(1982⁷) kregen kuststaten in deze zone soevereine bevoegdheden om gezag uit te oefenen (beperkt door het recht van onschuldige doorvaart). Daarnaast erkende het Zeerechtverdrag het continentale plat (tot maximaal 200 zeemijl uit de kust) en de mogelijkheid om Exclusieve Economische Zones (EEZ) te claimen. De mens heeft parallel aan de toename van gebruik, zijn ‘landsgrenzen’ op zee steeds verder gemarkeerd. Enerzijds om rechten te claimen, anderzijds zijn daarin internationaal ook plichten vastgelegd. Kuststaten zijn verantwoordelijk voor het inrichten van een behoorlijk bestuur en voor de duurzame economische ontwikkeling van dat gebied.⁸

Ook al heeft de uitgestrektheid van de zee de mens altijd vervuld met het besef van oneindigheid, het functioneren van zeeën en oceanen blijkt begrensd door ecologische en geo-morfologische processen. Ook op zee moet het **voorzorgsbeginsel** toegepast worden, zodat we op termijn kunnen blijven oogsten (zie tekstkader Duurzaamheid).

Duurzaamheid

Met de Brundtland Commissie (1987) hebben de begrippen duurzaamheid en duurzame ontwikkeling een nieuwe betekenis gekregen. Duurzame ontwikkeling is een complex begrip dat nauw samenhangt met de (individuele) perceptie van de mens bij het gebruik van de natuurlijke omgeving voor productie en consumptie. Er bestaan tientallen verschillende definities. Elke definitie impliceert dat er een inschatting moet worden gemaakt van de huidige en toekomstige maatschappelijke behoeften en van de manier waarop in die behoeften voorzien kan worden. Een dergelijke inschatting is omgeven door onzekerheden en kan daardoor niet objectief zijn. Wat de één duurzaam vindt, is dat voor de ander niet. Wat op nationale schaal duurzaam is, hoeft dat op internationale schaal helemaal niet te zijn.

De Onafhankelijke Mondiale Commissie over de Oceanen (zie [Soares, 1998]) heeft duurzaamheid met betrekking tot de zee gedefinieerd als:

“Als de natuurlijke rijkdommen in de zee en het kustgebied op duurzame wijze dienen te worden ontwikkeld, dan mogen de baten die er nu uit voortvloeien niet dezelfde opbrengst aantasten voor toekomstige generaties”

Behoeften van toekomstige generaties worden bepaald door sociaal-culturele, economische en ecologische uitgangspunten en ontwikkelingen. Deze kunnen op verschillende manieren gewogen worden.

Er zijn wel een aantal algemene kenmerken van duurzaamheid: het gaat om ten minste twee generaties; het omvat verschillende schaalniveaus (lokaal-regionaal-nationaal-internationaal); en het gaat om drie maatschappelijke dimensies: de economische, de ecologische en de sociaal-culturele [Stel, 2002; Rotmans, 2001].

.....
7 Twaalf jaar na ondertekening is het verdrag in 1994 van kracht geworden.

8 Waarbij wel de kanttekening moet worden gemaakt dat de Exclusieve Economische Zone ‘slechts’ 37% is van de totale ruimte op zee. Buiten de EEZ is de toegang tot de voorraden van de zee nog altijd vrij.

UITNODIGING: DUURZAAM OOGSTEN

Zeeën en oceanen verdienen aandacht. Deze publicatie nodigt daartoe uit en sluit aan bij de drie genoemde dimensies van duurzaamheid. Deze zijn in theorie niet strijdig met elkaar, maar staan in de praktijk (zeker op de korte termijn) wel vaak op gespannen voet. Hierbij moet rekening gehouden worden met de verschillende schalen in tijd en ruimte van natuurlijke en maatschappelijke processen.

De publicatie is een uitnodiging de verbroken sociaal-culturele band met de zee te herstellen. De mens is niet gemaakt om te overleven in zeeën en oceanen, maar we kunnen wel weer leren samenleven met de zee. Als we de zee meer ruimte geven, dan kunnen de waarden van de zee (her)ontdekt worden. Met 'waarden van de zee' of 'zilte waarden' wordt in deze publicatie gedoeld op producten en diensten uit zee, zoals een smakelijk visje of (duurzame) energie, maar ook op de natuurwaarden van de zee zelf. Het is verder een uitnodiging om te zoeken naar innovatieve manieren om zilte producten en diensten te oogsten uit de zee. En het is een uitnodiging om dat op een manier te doen, waarbij het regeneratieve vermogen van de ecosystemen in zee intact gelaten wordt.

1.2 DE NOORDZEE: MOTIEVEN EN NOODZAAK

Figuur 1

De Noordzee, drukste zee ter wereld. Bron: [Ruimtelijk Planbureau, 2003].

Deze verkenning richt zich op de Noordzee en haar Nederlandse kustgebieden. De Noordzee is een van de vele zeeën op deze wereldbol. Het is een kleine, maar heel interessante zee. Ze is gelegen tussen zeven geïndustrialiseerde en



	lage schatting	centrale schatting	hoge schatting
temperatuur	+ 1 °C	+ 2 °C	+ 4 tot 6 °C
gemiddelde zomerneerslag	+ 1%	+ 2%	+ 4%
zomerverdamping	+ 4%	+ 8%	+ 16%
gemiddelde winterneerslag	+ 6%	+ 12%	+ 25%
jaarlijks maximum van de 10-daagse winterneerslagsom	+ 10%	+ 20%	+ 40%
relatieve zeespiegelstijging	+ 20 cm	+ 60 cm	+ 110 cm

Tabel 1

Klimaatscenario's voor Nederland in 2100 op basis van het derde IPCC-rapport 2001. Bron: [KNMI, 2001; KNMI, 2003].

sterk verurbaniseerde landen.⁹ De Noordzee en haar kustgebieden vervullen veel functies voor de bevolking van West-Europa. Het is een belangrijke schakel in de wereldeconomie. De Noordzee is een van de meest intensief gebruikte en drukst bevaren zeeën ter wereld (zie Figuur 1).

Van oudsher is de visserij actief en is de Nederlandse kust in trek als bestemming voor vertier en vermaak. In het tweede deel van de vorige eeuw is de Noordzee in rap tempo in cultuur gebracht. In 1961 kwam het eerste platform voor de exploitatie van de olievoorraden in de Noordzeebodem. In 1975 volgde de winning van aardgas. Maar ook door scheepvaart, de opslag van bagger en de (toenemende) winning van verschillende soorten zand en grind is het economisch belang van de Noordzee alleen maar verder toegenomen. Tegelijkertijd is en blijft de Noordzee een van de meest woeste zeeën ter wereld.

Maar waarom die uitnodiging om de verbroken band met de zee weer te herstellen? Waarom moet er nagedacht worden over meer duurzame manieren om te oogsten uit de Noordzee en haar kustgebieden? Een aantal natuurlijke en maatschappelijke ontwikkelingen vormen het motief.

NATUURLIJKE TRENDS — VERANDERINGEN IN HET WATERKLIMAAT

De effecten van klimaatverandering worden sterk gevoeld in druk bewoonde kustzeeën zoals de Noordzee. De druk op deze gebieden zal naar verwachting worden opgevoerd door de gevolgen van het versterkte broeikas effect. De IPCC¹⁰ verwacht dat de zeespiegelstijging in West-Europa in de 21^e eeuw binnen de marge van de projecties van de mondiale zeespiegelstijging zal vallen (zie Tabel 1) [KNMI, 2001; KNMI 2003]. Rijkswaterstaat hanteert een stijging van 60 cm voor de komende eeuw [DWW, 2000]. Het weer wordt onstuimiger en de golfhoogte op zee zal toenemen, waarschijnlijk met zo'n 30%. Mogelijke veranderingen in het stromingspatroon van de Noord-Atlantische Golfstroom kunnen grote gevolgen hebben voor het klimaat in de landen rond de Noordzee. In Nederland zou er in de winter wel eens 10% meer neerslag kunnen vallen. Door de verwachte kleine toename van neerslag in de zomer en een toename van de verdamping ontstaat een grotere kans op droogte in de

⁹ Dertien van de vijftien grootste wereldsteden liggen aan zee. Op dit moment leeft meer dan de helft van de wereldbevolking in kustgebieden. Over 25 jaar zal dit 75% van de wereldbevolking zijn [IOC, 2002].

¹⁰ De WMO (World Meteorological Organisation) en UNEP (United Nations Environmental Programme) richtten in 1988 de Intergovernmental Panel on Climate Change op, de IPCC. De IPCC beoordeelt regelmatig de kwaliteit van wetenschappelijke, technische, en socio-economische informatie die verband houdt met klimaatveranderingen.

zomer. Ook zullen de rivieren hun water grilliger afvoeren. Het lijkt erop dat de afvoer van bijvoorbeeld de Rijn in de winter gemiddeld zal toenemen en in de zomer zal afnemen [KNMI, 2001].

Hierbij komt dat de bodem ten westen van de as Emmen – Bergen op Zoom daalt, terwijl het gebied ten oosten van die as stijgt [Overbeek, 2001]. Deze beweging van de ondergrond is een gevolg van het smelten van het landijs sinds de laatste ijstijd. Dergelijke natuurlijke processen die spelen op verschillende tijdschalen leiden ertoe dat de situatie in deltagebieden als Nederland minder veilig zal worden. Kustprovincies zakken versneld weg. Het zeewater stijgt, de kusterosie neemt toe, en er zal vaker sprake zijn van overstromingen of juist van perioden van droogte. Het spuien van overtollig rivierwater in het IJsselmeer kan daardoor lastiger worden. Ook zal de **verzilting** van de kust toenemen. De zoute kwel heeft invloed op de waterkwaliteit voor drinkwater en voor de landbouw [KNMI, 2001; KNMI, 2003]. Deze natuurlijke trends roepen vragen op. Kan de verzilting in kustgebieden niet omgezet worden in nieuwe vormen van zilte tuinbouw of nieuwe vis- en schelpdiercultures? Kunnen nieuwe manieren van waterkering niet juist meer ruimte geven aan zout water, waarbij de veiligheid behouden blijft?

OVEREXPLOITATIE — VERDWIJNEN VAN RIJKE VISGRONDEN

Kustzeeën als de Noordzee zijn bijzonder productieve zeeën. Kustzeeën leveren 90% van de vangst voor de mondiale visserij en 25% van de mondiale biologische producten. De vraag naar vis als eiwitrijke en gezonde bron van voedsel zal toenemen.¹¹ De problemen met de huidige visserijgronden zijn bekend [Pauly, 2003]. Van de ruwweg 200 visserijgronden in de wereld wordt bijna 40% tot aan hun maximale draagkracht geëxploiteerd en meer dan een kwart wordt ronduit overbevist [Verreth, 2001]. Ook dit roept vragen op. Kan de visserij op de Noordzee ook lekker en gezond voedsel leveren met minder gevolgen voor de natuurlijke omgeving? Wat is daarvoor nodig? Of moet er een omslag komen van jager naar teler om in de toekomstige eiwitbehoefte te kunnen voorzien? Wat zijn de mogelijkheden van **aquacultuur** in Nederland, zowel op land als in zee? En hoe duurzaam, hoe groen, kan deze ‘blauwe revolutie’ zijn [Economist, 2003]?

OVEREXPLOITATIE — AANTASTING VAN HET MARIENE MILIEU

De kwaliteit van het mariene leefmilieu staat nog altijd onder druk. De mariene biodiversiteit wordt bedreigd. In de Noordzee zijn langlevende soorten als tonijn, vleet, stekelroggen en oesters (bijna volledig) verdwenen. De Noordzee is mede door het intensieve gebruik een van de meest vervuilde zeeën. Verontreinigingen en gevaarlijke stoffen, zoals olie en oliehoudend afval, scheepsafval, verontreinigde baggerspecie, TBT en andere antifoulings, cfk's,

¹¹ Volgens de Food and Agriculture Organization (FAO, een VN-onderdeel) zal de totale vraag naar vis rond 2020 tegen de 160 en 170 miljoen liggen, tegen ongeveer 120 miljoen ton per jaar nu.

dioxinen en radioactiviteit bedreigen de ecologische systemen in zee. Het water kent een overmaat aan **nutriënten** zoals fosfaten en stikstoffen, die worden aangevoerd via de rivieren. De natuur- en milieuwwaarden op zee vereisen bescherming, niet alleen vanwege de intrinsieke natuurwaarden en kwaliteiten, maar ook vanwege de negatieve invloed op de kwaliteit van producten die de mens aan zee ontleent, zoals vis en schelpdieren of schoon zwemwater langs de kust.

ONDERBENUTTING — ZEEËN VAN ONONTGONNEN KANSEN

Opmerkelijk genoeg is er ook sprake van onderbenutting [NRLO, 1998]. De zee heeft een enorme potentie, juist vanwege de enorme diversiteit aan marien leven en vanwege de productiviteit van kustzeeën. Het huidige gebruik is schamel, zowel kwantitatief als kwalitatief. We vissen om voedsel uit zee te halen en doen dit op een manier die problemen oplevert. Er zijn, gezien de variëteit aan mariene organismen en hun unieke genetische of fysiologische eigenschappen, nog talloze andere toepassingsmogelijkheden denkbaar. Deze organismen vormen een potentiële bron van functionele componenten, biologische fijnchemicaliën, energiebronnen en genetische informatie. Welke onbenutte mogelijkheden zijn er? En wat is er voor nodig om bedrijvigheid voor deze toepassingen te ontwikkelen? Tot wat voor nieuwe typen van duurzame activiteit kan dit leiden?

MAATSCHAPPELIJKE TRENDS — ZEEËN VAN RUIMTE

Als de druk op land te groot wordt en er dus ruimtegebrek ontstaat, dwaalt de blik van de mens naar plekken waar wel ruimte is. De zee biedt die ruimte. Lonkende blikken naar de ruimte op zee zullen ook in de toekomst blijven bestaan. Juist langs kustzeeën als de Noordzee zal de bevolkingsdruk toenemen. Er is behoefte aan wonen, werken, plezier en genieten. Activiteiten waar op land geen plaats meer is, moeten maar naar zee. Hoe gaan we om met de ruimte op zee wanneer ook nieuwe activiteiten een plek willen? Op welke toekomstige claims kan en moet nu reeds geanticipeerd worden? Meer vormen van duurzame energie, meer pret en vertier of meer kweek van zilte groenten (**halofyten**), **wieren**, schelpdieren of vis? In hoeverre kan en moet de intrinsieke kwaliteit van de zee hierbij als uitgangspunt dienen?

Al met al bestaat er een paradoxale situatie. Overexploitatie en onderbenutting bestaan naast elkaar. De maatschappelijke en natuurlijke trends vergroten de noodzaak om na te denken hoe we in de toekomst op een duurzame manier met die zee willen omgaan. Er is een nieuwe blik op zee nodig. Hoe kunnen we oogsten uit zee op een manier waarbij die paradox niet langer zal bestaan?

1.3 DE UITDAGING: MÉÉR ZEEDENKEN!

UITDAGING

Om uit de situatie van overexploitatie en onderbenutting te komen, zullen we de Noordzee en het zoute water niet langer ver achter de dijken moeten houden. Dit vereist een omslag in ons traditioneel landgerichte denken. De zee en de grote diversiteit aan mariene planten en dieren worden ondergewaardeerd, terwijl er andere en méér duurzame kansen zijn. Vragen om een blik op zee lijkt triviaal, maar dat is het niet. De (voor)oordelen over water en de zee zijn diep verankerd in ons collectieve en religieuze bewustzijn (zie tekstkader De symbolische betekenis van de zee). De heftige weerstand tegen veranderingen in het water- en kustbeleid kunnen hierop teruggevoerd worden.

De symbolische betekenis van de zee

De zee is bedreigend, niet voor niets zijn er wereldwijd ontelbaar veel zeegoden die vooral dienen om de zee te vriend te houden. In de Griekse en Romeinse oudheid werd gedacht dat er in de zee goden woonden, maar ook andere gevaarlijke wezens. De Griekse schrijver Herodotus (484-425) noemde haar daarom Mare Cronium, de dode zee. Ook de Griekse geleerde Ptolemeus (100-178) beschreef die grote 'dode zee'. Zijn werk was in de Middeleeuwen nog steeds een bron van aardrijkskundige kennis. Uit het wereldberoemde werk van de Griekse dichter Homerus over Odysseus blijkt dat op zee het gevaar altijd op de loer ligt. Odysseus, de koning van het Griekse Ithaka, zwierf tien jaar rond op zee op zoek naar zijn vaderland. Een eerdere ruzie maakte dat de zeegod Poseidon tal van listen verzong om Odysseus te dwarsbomen. Het verhaal laat zich lezen als een spannende avonturenroman, maar zit vol dreiging en gevaar. Zo waarschuwde Homerus de zeevarenden bijvoorbeeld voor zeemeerminnen, toen nog sirenen genoemd: "Eerst kom je bij de sirenen. Ze betoveren iedereen die zich in de buurt waagt. Wie argeloos nadert en hun stem hoort, keert niet behouden naar huis terug. Nooit meer lopen vrouw en kinderen hem stralend van vreugde tegemoet. De sirenen zitten in een weide en betoveren met helder gezang. Het strand ligt vol verschrompelde beenderen van weggerotte mannen." De boosaardige sirenen verslonden zeelieden die het waagden verder de zee op te gaan dan beslist noodzakelijk was. De zee is vol verleiding, maar tegelijkertijd meedogenloos. Het is geen toeval dat Afrodite (Grieks) of Venus (Romeins) als godinnen van de liefde uit het schuim van de zee geboren werden, maar ook gezien werden als een dodelijk wapen waaraan een 'echte man' geen weerstand kon bieden.

Wie vertrouwd is met de Bijbel, kent de zee als woest. Overslaande golven en storm staan symbool voor onheilstijding, ondergang en dood. De zee is het symbool voor het antigoddelijke. De zee moet niet voor niets wijken, wanneer Mozes vanuit Egypte vlucht. In het Oude Testament gebruikt God de zee als wapen. Toen de mens

zich niet gedroeg zoals de bedoeling was, volgde de zondvloed. Slechts een paar mensen en dieren op een ark waren de overlevenden. In het Nieuwe Testament is er in de Openbaringen van Johannes sprake van een monster dat uit de zee komt. En dat Jezus over het water loopt, is een symbool van overwinning op de dood en een teken van verlichting. De christelijke religie is overigens niet de enige godsdienst waar verhalen te vinden zijn over mensen die het kwaad overwinnen door over het water te wandelden. Gelijksortige verhalen zijn er over Boeddha, Pythagoras, Empedokles, Epidemes, Abaris, de Babylonische magiërs en de Perziër Cyrus.

Bron: [DADA, 2002].

Als we in de toekomst duurzaam willen oogsten uit zee, gaat het niet alleen om waardering. De omslag in ons denken zal verder moeten gaan: het zal erop aankomen om meer vanuit de *eigenheid* van de zee te denken over het gebruik ervan. Hoe functioneert het systeem zee en wat kan de mens hiervan leren om op een innovatieve manier in haar behoeften te voorzien [Verreth, 2001; Stel, 2002]? Duurzaam oogsten staat niet alleen maar voor *halen* uit zee, maar is juist bedoeld om te ontdekken wat de zee kan *geven*.

De zee als basis voor innovatie, als bron van inspiratie. Het denken moet omgebogen worden in een richting waarin de natuurlijke processen in zee voorop staan (zie tekstkader Ecosysteemdiensten). Er kan dan meer rijkdom uit de zee komen, met minder schade. Ook kan er dan beter geanticipeerd worden op de gevolgen van maatschappelijke en natuurlijke trends. De **dynamiek** van de zee is nu eenmaal anders dan het ritme op land. Nederland is verakkerd, ingericht, vlak en plat. De zee daarentegen is onbegrensd. Het is een dynamisch geheel van stromingen, zand, water, golven. Er spelen tal van fysische, chemische, biologische en ecologische processen op verschillende tijdschalen (van milliseconden tot eeuwen) en ruimteschalen (van het niveau van celmetabolieten tot de hele aarde). Zowel haringen als dolfijnen, maar ook olievlekken of pcb's kennen niet de grenzen zoals die op land bestaan. De zee is een belangrijke ecofabriek van zuurstof en van koolstofrijke biomassa. Ze speelt een cruciale rol in mondiale nutriëntenkringlopen van koolstof, stikstof en fosfaat. De grenzen van de zee zijn diffuus en dringen diep in de atmosfeer door, de continenten, de aardkost, in menselijke activiteiten, in economische ontwikkelingen en in onze cultuur.¹² Zoet en zout vormen één geheel. Deze grenzeloosheid van de ruime zee geeft nieuwe innovatieve kansen, maar betekent ook dat de zee niet op dezelfde manier ingericht kan worden als het land. Begrippen als bezit en eigendom zijn grotendeels illusoir. Die eigen dynamiek maakt dat er een ander paradigma nodig is voor de zee, meer organisch dan mechanisch, en meer holistisch dan gespecialiseerd.

¹² Om deze reden spreekt Stel over de oceanische ruimte in plaats van over de zee [Stel, 2002].

Ecosysteemdiensten

*Dolf de Groot*¹³

De waarde van de zee als natuurlijk systeem is veel groter dan de marktopbrengst van zand, grind, olie, gas, schelpen en vis. De natuurlijke processen in zee voorzien in tal van 'gratis' diensten en producten die van vitale betekenis zijn voor onze ecosysteemdiensten. Denk bijvoorbeeld aan de zuivering van water, het hergebruiken van nutriënten, de enorme genenpool, de biologische regulatie en het reguleren van het klimaat. De economische waarde van deze ecosysteemdiensten – ook wel het verborgen kapitaal genoemd – wordt nog altijd schromelijk onderschat en nauwelijks in beeld gebracht [RWS, 1999].

Sinds een artikel van Costanza waarin deze diensten wereldwijd op hun waarde zijn geschat, is een discussie over het bepalen van deze voor de mens zo belangrijke diensten van de natuurlijke processen in zeeën en oceanen op gang gekomen [Costanza, 1997]. Costanza schatte de totale economische waarde van de kust, waartoe hij ook randzeeën als de Noordzee rekent, op ruim 12.500 miljard US\$. Dit is net iets meer dan de waarde van het oppervlak aan land. Het land is echter wel vijf maal zo groot als het zeeoppervlak. Deze waarde van ecosysteemdiensten wordt in economische berekeningen zelden of nooit meegenomen. Er vindt ook in Nederland onderzoek plaats naar een aanpak waarbij deze baten wel meegenomen worden. [Dorp, 2000] berekende dat de totale waarde van de ecosysteemdiensten van de gehele Waddenzee ongeveer 4,4 miljard euro per jaar is. De waarde van de ecosysteemdiensten van de Nederlandse Waddenzee is ongeveer 1,7 miljard euro per jaar, die van de Nederlandse Exclusieve Economische Zone (EEZ) op de Noordzee ruim 8,5 miljard euro per jaar.¹⁴ Let wel, dit bedrag is ruim meer dan de kosten van de Deltawerken en ongeveer een derde van het bedrag dat Nederland uitgeeft aan het waterbeheer.

De uitdaging is meer zout toe te laten in ons denken en meer door de zee geïnspireerd na te denken over oogsten uit zee. De rijkheid van de zee zelf kan richting geven aan ons denken.

¹³ ICIS, Universiteit Maastricht, Maastricht.

¹⁴ In deze berekening is uitgegaan van een oppervlakte van 2500 km² voor het Nederlandse Waddenzeegebied en een waarde van de ecosysteemdiensten van € 6.700 per hectare per jaar. Wat het Nederlandse deel van de Noordzee betreft is uitgegaan van een zeeoppervlakte van 57.000 km² met een waarde van de ecosysteemdiensten van 1.500 euro per hectare per jaar.

CENTRALE VRAAG

De centrale vraag van deze verkenning is: Hoe kunnen we in Nederland duurzaam oogsten uit zee, geïnspireerd door de beweeglijkheid, de variatie en de productiviteit van marien leven in de Noordzee en in de kustgebieden?

Duurzaam oogsten betekent niet langer alleen maar halen uit zee, het betekent ook verantwoordelijkheid inbrengen. Op deze manier kunnen waardevolle zilte producten en diensten geleverd worden. Er is een verandering in denken en handelen nodig bij tal van mensen en organisaties om tot die 'zilte waarden' te komen. Dit wordt samengevat in Figuur 2. Als Nederlandse burgers zullen we ons de zee weer bewust moeten worden (zie pijl 1). Door te

leren van de natuurlijke processen in zee, kan het bedrijfsleven bestaande producten, diensten en markten verbeteren en of nieuwe producten ontwikkelen (zie pijl 2). Hierbij zal de exploitant rekening moeten houden met de ecologische randvoorwaarden van het mariene leven van en in de zee (zie pijl 3), zodat hij maatschappelijk draagvlak kan verwerven voor zijn activiteiten in de samenleving (zie pijl 4). Wanneer de burger in zijn rol als consument een eerlijke prijs wil betalen voor de gewenste en geleverde producten of diensten (zie pijl 5), dan ervaren en beleven we de zee met veel meer plezier dan nu het geval is (zie pijl 6).

Figuur 2

Duurzaam oogsten van zilte waarden: een driehoek.



AMBITIE

Het is de ambitie van deze verkenning om niet te blijven hangen in abstracte noties. Het komt er op aan om de nieuwe manier van oogsten concreet en voorstelbaar te maken. De ambitie is om te inspireren door tastbaar en zichtbaar te maken wat de zee te bieden heeft en om zo vernieuwend denken (en doen) in relatie tot de zee te stimuleren.

Om dit te bereiken is een werktraject georganiseerd waarin drie ontwerpgroepen deze uitdaging hebben opgepakt. Een groot aantal betrokkenen ‘uit het veld’ hebben actief geparticipeerd in dit traject en samengewerkt om deze noties concreter te maken (zie hoofdstuk Organisatie). Deze publicatie is het resultaat van dat werktraject. De drie ontwerpgroepen hebben zich daarbij elk gericht op een ander geografisch gebied in Nederland (zie Tabel 2 op pagina 40). Elke ontwerpgroep heeft onderzocht wat duurzaam oogsten kan betekenen

voor die gebieden, en heeft daarbij een eigen, specifieke focus gekozen (zie kolom drie, Tabel 2). De focus is ingegeven door het feit dat deze drie gebieden problemen hebben om tot innovatie te komen. In het werktraject is bottom-up gewerkt om zo aansluiting te vinden bij de problemen. Tegelijkertijd is in het werktraject geprobeerd om over de korte termijn heen vernieuwend denken (en doen) te stimuleren. In het werktraject zijn – ondanks de keuze voor Nederlandse gebieden – de ogen niet gesloten voor ontwikkelingen in het buitenland, bijvoorbeeld voor innovatieve vormen van visserij of **aquacultuur**. Er is juist geprobeerd aan te geven hoe deze innovatie er uit kan zien in Nederland. Wat voor vormen van economische activiteit zijn denkbaar en relevant voor Nederland?

De keuze voor die drie gebieden heeft verschillende voordelen. Allereerst is het gemakkelijker om de natuurlijke kenmerken en processen in dat gebied als vertrekpunt van denken te nemen. Daardoor start het denken niet vanuit een specifieke activiteit, technologie of toepassing, maar vanuit de eigenheid en voordelen van die geografische omgeving. Omdat in dat gebied ook andere activiteiten plaatsvinden, nodigt deze werkwijze uit om te zoeken naar mogelijkheden voor synergie: waar en hoe kunnen activiteiten elkaar versterken? Hoe kunnen ze geïntegreerd worden? Wat voor mogelijkheden zijn er voor meervoudig ruimtegebruik? Ten slotte kunnen door de keuze voor geografische gebieden eventuele tegenstrijdigheden en gelaagdheden in het begrip duurzaamheid expliciet gemaakt worden.

Tabel 2

De focus van de drie ontwerpgroepen: van zee tot land.

Ontwerpgroep	Rijke Noordzee
Geografisch gebied	Noordzee
Focus	Er wordt in Nederland al ruim twintig jaar gesproken over een duurzaam en integraal gebruik van de Noordzee, maar een visie op de toekomst van de Noordzee ontbreekt nog steeds.
Kernopgave	De kernopgave is: Welke kansen zijn er op zee en wat is er voor nodig om in de toekomst proactief in te spelen op kansen die duurzame oogst uit zee mogelijk maken? De Noordzee is een zee ‘vol’ claims en bestaande belangen van organisaties die zich professioneel met die Noordzee bezighouden. De bestaande verhoudingen en vaste patronen tussen zowel gebruikers, beleidsmakers als onderzoekers belemmeren het toekomstgericht denken. Alle partijen hebben logische en legitieme redenen om sterk vanuit het nu en de eigen belangen te handelen.
Uitdaging	Gezien de algemeen gedeelde verwachting dat het alleen maar drukker zal worden op de Noordzee, is in deze ontwerpgroep de uitdaging opgepakt even te ontglippen aan de kortetermijnbelangen.
Hoofdstuk 3 7 experimenten	Met de aanduiding ‘Rijke Noordzee’ wordt bedoeld op een Noordzee die vol is aan economische en ecologische waarden. In hoofdstuk 3 worden 7 experimenten uitgewerkt voor de Nieuwe kaart van de Noordzee.

Ontwerpgroep	Zeecultuurpark
Geografisch gebied	Estuarium
Focus	Gezien de toenemende druk van zout water op de waterkeringen en op het grondwater, is het tijd om na te denken wat we kunnen met het zilte milieu op het grensvlak van land en water. Zout water heeft niet alleen kwaliteiten voor de natuur, maar ook voor de kweek en oogst van voedsel, die nu nog nauwelijks benut worden anders dan voor de intensieve visserij.
Kernopgave	De kernopgave is: Hoe kan het verzachten van de bestaande scheiding tussen land en water leiden tot méér natuur en méér productie van voedsel in de regio? Hoe kunnen overgangen van zoet naar zout water en ontpoldering in kustgebieden omgezet worden in kansen voor regionale innovatieve bedrijvigheid rond het oogsten van voedsel? En hoe zorgen we ervoor dat de Nederlander een hernieuwde waardering krijgt voor een zilt milieu door te beleven en te ervaren uit wat voor gebied dat lekkere eten komt?
Uitdaging	De uitdaging is meer ruimte te geven aan de natuurlijke processen in een estuarium, zodat op een extensieve en innovatieve manier een divers zeebanket kan worden geoogst. Zeecultuurparken maken het mogelijk om de natuurlijke en de voedselwaarde van zout water in samenhang onder de aandacht van de Nederlander te brengen.
Hoofdstuk 4 3 regionale ontwerpen	Met de aanduiding 'Zeecultuurpark' wordt bedoeld op de innovatieve bedrijvigheid om deze 'culinaire biodiversiteit' te herontdekken en op een natuurlijke en duurzame manier te oogsten. In hoofdstuk 4 worden 3 regionale ontwerpen uitgewerkt.

Ontwerpgroep	Zee-op-land
Geografisch gebied	Land, polders en industrieterreinen
Focus	Aquacultuur, de kweek van (mariene) organismen, is internationaal sterk in ontwikkeling. Dit geldt vooral voor de kweek van consumptievis, maar ook voor de productie van andere (mariene) organismen voor andere toepassingen dan voedsel. Door de kweek van organismen te verplaatsen naar land kan volledig onafhankelijk van het mariene milieu geproduceerd worden. Nederland heeft geen grote aquacultuursector, maar is juist sterk in dit soort 'gesloten' kweeksystemen.
Kernopgave	De kernopgave is: Hoe zijn dit soort vormen van kweekactiviteit verder uit te bouwen? Voor welke toepassingen en markten kan Nederland zijn concurrentiepositie versterken? De ontwerpgroep heeft zich gericht op intensieve, hoogproductieve kweeksystemen. Dit soort systemen kunnen op een gegarandeerd veilige en efficiënte manier (nieuwe) hoogwaardige producten leveren. De mariene diversiteit in zee – op het niveau van zowel de voedselpiramide als het celmetabolisme – vormt een bron van inspiratie voor nieuwe productiesystemen op land.
Uitdaging	De uitdaging is om de activiteiten van de veelal pionierende ondernemers, die actief zijn in verschillende toepassingen en markten, vanuit een samenhangend perspectief neer te zetten om zo de economische kansen van Zee-op-land voor Nederland te schetsen.
Hoofdstuk 5 2 ontwerpen 7 interviews	Met de aanduiding 'Zee-op-land' wordt geduïd op nieuwe markten en vormen van bedrijvigheid op basis van mariene grondstoffen. In hoofdstuk 5 worden 2 ontwerpen van gesloten productiesystemen gepresenteerd. Ook komen 7 pioniers aan het woord.

LEESWIJZER

De bijdragen in deze publicatie zijn grotendeels geschreven door de deelnemers aan het werktraject van deze verkenning. Voordat de bijdragen van de drie ontwerpgroepen aan bod komen, wordt in hoofdstuk 2 de relatie tussen de drie hoekpunten van Figuur 2 uitgediept. Er wordt aandacht besteed aan de wordingsgeschiedenis van Nederland (2.1), de verschillende manieren waarop mensen natuurwaarden her- en erkennen (2.2), en aan trends en de verantwoordelijkheden rond duurzaamheid in de moderne consumptie-economie (2.3). De bijdragen van de ontwerpgroep De Rijke Noordzee komen vervolgens aan de orde in hoofdstuk 3, van de ontwerpgroep Zeecultuurpark in hoofdstuk 4, en van de ontwerpgroep Zee-op-land in hoofdstuk 5.

In de lopende tekst van de hoofdstukken wordt verwezen naar tekstkaders. In deze tekstkaders komen illustratieve (historische) voorbeelden of relevante achtergrondinformatie aan bod.

De woorden die in de tekst paars gemarkeerd zijn, staan uitgelegd in de trefwoordenlijst achterin het boek.

In het kader van deze verkenning is in samenwerking met de Vereniging Week van de Zee een ontwerpwedstrijd georganiseerd voor studenten van HBO en universiteiten voor de Week van de Zee 2003. Compilaties van de drie winnende inzendingen van deze wedstrijd zijn opgenomen in de publicatie tussen hoofdstuk 2 en 3 (winnende inzending), hoofdstuk 3 en 4 en tussen hoofdstuk 4 en 5.

Voorafgaand aan hoofdstuk 3 De Rijke Noordzee en hoofdstuk 5 Zee-op-land zijn ten slotte samenvattingen van internationale projecten en initiatieven opgenomen. Deze innovatieve voorbeelden geven een indruk van de internationale ontwikkelingen, en zijn op die manier inspirerend voor de mogelijkheden in Nederland voor een Rijke Noordzee en voor Zee-op-land.

De scope van de publicatie is breed en varieert van zee tot land. De achtergrond van de auteurs verschilt zowel wat betreft disciplinaire achtergrond, persoonlijke drijfveren als werkkring. Deze verkenning beweegt zich op het snijvlak van tal van wetenschappelijke gebieden, zoals de oceanografie, de geologie, de hydromorfologie, de **ecologie**, de waterbouwkunde, het water- en natuurbeheer, de biotechnologie, de kweektechnologie en andere richtingen in de procestechnologie. Deze gebieden worden bekeken in samenhang met sociaal-economische, bestuurlijke, en ruimtelijke orderingsvraagstukken. Het wekt dan ook geen verbazing dat de bijdragen van de drie ontwerpgroepen een caleidoscoop aan hopelijk inspirerende ideeën omvat. Van tevoren kan al vastgesteld worden dat lang niet alle lezers alle ideeën technisch en economisch even kansrijk zullen achten. Ook zullen lang niet alle lezers alle

ideeën even duurzaam vinden. Zowel de centrale vraag van deze verkenning als ook het werktraject dat heeft geleid tot deze publicatie brengen nu eenmaal een veelheid van perspectieven en voorkeuren met zich mee. Deze publicatie heeft dan ook niet de pretentie om ‘het’ antwoord te geven op de vraag wat duurzaam oogsten is. Het doel is aandacht te vragen voor de zee om zo discussies te stimuleren en perspectieven te schetsen van de innovatieve kansen die de zee biedt. Het gaat tenslotte om veranderingen in het handelen om zo echt inhoud te geven aan de economische en ecologische waarde die zee en zout kunnen brengen.

REFERENTIES

- Arian, M (1999). De vrije zee. *De Groene Amsterdammer*. 28 juli 1999
- Costanza, R, R d’Arge, RS de Groot, e.a. (1997). The Value of the World’s Ecosystem Services and Natural Capital. *Nature*, vol. 387, pp. 253-260
- DADA (2002). *De Zee*. Jaargang 7, nr. 5. Plint, Eindhoven
- Dorp, M van, D de Groot, J van Wetten, J Joordens (2000). A model for Integrated Cost-Benefit Analysis, tentatively applied to Gas Extraction in the Wadden Sea. *Contribution to the 10th International Scientific Wadden Sea Symposium, 31 Oct.-3 Nov. 2000*. Groningen
- DWW (2000). *Blauwe Delta, Risicobenadering*. Dienst Weg- en Waterbouwkunde. Rijkswaterstaat, Delft
- Economist (2003). *The Promise of a Blue Revolution*. Special Report Fish Farming, August 7 2003
- Hardin, G (1968). The Tragedy of the Commons. *Science* (162), pp. 1243-1248
- IOC (2002). *Towards the 2002 World Summit on Sustainable Development Johannesburg. Ensuring the Sustainable Development of Oceans and Coast. A Call to Action*. Co-Chairs’ Report from The Global Conference on Oceans and Coasts at Rio+10. Intergovernmental Oceanographic Commission, UNESCO, Paris
- Kalse, E (2001). Met een economische bik naar de zee kijken. *NRC-webpagina’s Vis*, 29 maart 2001
- KNMI (2001). *Weer en water in de 21^e eeuw. Een samenvatting van het derde IPCC-klimaatrapport voor het Nederlandse waterbeheer*, De Bilt
- KNMI (2003). *De toestand van het klimaat in Nederland 2003*, De Bilt
- NRLO (1998). *Zeeën van mogelijkheden? Drie essays over aquatische biomassa*. NRLO-rapport nr. 98/10. Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek, Den Haag
- Ostrom, E, Th Dietz, N Dolšak, PC Stearn, S Stonich, EU Weber (2002). *The Drama of the Commons*. National Academy Press, Washington DC, USA, pp. 1-518
- Overbeek, HJ (2001). *Houden we het droog?!* Inaugurele rede. Technische

Universiteit Delft, Delft

- Pauly, G, R Watson (2003). The Last Fish. *Scientific American*, 9 augustus 2003
- Rotmans, J, J Grosskurth, M van Asselt, D Loorbach (2001). *Duurzame ontwikkeling, van concept tot uitvoering*. ICIS, Universiteit Maastricht, Maastricht, pp. 1-59
- RWS (1999). *Het verborgen vermogen*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Middelburg
- Ruimtelijk Planbureau (2003). *Naar Zee! Ontwerpen aan de kust*. NAI Uitgevers, Rotterdam
- Soares, M (1998). *The Ocean, our Future*. Cambridge University Press
- Stel, JH (2002). *Mare Nostrum — Mare Liberum — Mare sit Aeternum. Duurzaam gebruik van de oceanische ruimte*. Inaugurele rede. Universiteit Maastricht, Maastricht
- Verreth, JAJ (2001). *Vissen op het droge*. Inaugurele rede. Wageningen Universiteit, Wageningen

2

Zeeachtergronden

*Esther Luiten*¹

Bij het pleidooi in deze publicatie voor het leren van de zee en voor het duurzaam oogsten uit zee, zal rekening gehouden moeten worden met de historische en culturele achtergronden van de relatie van Nederlanders met de zee. Deze relatie heeft grote invloed op de manier waarop mensen aankijken tegen de natuurwaarden en tegen de exploitatie van de zee. In hoofdstuk 1 is gesteld dat de zee een bron van inspiratie kan zijn voor duurzaam ondernemen en duurzaam consumeren (zie Figuur 2, hoofdstuk 1). In dit hoofdstuk worden de relaties zee – productie – consumptie nader uitgewerkt door drie onderwerpen uit te diepen.

Paragraaf 2.1 begint met de geschiedenis van de vorming van het Nederlandse land. In de loop van de tijd hebben we de vijandige zee naar onze hand gezet, en onze afhankelijkheid van natuurlijke processen vermindert. Het land is ingericht en ligt achter de dijken. De leefomgeving is maakbaar gemaakt. De blik op zee is steeds vager geworden. In paragraaf 2.1 wordt geconcludeerd dat pas zeer recent een ommekeer in denken in gang is gezet; er komt weer meer belangstelling voor de natuurlijke processen van het water.

¹ STT/Beweton, Den Haag.

Gelijktijdig met die cultivering van de leefomgeving is de natuur een schaarser goed geworden. En hoewel ons besef van de kwaliteit, rijkdom en kwetsbaarheid van de natuurlijke omgeving is toegenomen, bestaat er in onze maatschappij geen eenduidigheid over de mate waarin de mens gebruik mag en kan maken van de natuur. Ieder mens waardeert de natuur op zijn eigen manier. Welke natuurvisies zijn er? En in hoeverre zijn er natuurvisies voor de zee? Deze aspecten komen aan bod in paragraaf 2.2.

In paragraaf 2.3 staan de behoeften en wensen van de consument en de huidige consumptie-economie centraal. Met het toegenomen inzicht in de gevolgen voor de natuurlijke omgeving van de toename in productie en consumptie is de belangstelling voor duurzaam produceren en duurzaam consumeren toegenomen. Toch staat de economie van de consumptiemaatschappij op gespannen voet met duurzame ontwikkeling. Welke trends zijn te onderscheiden in relatie tot voedsel? Hoe robuust zijn deze trends? En hoe staat het met de rol en verantwoordelijkheid van consumenten en producenten bij een duurzame ontwikkeling?

De achterliggende vraag bij alledrie de onderwerpen is wat ze betekenen voor deze toekomstverkenning. Elke paragraaf wordt afgesloten met een korte beschouwing. Met deze benadering willen we bereiken dat de lezers minder vooroordeeld staan tegenover de ideeën in de hoofdstukken 3, 4 en 5.

2.1 DE WORDINGSGESCHIEDENIS VAN NEDERLAND

Arjen Boon², Esther Luiten³, Cees Laban⁴, Jan Stel⁵

DE VROEGE GESCHIEDENIS

Nederland ligt in het Noordzeebekken. De huidige vorm van dat bekken is vanaf ongeveer 65 miljoen jaar geleden ontstaan (in de geologische periode die wordt aangeduid als het Tertiair). De bodem van de destijds ondiepe zee daalde langzaam maar gestaag. De ruimte die ontstond werd opgevuld met materiaal dat werd aangevoerd door rivieren uit het Baltisch gebied en de Midden-Europese en Britse gebergten. In de daaropvolgende periode (het Kwartair, 2,6 miljoen jaar geleden) is het bekken van de Noordzee alleen maar verder gedaald. Het Kwartair wordt gekenmerkt door een afwisseling van koude perioden (ijstijden of glacialen) en warmere tijden (interglacialen genoemd). In de bodem van de huidige Noordzee zijn diepe dalen uit verschillende ijstijden terug te vinden. Deze werden gevormd onder de dikke ijskappen, waar het smeltwater onder hoge druk uit de ijskap stroomde.

Zo'n 10.000 jaar geleden is het jongste interglaciale tijdperk, het Holoceen, aangevangen. Aan het begin daarvan stond de zeespiegel ruim 100 meter

² Was werkzaam bij Expertisecentrum LNV, Ede. Nu Greenpeace, Amsterdam.

³ STT/Beweton, Den Haag.

⁴ TNO-NITG, Utrecht.

⁵ ICIS, Universiteit Maastricht, Maastricht.

lager dan nu. De Noordzee-kustlijn lag vele honderden kilometers noordelijker [Backx, 2001]. Tot aan de Doggersbank was er een groot steppegebied, waar mammoeten en andere dieren rondliepen die tegen de kou bestand waren. Er worden ook nu nog regelmatig fossiele botten opgevist. Het Holoceen kenmerkt zich door hogere temperaturen en een relatieve stijging van de zeespiegel; door het afsmelten van de ijskap van de laatste ijstijd daalde de bodem en steeg de zeespiegel. Een aantal grote zoogdieren uit de ijstijd, zoals de mammoet en de wolharige neushoorn, stierven hierdoor uit. Gedurende het Holoceen is de vorming van de Noordzee en van de kustlijn bepaald door een spel van relatieve zeespiegelstijging en de beschikbaarheid van sediment. Het zuidelijke deel van de Noordzee, dat lager lag dan de landmassa's, liep vanuit het noorden en zuiden langzaam vol. Met een snelheid van ongeveer 10 km per eeuw verplaatste de kustlijn zich in de richting van de huidige kustlijn. De stijging van de zeespiegel nam ondertussen af van meer dan 80 centimeter per eeuw tot circa 5 cm per eeuw.

Figuur 1a t/m d

De ontwikkeling en verspreiding van de afzettingen in Nederland gedurende het Holoceen.

a ca. 6500 jaar geleden.

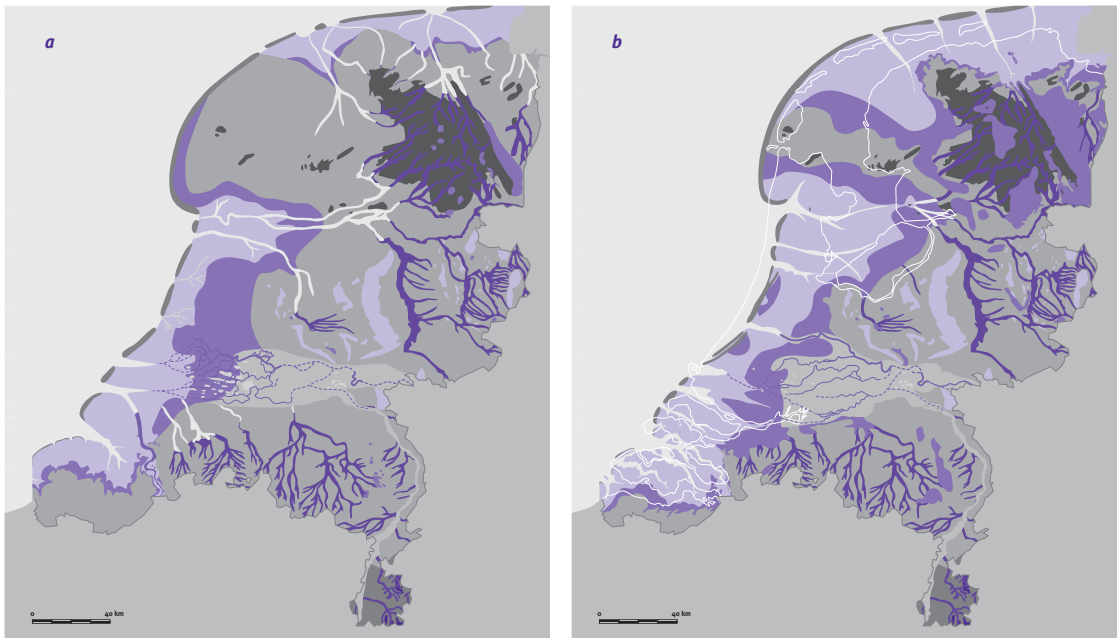
b ca. 5100 jaar geleden.

c ca. 3800 jaar geleden

d ca. 800 jaar na Christus.

Bron: TNO-NITG [Mulder, 2003].

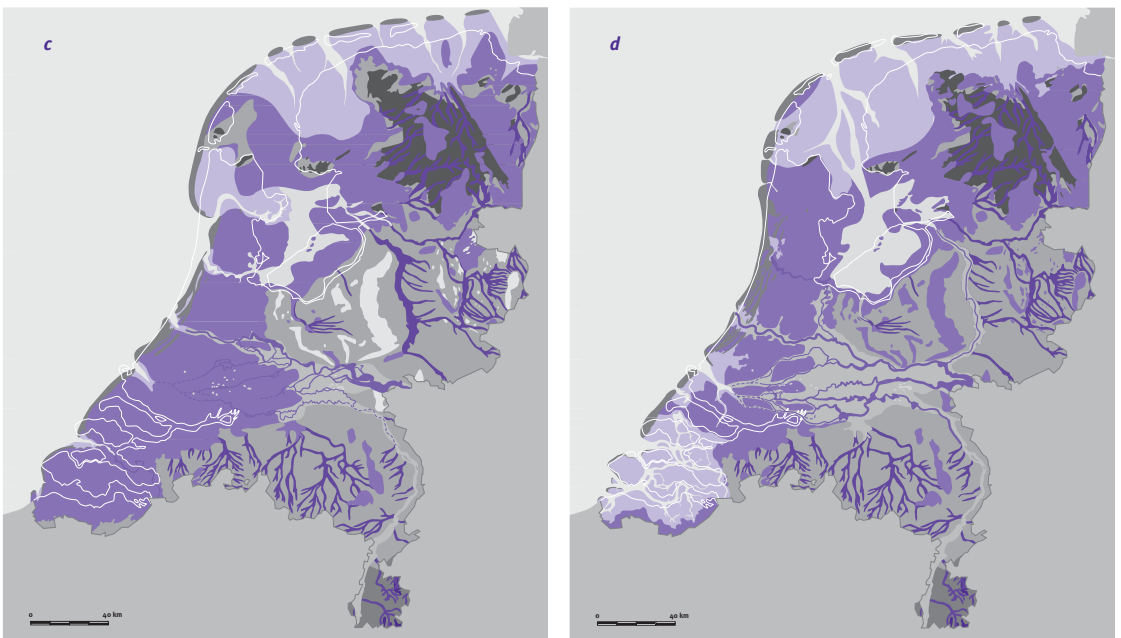
Figuur 1 laat zien hoe het Nederlandse kustgebied zich gedurende het Holoceen heeft ontwikkeld. Tussen de 10.000 en 6000 jaar geleden rukte de zee opnieuw op (vergelijk Figuur 1a en 1b). Er werd zeeklei afgezet en in het noordoosten van Nederland ontstond een uitgebreid waddengebied. De gevormde Waddeneilanden verplaatsten zich landwaarts. Omdat de grondwaterspiegel steeg, ontwikkelden zich enorme moerasbossen en veengebieden die regelmatig werden overspoeld door de oprukkende zee [Backx, 2001].



Vanaf ongeveer 5800 jaar geleden nam de invloed van de zee sterk af. De kustlijn, bestaande uit strandwallen en uitgestrekte estuaria, kwam ongeveer op de huidige plaats te liggen. De sedimentaanvoer door rivieren en zeestromen was voldoende om strandwallen en zandbanken te vormen en de relatieve stijging van de zeespiegel op te vangen [Backx, 2001]. De Waddenzee werd langzamerhand een gebied vol platen en geulen. Langs grote delen van de kust van Zeeland en van Zuid- en Noord-Holland ontstond een aaneengesloten kust van strandwallen met daarachter grote moerasgebieden.

LOKALE VERDEDIGING (VANAF CA. 0-1200)

In de periode van 5000 tot 1500 jaar geleden bouwden die strandwallen zich westwaarts uit. Omdat de zeespiegel minder snel steeg, kon de mens zich gaan vestigen in de kustgebieden. De Friese en Groningse zeeklei zouden rond de 5^e en 6^e eeuw voor Christus al bewoond zijn geweest. De oudste kustnederzettingen dateren van 2600 voor Christus en zijn gevonden in West-Friesland. Uit opgravingen blijkt dat het dieet van deze mensen onder andere uit vis en schelpdieren bestond. Zo zijn er onder andere sporen van schelvis gevonden. Gedurende de eerste eeuw voor Christus werden de kleigronden van Amsterdam tot aan de monding van de Eems permanent bewoond. In de Romeinse tijd (0-400 na Christus) is men begonnen met het leggen van lokale ringdijken rond boerderijen en landbouwgronden om het land tegen het water te beschermen. De vruchtbare gronden konden zo bewerkt worden.



In die tijd bestond er al een levendige handel op het water. Na de instorting van het Romeinse Rijk raakten de kustgebieden ontvolkt.

Figuur 1d laat zien dat rond 800 na Christus grote delen van Nederland meters boven zeeniveau lagen. De kustlijn lag een aantal kilometers zeewaarts. Achter de duinen strekte zich een uitgebreid veengebied uit [Schoonen, 2003]. De relatieve stijging van de zeespiegel nam nog verder af en de bevolkingsdruk nam in de veilige duinstreken geleidelijk toe. Er was behoefte aan voedsel, aan akkerbouwgrond, en dus begon men het veen te ontwateren. Vanaf de 11^e eeuw beschermde de mens in de kustzone zich tegen de zee door het bouwen van zandruggen, dijken en terpen [Backx, 2001]. De terpen werden ten behoeve van akkerbouw en veeteelt voorzien van dobben (zoetwatervijvers). De mensen werkten samen in buurtgemeenschappen om de gezamenlijke woongebieden en akkers te omdijken. Ook de handel over water groeide in die tijd. Uit deze periode stammen de platboomde zeilschepen – voorlopers van de Hanzekoggen – die werden gebruikt voor de handel van Bretagne tot in Scandinavië. Met de groei van handel en welvaart ontwikkelde zich machtige ‘handelsterpen’ van Medemblik tot aan Emden.

GREEP OP HET WATER (1200-1600)

Het aanzien van Nederland was omstreeks 1200 sterk veranderd. De kustlijn was sterk oostwaarts verschoven. Texel en Vlieland waren eilanden geworden. Van de kop van Noord-Holland restte alleen nog de eilanden Callantsoog en Wieringen. West-Friesland was droog, maar tussen Alkmaar en Amsterdam lag meer water dan land. Ook ontstond de Zuiderzee. In Zuidwest-Nederland waren de bescheiden zeearmen uitgegroeid tot grote grijpers [Schoonen, 2003]. Ondanks de oprukkende invloed van de zee, nam de invloed van de mens in het kustgebied in de loop van de Middeleeuwen toe. Men won vruchtbaar land op het water en cultiveerde de gronden. De handen werden ineen geslagen om droge voeten te houden en de afhankelijkheid van natuurlijke processen te verminderen.

Zo waren tegen het einde van de Middeleeuwen veel van de gebieden achter de Nederlandse kuststrook gecultiveerd. In Holland werden de dijken om de veengebieden gecombineerd met ontwateringstechnieken, zodat polders ontstonden. Complexe stelsels van sloten, boezems en sluizen zorgden er in toenemende mate voor dat de leefomgeving werd opgedeeld en gecultiveerd. In deze tijd ontstonden de waterschappen die zich met het beheer van dijken en water gingen bezighouden. De veengronden werden verder ontwaterd en afgegraven, omdat turf een goede brandstof was. Het waterpeil daalde echter en het veen klonk in, waardoor weer dieper ontwaterd moest worden om turf te kunnen steken. Het veengebied werd daardoor kwetsbaarder voor stormvloed en dijkdoorbraken. Het uitgebreide merennetwerk dat in de late Middel-

eeuwen in Holland (maar ook in Friesland en Groningen) bestond, was voor een groot deel een gevolg van deze menselijke activiteiten. In het noorden van het land werden de **kwelders** ingepolderd, omdat deze zeegrond bijzonder vruchtbaar was [Backx, 2001]. De kustlijn werd op die manier door de Noorderlingen langzaam noordwaarts verplaatst. Kwelders als de Middelzee in Friesland en de Fivelboezem in Groningen werden bedijkt en gebruikt voor de productie van gewassen. Doordat deze bodem uit jonge zee-klei bestond – en niet uit veen – leidde de ontginning niet tot een ingrijpende bodemdaling zoals in de veengebieden achter de duinen, maar vergrootte de kwetsbaarheid voor stormvloed.

De voorheen gesloten strandwallen in Zeeland waren rond 1200 zo goed als verdwenen. Zeeland werd een eilandenrijk. De Zeeuwen bouwden een soort terpen – de zogenaamde vliedbergen – die als vluchtplaats fungeerden voor het water dat regelmatig over het land stroomde. Dit typisch Zeeuwse verschijnsel is onder andere op Walcheren nog terug te vinden. Op grotere vliedbergen werden ook wel dorpen gebouwd. De aanleg van dijken om zo de (buitendijkse) zeekelegebieden in te polderen, begon in Zeeland in de 11^e en 12^e eeuw. Eind 13^e eeuw spoelde volgens de overlevering echter geheel Zeeland onder, behalve Walcheren en Wolphaartsdijk. In 1404, 1421 en in 1424 vonden de vernietigende Sint-Elisabethsvloeden plaats. Zeeland is het klassieke toneel van het gevecht met het water (zie tekstkader Zout is geld waard!).

Zout is geld waard!

*Jan Bremer*⁶

Vandaag de dag is zout goedkoop en gemakkelijk te verkrijgen. Tot zo'n honderd jaar geleden was het een van de meest gewilde goederen. Het menselijk lichaam kan niet zonder zout. Ook bij de domestificatie van dieren was zout nodig voor het voer. Verder gaat zout het bederf van voedsel tegen en was het dus van groot belang in tijden van oorlogen en tijdens ontdekkingsreizen. Zout speelt ook een symbolische rol in verschillende religies. Zout staat symbool voor de bestendiging van vriendschap, trouw, waarheid en wijsheid. Het biedt ook bescherming tegen het kwade oog. Er zijn complete oorlogen gevoerd om zout. De zoutwinning, -handel en -verwerking heeft ook veel belastinggeld opgeleverd, bijvoorbeeld in het Romeinse Rijk [Kurlanski, 2002]. Tijdens de late Middeleeuwen was er in Holland nog geen sprake van zoutaanvoer uit onder andere het Middellandse zeegebied. Zout was wel al een veelgevraagd conserveringsmiddel en daarom werd er in de kustgebieden zout gewonnen. Dit was het zogenaamde 'darinc delven' (darinc = darg, derrie), ook aangeduid als moernering. Het zoute veen – veen dat dus enige tijd door de zee overstroomd is geweest – werd afgestoken met de bedoeling om na verbranding ervan zout uit het as te winnen. Zeeland was in de Middeleeuwen een centrum van veenzout. In

.....
⁶ Historicus en schrijver, Wieringerwaard. Auteur van de historische tekstkaders in hoofdstuk 2. De tekstkaders zijn gebaseerd op twee series krantenartikelen, namelijk 'Vissers in een ver verleden' en 'Vissers aan het Marsdiep', gepubliceerd in De Helderse Courant.

Zeeland zijn herhaaldelijk verbodsbepalingen uitgevaardigd tegen het darinc delven. Het risico op kustverzakkingen werd er namelijk door vergroot. Er kwamen wetten die zware accijnzen hieven. Maar even zo vaak werd daarmee de hand gelicht, want bij graven en landheren stroomde veel geld binnen door de verkoop van de buitendijkse veengronden en uit de belasting op 'zelle' (het zout), de zoutwinning en zouthandel [Bremer, 1979]. Op den duur werd echter de gehele zoutindustrie verboden [Kurlanski, 2002].

Referenties

- Bremer, JT (1979). *Wiringherlant, hoofdstukken uit de geschiedenis van het land en volk van Wieringen*. Uitgeverij Pirola, Schoorl
- Kurlansky, M (2002). *Zout, een wereldgeschiedenis*. Anthos, Amsterdam

GROEI DANKZIJ DE ZEE (EINDE MIDDELEEUWEN-1800)

In de kustregio is altijd vis gevangen, maar deze was lange tijd vooral bestemd voor de eigen consumptie. Beroepsmatig vissen begon in België en Nederland waarschijnlijk pas in de 12^e eeuw en werd een tijd lang gecombineerd met andere activiteiten (zie tekstkader Vissers klussen bij). De eerste berichten over beroepsvisserij stammen uit Vlaamse kustdorpen. Open roeiboten met een zeil (zgn. vletten) werden gebruikt om slabharing, haring, makreel, kabeljauw, schelvis, zeebot en enkele soorten platvis te vangen (zie tekstkader Vangen wat het jaargetijde brengt). Naarmate de vraag naar vis in het dichtbevolkte Vlaanderen steeg, gingen de Vlaamse en Zeeuwse vissers steeds noordelijker om de door de kustbewoners gevangen vis op te kopen. Dankzij de waterbun, waarin de vangst levend kon worden bewaard, konden de vishaalders verse vis leveren.

Vis was in de Middeleeuwen, maar ook daarna, een belangrijk onderdeel van het menu voor rijken en armen. De groeiende handel in haring richtte zich vooral op de lagere maatschappelijke standen. Ingelegde haring werd laag aangeslagen en de armen die op vastendagen niets anders te eten hadden gruwden ervan, maar ondanks het lage prestige kon men er fortuinen aan verdienen [Kurlansky, 2002]. In de late Middeleeuwen leverde de haringvangst en -handel een zeer groot aandeel aan de Nederlandse economie en was de basis voor het latere succes van de Republiek in de Gouden Eeuw (zie tekstkader De haringvisserij (1)).

Vissers klussen bij

Jan Bremer

In de late Middeleeuwen bleven vissers zoals die van Huisduinen nog dicht langs de kust. Dit gebeurde omdat andere activiteiten, zoals loodsen, lucratiever waren

dan vissen. Als er zich ook maar even een alternatieve inkomensbron aandiende, werd het vissen direct gestaakt. Zo wordt 'Portum ductum Marsdyp' al in 1303 genoemd als belangrijke doorvaartroute voor schepen uit de Hanzesteden en Amsterdam. 'Visschers en lootslieden' werden in een adem genoemd, want alleen de lui die het Marsdiep op hun duimpje kenden konden vreemde schepen veilig door het zeegat loodsen.

Maar de vissers beperkten zich niet tot loodsen. Zij laadden ook te zwaar beladen schepen over in kleine schepen alvorens ze door het Marsdiep te loodsen, of deden het bergingswerk na een schipbreuk. Alhoewel er een (goed betaalde) functionaris was om de bakens in het Marsdiep te verzetten, werd het eigenlijke werk door de vissers gedaan. Behalve vissen en varen was er ook altijd werk aan het onderhoud van de 'krebbingen' (paalhoofden of pieren). Toen in de jaren dertig van de 18e eeuw de paalworm het houtwerk volledig aantastte, hebben de vissers de pieren geheel bekleed met steen (1735).

Vangen wat het jaargetijde brengt

Jan Bremer

Hollandse kustvissers visten door het jaar heen op verschillende soorten vis. Velen gingen van juni tot en met november op haringvangst, omdat de kustvisserij in die periode weinig werk bood. In de herfst voeren de kustvissers met hun veel kleinere pinken of 'slabscepen' op 'slabbeharinck' vlak langs de kust. Men beperkte zich tot de 'binnenlek', een strook onder de kust ter breedte van ongeveer een uur varen. Daarna begon de schelvisvangst en vanaf januari de vangst op platvis (schol, schar, griet en tarbot) en kabeljauw. Het vangen van kabeljauw gebeurde met beugen, verzwaarde lijnen met geaasde haken (hoeken). Garnalen of elften vormden het aas. 'Tot Paesen in de maert' hield deze rondvis zich betrekkelijk dicht onder de kust op. Wanneer de kustwateren tegen de zomer echter warmer werden en vooral de oudere kabeljauwen de koelte opzochten van de wateren rond de Doggersbank, kwamen de vissen buiten het bereik van de Hollandse kustvissers.

De haringvisserij (1)

Jan Bremer

De haringvisserij is een historisch voorbeeld dat laat zien hoe techniek, handelsgeest en lef tot welvaart in de lage landen hebben geleid. Als men het heeft over de 'Grote Visserij', dan doelt men op de haringvisserij die aan het einde van de 14^e eeuw tot bloei kwam. De eerste zekere melding van haringvangst op de Noordzee dateert uit 1163. Dit is vrijwel zeker een vorm van drijfnetvisserij geweest; er werd gevist met de 'vleet'. Iedere visser bracht eenzelfde aantal netten mee. Al deze netten werden tot één lange sliert, de vleet, samengebonden. De vleet dreef als een gordijn vóór de boeg van het schip in het water. De haringen boorden zich met de

kop in de mazen van het net vast. Ondermaatse vis kon door de mazen in het net ontsnappen. De grote hoeveelheden haring die op deze wijze werden gevangen leidden tot de uitdrukking 'haring bij de vleet'. Eeuwenlang heeft men op deze manier de haring op de Noordzee gevangen.

De glorie tijd van de haringvisserij begon omstreeks 1395 met het direct aan boord schoonmaken en inzouten van de haring. Voor dit haringkaken aan boord moesten de buizen worden aangepast. De haringbuizen werden groter. De vondst van het haringkaken wordt nog altijd toegeschreven aan Willem Beukelsz, een visser uit Zeeland (of volgens anderen Willem Beucks, een visboer uit Vlaanderen). Hij begon in 1350 met het inleggen van verse haring in pekel zonder de vis eerst te drogen, zodat de vis niet ranzig werd als deze werd blootgesteld aan de lucht. Eeuwen lang is er eer betoond aan deze man, maar de eerlijkheid gebiedt te zeggen dat haringen door de Scandinaviërs, de Fransen, de Vlamingen en de Engelsen al eeuwenlang met pekel in tonnen werden gepakt [Kurlansky, 2002]. Dit laat onverlet dat het haringkaken van groot belang was voor het succes van de Nederlandse haringvisserij. Niet de hoeveelheid haring, maar de beschikbaarheid van zout vormde in die dagen de beperking voor de haringvangst. Ook dit leidde tot creativiteit en innovatie; wij danken er de groene haring aan. Om te besparen op zout werd de haring slechts licht gezouten. Men liet deze haring door inwerking van intestinale enzymen kort fermenteren [Kurlansky, 2002]. Natuurlijk gingen de Nederlanders ook in het buitenland op zoek naar andere bronnen van zout. Eerst werd er zout uit Frankrijk en Portugal gehaald, maar later ook uit Kaap-Verdië en uit de Nederlandse Antillen. De buizenvloot voer aanvankelijk uit vanaf Rotterdam, Zierikzee, Schiedam en Delfshaven. Na het uitbreken van de Tachtigjarige Oorlog (1568-1648) vertrok de vloot vooral vanuit Enkhuizen. Via het Marsdiep voer men naar de rijke haringgronden bij de Shetlands en Orkney-eilanden.

Referenties

- Kurlansky, M (2002). *Zout, een wereldgeschiedenis*. Anthos, Amsterdam

Figuur 2

Haringbuis op zee. Bron:
Verzameling Groenewegen (1789).



Vanaf het einde van de 16^e tot en met de 18^e eeuw bloeide de economie verder op. Het was de tijd van de grote ontdekkingsreizen, de wederzijdse beïnvloeding van Europese culturen (onder invloed van handel, oorlog en migraties), de sterke bevolkingstoename, de groei van de zeevisserij, en de opkomst van steden als Antwerpen en Amsterdam, Londen en Hamburg. Door het verder toepassen van technische kennis (o.a. scheepsbouw, zeeweringen, watergemalen) gingen de Nederlanders iets gemakkelijker met de zee om: men kreeg controle over die ruige zee. Er werd veel geïnvesteerd in navigatie. Er werden nauwkeurige zeekaarten gemaakt, er werden boeien gelegd in de getijdengebieden en op het land werden vuurtorens gebouwd.

In die tijd werd de landbouw, visserij en handel geïntensiveerd. In Noord-Nederland nam bijvoorbeeld de Oostzeehandel door middel van het Hanzestedenverbond een grote vlucht. De Hanzekoggen werden steeds groter en er kwamen nieuwe scheepstypen van circa 200 tot 300 ton. De grote schepen beperkten zich tot de steden aan zee. Een grote vloot aan kleinere schepen, zoals tjalken, aken en boeiers, bracht de goederen verder langs de kusten, over de ondiepere Wadden en de Zuiderzee en via de binnenwateren verder landinwaarts in de richting van Duitsland. Er ontwikkelden zich belangrijke koopvaardijsteden op plekken waar diep water overging in ondieper water (denk aan West-Terschelling, Vlissingen, Brielle, Middelburg en Zierikzee). Doordat de stad Amsterdam dwars lag gebeurde dit niet aan het Marsdiep. Daar volstond men met het overladen op kleine schepen.

De visserij ontwikkelde zich in die tijd van traditionele kustvisserij tot visserij op volle zee. Nieuwe technieken zoals de beugenvisserij (lange lijnen met haken) kwamen in de late Middeleeuwen vanuit Vlaanderen naar Holland. Ook andere nieuwe vistechnieken zoals schrobnetten (een voorloper van de huidige boomkorren) werden ontwikkeld, waardoor de efficiëntie van de visserij omhoog ging. In de 16^e en 17^e eeuw was de Nederlandse visserij op haar hoogtepunt. Amsterdam was uitgegroeid tot een van de noordelijke havens die de markt en handel van belangrijke vissoorten als haring en kabeljauw domineerde (zie tekstkader De haringvisserij (2)) [Kurlansky, 2002]. De visserij was zo belangrijk dat uit de inkomsten handels- en oorlogsvloten gebouwd konden worden. Halverwege de 17^e eeuw bestond de Hollandse haringvloot uit zo'n duizend haringbuizen, schepen die speciaal voor de haringvisserij ontwikkeld waren. Er werkten toen zo'n 450.000 mensen in de visserij, de vishandel en de visverwerking.⁷ In de 17^e eeuw voer men uit tot op de Doggersbank om op haring, schelvis, kabeljauw en schol te vissen. Rijke vangsten van haring, sprout en ansjovis werden gedaan in de relatief beschutte Zuiderzee. De rivieren zaten vol steur en zalm. De walvisvaart is een verhaal apart (zie tekstkader De walvisvaart). De vis werd steeds vaker gedroogd, gezouten of gerookt (zoals bokking en gerookte steurharing). De gezouten kabeljauw, wijting en schelvis werden verkocht aan de volkrijke gebieden in het Duitse Rijngebied.

⁷ Anno 2003 zijn dat er circa 15.000, terwijl er meer vis gevangen wordt.

De haringvisserij (2)

Jan Bremer

De Nederlandse haringbuizen trokken in vlootverband naar zee. Zo'n vloot was uitgerust en getraind als een oorlogsvloot. In de 16e eeuw werd in tijden van oorlog het kapen van haringbuizen namelijk een strategische zet.

Tijdens de Spaanse overheersing voeren veel kaperschepen, zoals die van Duinkerken, uit om de haringvisserij te raken en zo de opstandige noord-Nederlandse gewesten schade te berokkenen. De haringvisserij was een belangrijke economische pijler. Het voorzag een aanzienlijk deel van de bevolking van hun dagelijkse maal. Kustvissers namen bijvoorbeeld dienst op de buizenvloot (seizoenswerk). Ook het verwerken, verpakken en verkopen van de haring zorgde voor veel werk. Duizenden anderen verdienden hun brood als scheepstimmerman, zeilmaker, zoutzieder, kuiper of met het bevoorraden van de haringbuizen. Daarnaast was er nog een heel leger van middenstanders die hun centjes hadden belegd in de haringvisserij. De bescherming van de Hollandse haringvloot door 'konvooiers' was dus zeker geen overbodige luxe.

Gaandeweg ontstond er tussen de Engelsen en de Hollanders steeds meer strijd om de macht over de fortuinbrengende haringhandel. Halverwege de 17^e eeuw raakte de haringvisserij in Nederland aardig op zijn retour. Het verval wordt allereerst toegeschreven aan het vermoeden dat er – ook toen al – sprake was van natuurlijke tegenslag waardoor de haringstand afnam. De tweede belangrijke verklaring was de internationale politieke situatie. Zoals gezegd stonden vooral de Engelsen al geruime tijd afgunstig tegenover het succes van de haringvisserij. In 1652 vernietigde de Engelse marine de Hollandse haringvloot dan ook grotendeels [Kurlansky, 2002]. Een derde verklaring is misschien wel dat een deel van Nederland in die tijd protestants werd... Rond 1850 keerde de situatie weer ten goede, mede bepaald door de introductie van de gemotoriseerde haringlogger.

Referenties

– Kurlansky, M (2002). *Zout, een wereldgeschiedenis*. Anthos, Amsterdam

Vroom rijmwerk voor een betere walvisvangst

Jan Bremer

De Helderse commandeur Jan Cornelisz. Jongkees was een zeer gelovige (gereformeerde) walvisvaarder. Zijn scheepsjournalen zijn doorspekt met godsdienstige rijmelarijen en vrome wensen. Zo schrijft hij op 27 maart 1772 op zijn uitreis in het journaal:

*“Den Hemel hoop ik zal,
op ons vlijtig aanwenden der middelen
Zijn Zegen aan ons verlienen*

*Op ons viaasje na de kuste van Out Groenlant
Of de straat Davis genaamt
Op de walvisvangst”*

Een jaar later schrijft hij bij de aankomst op de vangplaatsen in Straat Davis (25 april 1773) vrij naar psalm 25:

*“Heer wijst ons die wegen
die Gij wilt dat wij sullen gaan
tot deselven maakt ons genegen
en leere ons die verstaan
En hope dat Godt de allerwijste Stuerman
met ons zal Raatgever syn
opde onse Reyse
opdat wij dezelve muegen (mogen) bevorderen.”*

Wanneer er wekenlang geen walvis wordt buit gemaakt in die woeste ijswildernis, neemt het aan vrome wensen toe:

*“Ik hoop dat die grote Godt ons ook zal verliene walvisse te vangen als ’t ons niet en zalig mag wesen; dat gun ons die goede Godt, amen.”
“Hope dat Godt ons schip zal beware in deze huylende wildernis van het ijs daar wij alle momente, Heer, bloot voor staan.”
“Godt hoop ik sy ons leytzman en geleyde ons op een gelukkige plaats.”*

Zijn wensen gingen in vervulling. Er werden walvissen gevangen. De bijbelvaste Jongkees had een gedachte die de meeste 18^e eeuwse walvisvaarders volkomen vreemd zou voorkomen. Hij merkte op dat er een tijd zou komen dat de misdaad tegenover het dier evenzeer gestraft zou worden als de misdaad tegenover mensen: *“Al het gedierte der aarde... al het gevogelte des hemels, al wat zich op de aardbodem roert en alle visschen der zee; zij zijn in Uwe hand overgegeven.”*

VERDER BUITENSLUITEN VAN DE ZEE (1800-1980)

Vanaf 1800 tot aan halverwege de 20^e eeuw werden zowel het Zuiderzeegebied als het zuidwesten van Nederland regelmatig getroffen door watersnoodrampen. De zee bleef aandringen. Dus werden de dijken flink verbreed en verhoogd. Buitendijks werden kunstmatige werken aangelegd om de kracht van de zee te temmen en afslag tegen te gaan. De landaanwinningswerken langs de noordrand van Friesland en Groningen namen nog altijd toe. Kanalen en trekvaarten werden verbeterd en er werden schutsluizen gebouwd om via de binnenwateren van Zuidwest-Nederland via Amsterdam naar het noordoosten te kunnen varen. Ook werden de sluizen verbreed en werd de ontwatering in de polders verbeterd. De Zeeuwse eilanden kregen hun huidige vorm. Deze

eeuwen waren ook de tijd van de grote Hollandse droogmakerijen. Polders als de Beemster, de Schermer en de Purmer werden drooggemalen met windmolens.

Vanaf de late 19^e eeuw had het transport over water door de aanleg van wegen en spoorwegen niet meer het alleenrecht op het vervoer van goederen. De mens werd steeds minder afhankelijk van vervoer over water, omdat de bereikbaarheid over land sterk steeg. Er kwamen steeds meer wegen die eilanden met elkaar verbonden. Zo werden bijvoorbeeld de Sloe (1871) en het Kreekrak (1867) afgesloten, zodat Walcheren en Zuid-Beveland een vaste verbinding kregen met West-Brabant.

Door de industrialisatie werden landbouw en visserij gemechaniseerd. De landbouw specialiseerde zich en werd steeds afhankelijker van zoet water. Het beheer van het zoete water in de polders werd geoptimaliseerd voor de boeren. In de visserij deden gemotoriseerde loggers hun intrede. De motorviskotter verving de botter en de schokker in de kustvisserij. Specialisatie en schaalvergroting werden leidende principes (zie tekstkader De haringvisserij (2) en tekstkader De walvisvaart).

De walvisvaart

Jan Bremer

Het begin van de Nederlandse walvisvaart was een direct gevolg van de ontdekkingsreizen van mannen als Willem Barentsz. Zij waren op zoek naar een noordoostelijke doorvaart naar Azië (1596) en troffen grote aantallen walvissen in de Noordelijke IJszee. Deze vissen, rijk aan oliën en vetten, waren een aantrekkelijke bron van grondstoffen voor de vervaardiging van zeep, kaarsen en lampolie. De vraag naar dit soort producten nam in die tijd sterk toe. Baardwalvissen leverden bovendien baleinen voor de vervaardiging van gebruiks- en siervoorwerpen. Tandenvan walrussen en potvissen leverden ivoor. Robbenhuiden werden tot bont verwerkt.

In 1612 voerden de eerste twee Nederlandse schepen uit. In 1613 werd de 'Noordsche Compagnie' opgericht die (tot 1642) het monopolie van de Staten-Generaal kreeg. Doordat de pioniers van de walvisvaart, de Basken, al sinds de 12^e of 13^e eeuw actief waren, hadden de Nederlandse (maar bijvoorbeeld ook de Engelse) walvisvaarders in de beginperiode vooral Baskische zeelui in dienst. Nadat het alleenrecht van de Compagnie in 1642 verviel, begon de vrije jacht door particuliere reders. In twintig jaar vertienvoudigde het aantal walvisvaarders dat jaarlijks uitvoer tot ongeveer 200 schepen.

Aanvankelijk bleven de walvisvaarders relatief dicht onder de kust om vervolgens de walvis op het strand te verwerken. Men voer vooral naar Spitsbergen, waar de Groenlandse walvissen dichtbij de kust werden geharpoeneerd en gedood. Op het strand werden fornuizen neergezet met grote open ketels om de levertraan uit het

spek te koken. Deze vorm van 'kustvisserij' leverde een zeer goede kwaliteit levertraan. Maar toen door de toegenomen jacht de dieren rond Spitsbergen spaarzaam werden (1670), moest men steeds meer in open zee gaan jagen ... en dus ook verwerken. Dit leverde niet alleen een mindere kwaliteit levertraan op, maar zorgde ook voor 'specialisatie'. De koopvaardij en walvisvaart werden definitief gescheiden. De walvisvaart was oorspronkelijk seizoenswerk. De schepen werden buiten het seizoen gebruikt voor de koopvaardij. Maar voor de walvisvaart in de open noordelijke streken moesten de schepen 'gedubbeld' worden. Er werd een tweede plankhuid en een versteviging van de voorsteven aangebracht (het werden 'ijsbrekers'). Hierdoor werden de schepen te zwaar – en dus te traag – voor de koopvaardij.

Tegen het einde van de 19^e eeuw werd de kust steeds meer het toneel voor dagrecreatie en vrije tijd. Het nieuwe maar nog spaarzame fenomeen van vrije tijd bracht men graag in de buitenlucht door. Het strand had grote aantrekkingskracht. Badmutsen en langpijpige badpakken werden aangeschaft. Dames en heren verkleedden zich in strandkarren en genoten, zittend in rieten strandstoelen, van het warme weer en de zee. De kunst van het flaneren werd ontdekt [Scholten, 2000].

In het begin van de 20^e eeuw werden de Noordoostpolder en de Flevopolder drooggelegd. Ook werd de Nederlandse kust door duinen en dijken vastgelegd. De kustlijn werd verhard en verkort. Zeearmen werden ingedamd. De Lauwerszee verdween in 1969. De rampzalige Zuiderzeevloed van januari 1916 zorgde ervoor dat de plannen voor de Afsluitdijk werden uitgevoerd (1932). Door de afsluiting verdwenen met de vissen ook de vissers van haring, sprout en ansjovis. De ramp van 1 februari 1953 was de directe aanleiding voor de realisatie van de Deltawerken. Ook het laatste 'open' stuk van de Nederlandse kust, de Zuid-Hollandse en Zeeuwse zeearmen, waren gedoemd om afgesloten te worden. Ir. Van Veen, secretaris van de Deltacommissie, kon zijn plannen voor de afsluiting uit zijn bureau halen. Met uitzondering van de Zeeuwse vissers – die hun oester- en mosselcultures in de Oosterschelde dreigden te verliezen – en enige natuurbeschermers zette destijds vrijwel niemand vraagtekens bij de plannen. Met de dreiging van de zee moest voor eens en voor altijd afgerekend worden [Schmidt, 2003].

KEREND TIJ (1980-2000)

In de laatste twee decennia van de 20^e eeuw is het tij langzaam gekeerd. Het garanderen van de veiligheid is nog altijd de primaire functie van de Nederlandse waterkeringen. Het is nog altijd de bedoeling om zoet water (voor landbouw en waterwinning) te garanderen. Maar er komt steeds meer belangstelling voor een herstel van natuurlijke verbindingen tussen zoet en

zout en voor de natuurlijke veerkracht van watersystemen. Het besluit aan het einde van de jaren zeventig om de Oosterschelde open te houden en een beweegbare stormvloedkering te bouwen, was het eerste tastbare teken van deze trendbreuk in het denken over onze relatie met het (zoute) water [Schmidt, 2003]. Sinds het uitkomen van de nota 'Omgaan met water' heeft de watersysteembenadering geleidelijk erkenning verworven in de hele waterwereld. De karakteristieken en ecologische wetten van het watersysteem zijn het uitgangspunt [RWS, 1990].

Het is steeds duidelijker geworden dat het afsluiten van de estuaria een keerzijde heeft (zie tekstkader Afsluiten van zeearmen in de Delta, hoofdstuk 4). Gezien de geologische daling van de bodem en de mogelijke gevolgen van het versterkte broeikas-effect kunnen we ook niet eindeloos doorgaan met het omhoog pompen van Nederland. Men beseft steeds meer dat het ruimte geven aan de natuurlijke veerkracht van watersystemen een verrijking kan betekenen. Dat geldt niet alleen voor het waterbeheer (denk aan afwatering van rivieren, waterkwaliteit, zuivering van rivierwater en de veiligheid van het lage land), maar ook voor de natuurwaarden van die watersystemen. Gezonde watersystemen zijn ecologische fabrieken. Dit betekent dat de zee en de rivieren steeds meer de ruimte zullen krijgen om het spel van zand, water en leven te hervatten.

DE TOEKOMST

Deze paragraaf laat zien dat het de Nederlander is gelukt de dreiging van de zee buiten te sluiten. Wat er op zee gebeurt raakt ons in beperkte mate, zolang onze 'droge voeten' maar gegarandeerd zijn. Vooral de laatste twee eeuwen hebben we de zeegrond vlijtig naar onze hand gezet. Grote gebieden zijn omdijkt en ingepolderd, rivieren zijn recht getrokken, versmald en volgebouwd met regelwerken. Zeearmen zijn afgesloten, eilanden zijn met elkaar verbonden en zoute zeearmen zijn zoet geworden. De geschiedenis laat zien hoe we langzaam het land hebben ingericht en in veiligheid hebben gebracht. De natuurlijke processen zijn ingedamd. Er zijn harde scheidingen gekomen tussen land en water en tussen zoet en zout. De situatie is verstard. De geschiedenis laat ook zien dat steeds meer mensen, functies en activiteiten een plek hebben gekregen in de vruchtbare kustregio. Dat heeft de Nederlanders geen windeieren gelegd. We hebben goed geld verdiend aan de zee en een wereldwijde reputatie opgebouwd in de handel en op het gebied van waterbouwkundige werken.

Voor de toekomst geldt dat de druk op lage deltagebieden zoals Nederland alleen maar zal toenemen (zie de motieven in paragraaf 1.2). In het kust- en waterbeheer kan en zal veel meer rekening gehouden worden met de ecologische processen en de enorme dynamiek en veerkracht van watersystemen. We moeten leren om gebruik te maken van de waarden en dynamiek van de zee bij de toekomstige duurzame ontwikkeling van kustgebieden.

REFERENTIES

- Backx, JJGM, CC de Leeuw (2001). *Naar een herstel van estuariene gradiënten in Nederland*. RIKZ/RIZA, Rijkswaterstaat, Haren/Lelystad
- Kurlansky, M (2002). *Zout, een wereldgeschiedenis*. Anthos, Amsterdam
- Mulder, FJ de, MC Geluk, I Ritsema, WE Westerhoff, ThE Wong (2003). *Geologie van Nederland, deel 7: De Ondergrond van Nederland*. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen-TNO, Utrecht
- RWS (1999). *Het verborgen vermogen*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Middelburg
- Schmit, H (2003). We pompen onszelf nog steeds omlaag. *Trouw*, 1 februari 2003, de Verdieping, p. 13
- Scholten, E (2000). *De Noordzee, een keuze uit de fotocollectie Nederland*. De Vierde Wand, Amsterdam
- Schoonen, W (2003). De laag gemaakte landen. *Trouw*, 1 februari 2003, de Verdieping, pp. 13-19
- Vleet (2001). *De Vleet – internationale digitale encyclopedie over de wadden, de kust en de Noordzee. Zevende editie*. EcoMare, Texel

2.2 NATUURVISIES: OPVATTINGEN OVER DE ZEE

Jos Dekker⁸

DE GEZICHTEN VAN DE ZEE

De zee kent vele gezichten. De zee heeft bijvoorbeeld een woest gezicht. Dit is de zee die in 1953 een ramp heeft veroorzaakt. Veranderingen in de Deltawerken roepen nog altijd emotionele reacties op. De woeste zee is ook oorzaak van scheepsrampen. Vroeger was elke ondergang vooral een sociaal drama, tegenwoordig is het soms ook een milieuramp. Maar die woeste zee is ook een uitdaging voor avonturiers. De havens aan zee tellen immers steeds meer zeewaardige zeilboten.

De zee heeft ook een economisch gezicht. Als handelsnatie verdienen we veel geld aan maritiem transport. Onze havens zijn knooppunten waar zee-, water-, land- en spoorwegen samenkomen voor vervoer van goederenstromen. Het economisch belang van de visserij mag minder geworden zijn, maar de visserij heeft nog altijd een grote symbolische waarde. De nieuwe haring is ieder jaar weer voorpaginanieuws.

Langs de kust heeft de zee nòg een ander gezicht. Daar laat de zee zijn romantische gezicht zien. Dat is de plek om vertier te zoeken en te recreëren. Hier wordt de zee bejubeld met literatuur, poëzie, toneelstukken en schilderijen.

⁸ Sectie Natuurwetenschap & Samenleving, Universiteit Utrecht, Utrecht.

Hoe de zee gewaardeerd wordt kan aanleiding zijn voor tegenstellingen en conflicten tussen verschillende belanghebbenden. De Waddenzee is al meer dan een halve eeuw onderwerp van strijd om behoud, gebruik of ontwikkeling ervan. Gaswinning, visserij, recreatie, windenergie en natuurbescherming staan lijnrecht tegenover elkaar. Maar ook op de Noordzee botsen verschillende belangen; denk aan de discussies over visserij en windenergie. In dergelijke conflicten lijken de verschillende partijen op een verschillende golf lengte te zitten met onbegrip als gevolg. Iedereen beaamt dat de natuur uitgangspunt is, maar bij nader inzien verschillen de partijen in hun opvatting over de waardering van de zee en het gebruik ervan. Deze opvattingen noemen we natuurvisies. Het verhelderen van de verschillende natuurvisies kan een bijdrage leveren aan het oplossen van conflicten. Duurzaam gebruik van de zee veronderstelt een zekere overeenstemming over welke visies van belang zijn voor de natuur van de zee.

NATUURVISIES

Een natuurvisie is een geheel van beelden, waarden en houdingen van mensen over de natuur. In een natuurvisie wordt gedefinieerd wat natuur is, waarom natuur waardevol is, welke functies natuur kan en mag vervullen, hoe we natuur mogen gebruiken en moeten beheren. Een natuurvisie geeft richting, maar sluit ook uit. Ze impliceert wat geen natuur is en stelt grenzen aan het gebruik ervan.

Mensen kunnen heel verschillende natuurvisies hebben. Dat heeft te maken met hun persoonlijke achtergrond, maar ook met de aard van de verschillende soorten natuur en of deze wordt beleefd als overvloedig of schaars. Het maakt uit of je de natuur voor je dagelijkse broodwinning nodig hebt, of niet. Verder is van belang of de risico's en gevaren van de natuur dichtbij of veraf liggen. En er zijn veel soorten natuur. Men kijkt op een andere manier naar spontane natuur dan naar door mensen gecultiveerde natuur. Maar ook over wilde natuur hebben mensen, net zoals over de zee, soms heel verschillende opvattingen.

In de jaren zeventig van de vorige eeuw groeide de belangstelling voor natuurvisies, doordat de conflicten over het gebruik en beheer van de natuur toenamen. Verschillende natuurvisies werden zelfs 'logo's' voor de verschillende stromingen in de natuurbescherming.⁹ In het eerste Natuurbeleidsplan [LNV, 1990] erkende de regering dat er in Nederland verschillende visies op de natuur bestaan. De belangstelling hiervoor kreeg een nieuwe impuls bij de voorbereiding van het nieuwe natuurbeleidsplan dat in 2000 verscheen [LNV, 2000]. Daarin staan mensenwensen centraal. Dat was aanleiding tot allerlei beschouwingen over de relatie tussen mens en natuur en vormde een agenda voor sociaal-wetenschappelijk onderzoek naar opvattingen over de natuur. Er zijn toen vele classificaties van natuurvisies gemaakt. Natuurvisies zijn al veel

⁹ Zo waren er de 'klassieke' natuurbeschermers, die de vertrouwde natuurgebieden beheerden. Er waren de 'kritische' bosbouwers, die de bossen wilden laten verwilderen. En er waren de 'maatschappelijke' natuurbeschermers, die de boeren een volwaardige plaats in het beheer van de natuur wilden geven.

langer onderwerp van studie van milieufilosofen en historici. Dat heeft prachtige studies opgeleverd, zoals van de Britse historicus Schama (1995) over de veranderende opvattingen over natuur en landschap in de westerse cultuur.

Er bestaat inmiddels een veelheid aan classificaties van natuurvisies en verwante begrippen als grondhoudingen, natuurbeelden, natuurwaarden en functies van de natuur (zie bijv. [Langers, 1999; Born, 2001]). De wetenschappelijke, filosofische of culturele onderbouwing van de verschillende classificaties verschilt sterk. Ze zijn het resultaat van theoretische beschouwingen, analyses van debatten, enquêtes en interviews, of gewoon het product van een creatieve geest.

Om een indruk te krijgen van de diversiteit aan natuurvisies worden in deze paragraaf eerst een aantal professionele classificaties beschreven. Daarna komen de natuurvisies van de gewone Nederlanders aan bod. Deze classificaties hebben vooral betrekking op de natuur op land. Voordat een classificatie van natuurvisies over de zee wordt besproken, wordt beargumenteerd dat een historische en contextuele benadering van natuurvisies vruchtbaarder is dan het toepassen en hanteren van een statisch tijdloos schema. Ten slotte wordt nagegaan welke natuurvisies over de zee er bestaan en welke rol deze kunnen spelen in het oplossen van mogelijke conflicten bij het duurzaam oogsten uit zee.

PROFESSIELE NATUURVISIES

Professionele natuurvisies zijn ontworpen door deskundigen ten behoeve van beleid, wetenschap of praktische toepassing.

Natuurvisies in het natuurbeleid

Het eerste Natuurbeleidsplan (1990) van het toenmalige Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij beschrijft vijf in Nederland voorkomende natuurvisies: de klassieke visie, de natuurontwikkelingsvisie, de functionele visie, de ecosofische visie en de duurzame technologievisie.¹⁰ De eerste drie zijn van betekenis voor het beheer van de natuur:

- De *klassieke visie* is gericht op een zo groot mogelijke diversiteit in natuur en landschap zoals bij oude cultuurlandschappen het geval is. Menselijke activiteiten spelen in principe een positieve en essentiële rol in het behoud.
- De *natuurontwikkelingsvisie* is gericht op zelfregulatie, oorspronkelijkheid van processen en volledigheid van levensgemeenschappen. Hoe minder menselijke activiteiten, des te meer natuurwaarden.
- De *functionele visie* is gericht op functioneel ruimtegebruik, op flexibel grondgebruik en flexibele inrichting, op harmonie met menselijke activiteiten en dynamiek in het gebruik van de ruimte.

¹⁰ De classificatie was gebaseerd op een studie van Van Amstel (1988), die deze visies archetypisch noemt.

In het eerste Natuurbeleidsplan wilde de regering met al deze visies rekening houden. Maar de klassieke natuurvisie – gericht op het behoud van de bestaande natuur – domineerde. Men beseftte toen al dat louter behoud niet voldoende was. De natuurontwikkelingsvisie stond hoog op de agenda. De Ecologische Hoofdstructuur, een samenhangend netwerk van natuurgebieden, vereiste namelijk zowel het behoud van de bestaande natuur als de ontwikkeling van nieuwe natuurgebieden.

Praktische natuurvisies

Om de dialoog tussen diverse betrokkenen bij de toekomst van onze natuur en ons landschap te bevorderen, maakte de Natuurbeschermingsraad (1993) de volgende typologie van natuurbeelden: *wilde natuur*, *volgende natuur*, *gebruiksnatuur*, *productienatuur*, *regulerende natuur*, *bedreigende/hinderlijke natuur*, *heilzame natuur*, *decoratieve natuur*, *intrigerende natuur*, *informatieve natuur* en *gemodificeerde (veredelde) natuur*. Belangrijk is dat de Raad aannam dat mensen verschillende natuurbeelden tegelijk kunnen hanteren en daarom natuurbeelden kunnen delen.

Een aantal van deze beelden passen goed bij de zee: de woeste zee (*wilde natuur*), de zee voor de visser (*gebruiksnatuur*), de kolkende zee (*bedreigende natuur*) en het uitwaaien aan het strand (*heilzame natuur*). Bij sommige van de andere beelden kun je de zee ook heel goed voorstellen; zoals de productieve, de regulerende en de intrigerende zee.

De typologie van de Natuurbeschermingsraad is gebaseerd op de functies die de natuur voor mensen kan vervullen. De Raad gebruikte daarbij een klassieke indeling van nutsfuncties: *draagfuncties* (natuur als substraat voor menselijke activiteiten als wonen), *productiefuncties* (natuur als hulpbron van biomassa, delfstoffen en energie), *regulatiefuncties* (natuur als stabilisator van processen) en *informatiefuncties* (natuur als bron van kennis, educatie, recreatie en inspiratie).

Ethische natuurvisies

De milieufilosoof Zweers (1991) ontwikkelde een typologie van normatieve of ethische grondhoudingen van mensen tegenover de natuur. Zijn indeling naar grondhoudingen zegt ook iets over het zelfbeeld van de mens. Grondhoudingen variëren tussen grofweg sterk antropocentrisch en sterk ecocentrisch.

De *despoot* onderwerpt de natuur aan zich en doet ermee wat hij wil. De *verlichte heerser* heerst over de natuur, maar beseft ook zijn afhankelijkheid ervan. Hij ontwikkelt de natuur, maar uitbuiting is niet aan de orde. De *rentmeester* beheert de natuurlijke hulpbronnen als kapitaal, waarvan alleen de rente gebruikt mag worden. De *partner* werkt samen met de natuur op basis van gelijkwaardigheid. Hij wil de vervulling van maatschappelijke functies als natuurontwikkeling harmoniseren. De *participant* ziet de natuur als een

geheel waarvan de mens deel uitmaakt. En ten slotte is er de mystieke houding van *eenheid* met de natuur, waarbij de mens opgaat in die natuur. Er bestaan allerlei varianten op dit schema.

Esthetische natuurvisies

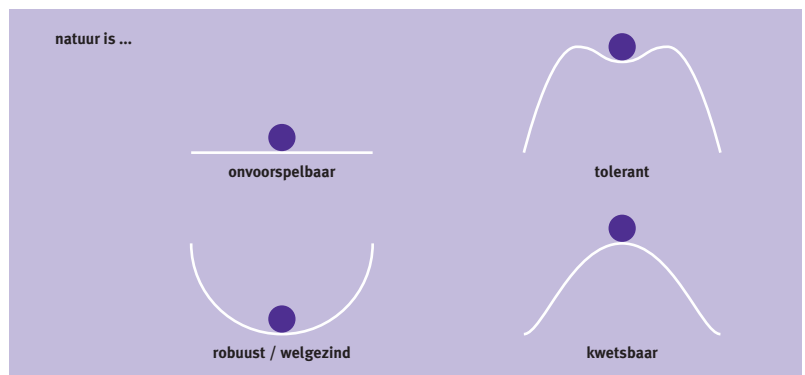
Naast de praktische en ethische invalshoek voor het ontwerpen van natuurbeelden, is een esthetische benadering mogelijk [Keulartz, 2000]. Een voorbeeld daarvan is de typologie van Roos uit 1997. Zo ziet hij het *Divalandschap* als product van de esthetica van de rijpheid met bijvoorbeeld oude bossen en duinen. Het *Veronicalandschap* staat voor jong en dynamisch, voor verrassingen zoals die kunnen plaatsvinden in natuurontwikkelingsgebieden. De esthetica van het landschapsschilderij komt tot uitdrukking in het *Verkadelandschap* met de daarbijbehorende museumlandschappen. Het *Mondriaanlandschap* staat voor stileringen zoals je die vindt in kassengebieden of bollenvelden. De esthetica van de postmoderniteit ten slotte, vormt het *Jules Deelderlandschap* van de jonge halfstedelijke gebieden.

Natuurvisies voor scenario's van duurzame ontwikkeling

Bij complexe vraagstukken zoals duurzame ontwikkeling wordt vaak gebruik gemaakt van toekomstgerichte scenariostudies. De definitie van duurzaamheid impliceert een inschatting van de toekomstige maatschappelijke behoeften en de manier waarop in die behoeften kan worden voorzien. Omdat de toekomst onzeker is, worden vaak verschillende scenario's ontwikkeld. De inkleuring van die scenario's is afhankelijk van het perspectief van degene die 'kleur bekent' [Rozemeijer, 2002]. Er bestaan heel verschillende legitieme percepties van hoe de wereld functioneert (wereldbeeld). Dat geldt ook voor overtuigingen van wat wenselijk en noodzakelijk is en welke middelen of instrumenten kunnen worden ingezet om doelen te bereiken (managementstijl). In scenario's zitten verschillende wereldbeelden en managementstijlen verpakt. De vier 'myths of nature' (natuurbeelden) van Schwartz en Thompson (1990) zijn door verschillende partijen gebruikt om consistente scenario's te ontwikkelen.

Figuur 3

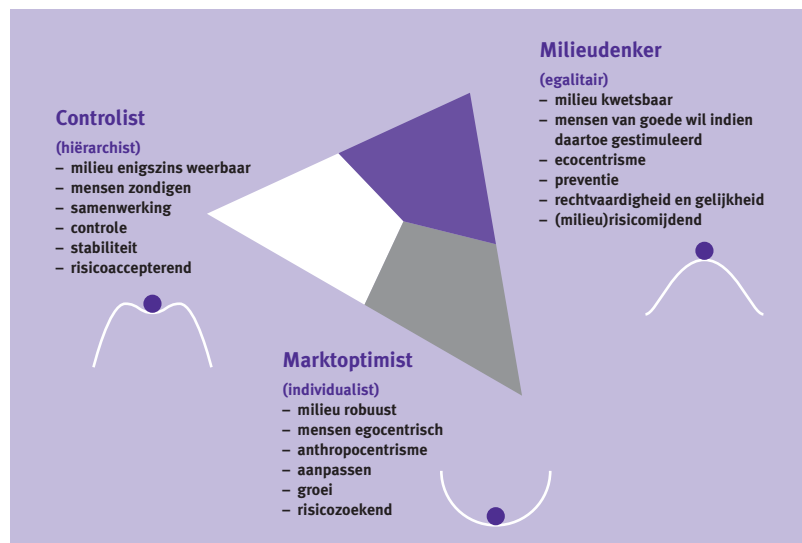
De vier 'myths of nature' (natuurbeelden). Bron: Naar Schwartz en Thompson in [WRR, 1994].



Op basis van veronderstellingen van ecologen over de reactie van de natuur op menselijke invloeden hebben Schwartz en Thompson een vierdeling voorgesteld (zie Figuur 3). Soms is de natuur *onvoorspelbaar*. De *robuuste natuur* kan intensief gebruikt worden; na elke ingreep keert ze weer terug in dezelfde toestand. De *tolerante natuur* kan wel iets hebben, maar niet te veel, anders stort ze in. De *kwetsbare natuur* kan eigenlijk geen ingreep verdragen.

Zo heeft de Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid [WRR, 1994] op basis van deze ecologische natuurbeelden complexe handelingsperspectieven opgesteld voor het omgaan met de risico's van milieuproblemen en duurzaamheid. Door het begrip 'risico' in plaats van het begrip 'effect' te hanteren, benadrukt de WRR dat kwesties over duurzaamheid zich niet laten vertalen in een hard ecologisch imperatief over wat de samenleving moet doen of laten. Onzekerheden in wetenschappelijke kennis en normatieve inschattingen maken dat harde gedragsnormen niet af te leiden zijn. De WRR stelt dat milieuproblemen dus vanuit verschillende handelingsperspectieven moeten worden beschouwd. De weergave van deze WRR-perspectieven wordt hier sterk vereenvoudigd (de WRR besteedt per perspectief aandacht aan bevolkingsgroei, welvaart, de rol van de overheid en technologische ontwikkeling). Ziet men de natuur (de ecosystemen van de aarde) als robuust, dan kan men deze ten volle *benutten*. In dit optimistische perspectief moet de productie wellicht enigszins worden aangepast, maar de consumptie kan hoog blijven. Ziet men de natuur als *tolerant*, dan kan men ofwel de consumptie fors inperken ofwel de productie duurzamer maken. Het eerste handelingsperspectief betekent *sparen*, het tweede *beheren*. Ziet men de natuur daarentegen als kwetsbaar, dan moet men deze *behoeden*. Zowel de consumptie als de productie moeten principieel veranderen.

Figuur 4
Perspectieven Culturele Theorie
 voor scenario-ontwikkeling. Bron:
 [Asselt, 2000].



Van Asselt en Rotmans (2002) onderscheiden op basis van de indeling van Schwartz en Thompson drie culturele perspectieven die worden toegepast in allerlei processen van scenario-ontwikkeling (zie Figuur 4). De drie perspectieven zijn stereotypen, karikaturen, maar de ervaring heeft geleerd dat ze een goede basis bieden voor discussie en het expliciet maken van veronderstellingen en waarden.

NATUURVISIES VAN NEDERLANDERS

Maar wat vinden gewone Nederlanders van de natuur? Een van de eerste enquêtes onder Nederlanders is die van Buijs [Buijs, 1997]. Een representatieve groep Nederlanders gaf hun mening over een aantal categorieën van natuur, zoals ‘de zee’, ‘wilde planten’ en ‘parken’. De vraag was of men deze vormen zag als echte natuur, een beetje natuur of geen natuur. Een meerderheid zag veel van deze categorieën als ‘echte natuur’. De zee werd door bijna iedereen als ‘echte natuur’ gezien. Nederlanders hebben blijkbaar een ruim natuurbeeld. Deze conclusie vormt ook het uitgangspunt voor het recente natuurbeleid waarin ‘mensenwensen’ centraal staan [LNV, 2000]. Buijs en Volker (1997) kwamen tot de volgende typologie van natuurbeelden: *elementen* (zon, zee en wind); *spontane natuur* (zoals wilde planten, insecten en weidevogels); *productienatuur* (zoals weilanden, akkers, koeien en varkens, en landschap); *aangelegde natuur* (zoals stadsparken en volkstuinen); en *gedomesticeerde natuur* (zoals kamerplanten, volkstuinen, koeien en varkens).

In een enquête onder Nederlanders vond Born (2001) de volgende natuurbeelden (in volgorde van de mate van natuurlijkheid volgens de respondenten): *wilde natuur*, *arcadische natuur* (zoals heide, wilgen in een weide, weidevogels, een graanakker), *binnendringende natuur* (muggen, onkruiden in de tuin, e.d.), *gedomesticeerde natuur* en *gebruiksnatuur*. Als belangrijkste waarden van de natuur zagen deze Nederlanders: de waarde voor de menselijke gezondheid, de intrinsieke waarde van natuur en de waarde voor toekomstige generaties. Volgens deze onderzoekers erkent 70 tot 90% van de (Europese) bevolking het bestaansrecht van de natuur, ook als deze natuur geen enkel doel dient.

NATUURVISIES ‘IN CONTEXT’

Een eerste punt van kritiek op bijna al deze classificaties van natuurvisies is dat ze eendimensionaal zijn. De verschillende visies kunnen gerangschikt worden tussen enerzijds een dominante mens en anderzijds een dominante natuur. Binnen een classificatie lijken de verschillende natuurvisies tegenover elkaar te staan. De mensen die verschillende natuurvisies aanhangen staan dan dus ook tegenover elkaar.

Wanneer echter iets meer in detail ernaar wordt gekeken, blijkt al gauw dat

tegengestelde natuurvisies toch heel verwant kunnen zijn. Op het eerste gezicht staat bijvoorbeeld de *natuurontwikkelingsvisie* heel dicht bij het beeld van de *wilde natuur* en tegenover de *functionele visie*. Maar in Nederland, stellen de natuurontwikkelaars, kan wildernis alleen een kans krijgen als we daarvoor de goede condities scheppen. En dus gaan uiterwaarden op de schop om de rivier meer ruimte te geven, of worden duinen met bulldozers verwijderd om de zee meer ruimte te geven. En ook daarna wordt die wildernisnatuur vaak niet echt aan zijn lot overlaten. Kortom, wildernisnatuur wordt heel rationeel geschapen, en dat is juist een kenmerk van functionele natuur. Een tweede punt van kritiek is dat de meeste mensen niet erg monomaan een enkele natuurvisie aanhangen. Afhankelijk van de situatie en de problemen kiezen ze positie. Volgens [Macnaghten, 1998] zitten mensen vol dilemma's over dit soort zaken en kiezen ze nu eens voor de ene waarde en dan weer voor de andere.

Natuurvisies zijn dus minder tegengesteld dan ze worden voorgesteld. Voor de meeste mensen zijn ze complementair [Koppen, 2002]. In de loop van de tijd kunnen ze elkaar afwisselen [Dekker, 2002; Schama, 1995]. Soms heeft de mens behoefte aan een hoogproductieve natuur voor zijn welvaart, soms wil hij de wilde natuur voor zijn welzijn. Een visser op schelpdieren ziet onder werktijd de zeenatuur als gebruiksnatuur, terwijl hij tijdens zijn vakantie wil genieten van de ruimte en de leegte. Een historische en contextuele benadering van natuurvisies lijkt dan ook realistischer dan proberen de verhouding tussen mens en natuur in een statisch schema te plaatsen.

Op grond van een aantal historische analyses¹¹ kunnen drie richtinggevende tradities onderscheiden worden:

- De *imperialistische of wetenschappelijk-technologische traditie* waarin de natuur als hulpbron wordt gezien en volledig benut kan worden.
- Een *arcadische pastorale traditie* waarin de natuur vooral esthetisch en ethisch gewaardeerd wordt, natuur en landschap zo divers mogelijk zijn, de invloed van de mens traditioneel en beperkt is en in harmonie met de natuur.
- Een *arcadische primitieve traditie* waarin de natuur als wild en woest ervaren wordt, gevreesd of bewonderd, waarin menselijk ingrijpen afwezig is.¹²

Om aan te geven dat natuurvisies meerdimensionale structuren zijn met ecologische, ethische en esthetische argumenten spreekt [Keulartz, 2000] liever van natuurarrangementen (het functionele, het arcadische en het 'wildernis'-arrangement).

De waarde van classificaties zit niet alleen in hun representativiteit, maar ook – of juist – in de mogelijkheid om deze toe te passen als bewustwordings-instrument in een traject waarin verschillende visies op de natuur een rol

.....
¹¹ In historische benaderingen worden natuurvisies geplaatst in de materiële en ideële geschiedenis. Historische benaderingen zijn te vinden in [Worster, 1977; Thomas, 1983; Schama, 1995] en in Nederland bij [Amstel, 1988; Windt, 1995; Keulartz, 2000; Koppen, 2002; Dekker, 2002].

¹² Deze driedeling is zeer verwant aan de eerdergenoemde indeling van de drie 'archetypische' natuurvisies uit het Natuurbeleidsplan van 1990: de functionele, de klassieke en de natuurontwikkelingsvisie.

spelen (bijv. een beleidstraject, een scenario-analyse, of een creatief atelier). Natuurvisies kunnen helpen tegenstellingen in waarden te verhelderen en zo de communicatie op gang brengen, vooral wanneer de visies een rol spelen in een bepaalde context. Een ‘contextuele benadering’ van natuurvisies is daarom vruchtbaarder dan pogingen om de verhouding tussen mens en natuur in een tijdloos en statisch schema te plaatsen. De ervaring met het toepassen van verschillende natuurvisies en handelingsperspectieven in toekomstgerichte scenariostudies bevestigt dit.

NATUURVISIES OVER DE ZEE

Voor de zee zijn nauwelijks classificaties van natuurvisies of -beelden ontwikkeld. Dit hangt samen met het traditionele landgerichte denken van natuurbeschermers, waardoor de zee en haar natuurwaarden pas veel later aandacht hebben gekregen (o.a. in het beleid). Nog sterker dan de landnatuur is de zee een externe natuur. De zee bevindt zich buiten onze directe leefwereld. Wellicht daardoor blijft de beeldvorming van wat de zeenatuur voor ons betekent beperkt.

Misschien verklaart het buitendijkse karakter van de zeenatuur ook wel waarom bijna alle Nederlanders de zee als ‘echte’ natuur zien. Ook al is de Noordzee een van de drukst bevaren en beviste zeeën, ook al wordt ze bevuild en als win- en stortplaats gebruikt, ook al wordt ze ingeperkt en bebouwd, de zee wordt gezien als woest en ledig. De associaties met de zee hebben betrekking op de fysieke kenmerken en de natuurkracht van de zee: zand, strand, water, golven, wind, storm en ruimte. Weidsheid en de **dynamiek** van water en wind zijn de belangrijkste positieve belevingswaarden [Rooijers, 2002].

Recent heeft Alterra in een advies in het kader van de maatschappelijke discussies over de ‘zoute natuur’ in de Waddenzee en de Noordzee een classificatie van natuurvisies gepresenteerd [Alterra, 2003]. De aanleiding voor het advies was dat onderzoekers nogal eens worden geconfronteerd met heel verschillende beoordelingen van hun onderzoekswerk over bijvoorbeeld de ecologische effecten van activiteiten in zee. Alterra schetst vijf natuurdefinities of natuurdoelstellingen. De gehanteerde beelden zijn niet nieuw, maar er is geprobeerd om ze in een actuele context voor Nederlandse zoutwatermilieus te plaatsen.

De *wildernisnatuur* is een zee waarin de ecologische dynamiek zich – ongestoord door menselijke invloeden – afspeelt. Menselijk beheer is onnodig en zelfs ongewenst. In deze visie is geen plaats voor andere natuurdefinities. Een ruimtelijke inperking van het systeem betekent altijd verlies. In de *oogstnatuur* mag de mens de natuurlijke rijkdommen van de zee benutten binnen de draagkracht van het systeem. Ook al leidt dit tot een heel andere natuur dan de wildernisnatuur. Een omgeploegde zeebodem met veel opportunistische

soorten is dan ook natuur. In de *bouwnatuur* vormen ruimtelijke activiteiten geen probleem, zolang er maar een perceptie van natuur overblijft. In deze visie is de aanleg van een vliegveld in zee aanvaardbaar en kan zelfs leiden tot natuurverrijking. *Mensnatuur* is natuur die we in een gewenste richting sturen om de belevingswaarde ervan voor mensen te beïnvloeden. Denk aan broedelanden voor kustvogels en aan kunstriffen. Binnen deze doelstelling kan het zinvol zijn ontoegankelijke wildernisnatuur te offeren voor toegankelijke natuur, waardoor de (emotionele) betrokkenheid van de burger vergroot wordt. De aanleg kan kunstmatig zijn en permanent beheer kan nodig zijn. In de *brede-contextnatuur* ten slotte worden lokale aantastingen van de natuur geaccepteerd voor natuurbelangen op een hoger niveau, bijvoorbeeld schone energieprojecten in zee.

De wildernisnatuur in zijn meest elementaire vorm is volgens Alterra in onze regio al niet meer aanwezig. Paragraaf 2.1 heeft laten zien dat de ecosystemen van de zoute wateren al eeuwen sterk beïnvloed worden door de visserij, bedijkingen en landaanwinning. Voor referentiebeelden voor wildernisnatuur wordt vaak gekeken naar de situatie op zee in 1930, toen de snelle economische ontwikkeling nog niet begonnen was. Vandaag de dag is de oogstnatuurvisie in milde vorm nog altijd aanwezig. Maar de andere drie visies lijken aan belang te winnen.

De vijf natuurdefinities van Alterra sluiten aan bij eerder aangehaalde classificaties voor natuur op land en lijken mede daardoor geïnspireerd. Ze kunnen dan ook zonder veel moeite ingepast worden in de eerder genoemde drie historische natuurtradities. Als het om natuurvisies gaat, zijn we blijkbaar niet in staat om over natuurwaarden op zee fundamenteel anders te denken dan over natuurwaarden op land. Hoogstens klinkt de roep van de wildernis er sterker dan elders. Het oerbeeld van de woeste dreigende zee zit diep ingesleten in ons historisch bewustzijn.

Als we ons in de toekomst meer met de natuur van de zee gaan bezighouden terwijl we nog zo weinig weten van de **ecologie** van de zee, zullen individuele natuurvisies of visies van verschillende groeperingen in het debat over het beheer van de zee waarschijnlijk een grotere rol gaan spelen.

In ons overheidsbeleid bestaat geen eenduidige natuurvisie op de Noordzee. Vooral het ministerie van Verkeer en Waterstaat en het ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Voedselkwaliteit hebben in hun beleid te maken met deze natuurvisies. Formuleringen in de beleidsplanning wekken vaak de indruk een wildernisnatuur tot doelstelling te hebben, terwijl in de beleidspraktijk aantastingen van die situatie worden verdedigd met argumenten die thuishoren onder andere natuurvisies [Alterra, 2003]. Pas enkele decennia terug werd de zee net als andere wateren gezien als een watersysteem dat

ruimte moet krijgen [V&W, 1998] (zie ook paragraaf 2.1). De ‘Vierde nota Waterhuishouding’ rept over het herstel van natuurlijke verbindingen tussen zoet- en zoutwatersystemen en een ‘duurzaam gebruik’ van de Noordzee, waarin ruimte is voor visserij, scheepvaart en andere functies. In deze Vierde nota is de Noordzee echter ook een **ecosysteem** waarvoor ecologische doelen gelden en die ook als zodanig wordt behandeld. Wat dat precies inhoudt blijft vooralsnog onduidelijk.

In het natuurbeleid voor de Noordzee, zoals geformuleerd in ‘Natuur voor mensen, mensen voor natuur’ [LNV, 2000] behoort het Nederlandse deel van de Noordzee tot de kerngebieden van de Ecologische Hoofdstructuur.¹³ Maar de Noordzee wordt vanwege het intensieve gebruik ook gerekend tot de multifunctionele natuur (het arrangement van de minst natuurlijke natuur). Daarentegen worden onder andere de duinen en het rivierenlandschap gerekend tot de grootschalige natuur in Nederland en is de Waddenzee een watergebied van internationale betekenis.

WOESTHEID, LUCHTEN EN KUST

Verdient de Noordzee een eigen natuurvisie? Er zijn drie aspecten van de Noordzee die ons uitdagen om een eigen visie (of groep van visies) ervoor te ontwikkelen: haar woestheid, haar luchten en haar kust.

De zee is ondanks het intensieve en zelfs uitputtende gebruik woester dan de huidige natuur op land. Woester zelfs dan de grootste wildernis. Oerwoud of jungle zijn relatief plaatsgebonden en stabiel, terwijl een woeste zee plotseling kan ontstaan en grote stukken land kan verslinden. Alleen vulkanen, tornado's en rivieren kunnen die woestheid evenaren. De zee verdient een eigen ‘woestheidsvisie’. Die visie zou vertaald kunnen worden in het reserveren van grote delen van de zee waar ze ongeremd haar gang kan gaan en waar elke vorm van gebruik en verbruik uitgebannen wordt. Oorden van absolute woestheid.

Luchten krijgen weinig aandacht in natuurbeelden. Toch vormen ze een van de elementen die het meest als natuur gewaardeerd worden. Onze landschapschilders zijn er wereldberoemd mee geworden. Boven de zee komen die luchten het mooist tot hun recht. Daar is het uitzicht tot aan de horizon het meest wijds en het meest vrij. Luchten zijn moeilijk te vatten in natuurvisies.

Daarvoor zijn ze te vluchtig. Misschien moeten we de luchten dan ook maar overlaten aan de kijkers, de genietters, de dromers, de fotografen, de dichters, de schilders en de zangers. Maar de overheid kan wel de voorwaarden scheppen om luchten maximaal de ruimte te geven, bijvoorbeeld door de horizon van de zee niet te bebouwen.

Op de grens van land en zee ligt de kust. Hier gaat land over in zee en omgekeerd, en gaat zout water over in zoet water. Hier komt een heel eigen en bij-

¹³ Dat was ook al het geval in het Natuurbeleidsplan van 1990 [LNV, 1990].

zonder productieve natuur voor. Aan de kust beginnen de functies van de zee in de vorm van havens, pieren en maasvlakten. Aan de kust eindigen de land-activiteiten die de kust een eigen vorm geven (zoals dijken, strandrecreatie, maar ook watervervuiling). De kust is bij uitstek de plek waar de cultuur van de zee tot uiting komt. Hier wordt de zee in woorden en beelden gevat. Net als de lucht is ook de kust moeilijk in een visie te vangen. Daar is ze wellicht te hybride voor. De kust is krachtig en kwetsbaar. De overheid kan voorwaarden creëren om die bijzondere coproductie van mens en zee te behouden en te ontwikkelen.

DE TOEKOMST

De verscheidenheid aan natuurvisies zal deels terugkomen in de ideeën in hoofdstuk 3, 4 en 5. De verschillende auteurs die bijgedragen hebben, verschillen nu eenmaal in hun visies op de natuur van de zee.

De uitdaging voor deze verkenning is meer 'zout' toe te laten in ons denken en meer vanuit zee geïnspireerd na te denken over oogsten uit zee. Hieruit spreekt enerzijds een functionele natuurvisie waarbij de zee gebruikt mag worden. Anderzijds de visie om de zee in haar eigen waarde te laten. Waar visies op natuurbeheer botsen, biedt de ruimtelijke ordening de mogelijkheid om te zoneren. Voor het land is dat makkelijker dan voor de zee. De zee kan weliswaar verdeeld worden in zones waarin verschillende natuurvisies domineren. Groter is echter de uitdaging om vormen van beheer te ontwikkelen waarin – geïnspireerd door de beweeglijkheid en variatie van het mariene leven in de zee – vormen van gebruik worden gecombineerd en ingepast op een manier waarbij de zee haar vele gezichten behouden kan.

Natuurvisies kunnen helpen om bij tegenstellingen de verschillen in waarden te verhelderen en verschillen in posities van belanghebbenden duidelijk te maken. Dit kan bijdragen aan een betere communicatie en wellicht leiden tot oplossingen van conflicten. Heldere uitgangspunten zijn immers noodzakelijk om een vruchtbare discussie te voeren over toekomstige ontwikkelingen in de natuur van de zee en de mogelijkheden om duurzaam te oogsten uit zee. Het (participatief) ontwikkelen van een contextafhankelijke typologie is daarbij veelal effectiever dan het toepassen van algemene typologieën. De brede, historisch gewortelde natuurvisies kunnen wellicht gemeenschappelijke benaderingen mogelijk maken.

Bij echt grote belangenconflicten helpen de natuurvisies echter niet. Dergelijke conflicten moeten op politiek niveau en binnen democratische kaders uitgevochten worden. Natuurvisies kunnen problemen namelijk ook verergeren wanneer ze tot ideologie of geloof worden, en doen dan meer kwaad dan goed. In die situaties kan het verstandiger zijn om de problemen zo praktisch mogelijk op te lossen.

Natuurvisies kunnen bovenal een bron van inspiratie zijn voor prachtige verhalen over de zee.

REFERENTIES

- Alterra (2003). Bouwstenen voor natuur in Waddenzee en Noordzee. *Alterra Boomblad*. (14), nr. 1. Alterra, Wageningen
- Amstel, AR van, GFW Herngreen, CS Meyer, EF Schoorl-Groen, HE van der Veen (1988). *Vijf visies op natuurbehoud en natuurontwikkeling*. RMNO, Rijswijk
- Asselt, MBA (2000). *Perspectives on Uncertainty and Risk: The PRIMA Approach to Decision Support*. Proefschrift. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- Asselt, MBA van, J Rotmans (2002). Uncertainty in Integrated Assessment Modelling: From Positivism to Pluralism. *Climatic Change*, nr. 54, pp. 75-105. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- Born, RJG van den, RHJ Lenders, WT de Groot, E Huijsman (2001). The New Biophilia: an Exploration of Visions of Nature in Western Countries. *Environmental Conservation*, vol. 28 (1), pp. 65-75
- Buijs, AE, CM Volker (1997). *Publiek draagvlak voor natuur en natuurbeleid*. SC-DLO, Wageningen
- Dekker, JNM (2002). *Dynamiek in de Nederlandse natuurbescherming*. Proefschrift. Universiteit Utrecht
- Keulartz, J, S Swart, H van der Windt (2000). *Natuurbeelden en natuurbeleid*. NWO, Den Haag
- Koppen, CSA van (2002). *Echte natuur; een sociaaltheoretisch onderzoek naar natuurwaardering en natuurbescherming in de moderne samenleving*. Proefschrift, Wageningen Universiteit
- Langers, F, CLM Spinnewijn (1999). *Inventarisatie van GIS-bestanden en natuurtypologieën voor een aanbod- en vraagkaart natuur*. SC-DLO/IBN-DLO, Wageningen
- Macnaghten, P, J Urry (1998). *Contested Natures*. Sage Publications, London
- LNV (1990). *Natuurbeleidsplan; regeringsbeslissing*. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij. TK 1989-1990, 21149, pp. 2-3
- LNV (2000). *Natuur voor mensen, mensen voor natuur*. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag
- V&W (1998). *Vierde Nota waterhuishouding, Regeringsbeslissing*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag
- Natuurbeschermingsraad (1993). *Natuur tussen de oren*. Utrecht
- Rooijers AJ (2002). *Beleving van strand en zee*. Centrum voor Omgevings- en Verkeerspsychologie, Rijksuniversiteit Groningen
- Roos, R (1997). Een schoonheid achter de processen. *DLN*, vol. 98, nr. 4, pp. 134-135

- Rozemeijer, M (red.) (2002). *De water-voor-ruimte spelmethodiek. Spelenderwijs naar gezamenlijke visievorming*. Spel ontwikkeld voor de OSCUR-wedstrijd ‘Morgen de ruimte’. ICIS, Institute for Environmental Studies Vrije Universiteit Amsterdam, Technische Universiteit Delft, WLDelft Hydraulics, Witteveen en Bos, Delft
- Schama, S (1995). *Landschap & herinnering*. Contact, Amsterdam/Antwerpen
- Schwartz, M, M Thompson (1990). *Divided We Stand: Redefining Politics, Technology and Social Choice*. Harvester Wheatsheaf, London
- Thomas, K (1983). *Man and the Natural World*. Lane, London
- WRR (1994). *Duurzame risico’s, een blijvend gegeven*. Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, Den Haag
- Windt, HJ van der (1995). *En dan: wat is natuur nog in dit land?* Boom, Amsterdam/Meppel
- Worster, D (1977). *Nature’s Economy*. Cambridge University Press
- Zweers, W (1991). Radicalisme of historisch besef? In: W Zweers (red.). *Op zoek naar een ecologische cultuur*. Ambo, Baarn

2.3 CONSUMENSEN: ONVOORSPELBAAR EN ONGRIJPBAAR

Hans Dagevos^{14, 15}, *Esther Luiten*¹⁶

Want uiteindelijk is de mens maar voor één ding gemaakt: om te eten.

Renate Dorrestein, Het hemelse gerecht, Uitgeverij Contact, Amsterdam (1991)

Producenten en consumenten zijn door verschillende schakels in de marktketen verbonden: van **primaire productie** of jacht, via verwerking, handel en distributie tot eindconsument. In en buiten de verschillende ketens opereren organisaties of groepen die invloed kunnen hebben op die ketens (zoals de overheid of maatschappelijke organisaties). Het handelen van de verschillende actoren en de verhoudingen tussen schakels in de keten veranderen onder invloed van een complex samenspel van trends in de samenleving. Zoals in deze paragraaf zal blijken is de duurzaamheidstrend slechts een van de maatschappelijke trends.

Duurzaam ondernemen wordt gedefinieerd als een ondernemersconcept waarin ‘Profit’, ‘Planet’ en ‘People’ (3-P) een gelijkwaardige en evenwichtige plaats krijgen. Niet langer kan alleen de economie het leidende principe voor de producent zijn; sturing en verantwoording moeten net zo goed vanuit een maatschappelijk en een ecologisch perspectief plaatsvinden. ‘Doe wat je zegt’, ‘Laat zien wat je doet’ en ‘Zeg wat je doet’ zijn bekende slogans voor onder-

¹⁴ LEI, Wageningen UR, Den Haag.

¹⁵ Voor deze paragraaf is gebruik gemaakt van verschillende publicaties van Dagevos, in het bijzonder [Dagevos, 1998; 2000a; 2000b; 2001; 2002; 2003a; 2003b].

¹⁶ STT/Beweton, Den Haag.

nemingen die wensen te anticiperen op de eisen van de samenleving om tot maatschappelijk verantwoorde vormen van ondernemen te komen. Nederlandse burgers stellen in toenemende mate eisen aan het milieu, het dierenwelzijn, de gezondheid en kwaliteit van de leefomgeving. Het 3-P denken vindt steeds meer ingang bij ondernemingen.

Duurzaam produceren en duurzaam consumeren zijn echter nog geen bewezen praktijk. De veelheid aan verleidingen is groot in de consumptie-economie. De mens is burger, maar ook gewoon consument of 'consumens', die soms lekker en soms juist snel en goedkoop wil eten. Het is momenteel mode om consumenten op de voorgrond te plaatsen. Consumentenbehoeften en -wensen staan centraal. Kreten als klantgerichtheid, ketenomkering, consumentgeoriënteerde ketens, transparantie, maatschappelijk verantwoord ondernemen, direct contact en vraaggestuurde productie worden gebezigd. De vraag in deze paragraaf is wat de consequenties zijn voor duurzame producten uit zee als de behoeften van consumenten in het middelpunt van de belangstelling worden geplaatst. Hoe staat het met de rol en verantwoordelijkheid van consumenten en producenten inzake duurzaamheid? Hier wordt ingezoomd op voedselconsumptie.¹⁷

Eerst wordt aangegeven wat de betekenis van de consumptie-economie is en hoe deze zich verhoudt tot duurzame ontwikkeling. Vervolgens wordt een beeld geschetst van de hedendaagse en toekomstige voedselconsumptie door een aantal trends in voeding te volgen. Het uitgangspunt hierbij is dat door het in kaart brengen van trends een samenhang is te ontdekken in de veelheid en diversiteit van consumentenwensen. Ten slotte wordt ingegaan op de rol en verantwoordelijkheid van zowel consumenten en producenten om tot duurzame voedselketens te komen.

Een en ander maakt duidelijk dat vraagontwikkelingen in de voedingsmarkt ook in de toekomst afhankelijk zijn van initiatieven en verantwoordelijkheden aan de aanbodzijde in de keten. Met het oog op duurzaamheid betekent dit dat duurzaamheid in een vraaggestuurde voedingsmarkt niet een kwestie is die louter en alleen op het bordje van consumensen kan worden geschoven. Andere schakels in de keten hebben macht en (ook) verantwoordelijkheid. Partijen buiten de keten kunnen proberen het denken in termen van duurzame ketens te versterken.

¹⁷ De zee kan voorzien in meer producten en diensten dan voedsel alleen (bijv. (duurzame) energie, schoon water, grondstoffen (bijv. zand), transportmogelijkheden en ruimte voor recreatie en plezier in een prachtige natuurlijke omgeving).

CONSUMENSEN CENTRAAL

Het centraal stellen van consumenten past in een traditie van de laatste tien à vijftien jaar waarin er steeds meer oog is gekomen voor het feit dat we in een consumptiesamenleving leven. Consumptie is al lang niet meer alleen een belangrijke motor van de economie. Consumeren heeft een enorme sociaal-culturele betekenis gekregen. Identiteit, eigenwaarde of maatschappelijke sta-

tus worden grotendeels afgemeten aan hoe en wat we consumeren. Daarom wordt gesproken over de consumptie-economie, of ook wel over de belevenis-economie of de emotie-economie.

Zowel bij bedrijven, beleidsmakers als wetenschappelijk onderzoekers is de aandacht voor consumptie en voor de vraagzijde in de voedingsmarkt toegenomen. Dit geldt zeker ook voor agro- en voedselketens, waar de productie traditioneel sterk door aanbod gedreven wordt. Dat is ook terug te vinden in het denken over duurzame ontwikkeling. Maar men praat wel erg gemakkelijk over de centrale rol van consumenten en de consumptie-economie. Wat betekent het voor de ideeën in deze publicatie als de consument als uitgangspunt wordt genomen?

Een eerste consequentie is dat het accent in het denken over duurzaamheid zal moeten veranderen. Het in kaart brengen van de toekomstige voedselbehoefte kan niet alleen een kwestie zijn van het berekenen van de eiwitbehoeften over twintig of vijftig jaar. Een dergelijke som is op macroniveau behoorlijk goed te maken. We weten dat de wereldbevolking groeit, we kennen groeicijfers voor de eiwitbehoefte voor regio's, en er is een betrouwbare schatting te maken van de eiwitten die uit zee moeten komen. Maar de verwevenheid van consumptie in de hedendaagse cultuur en economie zorgt voor veel meer variatie en dynamiek in de eiwitbehoefte van de mens dan dat in dit macrogetal wordt uitgedrukt. Wat en waar we consumeren bepaalt ons (gewenste) zelfbeeld en onze identiteit: 'Ik consumeer, dus ik ben'. Consumptie heeft invloed op ons levensgeluk. Dit fenomeen strekt zich uit van microniveau (persoonlijk geluk) en mesoniveau (sociale status) naar macroniveau (succes van een land). Het appèl dat de consumptiesamenleving op mensen doet, manifesteert zich tot in de verste uithoeken van de wereld. Een Chinees wil zijn fiets maar al te graag inruilen voor een auto, terwijl een kind uit de sloppenwijk van Rio de Janeiro droomt van een Big Mac en een flesje Coca Cola. Hoe maatschappelijke trends en hypes medepalend zullen zijn voor toekomstige consumentenbehoeften en consumptiegedrag is niet uniform en eenduidig te voorspellen. De consument is onvoorspelbaar en ongrijpbaar (zie tekstkader Trendy vis). Als we verderop in deze paragraaf consumententrends in voeding bespreken, komen we hierop terug.

Trendy vis

*Jan Bremer*¹⁸

Ook in de 16^e eeuw was voedsel onderhevig aan trends en hypes. Adriaan Coenen (Vischboeck, 1578) vertelt uitvoerig over Maria van Hongarije, landvoogdes in de Nederlanden van 1531 tot 1555 (en zus van Karel V) die een bezoek bracht aan Scheveningen. Zij wilde wel eens zien hoe er gevist werd. Op dat moment was er echter niets anders te vangen dan pietermannen. De vissers verboden haar om deze

.....
¹⁸ Historicus en schrijver, Wieringermeer.

vis met zijn giftige stekel aan te raken, maar de eigenzinnige dame wilde desondanks graag pietermannen eten. De vissers vonden het maar niks, maar Maria van Hongarije vond de vis bijzonder smakelijk. En zo werd – schrijft Coenen – de altijd gevreesde pieterman opeens een modieus gerecht!

Een tweede consequentie van het benadrukken van de sociaal-culturele betekenis van consumeren is de onvermijdelijke spanning tussen consumptieve behoeften en de belasting van natuur en milieu. Daarbij komt dat consumenten die welvarender worden (en dus ook geld hebben om te consumeren), producten en diensten begeren die in veel gevallen ‘onduurzame energievreters’ zijn. Dit geldt ook voor voeding. Voorbeelden zijn de consumptie van rood vlees, kweekvis of allerlei gemaksvoeding. De omslag naar duurzaam consumeren is allesbehalve evident.

Onderzoek bevestigt dat ook mensen die zich betrokken voelen bij het milieu hun consumptiegedrag slechts ten dele (willen en kunnen) aanpassen. Het is niet eenvoudig om verworvenheden op te geven of weerstand te bieden aan de verleidingen van het aanbod van de consumptiemaatschappij en om de eigen consumptiedriften te temperen. Duurzamere consumptiepatronen zijn in de beleving van velen ‘een stap terug’ en hebben meer van doen met ‘lasten’ dan met ‘lusten’. Het valt niet mee om concreet, persoonlijk en direct plezier op te geven voor een collectief, abstract langetermijndoel. Zelfs wanneer de geest gewillig is, is het vlees vaak zwak. In dit verband wordt gerept over de tweeslachtigheid van mensen als het gaat om onderwerpen als milieu, natuur en dierenwelzijn. Als burger willen we het beste voor iedereen, maar als consument kiezen we voor het particuliere profijt of het plezier van goedkoop en gemakkelijk.

SOCIAAL-CULTURELE TRENDS IN VOEDING

Om ons een beeld te vormen van de consument van nu en straks (en dus ook van de economische kansen en ecologische gevolgen), kijken we naar trends die het consumptiegedrag beïnvloeden. Er bestaat een omvangrijke staalkaart van consumententrends voor voedsel.

Trends zijn er in vele soorten en maten, ze spelen op verschillende aggregatieniveaus, grijpen op elkaar in en wisselen van karakter. De trends die recent gebruikt worden om inzicht te krijgen in de behoeften van consumenten zijn steeds vaker sociaal-cultureel van karakter. Deze verandering houdt verband met de afnemende verklaringskracht van de ‘klassieke’ sociaal-economische en demografische karakteristieken (zoals leeftijd, geslacht, opleiding of inkomen). Deze zeggen te weinig over het doen en laten van consumenten in de beleveniseconomie. Zowel in wetenschappelijk onderzoek als in marketingstudies in het bedrijfsleven kijkt men veel meer naar mensen en hun normen en waarden, hun leefstijl en hun persoonlijke opvattingen. Er wordt steeds

meer aandacht besteed aan deze vagere, zachtere en meer fluïde zaken in de houding en het handelen van consumenten.

Trends vormen een analyse-instrument waarmee patronen gezocht kunnen worden. Zijn consumenten en hun consumptiepraktijken te categoriseren of typeren? Door trends te benoemen worden onderscheid en samenhang zichtbaarder. Het onderkennen en analyseren van trends heeft dus een *convergerende werking*. Er wordt een ontwikkelingslijn uitgezet waaraan bepaalde verschijnselen worden opgehangen die verband met elkaar houden en die in een bepaalde richting wijzen. Trendanalyse heeft echter ook een *divergerende werking*. Een trend krijgt pas betekenis als er ook een of meerdere tegentrends zijn. Trend en tegentrend zijn twee kanten van dezelfde medaille. Ze vormen tegengestelde ontwikkelingen, die toch vaak tegelijkertijd plaatsvinden in de samenleving (zie Tabel 1). Bovendien gelden trends vaak voor verschillende niveaus van analyse of abstractie (micro, meso, macro) die elkaar ook onderling beïnvloeden.

Tabel 1

Patronen in trends en tegentrends.

trend	tegentrend
globaliseren	regionaliseren
versnellen	vertragen
vervreemden	nabij komen
consumeren	consuminderen
rationaliseren	emotionaliseren
pluriformiteit	uniformiteit

In deze paragraaf brengen we schetsmatig de trends in voedselconsumptie in kaart op basis van vier dominante trends. Deze 4 G's (gemak, gezond, genieten en gevarieerd) gelden als vuistregel.

TRENDS EN DIVERGENTIE: GEVARIEERD

Variatie heeft betrekking op zowel convergentie als divergentie. De convergerende functie is erin gelegen dat het een van de vier G's is. De divergerende functie bestaat eruit dat gevarieerd verwijst naar de moderne, geïndividualiseerde consument die op een omnivore wijze consumeert. Deze eigentijdse consument gaat zappend en fladderend door het leven. De voedingskeuzes worden niet altijd automatisch bepaald door een enkele factor. Soms is men prijsbewust, soms speelt geld geen rol. Soms heeft men behoefte aan eenvoudig eten dat snel klaar is, op andere momenten kiest men exclusieve en culinaire hoogstandjes. De ene keer eet men bewust vers, gezond en biologisch, de andere keer wil men snoepen en snacken.

Onder het kopje gevarieerd is een scala aan trends te benoemen. Er is een trend aan te wijzen waarin streekproducten centraal staan, of waarin de aan-

dacht uitgaat naar het biologische aanbod. Er is een groeiende vraag naar [gezondheidsvoeding](#). Ook de stijging in het afgelopen decennium in de buitenhuishoudelijke consumptie wordt als trend aangewezen (waarbij de gevoeligheid van trends goed geïllustreerd wordt door de huidige teruggang onder invloed van economische krimp en (vermeende) prijsstijgingen). De trends van snacks en grazen zijn eveneens te vinden, evenals de 'McDonaldisering' van onze eetcultuur.

Een belangrijke trend die nauw aansluit bij de geïndividualiseerde consumptiesamenleving is die van de personalisatie van voedingsmiddelen. De verwachting is dat voedsel steeds meer op het lijf van de individuele consument zal worden toegesneden. Massa-individualisering is de toekomst.

Toevoegingen en hoeveelheden worden afgestemd op de eigen behoeften, gezondheidsconditie of levensfase. Drinkjes om je 'vleugels te geven' of boter om je cholesterolgehalte te verlagen zijn vanuit deze optiek slechts voorlopers van een ontwikkeling waarin we straks bijvoorbeeld seniorenbrood, jeugdrundvlees of opkikkerzeezout op de markt zien verschijnen.

Een andere trend is de zorg die zich aftekent over de betrouwbaarheid van voedsel en het technologiseren van de voedselproductie (zoals gentechnologie). De crises en calamiteiten die zich de voorbije jaren hebben voorgedaan in de voedingsketen hebben mensen aan het denken gezet. Geromantiseerde beelden van keuterende boeren, wroetende varkens of een dapper tegen de rivierstroom opzwevende zalm bleken niet in overeenstemming met de realiteit. Deze beelden zijn niet of nauwelijks geworteld in de directe ervaring van mensen met productiesystemen. De mens is vervreemd van de manier waarop voedsel wordt geproduceerd. Het willen herstellen van het vertrouwen in voedsel is een belangrijke trend die nog ruimte laat voor verschillende strategieën. Gaan we de controle op voedsel verder garanderen en technologiseren of kiezen we voor de authenticiteit van voedsel en laten we de consument zien waar voedsel vandaan komt?

De variatie aan trends illustreert dat elke trend een tegentrend kent.

Tegenover 'mass food' van de hamburgercultuur staat 'class food' van het op individuele leest geschoeid voedsel, tegenover streekproducten staan wereldmerken, tegenover 'ambachtelijk' biologisch aanbod staan 'artificiële' levensmiddelen, tegenover buitenhuishoudelijke consumptie staat het uitbundige kokkerellen thuis voor vrienden of familie.

Hoewel de bovengenoemde trends geenszins uitputtend zijn, versterken ze het beeld van de consumptie-economie. Moderne consumenten verenigen meerdere typologieën in zich. Het is afhankelijk van plaats, tijd, beursinhoud of stemming welke wensen en behoeften op de voorgrond staan.

Consumentengedrag wordt meervoudig gedetermineerd. Trends werken niet op een eenduidige manier in op consumenten. De consument is een sterk

gevarieerde persoonlijkheid. De wens naar afwisseling maakt de consument erg ongreepbaar, het gedrag onvoorspelbaar en indelingen van groepen consumenten weinig heterogeen.

TRENDS EN CONVERGENTIE: GEMAK, GEZOND, GENIETEN

Ook al is de consumentenmarkt heterogeen en flexibel, de andere 3 G's (gemak, gezond, genieten) maken het mogelijk consumentenbehoeften te clusteren in drie grote gemeenschappelijke delers.

Gemaksvoedsel ('convenience food') heeft een enorme vlucht genomen. Het heersende idee is dat deze trend zijn hoogtepunt nog niet heeft bereikt. Tijdsdruk is een karakteristiek element van het hedendaagse leven. Tijdsbesparing is een belangrijk gedragscriterium voor consumenten. Men heeft geld over voor het kopen van tijd. Gemaksvoedsel sluit naadloos aan bij die behoefte. Vooral door de week is de tijd om te koken beperkt. Kant-en-klarmaaltijden hebben de toekomst. Gemak is een groeimarkt. In plaats van onbewerkte producten te gebruiken, 'assembleren' we onze maaltijden met voorbewerkte producten. De hang naar gemak doet zich ook gelden in de wijze waarop we boodschappen doen. Het liefst halen we alle boodschappen in een keer in de supermarkt ('one-stop-shopping'). We maken massaal gebruik van allerlei mogelijkheden om snel en gemakkelijk aan eten te komen (restaurants, grand cafés, traiteurs, afhaaldiensten, enz.).

Gezondheid is een tweede dominante trend. Moderne consumenten zijn steeds beter geïnformeerd over de samenhang tussen gezondheid en voeding. Overheidsvoorlichting, media-aandacht en productaanbod hebben hierop hun invloed gehad. Gezondheid is voor veel mensen een groot goed. Hoewel de toenemende groep van senioren zich hier vaak bewuster van is dan jongeren, zijn gezondheid en vitaliteit in principe voor alle lagen van de consumentenbevolking van belang. 'Gezondheid verkoopt goed'. Fabrikanten als Unilever investeren flink om in te spelen op de gezondheidstrend. De verwachtingen die worden gekoesterd over gezondheidsvoeding moeten ook in dit licht worden gezien. Ook al zijn de hooggespannen verwachtingen hierover niet allemaal uitgekomen, toch blijft de prognose dat **gezondheidsvoeding** in toenemende mate een plek zal krijgen in het productaanbod en het consumptiepatroon. Met het oog op gezondheid liggen er kansen voor vis en visproducten. Regelmatig ('vette') vis eten is gezond en de toenemende consumptie van rauwe vis in de vorm van bijvoorbeeld sushi heeft ook te maken met het thema gezondheid.

Genieten is de laatste dominante trend. Genot als trend in voedselconsumptie versterkt de trend van gemak en is een tegentrend van gezond. Het gemaks-

voedsel dat ons wordt aangeboden op stations, langs snelwegen of in winkelcentra is vaak vet, zout of zoet. En hiervan genieten mensen ook juist. Het is dan ook geen toeval dat patat, snacks, snoepwaren of frisdranken op tal van plaatsen worden aangeboden en er enorme reclamebedragen aan worden besteed. Jezelf of anderen verwennen met een rijke dis die volop uitnodigt om ongegeneerd te schrokken en te schransen of onbeschaamd te genieten van een 'vette hap' met een 'zondig' ijsje toe is nu eenmaal lekker. Dat dit voedsel niet bevorderlijk is voor de gezondheid en de slanke lijn laat de trend naar meer dikke mensen duidelijk zien.

Dit 'goede gevoel' bij genieten maakt duidelijk dat het bij voedselconsumptie draait om méér dan voedingswaarde of prijskaartjes. De emotionele, ethische of esthetische aspecten van voedingsmiddelen worden in ogenschouw genomen in wetenschappelijke en marketingstudies. Geen 'real goods', maar 'feel goods'. We spreken niet meer van 'voedingswaarde' maar van 'voedingswaarde'. Integriteit, avontuurlijk, hip, maar ook duurzaam of maatschappelijk verantwoord zijn voorbeelden van (immateriële) factoren die invloed uitoefenen op de keuzes van consumenten.

Genieten manifesteert zich naast fastfood dus ook in de consumptietrend die wordt aangeduid als 'slow food'. Slow food staat voor genieten van goed en verantwoord eten en het koesteren van bestaande eetculturen, van kwaliteit en van lokale producten en productiemethoden. Slow food keert zich tegen de uitholling en smaakvervlakking van het voedselpakket die gepaard zouden gaan met de mondialisering van voedingsmiddelen. Slow food wenst de authenticiteit van gastronomische tradities te bewaren en te bewaken, niet in de laatste plaats uit hedonistische motieven. Het is toch een verarming van de keuken als we geen lamsoren of zeekraal meer eten (zie tekstkader Zilte tuinbouw, hoofdstuk 4)? Is de teloorgang van zulke roemruchte vis als bokking, wijting, schelvis of harder niet betreurenswaardig?

Ter afsluiting van deze korte rondgang langs diverse consumententrends, maken we nog de (nuancerende) opmerking dat dynamiek en diversiteit niet allesbepalend zijn. Een vijfde G, die aan de vier G's kan worden toegevoegd, is de G van gewoonte. We moeten niet vergeten dat er ook veel dingen bij het oude blijven. Verandering van spijs doet vooral eten als de nieuwe ervaring tegelijkertijd voldoende vertrouwd en veilig is. Alle veranderlijkheid en variatie ten spijt, er is ook stabiliteit: bruine boterhammen met kaas blijven favoriet in Nederland. Ook de smaak van de Hollandse nieuwe en de eerste mosselen van het seizoen zijn nog altijd populair.

DE MACHT VAN PRODUCENTEN

Een problematiek die in deze paragraaf nog niet is aangesneden, is de rol van ondernemers en van producenten. De kwalificatie van de vraaggestuurde con-

sumptie-economie wordt misverstaan als hieruit de conclusie wordt getrokken dat aanbieders van voedingsmiddelen weinig tot niets meer in de melk te brokkelen hebben. Het tegendeel is waar (zie tekstkader Hoe komt vis en ander zeevoedsel op ons bord).

De variatie in de consumentenbehoeften is nauw verbonden met de enorme variatie in het aanbod. Het beschikbare arsenaal aan voedingsproducten maakt de voedselmarkt tot een markt van overvloed; we eten uit de wereldkeuken en kunnen op markten en in supermarkten kiezen uit een grote variëteit aan levensmiddelen. De Hollandse pot heeft in de 'globaliserende' voedselconsumptie van vandaag allang de alleenheerschappij verloren.

De aanbodzijde heeft een stuwende werking in de vraag naar voedsel. Sterker nog, (mondiaal opererende) levensmiddelenconcerns en retailers hebben de voedingsketen steeds steviger in hun greep.

Fabrikanten en grootwinkelbedrijven zijn machtige wereldspelers.

Ondernemingen als McDonald's, Ahold, Nestlé, Kraft of Unilever laten zien dat internationalisering, schaalvergroting, professionalisering en efficiëntie een belangrijk onderdeel van de bedrijfsstrategie vormen. Maar ook bijvoorbeeld Zeeuwse mosselbedrijven als Prins & Dingemanse en Roem van Yerseke hebben hun vleugels uitgeslagen. Het marketingmateriaal van mosselbedrijven is in meer horecaplekken aanwezig dan de 'Golden Arches' van McDonald's. Wanneer het kerstnummer van Allerhande vol staat met visgerechten, heeft dit veel invloed. De voedselverwerkende industrie en de retail zijn sterk sturend in veranderingen in de vraag naar voedsel. Zij vullen de 'consumptiekathedralen'. In geval van duurzaam produceren zullen zij ook aangesproken moeten worden op de wijze waarop zij produceren, distribueren en aanbieden.

Toch houdt de macht van deze spelers niet in dat rendement en rationalisering de enige trefwoorden zijn in hun handelen. De producenten weten dat ze steeds meer aandacht moeten besteden aan 'vage' zaken als beleving, emoties, maar ook aan ethische kwesties en maatschappelijke opvattingen. Zij proberen in de harten en hoofden van consumenten te kijken om op basis daarvan de aantrekkingskracht van hun product of bedrijf te vergroten. De commerciële neiging om te standaardiseren en te rationaliseren wordt begrensd door de afzet; de producten moeten steeds diverser worden om de consumenten te kunnen raken. Het bestaansrecht is in toenemende mate afhankelijk van een 'maatschappelijke verblijfsvergunning'. Het is steeds belangrijker om te investeren in het maken van goede contacten met mens en maatschappij. Dit vraagt meer dan louter cijfers en zakelijke belangen. Voor maatschappelijk verantwoord ondernemen wordt van ondernemers verwacht dat ze integer opereren, op transparante wijze communiceren en oog en zorg hebben voor diervriendelijkheid, ecologische duurzaamheid en voedselveiligheid.

De huidige praktijk is dat sommige van de producenten op die manier ondernemen en dat sommige van de belevenisconsumenten hiervoor gevoelig zijn. Sommigen, want hoewel consumenten zeggen waarde te hechten aan verantwoorde productiemethoden, heldere productinformatie (certificering, labels) en een onbesproken reputatie van ondernemingen, geloven consumenten het vaak toch allemaal wel...

Hoe komt vis en ander zeevoedsel op ons bord?

Aad Smaal¹⁹, Ko Prins²⁰, Henk van Hanegem²¹, Esther Luiten²²

In de kuststreken langs de Atlantische kust leven zo'n 250 soorten mariene planten en dieren die gekweekt of gevestigd worden en met smaak worden geconsumeerd. In Nederland hebben 'vis' en 'zeebanket' niet die weerklank die men van een zeegaande natie zou verwachten. Alan Davidson, auteur van een van de beste visboeken die er te vinden is, schrijft: "Het conservatisme van de Nederlander speelt ook in de keuken. De kookbibliotheek wordt gedomineerd door de lijvige werken van de huishoudscholen. (...) Het is inderdaad zo dat de variatie – althans bij het bereiden van vis – niet geweldig groot is. De Nederlanders blijven dol op hun haring, zoals ze dat al eeuwenlang zijn, en maken eenvoudige, maar smakelijke gerechten van paling, kabeljauw en schelvis. In sommige met kerrie bereide visgerechten is de Indonesische invloed duidelijk merkbaar, maar de algemene neiging is om vis eenvoudig te bereiden, gebruikmakend van Hollandse zuivelproducten en de geliefde aardappel" [Davidson, 2003, p. 320].

Nederlanders zitten met de consumptie van 15 kg aan visserijproducten per persoon per jaar ongeveer op het mondiale gemiddelde (16 kg per persoon per jaar). De gemiddelde consumptie in de EU is 23 kg per persoon per jaar. De Portugezen, Spanjaarden, Finnen, Fransen en Grieken zijn de grootste viseters in Europa. De Portugezen eten zelfs 58 kg per persoon per jaar [LNV, 2003].

De omzet van vis in Nederland neemt wel toe; in 2001 met 9% ten opzichte van het jaar daarvoor [Trouw, 2002]. Ouderen en allochtonen zijn bevolkingsgroepen die veel vis eten.²³ Vooral jongeren eten weinig vis. Zo'n 55 tot 60% van de totale visconsumptie wordt thuis gegeten. Hiervan is 42% vers, 32% komt uit de diepvries en 26% uit blik of glas. De verkoop van verse vis en diepvriesvis stijgt ten koste van vis in blik of glas [CREM, 2001]. Vergeleken met de bestedingen aan vlees en vleeswaren zijn de bestedingen per hoofd van de bevolking aan voedsel uit zee nog altijd laag.²⁴ Door de negatieve publiciteit rond vlees – dioxineaffaires en BSE – wordt het dagelijks stukje vlees wel steeds vaker vervangen door bijvoorbeeld vis. Een opinieonderzoek onder 500 Nederlanders laat zien dat er in het algemeen een positief beeld bestaat van vis en visproducten: het is lekker, gezond en geeft afwisseling in het menu [LNV, 2003]. Het uiterlijk van de vis en de versheid zijn de belangrijkste criteria bij aanschaf.

19 Centrum voor Schelpdieronderzoek, Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, Yerseke.

20 Prins & Dingemanse, Yerseke.

21 Noordzee Breskens, Breskens.

22 STT/Beweton, Den Haag.

23 Allochtonen eten andere soorten vis dan autochtonen. Het verkrijgbare assortiment in Nederland is hierdoor groter geworden [CREM, 2001].

24 Consumptie van vis voor huishoudelijk gebruik in 2002: € 45 per jaar per hoofd van de bevolking. Ter vergelijking: vlees: € 223 per jaar per hoofd.

Nederlanders blijven wel vrij eenzijdig in de soorten vis die geconsumeerd worden. Haring, koolvis, kibbeling en lekkerbek (beide gemaakt van kabeljauw, koolvis, heek of hoki) en zalm zijn de belangrijkste producten voor consumptie thuis. In restaurants worden vooral zalm, kabeljauw, mosselen, (verse) tonijn, garnalen, tong en schol gegeten. Aan de kraam is het vooral haring, lekkerbek en kibbeling [CREM, 2001]. Nederlanders zijn niet zo vertrouwd met het eten en bereiden van vis en visproducten als andere landen.

De gespecialiseerde visdetailhandel (gevestigd en ambulant) heeft in de totale verkoop van vis en visproducten een aandeel van ongeveer 50%. Het aandeel van supermarkten neemt toe. In 2001 was dit 46%.²⁵ Supermarkten zorgen ervoor dat méér mensen vis gaan eten. Het lijkt er dus op dat de afzetkanalen complementair zijn. Uit onderzoek van het Productschap Vis blijkt dat een groot deel van de viswinkel- en marktkopers niet in de supermarkt wil kopen, omdat de vis daar niet vers is en omdat men er geen goed advies krijgt. Omgekeerd wil 20% van de supermarktkopers liever niet op de markt kopen, omwille van hygiënische redenen of de slechte bereikbaarheid van de markt. De supermarkt is dichtbij en heeft een lager prijsniveau en aanbiedingen.

De groeiende rol van de supermarkten in de verkoop van vis (ook verse) en de afnemende rol van de groothandel is een van de belangrijke trends in de visketen. De macht in de keten verschuift naar de afzetzijde. In landen waar van oudsher een goede vers-logistiek bestaat, is de rol van de visgroothandel sowieso beperkt. Maar in landen waar deze logistiek niet voorhanden is en of van matige kwaliteit, krijgt de groothandel steeds meer een logistieke functie ten behoeve van de supermarkten en de zogenaamde Cash & Carry (C&C)-bedrijven zoals Metro, Makro, ISPC en Promocash.

Supermarkten en C&C-bedrijven hebben een voorkeur voor kweekvis boven wilde vis. De beschikbaarheid, kwaliteit, sortering, prijs en traceerbaarheid zijn in geval van kweekvis voorspelbaar. Kweekvis kan ´marktgestuurd´ opgekweekt worden. Er kan geanticipeerd worden op pieken in de vraag. Verkoopacties (incl. prijs) kunnen lang van tevoren gepland worden, zodat de publiciteit tijdig georganiseerd kan worden. Supermarkten en C&C-bedrijven houden van dit soort zekerheden.

Supermarkten kunnen vanwege de omvang van hun afzet eisen stellen aan de aanvoer. Ze hebben daardoor steeds meer grip op de hele keten van groothandel, afslag en visserij en aquacultuur. Zij proberen de doorlooptijd van het distributie- en verkoopproces in strakke banen te leiden. Mondiaal opererende concerns die actief zijn in viskweek en in verwerkte visproducten – zoals Unilever en Nutreco – proberen via een beperkt aantal sterke marktmerken een plek in de schappen van de supermarkten te veroveren.

Voor de kleinere gespecialiseerde visdetailhandel zal de concurrentie waarschijnlijk zwaarder worden. Ook relatief kleine kweekbedrijven zullen hun best moeten doen om een positie te verkrijgen in de aanvoerkanalen van de supermarkten.

.....
²⁵ Productschap Vis (www.pvis.nl), Rijswijk.

.....

26 Met uitzondering van haring verloopt 90% van de aanvoer van verse zeevis via de visafslagen. De overige 10% (haring en kweekvis) gaat direct naar de handel of afnemer. Grofweg 70% van de door de Nederlandse kweeksector en visserij aangevoerde vissen, schaal- en schelpdieren wordt geëxporteerd.

27 Zie bijvoorbeeld: www.tijdvoorvis.nl (bereidingstips en recepten van het Nederlands Visbureau, Rijswijk) en www.visgilde.nl (een keten van moderne vis-speciaalwinkels, voor mensen die waarde hechten aan kwaliteit en aan lekker en vooral gezond eten).

28 Het Voedingscentrum Nederland adviseert een tot twee keer per week vis te eten, waarvan één keer per week vette vis (bijv. haring, makreel of zalm). Vette vis bevat omega-3 vetzuren met een gunstig effect op hart- en bloedvaten. Het Voedingscentrum heeft recent geconcludeerd dat het stimuleren van een gevarieerde visconsumptie in Nederland vanuit toxicologisch oogpunt niet tot problemen zal leiden. Dit naar aanleiding van de recente discussies over de aanwezigheid van dioxines en pcb's, zware metalen (als kwik), toxische algen, bacteriën (zoals *Listeria monocytogenes*) en nitrosamines. Nitriet kan in reactie met amines en amides uit vis in de maag omgezet worden in nitrosamines.

29 In de Week van de Zee 2004 (www.weekvandezee.nl) komt Stichting de Noordzee (Utrecht) met een visgids met daarin informatie over duurzame vis.

Kwekers zouden zich kunnen verenigen of kunnen proberen aansluiting te zoeken bij een producentenorganisatie. Met het groeiende aandeel kweekvis dat niet via de afslag wordt verhandeld en de toenemende invloed van de supermarkten en mondiale ondernemingen in de visketen, moeten ook de visafslagen zich beraden op hun toekomst.²⁶

Door de enorme diversiteit aan eetbare producten uit zee en het gefragmenteerde wensenpakket van de consument lijkt het erop dat verschillende afzetkanalen tegelijkertijd een commercieel bestaansrecht kunnen hebben. De verwachting is dat de consumptie van (verse) vis en afgeleide producten in alle deelmarkten (restaurants, thuis en op straat) in Nederland voorlopig zal toenemen [CREM, 2001]. En ook in de verbreding van het assortiment aan 'culinaire biodiversiteit' is er nog veel winst te behalen. De laatste jaren wordt er onder andere door het Nederlands Visbureau en de collectieve detailhandel actief geïnvesteerd in profilering.²⁷ Eten uit zee kan op vele manieren aansluiten bij de trends in consumentenwensen. Vis is immers veelzijdig: het is gezond, lekker, natuurlijk, gevarieerd, exclusief, (kan) duurzaam (zijn) en is gemakkelijk te bereiden.

Om deze karakteristieken gericht te 'vermarkten' kan samenwerking worden gezocht met partijen die de consument ook direct benaderen, denk bijvoorbeeld aan:

- Het Voedingscentrum Nederland ('gegarandeerd gezonde vis')²⁸
- Stichting de Noordzee en Stichting Milieukeur ('duurzame vis')²⁹
- AH-to-go ('gegarandeerd gemaksvis')
- regionale kwaliteitsrestaurants ('gegarandeerd verse en exclusieve vis').

De verschillende afzetkanalen kunnen inspelen op verschillende trends en voor bepaalde product/marktcombinaties een goed en waar verhaal schrijven. Het is de kunst om een duidelijk verhaal te maken voor een product met specifieke kwaliteiten. Dat verhaal moet snel opgenomen kunnen worden in onder andere pers- of vakbladen, in tijdschriften van supermarkten of juist in bladen van natuurorganisaties, zodat consumenten kennis daarvan kunnen nemen. Supermarkten kunnen zich profileren met een voorverpakt, schoongemaakt, snel stukje gecertificeerde (kweek)vis, gecombineerd met groenten in een kant-en-klaar-pakket in de supermarkt. De gespecialiseerde visdetailhandel kan zich profileren met specifieke streekeigen producten.

Referenties

- CREM (2001). *Consumptie van vis-, schaaldier- en schelpdierproducten in Nederland*. rapport nr. 99.396E. Consultancy and Research for Environmental Management, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer, Amsterdam
- Davidson A (2003). *Nood-Atlantisch viskookboek*. Scepter Uitgeverij, Bussum
- LNV (2003). *Vis, als het maar verantwoord is*. LNV Consumentenplatform, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag

DE TOEKOMST

Ook al staat de consument centraal, deze paragraaf heeft duidelijk gemaakt dat 'de' consument niet bestaat. Er is dus geen allesbepalende trend en 'de' macht in de keten ligt zeker niet bij deze schakel alleen.

De consumptie-economie zal niet verduurzamen als de verantwoordelijkheid daarvoor alleen bij de consument op het bord wordt gelegd. Duurzame consumptiepatronen komen slechts langzaam en bij een beperkt aantal op gang. Bovendien is de dynamiek en de complexiteit in ketens veel ingewikkelder. Vraagontwikkelingen in de voedingsmarkt zijn afhankelijk van de initiatieven en verantwoordelijkheden aan de aanbodzijde.

Zoals producenten en verwerkers een rol spelen in het marktsucces van gezond, gemakkelijk en gevarieerd aanbod, zo kunnen ze hun kracht en macht ook aanwenden om consumenten in de richting van duurzame consumptiepraktijken te bewegen. Een vraaggestuurde voedingsketen zou ondernemers niet moeten ontslaan van de noodzaak om hun productie en verwerking te verduurzamen.

Consumenten op hun beurt moeten beseffen dat ze ook een steentje kunnen bijdragen door producten en productiemethoden op hun ecologische en ethische merites te beoordelen. Ze moeten hierover dan ook wel geïnformeerd worden of ertoe verleid worden. Duurzame voedselconsumptie hoeft echt niet tot hele drastische aanpassingen in onze voedselkeuze te leiden. Bovendien is het niet per definitie duur. Van duurzaam eten is bijvoorbeeld al sprake als simpelweg iets meer seizoensgebonden groente of vis (!) wordt gegeten.

De overheid speelt in deze ook een rol. Het is voor de overheid bijna onmogelijk slechte of niet duurzame voedingsproducten van de markt te weren. Toch kan de overheid een stimulerende rol spelen door de voorhoede van consumenten en ondernemers die duurzaamheid belangrijk vinden, te belonen en positief te stimuleren. Duurzaam consumeren en produceren vereist in ieder geval consistent overheidsbeleid over een langere termijn.

Maar wat is nu de betekenis van de consumptie-economie voor het thema van deze publicatie? Wat betekenen de vraaggestuurde consumptie-economie, de veelheid aan tegengestelde trends en de diversiteit en fragmentatie van de consument voor de ideeën?

In het begin van deze paragraaf is duidelijk geworden dat wanneer de betekenis van consumptie serieus genomen wordt, het bepalen van de toekomstige behoefte aan voedsel uit zee veel meer vraagt dan de optelsom van hoogwaardige eiwitten. Daarnaast werd geconstateerd dat de moderne 'economie van de consumptiemaatschappij' zich enigszins problematisch verhoudt tot duurzame ontwikkeling.

De toekomstgerichte ideeën uit deze publicatie zullen moeten inspelen op de veelheid aan trends in die consumptie-economie. Het heeft geen zin deze te ontkennen. Gemak en zorgeloos genieten zijn prominent aanwezig. Maar het gaat niet alleen om de kwaliteit of de prijs van de producten, maar ook om vagere zaken als identiteit, beleving en emoties. De ideeën moeten aansluiten bij het sociaal-culturele klimaat van consumenten. De veelheid aan ingangen en de caleidoscoop aan consumententrends bieden aanknopingspunten om de consument te verleiden tot duurzame consumptiepatronen.

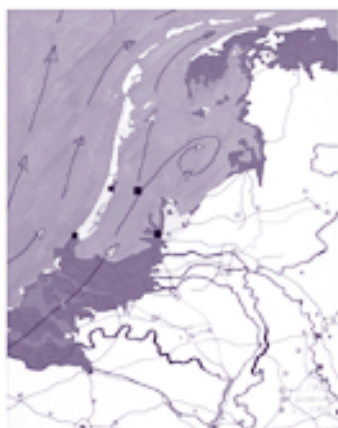
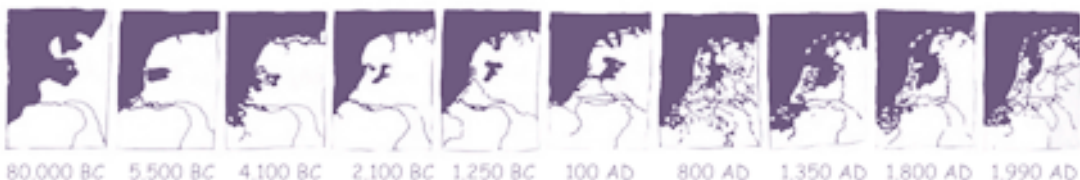
Vervolgens zullen keuzes gemaakt moeten worden en de consequenties hiervan moeten verder doordacht worden. Specifieke trends en de inbedding van die trends werken immers in verschillende mate door en geven een verschillende, ruwe positionering. Trends moeten benoemd worden voor verschillende doelgroepen, waarbij de grootte van de doelgroep kan variëren. Trends kunnen per levensfase anders zijn. Dit soort zaken dwingt om verwachtingen expliciet te maken en zo de haalbaarheid van ideeën te onderbouwen.

Willen de ideeën meer kans maken, dan zal ook nagedacht moeten worden over de veranderingen die nodig zijn in de keten. Welke creatieve strategieën zijn denkbaar om die veranderingen te initiëren? Er kunnen bijvoorbeeld alternatieve marktmechanismen en financieringsmodellen nodig zijn.

In de consumptie-economie is alleen verwijzen naar trends niet voldoende om de keten meer in de richting van duurzaamheid te bewegen... In de uitwerking ligt de uitdaging.

LITERATUUR

- Dagevos, JC (1998). Consumententrends in voeding. *TSL – Tijdschrift voor Sociaal-wetenschappelijk onderzoek van de Landbouw*, vol. 13, no. 2, pp. 103-115
- Dagevos, JC, e.a. (2000a). *De wereld van functional foods: Op het raakvlak van twee ketens?* ATO/LEI, Wageningen
- Dagevos, JC (2000b). *Searching for the Future: A Short Guide*. LEI, Den Haag
- Dagevos, JC (2001). Consumenten en 'consuminderen': Waar zit de energie voor de toekomst? FM Brouwer, P Berkhout (red.) *De klimaatdimensie van voedsel en groen: Opties voor vermindering van emissies van broeikasgassen*. LEI, Den Haag. pp. 21-36
- Dagevos, JC (2002). *Panorama voedingsland: Traditie en transitie in discussies over voedsel*. Rathenau Instituut, Den Haag
- Dagevos, JC (2003a). Sociaal-culturele dimensies van het voedingssysteem: Voedsel in de optiek van een consumptiesocioloog. In: NJ Beun e.a. (red.). *Sociaal-culturele aspecten van groene ruimte en voeding*. InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster, Den Haag. pp. 13-46
- Dagevos, JC, L Sterrenberg (red.) (2003b). *Burgers en consumenten: Tussen tweedeling en twee-eenheid*. Wageningen Academic Publishers



Zicht op Nederland overstroomd tot een niveau van +1 N.A.P.

Nederland ligt in een deltagebied, wat ideale omstandigheden bood voor de ontwikkeling van zowel mens als stad. De laatste jaren wordt echter ook de dreiging van deltagebieden steeds duidelijker. Rivieren treden buiten hun oevers en de zeespiegel stijgt.

Water heeft in NRO 5 zelfs een ruimteclaim van 490.000 ha. Nederland zal hierdoor verwateren.... en de delta zal haar speelruimte teruggeisen na jarenlang aan banden te hebben gelegen.

Uitputting van fossiele brandstoffen, ruimtegebrek en een tekort aan drinkwater vragen ook om een andere houding;

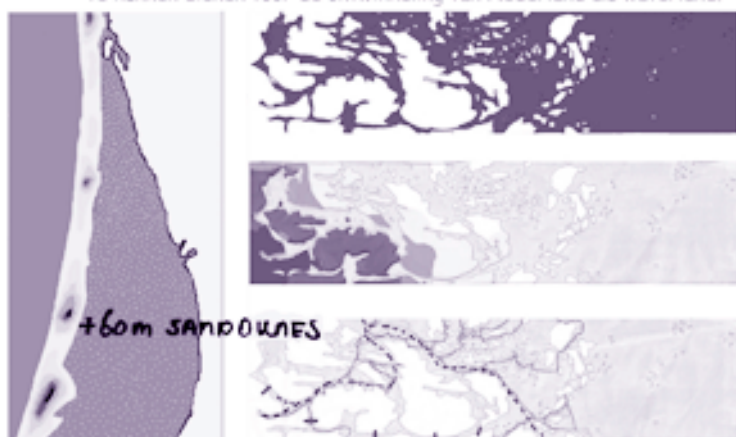
Na landelijkheid, stedelijkheid en kustelijkheid is het tijd voor..... **ZEE-delijkheid !**

Doordat de druk op het land erg groot is kunnen we niet zomaar land gewonnen geven, daarom zal ruimte moeten worden teruggevoerd... verlanding.

Zo zullen verwatering en verlanding samen een eilandenrijk gaan creëren. Nederland wordt een archipelago, naar Stockholms voorbeeld.

Duurzaamheid en de ontwikkelingsgeschiedenis van Nederland vormen hierbij leidraden.

Links: Het duinland voor de kust van Litouwen als referentie voor de toekomst van het duinlandschap van Nederland na overstromingen. Rechts: De archipelago metropool van Stockholm, geanalyseerd om tot model te kunnen dienen voor de ontwikkeling van Nederland als waterland.



ZEE-DELIJKHEID



Volgens NRO 5 moet er tot 2050 veel extra water worden ingepast in Nederland.



Namelijk 490.000 ha: Dat is ongeveer 4x de oppervlakte van het IJsselmeer.



Land wat aan water verloren gaat; en die ruimte moeten we op zee maar terugclaimen.



Verantwoord duurzaam en als een volgend stadium in de ontwikkeling van de delta.



Projectie van de archipelago van Stockholm over de kaart van verdronken Nederland.

ZEE-DELIJKHEID



Retentiebekkens



Scharnelkoe



Windenergie



Water-rust



Sea-founda



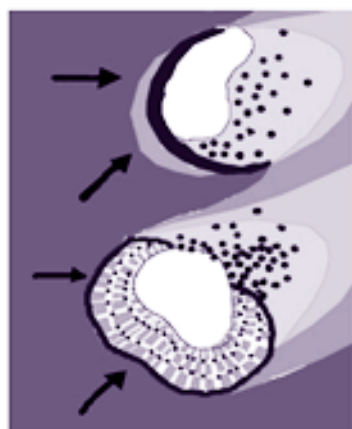
Sluffervorming

In eerste instantie gaat alleen het land verwateren en wordt begonnen met de aanleg van duindammen die natuurlijke eilandvorming moeten stimuleren. Uiteindelijk zal het eilandrijk echter bestaan uit verschillende soorten eilanden; drijvende, opgespoten, boorplatformachtige etc. De hoedanigheid en lokatie zullen bepalend blijken voor de functie en de ontwikkeling van het eiland. Er zal wederom een soort rand-stad-eiland ontstaan, waar men verstedlijking treft in hoge dichtheden, natuureilanden die een ecologische hoofdzone creëren tussen Voorne en het Zwin, en het Groene Hart zal een Blauw Hart worden.

Hierdoor zal men een andere levenshouding aannemen; Leven op het water vraagt nu eenmaal om een andere visie; milieubewuster leven in harmonie met de elementen.

In eerste instantie zullen de eilanden vooral milieubewuste pioniers en foot-loose werkers aantrekken. Maar naarmate het land verder verwatert zal een steeds grotere groep het ruime sop (moeten) kiezen. Dit zal op veel sectoren zijn invloed hebben... in een land waar overal kust is, zal het vaste land van Drente wellicht een grote recreatieve trekpleister worden. Toerisme, economie, transport, landschap; alles zal veranderen! Nieuw eten, nieuwe vormen van onderwijs, nieuwe sporten, nieuwe woonmilieus en nieuwe normen en waarden.

Slechts een ding staat vast; het is tijd voor **ZEE**-delijkheid !



Eiland boven: Aangezandde duindam.
Eiland onder: Drijvend met dempers.



Natuur eiland



Wadden eiland



Recreatie-eiland



Drents Hoogland



Stedelijk eiland



Rivier eiland

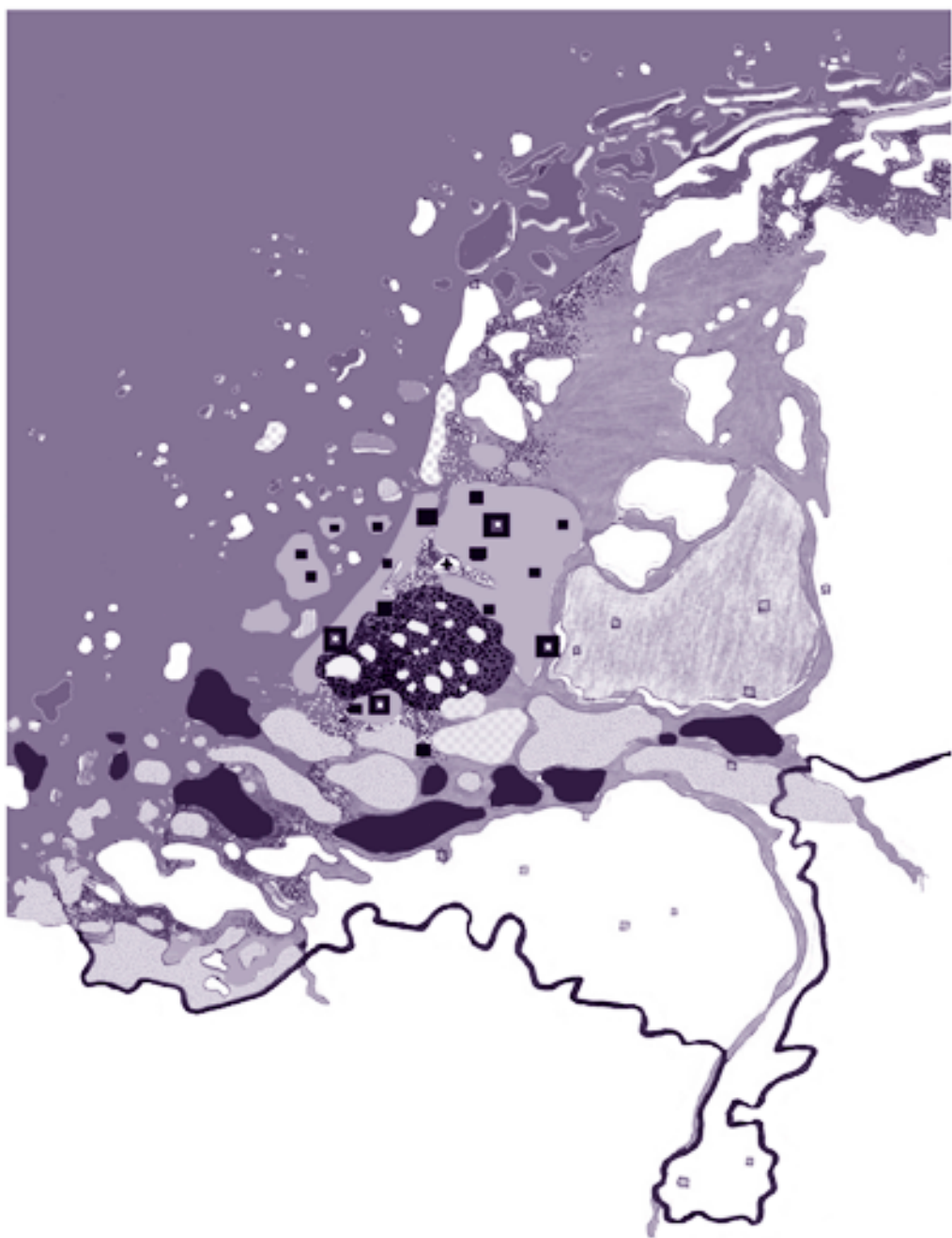


Blauw Hart



Droogland

ZEE-DELIJKHEID



Nederland anno 2200, volgens de visie van verwatering en verlanding.

ZEE-DELIJKHEID

Internationale voorbeelden voor een Rijke Noordzee

*Elise Stolte*¹

WIND FARMS AND OFFSHORE AQUACULTURE, GERMANY

INTRODUCTION

Demands for multifunctional use drive the question: are there functions which can be economically combined offshore? The combination of wind farms and aquaculture poses clear benefits for both, including shared infrastructure and security.

Although the suggestion of combining offshore wind energy and aquaculture is common, in commercial practice it is non-existent. There is significant research in the Gulf of Mexico to create offshore aquaculture using retired oil platforms but this is still in the research phases. Several companies in Europe are engaged in building prototype models for offshore finfish cages, testing its capability to withstand harsh conditions. Offshore windmills and windmill farms have been established in coastal areas but none have yet been placed beyond 12 miles in the Exclusive Economic Zone (EEZ).

¹ Student at The King's University College in Edmonton, Canada.

PROJECT²

In many ways the German north coast creates the ideal scenario for the development of an integrated approach for aquaculture and wind energy. Not only is the EEZ heavily used by transportation, waste disposal, tourism, fisheries and the army, but most of the coast and the 12-mile zone is reserved as a natural area. Although some activity by the bottom culture shellfish industry is permitted, other commercial activity is banned.³ The overall highly competitive use of the North Sea outside the 12 miles' zone has highlighted the need for multifunctional resource use. The combination of offshore wind energy and aquaculture may join forces and gain cost effectiveness.

Germany is already interested in wind energy. In a push towards renewable, non-nuclear sources of energy, Germany invested heavily in windmills along its northern coast. However, these are becoming less and less appreciated by the tourist sector and the pressure to move them out to sea is increasing. Plans for offshore wind farms outside the 12-mile zone are numerous. Construction is scheduled to begin in 2003.

German marine aquaculture has been virtually non-existent for many years due to the lack of available open water. The coast is protected and the water quality in the estuaries, typically used for shellfish aquaculture, is not ideal (particularly in the past). For both wind energy and aquaculture, the harsh conditions of the North Sea make moving offshore a difficult task. Strong currents (up to 4 m per sec) combined with an average wave height of 5-8 meters in storms lasting for weeks are not uncommon.

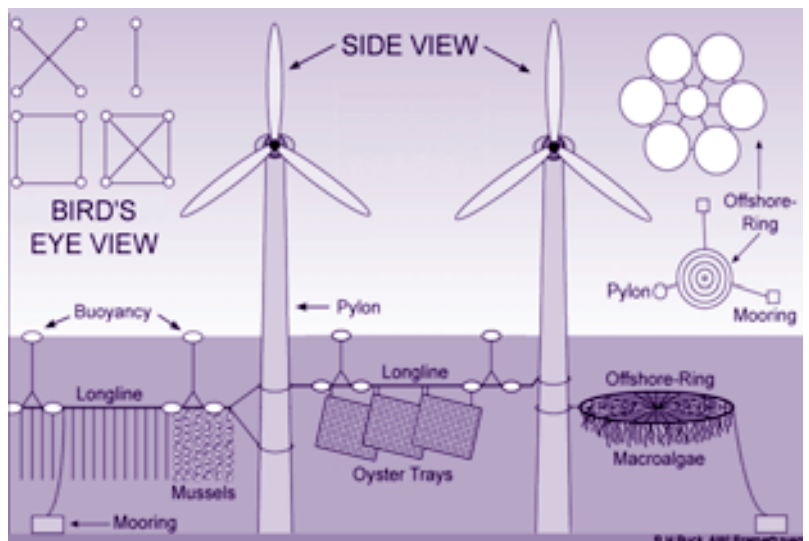
These constraints bring both aquaculture and wind energy to the offshore scene as new interest groups in an already competitive field. Although engineers have been able to adapt the windmill to these conditions, aquaculture continues to face a suite of difficulties including:

Figure 1

Possible multiple-shift usage of wind turbine pylons and offshore culture systems. Source: Buck, AWI, Bremerhaven.

² Most of the information for this project was taken from personal communication with Bela Hieronymus Buck, Foundation Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research, Germany (July-August 2003).

³ One other exception is found in one oyster farm in the backwaters of Sylt.



- designing equipment to stand up to the harsh conditions;
- the problem of access, how to farm when it is often difficult to reach the site;
- the basic lack of knowledge about how organisms will grow in the open ocean compared to the more protected coastal regions.

PROJECT DETAILS

The Alfred Wegener Institute for Polar and Marine Research (AWI) has been involved in open ocean aquaculture research since January 2000. The purpose is to determine the potential of certain candidates (shellfish and seaweed) for open ocean aquaculture with a view to realizing the commercial potential of combined aquaculture and wind energy.

After a 2002 feasibility study, two species of seaweed and three molluscs were selected for further experimentation based on their ability to survive harsh conditions, possibilities for extensive cultivation, and commercial potential.⁴ It was decided not to consider the cultivation of finfish at this time due to the lack of adequate cage technology and the intensive nature of a fish farms in labour and feed costs.

There are currently two ongoing research projects investigating the growth and cultivation requirements of each identified species.

The first project involves several long-line systems equipped with mussel lines and oyster trays as well as offshore-rings deployed at the AWI Offshore-Aqua-Farm, 17-19 sea miles from the coast. The experiment began in the 2002 season. It tests settlement and productivity rates to determine the most cost-effective techniques. Results from mussel cultivation found up to double the growth rate compared to on-bottom-cultures in the Wadden Sea. Some of the mussels have thin shell formation. Mussels will be grown for brood catch and sold to the bottom culture industry, an industry currently limited in production by natural settlement rates.

In summer 2003, a research platform was build for the Environmental Impact Assessment of the proposed wind farms and their effect on the benthic community. It is located at a similar distance from the coast as the AWI farm and will be used for additional long-line test trials in 2004.

The second research project attempts to identify which of the proposed wind farm sites will be best suited for mussels, oysters or seaweed production. In January 2003, twenty sites around proposed farms were selected and equipped with mooring systems to test settlement and or growth rates for candidate species. A variety of ocean parameters including conductivity, depth, temperature, larvae settlement, plankton samples from different depths, carbon and chlorophyll concentrations, and nutrient level as well as the growth rate of the cultured species, are measured monthly.

⁴ Macroalgae: *Laminaria saccharina*, and *Palmaria palmata*, Molluscs: *Mytilus edulis*, *Crassostrea gigas*, and *Ostrea edulis*.

FUTURE STEPS

In addition to these studies, there are four barriers to be addressed before the combination can be realized.

Engineering

An effective means of fixing the aquaculture to the windmill needs to be designed. In order to do this, AWI aims to involve a variety of marine engineers, inclusive of aquaculture and wind energy. With work on wind farms progressing quickly, a study combining the two functions will need to take place in 2004. If action is not taken quickly, the technologies will develop independently and could be difficult to combine later.

Regulation

There is a need for legislation to encourage stakeholders in the North Sea to identify opportunities and participate in multifunctional use. The Marine Facilities Ordinance is the main legislation regulating use of the Exclusive Economic Zone. In 2002, this ordinance was modified to require Environmental Impact Assessments for all new activities but has yet to address concerns for greater cooperation. Multifunctional use is not one of the criteria in the Environmental Impact Assessment.

Environmental Impact Assessment

An Environmental Impact Assessment for offshore aquaculture must be completed. However, this can only occur after the assessment of the wind farms is completed.

Cooperation between industries

The logistics of cooperation between the wind farms and the mussel growers must be arranged. Two meetings between mussel growers on the North Sea coast of Schleswig-Holstein and two nearby wind farm companies were held in 2003. A project to further study and facilitate co-operation is in approval stages. Such a project is important to make the step towards getting these partners involved and willing to realize this type of combined facility.

CONCLUDING

When trying to bring multifunctional use towards realisation e.g. through combining offshore aquaculture and wind energy, note that there is a natural tendency for each of the sectors to develop their respective technologies independently. Barriers to implementation are therefore often social or economic, and not technical. Also address legislation in order to encourage stakeholders to examine opportunities for multifunctional use and to reward those who are able to make such combinations work.

ARTIFICIAL REEFS IN VERACRUZ, MEXICO

INTRODUCTION

The combination of fisheries management, coastal protection and tourism through the use of artificial reefs is another rather common example of multi-functional use. The reefs provide habitat and protection for fish while manipulating currents to protect either environmentally significant natural habitats or human constructions.

Although artificial reefs have only been designed and implemented within the last decade, the idea of using artificial constructions for fishery enhancement is not new. In fact, fishers in many areas have used ‘objects of opportunity’ (cars, buses, aircraft, barges etc.) as fish attraction devices for years. These materials can easily become sources of pollution as they are unstable and usually corrode easily. As alternative, commercially manufactured artificial reefs for the purpose of fish habitat have become widely accepted in marine and fresh water systems in the United States.⁵

The use of artificial reefs for coastal protection is a much more recent development, limited to the past half decade. The units can be used for erosion protection or beach nourishment. In addition, they have important tourism applications since, when colonized, the reefs make attractive diving destinations. One New Zealand company has even found success using geo-textile bags as a simple reef for wave generation, appealing to surfers on the Gold Coast of Queensland, Australia.

PROJECT⁶

Currently, the coastline of Veracruz is characterized by a large natural reef, a sea grass bed, the port of Veracruz, and the mouth of La Antigua river (10 km to the north of the port). The city of Veracruz is a regional trade centre with a population just over one million. The port currently handles 14 million tons but after calculating the expansion plans, this figure is predicted to triple. It has a small scale fishery based around the reef, harvesting approximately 10 tons per day for local markets. Although tourism forms a much smaller part of the local economy (20%), this sector has had the highest expansion in recent years with the construction of the World Trade Centre in Veracruz and several 5-star hotels.

The coral reef just off the coast is one of the largest bank reefs in the world and is recognized by the Mexican Government as a national park. The smaller sea grass beds are not officially protected but are recognized as important juvenile nurseries. In recent years, the natural reef has been suffering from increased sedimentation caused by deforestation and urbanization upstream on the La Antigua river. Without repeated dredging, the sediment naturally flows south along the coast before settling out.

⁵ An estimated 1,000 projects for biological enhancement, less than 100 projects for coastal protection and 3 for surfing. The largest centres of activity are in the United States (Florida) and in New Zealand/Australia.

⁶ Most of the information for this project was taken from personal correspondence with Scott Bartkowski, President of Artificial Reefs, USA (June-August 2003) and Alejandro Contreras, Director of the Metropolitan Planning Institute for Sustainable Development, Mexico (August 2003).

The intensity of the conflicting interests encouraged planners to search for alternative technologies to minimize impacts of the port expansion. When Artificial Reefs, Inc. became involved, they were commissioned to mitigate impacts on the sea grasses and coral reef system as well as to alleviate pressure by providing alternative reefs for tourism and fishing. The small, private sister companies of Artificial Reefs, Inc. and Coastal Restoration, Inc., are based out of Florida. They produce and install concrete pyramidal structures called ‘coastal havens’ or ‘wave attenuation devices’ (depending on legal requirements) for the purpose of fisheries management and coastal restoration. With input from port authorities, fishers representatives, the tourism sector, and the federal agency charged with protecting the natural reef, Artificial Reefs, Inc. devised a three-phase project.

PROJECT DETAILS

Phase one involves the deployment of several hundred Coastal Havens off the La Antigua River mouth. Their primary purpose is to act as energy attenuation devices (EADs) to slow the transport of sediment south to the coral reef sanctuary. They will be positioned to trap and manipulate the sediment to the east about 4.5 kilometres at the deep drop off where it will have little effect on any existing coral reef ecosystems (Figure 2a). The structures will also provide marine life habitat although many of the units will be sacrificed initially to trap sediment. Whether these units will develop into a fully balanced marine system will depend on what additional environmental efforts are pursued further upstream. Further south of these units, additional patch reef systems will be placed for mitigation purposes to appease local and commercial fishermen as they become restricted from fishing grounds around the port expansion area. In phase two, units will be placed in a barrier reef configuration between the proposed channel into the expanded Port’s turning basin and the natural reefs. Additionally, coastal units will be placed inside the port’s turning basin to trap sediment, suspending it until it is carried by outgoing tides.

Phase three involves the use of the Coastal Havens for coast line protection along the outside of the port itself, preventing further coastal erosion around the port and adjoining coastal areas (Figure 2b). The units will be particularly important to protect the smaller natural reef and the sea grass beds just north of the port.

Almost all of the reefs provide the additional benefit of increasing marine life habitat. Where these are not too close to the main port transportation routes, they can be used by local fishers and, over a period of years, should act and appear exactly like natural reef systems. In addition, many of the patch reefs will be used for diving since this will take some of the pressure off the natural reefs.



Figure 2a
 The mouth of La Antigua river with sediment diverted by wave attenuation devices. Further down the coast the natural reef and the Veracruz port are located. Source: Artificial Reefs, Inc., Florida.



Figure 2b
 Proposed expansion plans with wave attenuation devices trapping sediment. Source: Artificial Reefs, Inc., Florida.

The project has run into some difficulty in the approval process because of the political changes currently affecting the country of Mexico. However, a decision is expected in early 2004. The whole port expansion, including deployment of all coastal havens is expected to be completed within five years. Artificial Reefs, Inc. will continue to monitor the site every six months for two years, and then annually for five years. The program will mainly focus on measuring the health and formation of reefs as well as the extent to which reefs are sacrificed for trapping sediment from La Antigua.

BACKGROUND DETAILS OF THE FISH HAVENS

The units, patented Fish Havens, were designed and tested from 1998 onward. In March 1998, the design was also tested by the Florida Institute of Technology and recently by the U.S Naval Academy. The companies have placed over 5000 reef systems since 1998, mainly in and around continental United States.

The design leads to the rapid establishment of a reef ecosystem because of the high levels of light penetration, water circulation, and surface area for colonization. The three-sided pyramid structures are made of marine grade concrete reinforced with fiber mesh and have a strength of 5,500 psi. Their wide base, porous top and sheer weight gives enough stability so permanent fixation to the seafloor is not required. However, the units can be easily lifted by crane or with divers and a lift bag to shift their position when necessary. This portability allows them to be used for temporary protection during construction projects and also gives flexibility in the event prior computer modelling does not take all relevant factors into account.

Units have been tested stable in all water depths under storm conditions of 20-year to 100-year intensity and in practice have withstood multiple hurricanes without movement or disruption to the thriving ecosystem.

The reef's role in enhancing fisheries is also a subject of study but concrete measures are difficult to find. There is some debate on whether artificial reefs



Figure 3

Artificial reefs ready for deployment of Wakulla County, Florida (Big Bend Area). Here, 27 towers sit tightly grouped in 25 feet deep water. Source: Artificial Reefs, Inc., Florida.

Figure 4

Spade fish around an artificial reef in the Gulf of Mexico. The reef has been submerged for 6 months and sits in 86 feet water. Source: Artificial Reefs, Inc., Florida.

simply concentrate fish or actually increase population levels. Many studies support the case for artificial reefs, but also point to the highly location-specific nature of results. Clearly reefs are most effective where habitat is a limiting key factor for fish populations.

FURTHER CONCERNS

Critics of artificial reefs (particularly of their use for coastal protection) point to the difficulties of understanding the full complexity of the marine system (both biotic and a-biotic), warning that without proper study it may be easy to have irreversible impacts.

There is a great need for extensive location-specific research and detailed modelling prior to deployment. There are risks when modelling misses or inaccurately interprets the effects of specific currents or when a reef introduces predators or other species to an area where none were previously. In addition, a poorly constructed reef may pollute the surrounding environment as it degrades or, if the units are physically unstable and placed in a high-energy environment, they may break from their moorings, roll around, and damage any natural reefs in the area.

With a wide variety of companies developing artificial reefs, it may be difficult to evaluate from a distance whether a company has a solid (scientific) grounding and location-specific knowledge, or if research is superficial and each project is treated as one more large-scale experiment. This is in part due to the highly proprietary nature of research and development for a newly emerging field. In addition, it is important to note that sediment transport and its interaction with biotic factors is only a recent and emerging field of scientific research.

CONCLUDING

When considering this type of multifunctional approach and ‘reef-inspired’ systems, one should realize that there may be cases (like the Veracruz port expansion) where action must be taken. However, acknowledge the limits in

current understanding and therefore use technology which can be corrected and adjusted when necessary (where possible) and avoid becoming involved in such a project without a firm commitment to continued monitoring.

MARINE STEWARDSHIP COUNCIL, WORLDWIDE

INTRODUCTION

The status of many of today's fishing stocks is attracting increasing concern among researchers, government officials and environmental organizations, but also among consumers, members of the supply chain, and fishers themselves. However, the distance between the latter three, make their actions for sustainable practices difficult. The process of certification has found some success in related circumstances (i.e. sustainable forests, diamonds, organic crops) mainly through formalizing commitments and therefore allowing more stakeholders to actively support initiatives.

PROJECT⁷

In 1997, Unilever and the World Wildlife Federation founded the Marine Stewardship Council (MSC) in order to use market forces to encourage sustainable practices in the world's fisheries. Through a system of independent certification, fisheries can qualify to use the MSC label on their products and thereby identify themselves as a solid environmental choice for consumers. MSC has been an independent organisation since 1999.

PROJECT DETAILS

After two years of consultation with a variety of researchers and industry leaders, MSC established its 'Principles and Criteria for Sustainable Fishing'. This standard is expressed in three themes:

- the condition of the target fish stocks;
- the impact of the fishery on the marine environment, and;
- the fishery's management systems.

In the certification process, the MSC acts as the accreditation body with several independent certifiers carrying out the actual certification process. The MSC assesses the independent certification body's ability to certify fisheries. MSC audits the certification body's use of the MSC's Standard (the Principles and Criteria for Sustainable Fishing).

The certification process is based on a 'continuous improvement' model in order to respond to advances in knowledge, scientific analysis and changing circumstances.

.....
⁷ The information was taken from personal communication with Chris Greive, MSC, UK (June 2003) and the following document, 'Lessons learned in fisheries certification: The First Four Years of the Independent Marine Stewardship Council', produced by the MSC (June 2003). Additional experts consulted were Aldin Hilbrands, SGS Netherlands (certifier), The Netherlands; Kees Lankester, Scomber Consultancy, The Netherlands; and Gerd Hubold, Institute for Sea Fishery, Germany.

The certification process also allows room for fisheries to go through a confidential process of pre-assessment and indeed, significantly more fisheries have gone through this initial stage than those who have achieved formal certification. Within the formal certification, the process incorporates an objections procedure to allow stakeholders and interest groups to raise objections or concerns before the final certification. Fisheries may be certified with special conditions that must be met in order to remain certified. For example, developing a management plan or implementing research about reducing by-catch of non-target species.

Once certified, fisheries undergo annual audits and a full re-certification process after five years. Annual audits usually focus on reviewing new and existing knowledge to ensure the fishery continues to meet the Principles and Criteria for Sustainable Fishing and that any special conditions have been met. A re-certification process means a full scale analysis of the fishery against the Principles and Criteria.

Currently, seven regional fisheries have been certified and ten are currently undergoing formal assessment. As a result, over 165 products in 11 countries carry the MSC label. The MSC judges the success of their efforts based on the changes provoked within the certified fisheries. In the three years since the first fishery was certified, there have been 17 audits and over 40 corrective actions issued (i.e. specific conditions for certification). For example, the Western Australian rock lobster fishery, which has implemented initiatives to address the need for additional monitoring of by-catch and other interactions. The New Zealand Hoki fishery has updated its Code of Practice to mitigate sea by-catch as well as holding trials on sea lion and seal excluder devices and bird strike mitigation devices to reduce by-catch. Other measures taken in the certified fisheries include increased data and research programs, additional by-catch reduction measures, categorisation of spawning stocks and increased stakeholder participation.

Support from the commercial sector is important in establishing a 'chain of custody' or the traceability of the certified fish from the fishing vessel to the retail outlet. So far, much of the sector has been supportive, making changes to supply chains and supplying substantial long-term funding dedicated to fisheries outreach and the development of seafood sourcing policies. For example, UK supermarket Sainsbury's has sponsored a three-year project to investigate the management of tuna fisheries around the world. The purpose of this project is to provide a sustainable source of fresh tuna for the future. This funding covers the work of a dedicated Tuna Fisheries Officer based in the MSC's Asia-Pacific Office.

FURTHER CONCERNS AND OPPORTUNITIES

The MSC continues to face several challenges in developing and applying its standard. The main challenges involve:

- adapting and interpreting general principles of sustainability to specific circumstances and environments, specifically as they move to larger and more controversial fisheries;
- overcoming scepticism that market forces really can bring healthy changes and healing the ‘trust gap’ between commercial and environmental interests;
- ensuring accessibility for small scale or community fisheries. One attempt to address this concern involved setting up an independent Sustainable Fisheries Fund to help finance certification.

The reactions of environmental groups and the public in general to upcoming decisions on several controversial fisheries currently under review will be a key factor in further expansion. The Alaskan Pollock fisheries (in the Bering Sea and in the Gulf of Alaska) have been the centre of debate for years and are marked by a polarity of views regarding how scientific data is interpreted. Also, the South Georgia Patagonian Toothfish Fishery has been recommended by the independent certifier for certification despite concerns over widespread illegal fishing in Australia’s Southern Ocean, a move objected to by several environmental groups. In order to be effective, the certification must receive support from key environmental bodies so that consumers will feel confident purchasing the certified product.

Although the number of fisheries certified thus far is small, the MSC predicts greater expansion soon because of the number of fisheries currently in formal assessment. Several of these fisheries are very large and, if certified, will help push the movement towards the critical mass needed for the program to expand on a large scale. Currently outreach is mainly directed towards the fisheries themselves with direct consumer outreach limited to the actions of retailers. This strategy will change when the supply of certified fish is large enough to meet potential demand created through public outreach and retail so that it is worthwhile to make the marketing investment.

CONCLUDING

If trying to use the market tool of certification for encouraging sustainable fisheries, one should recognize the limits of available knowledge and the complexity of the marine community. This has clear effects on the ability of certifiers to apply the MSC standard. It is important to ensure a high level of transparency throughout the entire process and to involve all stakeholders in such a way that they will be open to each other and work towards the same goal.

Clearly, certification may benefit from further research on the marine ecosystem and fisheries management. When certifying fisheries, accept that further reforms may be needed as knowledge increases and circumstances change.

THE MAINE LOBSTER FISHERY IN MAINE, USA

INTRODUCTION

In most fisheries, management is based on some type of top-down quota system, or officially regulated limitations on output, resulting in two specific problems.

The primary problem with the quota system is that it does not mirror the full complexity of the system it attempts to regulate. Fish populations naturally fluctuate unpredictably within a range. Although techniques and models for measuring current population levels have improved, the complexity of factors effecting these levels means the ability to predict effectively remains considerably beyond our reach.

The second problem is the high cost (and ineffectiveness) of enforcement that is generally associated with quota systems due to low levels of support from fishers and high temptations for opportunistic behaviour. Because catch enforcement is very difficult in an industry largely active beyond the horizon, there is substantial temptation to engage in opportunistic behaviour such as illegal fishing and dumping. In addition 'others' are making the rules, so fishers are less likely to obey them voluntarily.

In order to move towards a sustainable fishery, these problems in management systems should be addressed. The challenge is to manage fisheries without the ability to predict (to the required degree of accuracy) and with the support and involvement of the fishers. Management goals shift focus from stabilizing populations at some maximum sustainable yield, to preserving the basic biological processes or parameters that allow populations to fluctuate within normal historical levels. Management programs shift from 'top-down' regulations based on numerical, scientific models, to a co-management approach based on the knowledge and support of the fishers. Together, these changes would provide a better framework to avoid the disasters threatening so many fisheries today.

PROJECT ⁸

The Maine Lobster Fishery has grown through a century of concerned management showing how regulations based on how people fish (rather than the amount taken) and a fair distribution for the Maine lobster fishery may come together in co-management.⁹

⁸ The information in this summary was taken from personal communication with James Acheson, University of Maine (USA). Some of his publications were used e.g. Acheson, J and Laura Taylor (2000). 'The Anatomy of the Maine Lobster Co-management Law', *Society and Natural Resources*, V.14. pp. 425-441. Other experts consulted were Hans van Oostenbrugge, Agricultural Economics Research Institute (LEI), The Netherlands and Gerd Hubold, Institute for Sea Fishery, Germany.

⁹ Only an estimated 10 to 20 fisheries in the world operate with co-management.

The Maine Lobster Fishery is an inshore trap fishery consisting of roughly 6,500 independent fishers. The yearly catch is worth roughly 185 million American Dollars. The organizational structure of the industry is based on informal ‘harbour gangs’, or groups of fishers based in the same harbour. Fishing is also territorial as each group claims a certain section of the seabed (and defends it as a group). The Maine coastline is characterized by an extremely jagged coastline with approximately 100 small harbours. For this project, it is important to make a distinction between full-time and part-time fishers.

The history of the fishery is characterized mainly by ineffective and ignored legislation throughout the 1800s and early 1900s, a major low in catch rates in the 1930s, greatly increased concern for conservation within the industry since the 1930s, and record high and stable catch rates today. Official management efforts have always focused on size limits and protecting berried females; recently a co-management system has been established.

REGULATIONS ON HOW PEOPLE FISH

In the entire history of the Maine Lobster Fishery, there have been no laws to limit the number of lobsters that can be caught by an individual or aggregate. Throughout the late nineteenth and the twentieth century, the Maine government has built up a raft of legislation bent on protecting the breeding stock and thereby increasing the number of eggs in the water. This is accomplished in two ways, through limiting size (small and adult lobsters are protected) and prohibiting the harvest of female lobsters with eggs.

Legislation limits the size of the lobsters with a double gauge law (introduced in 1933). Currently only lobsters measuring between 3 1/16 inches and 5 inches may be taken. This allows the young lobsters to grow to breeding size and protects the large lobsters as continuing breeding stock. In addition, lobsters may be taken only by traps, which must be equipped with escape vents to allow small lobsters to escape. It is illegal to drag for lobsters using trawls. Legislation protects female lobsters with eggs not only by prohibiting their harvest (since 1883), but also through a unique ‘V-notch’ law which makes this prohibition enforceable (since 1948). The ‘V-notch law’ has allowed for widespread voluntary participation from concerned fishers. When fishers pull a berried female from the water, they can voluntarily cut a notch on the end of their tail before throwing her back in the water. Such a marked female may never be legally taken as long as the notch is visible, which may be as long as three or four seasons.

There is a distinct temporal correlation between increasing support in the industry for the conservation laws and the recovery of stocks measured by high and stable catch rates. After the near disaster situation in the 1930s, the

population recovered, remained relatively stable between 1947 and 1988, and have since climbed to record heights.¹⁰ Although several factors are involved in producing these consistently high catches (including favourable water temperatures), several studies point to the important role of the regulatory apparatus.

PROJECT DETAILS

Although there were no attempts at co-management before 1995, the seeds for the attempts and possibilities for success were laid far earlier in the crash of the 1930s. Over-fishing and a widespread disregard for protective legislation corresponded to falling catch rates and low prices to a point where nearly 35% of the fishers left the industry and meagre incomes sustained the rest. From this point forward, the industry began to connect the two issues, leading to a 'fundamental cultural change, resulting in the development of a conservation ethic'. Whereas cheating was wide-spread and accepted before, in 1933 it began to be seen as 'antisocial behaviour'. The fishers themselves began to report violations to the Commissioner of the Department of Sea and Shore Fisheries. This ethic has remained and grown to the point where those who offend against the government regulations find themselves not only in trouble with the wardens, but with their peers, friends and neighbours. This ethic finds communal expression through industrial support of the legislation it sees as essential for the preservation of the stock. In 1993, industry representatives fought to keep both the double-gauge law and the V-notch law even when opposed by state biologists¹¹ and were also instrumental in pushing for mandatory escape vents on traps.

¹⁰ Catch ranged between 16 and 22 million pounds between 1947 and 1988 and in the 1990s has risen over 30 million pounds with a record high of 56.4 million pounds in 2000.

¹¹ Opponents argued that the V-notch law left lobsters vulnerable to infection and that few large lobsters really existed, making rules against harvesting large lobsters a fake front for a conservation image. The first claim was later recognized as insignificant and the second as incorrect.

¹² This is not a quota or limit on the number of lobsters caught since the number of traps per fisher merely determines the percentage of catch (out of a set number of legal sized lobsters) each fisher gains.

A second important factor leading to the acceptance of co-management was the severe trap escalation beginning in the 1950s. This was due to competition between fishers and changes in technology which allowed each individual to use increased numbers of traps. Throughout the 60s, 70s and 80s, many fishers argued for a trap limit to counter the problems of line congestion and high input costs.¹² However, the legislature was unable to pass such a limit due to disagreement between fishers (part-time and full-time) and in the legislature over the level of the trap limit and whether this should be combined with a limited entry provision. The seemingly irresolvable nature of this issue led the Legislature's Marine Resources Committee to consider other approaches. In 1995, the coast of Maine was divided into seven management zones, each governed by a democratically elected council of fishers. While the government of Maine retained most of the authority for managing the fishery, the councils were given the power to set trap limits, the number of traps on a line, and the time of day fishing is allowed. Authority for limiting the entrance was given in 1999. All of these are very controversial issues among fishers. However, the councils of each zone succeeded in passing trap limits within five years and

four councils have recommended limited entry regulations. Although the process has not been easy, these successes demonstrate the ability of the fishers to self-regulate.

CHALLENGES IN ESTABLISHING CO-MANAGEMENT

Two main challenges can be identified: the fact that conservation laws are closely tied to distribution issues and thereby sources of conflict between fishers, and the fact that historically the fishers of different harbours have no history of working together between harbours.

Although the regulations governing the lobster fishery have been successful in preserving the stock and allowing fishers to achieve high catch rates, these have not come about without intense conflict. In many ways this is because each regulation does not only set limits for lobster catch, it also shifts the distribution of catch and pits segments of the industry against each other. For example, firm rules outlawing the small lobsters in 1895, succeeded in shutting down all of Maine's canning operations while limits on the large lobsters had more direct effects on the live lobster trade. The continuing debate over trap limits gains much of its intensity in the conflict between the part-time and full-time lobster fishers. When a single trap limit is set, the limit only effects the largest fishers; the part-timers can continue to increase their numbers and others can enter the fishery to take advantage of the improvement. With co-management, many of these issues are dealt with by member vote rather than by representatives in the state legislature. This changes the balance of power once again and leads to more conflict as people begin to adapt and work with the system.

The second challenge is that the lobster fishers have not had a long-time experience with communal decisions and actions to draw from outside the harbour gangs. Although lobster fishers have a long history of cooperating within harbour gangs, relationships between harbours are marked by distance and competition and this past can be difficult to overcome. Acheson and Taylor (2000) write: "We have observed zone council meetings where council members from towns currently in territorial conflict would not even look at each other, much less speak to each other". The fact that council members have persevered and worked together to make steps in management, Acheson and Taylor (2000) attribute to the "intelligence, flexibility, and willingness to learn from their members, the leadership ability of the council chairs, and the effectiveness of the two DMR area coordinators, who were hired to help the councils to communicate effectively between the bureaucracy and the fishing communities."

CONCLUDING

Although the conditions necessary for co-management to work are by no means clear, there are a few key factors to be concluded from the Maine Lobster case study:

- The lobster fishery is historically based on a strictly defined social structure with distinct boundaries (the harbour gang).
- Ecological boundaries for lobster populations correspond well to the social boundaries of the fishers in that the fishers' actions will have a direct effect on 'their' lobster population.
- The perception of trends in lobster populations is readily clear to each stakeholder.
- There was a near crises in the history of the fishery which had direct impacts and communicated a sense of urgency. This facilitated the rise of a communal conservation ethic within the industry.
- The 'marine ecological laws' regulating the lobster population are relatively straightforward. This makes it much easier to set effective regulations with an adequate level of consensus.

When developing alternative management systems, one should realize it takes an enormous amount of time, effort, and cooperation to make co-management work. Fishers themselves are not a homogeneous group and their reactions to legislation will differ, based on a wide variety of social, personal, historical, and economic factors. It takes a solid basis of knowledge to chose the right parameters to regulate how people fish. When developing such alternatives, efforts should be directed toward communication with all stakeholders. The experiences and knowledge of each stakeholder should be acknowledged.

3

De Rijke Noordzee

3.1 DE NOORDZEE

Han Lindeboom¹, Esther Luiten^{2,3}, Jan Stel⁴

EEN STEEDS DRUKKERE NOORDZEE

Tweederde van Nederland bestaat uit zee. Dit is het Nederlands Continentaal Plat (NCP). Als deze zeebodem wordt meegerekend, dan ligt niet de helft maar driekwart van Nederland beneden zeeniveau. Het NCP is nog maar 10% van de hele Noordzee. Gerekend van het Nauw van Calais tot aan de Shetlandeilanden is het oppervlak 572.000 km². De Noordzee is een redelijk ondiepe zee van gemiddeld 95 m diep. Vooral tussen Nederland en Engeland is de zee op de meeste plekken niet veel dieper dan 20 tot 30 meter. Zand is het fundament van de Noordzee. Het is een van de meest stormachtige zeeën ter wereld. Water en zand zijn constant in beweging. De Noordzee heeft net als de meeste andere kustzeeën een relatief hoge biologische productiviteit: de Noordzee is als het ware de Waddenzee van de Atlantische Oceaan. Door een dominante noordoostelijke stroming langs de kust ontstaat op zo'n 20 km van de kust een optimale situatie voor de groei van algen: het water is helder en de concentratie nutriënten optimaal. De voedingsstoffen worden vanuit de oceaan en de vier stroomgebieden van Rijn, Maas, Eems en Schelde aangevoerd. Bovendien kan het zonlicht door de geringe diepte bijna overal tot op de bodem doordringen.

¹ Alterra, Wageningen UR, Den Burg. NIOZ, Den Burg.

² STT/Beweton, Den Haag.

³ Met dank aan Bert Bannink (RIVM, Bilthoven), Wiegert Dulfer (RIKZ, Den Haag), Floris Groenendijk (Stichting de Noordzee, Utrecht) en Leo Jansen (bestuur Stichting de Noordzee, Utrecht).

⁴ ICIS, Universiteit Maastricht, Maastricht.

De belangstelling voor dit natte **zilde** deel van Nederland groeit. Deze belangstelling is aan het einde van de jaren negentig van de vorige eeuw aangejaagd door de ontwikkelingen in de offshore-windenergie, de aandacht voor natuurgebieden op zee en de ontwikkelingen rond 'Flyland'⁵. Als het over toekomstige ruimteclaims voor de Noordzee gaat, worden steevast dezelfde aandachtspunten genoemd.⁶ Tabel 1 op pagina 110/111 geeft een overzicht.

De algemeen gedeelde overtuiging is dat het steeds 'voller' zal worden op de Noordzee. Offshore-windenergie, de winning van bouwgrondstoffen en de realisatie van natuurgebieden op zee worden meestal aangewezen als de drie grote groeiers voor de toekomst. Wat opvalt is dat er steeds meer functies komen die minder 'mobiel' zijn, maar een vaste plek op zee vragen. De verwachting is dan ook dat toekomstige claims steeds vaker in elkaars vaarwater komen.

DUURZAAMHEID?

Sommigen roepen dat we al veel weten over het functioneren van het Noordzee-ecosysteem en dat we al veel weten over de effecten van functies als visserij, windenergie, baggeropslag, zand- en grindwinning en landaanwinning. Na 20 jaar is duurzaam gebruik van de Noordzee nog niet vanzelfsprekend. Integraal gebruik en de roep om een visie zijn al lang niet meer nieuw te noemen.⁷ Maar het ontbreekt nog altijd aan een visie op een duurzame ontwikkeling van de Noordzee. Concepten als meervoudig ruimtegebruik zijn populair [Wittenboer, 2003], maar ook de meest genoemde optie – offshore-windenergie en **maricultuur** – is nog niet gerealiseerd (zie tekstkader Historisch meervoudig ruimtegebruik).

In een visie op duurzaam gebruik van de Noordzee kunnen de aandachtspunten in Tabel 1 niet los van elkaar gezien worden. Een integrale benadering is een vereiste. De uitdaging is om het toekomstige intensievere gebruik van de Noord-

Historisch meervoudig ruimtegebruik

*Jan Bremer*⁸

De kustvissers van Huisduinen deden al aan meervoudig ruimtegebruik. De vissers die de bakens in het Marsdiep verzetten en de tonnen verlegden, plukten namelijk letterlijk de zeevruchten tijdens dit soort werk. Dick Burger van Schoorl zegt in 1708: "Daar leggen omtrent dertig tonnen in 't zeegat, de kettings zijn 1400 a 1500 pont swaar, de ijzeren hoepen aan ieder ton weegt over de 100 pont. De steen daar de tonnen aan drayen en vast zijn, weegt over de 1000 pont swaar. Als deeze tonnen ende haak ofte ketting een jaar in zee gelegen hebben, zoo is elke reis (keer) daar wel een karre vol mossel aangegroeit, die zeer goot zijn van smaak."

Meervoudig ruimtegebruik bestond dus toen al!

5 Het Ministerie van Verkeer en Waterstaat heeft eind 1999 naar aanleiding van de plannen om Schiphol uit te breiden het initiatief genomen tot het onderzoeksprogramma Flyland, een luchthaven in zee. In mei 2003 is het programma stopgezet. De luchtvaart groeit minder snel dan verwacht waardoor er pas in 2030/2040 behoefte zal zijn aan een vliegveld in zee (in plaats van in 2020).

6 Op dit moment loopt bijvoorbeeld bij het Rijksinstituut voor Kust en Zee het project 'Noordzee 2030', waarin door middel van scenario's toekomstbeelden van het ruimtegebruik op zee worden geschetst en waarin zal worden aangegeven welke beleidsstrategieën effectief zijn om de ruimtedruk te reguleren. Zie ook [Directie Noordzee, 1999; TNO/RWS, 1999; Stuurgroep Beheersvisie Noordzee 2010, 2000; Puylaert, 2003; Alterra, 2003].

7 Aan het begin van de jaren zeventig van de vorige eeuw kwam de Noordzee in Nederland op de politieke en maatschappelijke agenda. Toch zijn er maar weinig echt integrale toekomstverkenningen voor de Noordzee. De meeste verkenningen zijn toegespitst op een specifiek onderwerp of een bepaalde functie [Puylaert, 2003].

8 Historicus en schrijver, Wieringerwaard.

Aandachtspunten	Denk aan:	Trends
toerisme en recreatie, plezier en vertier	genieten van rust, ruimte, herstel vitaliteit, recreatie, strand, vrije horizon, open water	<ul style="list-style-type: none"> – meer tijd voor plezier en andere ontspanning – meer geld voor pret, onder meer zeezeilen – meer aandacht voor de zee
natuurwaarden	behoud en herstel, biodiversiteit, herstel natuurlijke processen	<ul style="list-style-type: none"> – veranderingen in de oppervlaktetemperatuur – verspreiding exotische soorten (al dan niet door toedoen van de mens) – meer besef van zeenatuur – meer claims voor natuurgebieden ('Marine Protected Areas') – inzet op een vrije horizon langs de kust – reductie van verontreinigingen
vervuiling	vanaf land, op zee en uit de lucht, incidenten en (illegale) lozingen	<ul style="list-style-type: none"> – nutriënten van land nemen af (fosfaten nemen af, stikstof niet)
nieuwe vormen van duurzame energie	wind, zonne-energie, getijdenstromen, golven, osmose	<ul style="list-style-type: none"> – beoogde bouw van offshore-windmolenparken – kleinschalige ontwikkeling van technologie voor golf- en getijdenenergie
veiligheid	kustveiligheid calamiteiten op zee (o.a. schepen, olie)	<ul style="list-style-type: none"> – klimaatverandering en zeespiegelstijging – veranderingen in de afvoerpatronen van zoet water – veranderingen in sedimenttransport en erosie
water	zoet water, zout water, vervuild water, meer water	<ul style="list-style-type: none"> – klimaatverandering en zeespiegelstijging – verzilting, sterkere zoutindringing in de kustzone – druk op de kwaliteit van het voedsel uit zee
voedsel	visserij, 'farming' op zee, maricultuur (bijv. aquacultuur van mosselzaad)	<ul style="list-style-type: none"> – vraag naar vis stijgt (eiwitbron) – mondialisering van grote spelers in vis- en voedselketen – groei van aquacultuursector (gebruiker van vismeel en visolie uit de industrievisserij)
grondstoffen (aan de oppervlakte en in de bodem)	olie en gas, zand, schelpen en grind	<ul style="list-style-type: none"> – grindwinning – zandwinning (o.a. voor suppletie en 2e Maasvlakte) – toenemende vraag beton- en metselzand – uitfasering van olie en gas
opslag	baggerslib (uit havenmondingen), CO ₂ (ondergronds)	<ul style="list-style-type: none"> – wat kan er nog meer opgeslagen worden op zee?
bouwwerken i.v.m. schaarse ruimte op land	eilanden voor wonen, recreatie, opslag of economische activiteiten	<ul style="list-style-type: none"> – zullen ze er toch komen?
transport	scheepvaart, logistiek, nieuwe vormen van vervoer, vliegvelden	<ul style="list-style-type: none"> – meer grotere schepen – maar ook meer kleine, flexibele schepen – toename intra-Europees transport over water – reduceren veiligheidsrisico's scheepvaart

Aandachtspunten	Denk aan:	Trends
infrastructuur	buizen, pijpleidingen en kabels	– meer leidingen en kabels – bundeling in tracés
militair gebruik	militair oefenterrein	– schietoefeningen – submariene activiteiten
archeologie	scheepswrakken	– ontwikkelen als toeristisch product?
instituties/bestuurlijke organisatie	nationale en internationale regelgeving, juridische aspecten	– (verdere) internationalisering van richtlijnen en verdragen voor bescherming en gebruik van de zee (onder andere: VN Zeerecht-verdrag, Verdrag inzake Biodiversiteit, OSPAR, Vogel- en Habitatrichtlijn) – recent: EU-Kaderrichtlijn Water; EC-Strategie voor de bescherming en instandhouding van het mariene milieu; EC-Strategie voor de duurzame ontwikkeling van aquacultuur

Tabel 1

Aandachtspunten en trends voor toekomstige ontwikkelingen op de Noordzee.

zee zo te ontwikkelen dat er een optimale en – waar mogelijk – meervoudige benutting ontstaat, zonder dat zich onomkeerbare of ongewenste effecten voordoen.⁹ Deze volzin klinkt mooi, maar (blijkbaar) nodigt het niet echt uit om tot een verandering in handelen te komen... Hoe komt dit?

EEN PATSTELLING OP ZEE

De ontwikkelingen en activiteiten op en rond de Noordzee zijn samen te vatten door 5 B's (zie Tabel 2). Het gebruiken van deze 5 B's is een hulpmiddel om de veelheid aan ontwikkelingen in een tabel samen te vatten.

Wat deze 5 B's bindt, is het complexe systeem dat de Noordzee is. De veranderingen die in het **ecosysteem** van de Noordzee worden waargenomen, zijn het resultaat van een samengaan van natuurlijke en door de mens veroorzaakte factoren. Een precieze scheiding tussen de invloed van de mens en de natuurlijke variabiliteit is nog altijd lastig te maken. Het is niet met zekerheid te zeggen of de dalingen in vis- en bodemdierbestanden alleen het gevolg zijn van menselijke invloeden als overbevissing, verontreiniging en **eutrofiëring**. Op zee lopen processen met verschillende tijd- en ruimteschalen door elkaar heen. Lang niet alle functionele relaties binnen het complexe voedselweb noch de doorwerking van tal van veranderende factoren op het ecosysteem zijn bekend. De grenzen van de Noordzee zijn diffuus. Bovendien lijkt het erop dat mariene ecosystemen van nature wel eens meer zouden kunnen variëren dan tot dusver door veel wetenschappers werd gedacht.

Onderzoeksresultaten laten zien dat er voor één specifiek ecosysteem verschillende evenwichtstoestanden denkbaar zijn, die zich afhankelijk van plaats en

⁹ In de eerste bijeenkomst van de ontwerpgroep de Rijke Noordzee is gezegd dat er een aantal begrippen zijn die versluierend werken in discussies tussen belanghebbenden. Denk hierbij aan woorden of uitdrukkingen als duurzaamheid, integraal, de zee is vol of niet vol, dat is onzeker, wetenschappelijk bewezen en 'dat hoort niet op zee'. Voor sommige van deze begrippen geldt dat de betekenis verloren raakt, omdat ze nauwelijks worden onderbouwd. Andere begrippen verscherpen juist de belangentegenstellingen tussen partijen.

Tabel 2
De 5 B's.

De Noordzee	Toelichting
benutten	motorfunctie: exploitatie van ruimte, grondstoffen en stromingen van water en lucht
beschermen	bronfunctie: herstellen en in stand houden van de natuurwaarden
begrijpen	kennis van het functioneren van het (eco)systeem
beleid, beheer en bestuurlijke organisatie	plannen, reguleren, ordenen en faciliteren van (toekomstig) gebruik en van ontwikkelingen in nationaal en internationaal verband
beleven	betrokkenheid van de consument/burger bij de Noordzee

tijd kunnen manifesteren. De zee is dus nog minder statisch dan tot dusverre werd gedacht [Lindeboom, 2002]. De vraag is natuurlijk hoe er in de toekomst op een duurzame manier valt te oogsten uit dit dynamische zeemilieu. Hier raken de 5 B's verweven.

Door wetenschappelijk onderzoek kunnen we proberen te begrijpen hoe het dynamische systeem werkt en hoe de mens hierin een rol speelt. Vast staat dat de Noordzee niet maakbaar is. De mens heeft slechts invloed op de randvoorwaarden waaronder het ecosysteem zich kan ontwikkelen. Menselijke handelingen – of die nou voortkomen uit de wens om te benutten of om te beschermen – zijn wel te beïnvloeden. Beleid en beheer kunnen zich dus richten op die door menselijke handelingen beïnvloedbare randvoorwaarden. De Nederlander zou zich tenslotte meer betrokken moeten voelen bij de Noordzee. Er is een verlangen naar strand en kust, maar de Noordzee zelf is en blijft een ver-van-ons-bed show.¹⁰

Er wordt wel beweerd dat de Noordzee een van de weinige plekken in Nederland is, waar nog woestheid en leegte beleefd kunnen worden. Maar de leegte is schijnbaar, de territoriumdrift is groot. Er is een groep professionele belanghebbenden die ondergebracht kunnen worden onder de 5 B's (zie Tabel 3). Elke partij in Tabel 3 heeft zijn eigen prioriteiten en belangen. De een zal het accent leggen op het continueren van de oogst van zeevoedsel, de ander zal meer natuur willen. Ze handelen veelal vanuit verschillende natuurvisies (zie paragraaf 2.2) en hanteren daarbij verschillende tijd- en ruimteschalen. Er is wel een overeenkomst. Allemaal hebben zij stelling genomen vanuit een eigen belang. Ze opereren in een gefragmenteerd netwerk dat zich uitstrekt van lokale tot internationale schaal. De belanghebbenden vertonen lang niet allemaal even veel daadkracht en opereren vaak vanuit een defensieve houding. Het lijkt wel of ze allemaal willen vasthouden aan verworven rechten, bestaande belangen of (bestuurlijke) verantwoordelijkheden en bevoegdheden.

¹⁰ De door Greenpeace aangejaagde opschudding over het zinken van de Brent Spar in 1996 laat zien dat een concrete crisis zorgt voor betrokkenheid bij wat er op zee gebeurt.

Tabel 3

De belanghebbenden geordend volgens de 5 B's.

De Noordzee	Belanghebbenden
benutten	vissers, olie en gasbedrijven, winners van bouwmaterialen als zand en grind, baggeraars, reders, projectontwikkelaars en bouwbedrijven, militairen
beschermen	Stichting De Noordzee, Greenpeace, WNF enz.
begrijpen	Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ), Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW), Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee (NIOZ), Alterra, verschillende universiteiten (o.a. Delft, Groningen, Twente, Utrecht, Wageningen), Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (WUR), Expertisecentrum LNV, Waterloopkundig Laboratorium, Nederlands Centrum voor Kustonderzoek (NCK), TNO enz.
beleid, beheer en bestuurlijke organisatie	ministerie van Verkeer en Waterstaat (o.a. DG Water en RWS), ministerie van Economische Zaken, ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (directie Visserij en directie Natuurbeheer) e.a.
beleven	mensen, toeristen en recreanten, consumenten, ANWB, VVV

Ontwikkelingen en activiteiten van 'anderen' worden gezien als bedreiging. Het denken en handelen is veel meer geënt op instandhouding van het bestaande dan op het (h)erkennen van kansen. Het gros van de belanghebbenden durft, wil of kan niet heel ver in de toekomst kijken.

Belangen leggen veel vast en vernauwen de blik naar de korte termijn. Het lijkt wel alsof het denken over de toekomst van de Noordzee vast zit in het heden, in sterk sectoraal, mono-functioneel en kortetermijndenken. Er is een patstelling.

De noodzaak van duurzaam gebruik en echt integraal denken wordt door individuele belanghebbenden niet of nauwelijks gevoeld. Zo lang er geen schaarste is die het rendement van de activiteiten bedreigt is het wachten op een externe crisis, voordat actie wordt ondernomen. Een gevoel van urgentie om te komen tot een duurzaam droombeeld voor de Noordzee is er niet. Bovendien is er binnen het netwerk niet veel vertrouwen in elkaar. Wanneer een van de actoren een initiatief neemt, dan kleeft daar voor andere belanghebbenden toch snel een bepaalde vooringenomen positie aan. Zal die 'ander' ook wel zijn investering doen in het gezamenlijk belang?

Voor dit hoofdstuk is de uitdaging opgepakt om even te ontglippen aan de kortetermijnbelangen en concrete ideeën voor een duurzame ontwikkeling van de Noordzee uit te werken. In dit hoofdstuk worden innovatieve ideeën gepresenteerd in de vorm van experimenten voor een ‘Nieuwe kaart voor de Noordzee’. In paragraaf 3.2 worden de uitgangspunten voor deze Nieuwe kaart uiteengezet. Vervolgens komen zeven experimenten aan bod.

REFERENTIES

- Alterra (2003). Bouwstenen voor natuur in Waddenzee en Noordzee. *Alterra Boornblad*. (14), nr. 1. Alterra, Wageningen
- Directie Noordzee (1999). *Gebruiksfuncties van de Noordzee*. Directie Noordzee. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag
- Lindeboom, HJ (2002). Changes in Coastal Zone Ecosystems. In: G Wefer, H Berger, K-E Behre, E Jansen (eds.). *Climate Development and History of the North Atlantic Realm*. Springer, Berlin. pp. 447-455
- Puylaert, HJM, PJM de Bruijn, S Newrly, W Oosten, H Julicher, G Ellen (2003). *Inventarisatie toekomstverkenningen Delta in de toekomst*. Hoofdrapport. TNO-Inro, Delft
- Stuurgroep Beheersvisie Noordzee 2010 (2000). *Beheersvisie Noordzee 2010*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu, Ministerie van Economische Zaken, Den Haag
- TNO/RWS (1999). *Kader voor ruimtelijk beheer op de Noordzee*. TNO-MEP, TNO-Inro, Rijkswaterstaat Directie Noordzee, Rijkswaterstaat RIKZ, Apeldoorn
- Wittenboer, WGF van den (2003). *Offshore-windenergie en meervoudig ruimtegebruik op de Noordzee*. Novem, Utrecht

3.2 NAAR EEN ‘NIEUWE KAART VAN DE NOORDZEE’

Han Lindeboom¹¹, Esther Luiten^{12, 13}

11 Alterra, Wageningen UR, Den Burg. NIOZ, Den Burg.

12 STT/Beweton, Den Haag.

13 Met dank aan Wiegert Dulfer (RIKZ, Den Haag), Floris Groenendijk (Stichting de Noordzee, Utrecht), Leo Jansen (bestuur Stichting de Noordzee, Utrecht) en aan de ontwerp-groep De Rijke Noordzee (zie hoofdstuk Organisatie).

EEN NIEUW MODEL VAN DENKEN

De toekomst van de Noordzee zal alleen rijk zijn als er ruimte geboden wordt aan economische en ecologische waarden. We gebruiken de ‘Nieuwe kaart van de Noordzee’ als metafoor voor een visie op een integrale ontwikkeling en een duurzaam gebruik van de Noordzee die is geïnspireerd door een nieuw model van denken.

De huidige vormen van exploitatie op de Noordzee laten zien dat de mens geneigd is zichzelf ‘buiten’ het systeem te plaatsen. Met behulp van technolo-

gie kunnen we zelfs voorbij de draagkracht van het **ecosysteem** reiken.¹⁴ Signalen van negatieve effecten op het ecosysteem worden genegeerd of gebagatelliseerd. Specialisatie en schaalvergroting zijn, gezien de enorme investeringen die nodig zijn om te ondernemen op zee, logische en legitieme drijfveren. Pas wanneer de schade aan het systeem zichtbaar is, worden maatregelen getroffen. Het gebruik en beheer van de Noordzee gebeuren vanuit een reactief model, waarin de mens uitgangspunt is. Deze lineaire benadering gericht op het maximaliseren van behoeften en het onderdrukken van de ongewenste effecten komt niet overeen met de cyclische dynamiek van de zee [Röling, 2003].

Huidig model

behoefte mens \rightsquigarrow benutten van de zee \rightsquigarrow
gevolgen/effecten op ecosysteem \rightsquigarrow reguleren

Het nadenken over toekomstige manieren van duurzaam gebruik zou moeten beginnen vanuit ecologische processen en de enorme **dynamiek** van de Noordzee, waarbij de menselijke activiteit onderdeel zouden moeten zijn van een samenhangend perspectief. Met de term dynamiek doelen we op de aanwezige gradiënten in zonlicht, zandverplaatsingen, zoet- en zoutovergangen, waterstromingen, windstromingen, de verspreiding van **nutriënten** en biologisch leven. Daarbij gaat het ook om de biologische productiviteit en de biodiversiteit van de Noordzee. De dynamiek van het systeem zou een gids moeten zijn voor het nadenken over duurzaam oogsten van de zee.

Voor een rijke toekomst zou een nieuw model van denken en handelen inspirerend kunnen werken. De dynamiek is daarbij de basis voor economische zowel als ecologische waarden. De mens zou slimmer moeten samenwerken met de krachten van de Noordzee.

Nieuw model

integrale Noordzee \rightsquigarrow ruimte voor natuurlijke dynamiek èn behoeften van de mens \rightsquigarrow
samenwerken met dynamiek \rightsquigarrow duurzaam gebruik

In dit nieuwe model gaat integraal denken verder dan het opsommen van functies en het afstemmen van belangen. Integraal denken betekent dat benutten, beschermen en beleven bekeken worden in nauwe samenhang met het dynamische systeem 'zee'. Voor elke functie moet afgewogen worden of de zee andere diensten kan blijven leveren.

¹⁴ Technologie kan ook een middel zijn om duurzaam gebruik te realiseren.

Het nieuwe en het oude model zijn bewust vrij binair tegenover elkaar gezet. Het is te simpel om te denken dat 'oud' zonder meer vervangen kan worden door 'nieuw' en dat het dan allemaal zonder meer beter is.

Natuurlijk is de 'oude' kaart, met alle belanghebbende partijen (Tabel 3), niet alleen maar slecht. De 'nieuwe' kaart is bedoeld als hulpmiddel om een bredere discussie aan te zwengelen over toekomstige ontwikkelingen op de Noordzee. En vooral ook om de discussie daarover concreter te maken en de kansen duidelijker zichtbaar.

EXPERIMENTEEL EN ADAPTIEF MANAGEMENT

De 'Nieuwe kaart van de Noordzee' is geen blauwdruk maar wel een uitnodiging om functies te benoemen die een beeld geven van een mogelijke toekomst van de Noordzee over 25 jaar. Bijvoorbeeld grote windmolenparken die tevens dienen als zeereservaat. Of diepe zuurstofrijke zandgaten die de lokale productie van te oogsten bodemdieren en vis bevorderen. Of grote akkers waar de groei van tong en schol actief wordt gestimuleerd. Maar hoe zorgen we ervoor dat alle belanghebbenden aan hun trekken komen? Hoe voorkomen we dat er fouten worden gemaakt waarvan herstel later heel veel geld gaat kosten of waarvan de effecten op het **ecosysteem** onomkeerbaar zijn?

Al eerder is geconstateerd dat de langetermijneffecten van activiteiten onvoldoende bekend zijn. Zo kennen we wel de directe effecten van de visserij, maar over de effecten op langere termijn zijn weinig wetenschappelijk onderbouwde gegevens voorhanden. Ook hebben we te weinig zicht op de effectiviteit van beheersmaatregelen. Mede hierom is het aantal veronderstellingen over de relatie tussen menselijke activiteit en het ecosysteem groot — zo zouden zeereservaten de biologische en ecologische waarde van een gebied vergroten. Gesloten gebieden zouden goed zijn voor de visserij. Het wegvissen van jonge vis zou de aanwas van het bestand hinderen.

Voor de 'Nieuwe kaart van de Noordzee' pleiten we dan ook voor een experimentele benadering, zodat deze veronderstellingen getoetst kunnen worden. Dit impliceert dat we op een lerende manier met de onzekerheden in het systeem moeten omgaan. De mens zal zich moeten aanpassen en zich flexibeler moeten opstellen. Gebruik en beheer worden een leerproces voor betrokkenen. Duurzaam oogsten wordt dan een kwestie van aftasten, van experimenteren, van proberen en evalueren, en van aanpassen van gebruik en beheer op basis van gegroeid inzicht. Kortom, van leren door te doen [Röling, 2003].

Er zou in bepaalde zeegebieden geëxperimenteerd moeten kunnen worden (met verschillende opties voor gebruik en beheer), waarbij de ontwikkeling van het mariene systeem per deelgebied circa vijf tot tien jaar wordt gevolgd. Een adequate bestudering van de gebruiksfuncties en de ecologische ontwikkelingen in het gebied moeten inzicht geven in de mogelijkheden van een verdere duurzame ontwikkeling. Afhankelijk van de uitkomsten dienen vervolgens het beleid en gebruik zowel in het onderzoeksgebied als in de rest van de Noordzee snel en adequaat aan de nieuwe inzichten aangepast te worden.

Hiervoor is het nodig dat de regelgeving dusdanig wordt opgesteld dat er in daarvoor geschikte deelgebieden verschillende gebruiksregimes kunnen worden uitgetoet. Hierbij kan gedacht worden aan verschillende vistechnieken zoals de elektrische pulskor of 'long-lining', aan andere manieren van zandwinning of het aanbrengen van hard substraat (bijv. om oesters terug te krijgen op de Centrale Oestergronden). Voor dit experimenteel management is een (internationaal) geldend juridisch kader nodig, dat voorkomt dat de experimentele opzet verstoord wordt. Op de uitkomsten van het experimenteel management moet vervolgens op zo'n manier gereageerd worden dat bij de belanghebbenden niet de indruk ontstaat van een 'rommelig en willekeurig' beheer.

Door voor de rest van het Nederlands Continentaal Plat een 'adaptief management' in het beheer op te nemen kan optimaal op de nieuwe inzichten worden ingespeeld. In dit adaptieve management moeten zowel de ecologische als de economische bandbreedtes van wat als positief of negatief wordt gezien, worden vastgelegd.

EXPERIMENTEN

Hoe kan de mens samenwerken met de natuurlijke **dynamiek** van de zee?

Hoe kunnen benutten en beschermen samengaan? Om dit concreter te maken, worden in dit hoofdstuk zeven experimenten gepresenteerd. De uitgangspunten zijn:

- De experimenten zijn inspirerende en prikkelende voorbeelden die opgezet en doordacht zijn vanuit dit nieuwe model van denken over het gebruik van de Noordzee; samenwerken is daarbij het sleutelwoord.
- Elk van de experimenten geeft een concreet voorbeeld van integraal en duurzaam gebruik van de Noordzee.
- De experimenten worden – gegeven de bestaande verhoudingen tussen de belanghebbenden van de Noordzee (de 5 B's, zie paragraaf 3.1) – niet vanzelfsprekend opgepakt.
- Experimenten mogen het **ecosysteem** niet onomkeerbaar aantasten.
- Experimenten leiden niet tot het afwentelen van problemen op het land naar de zee. De Noordzee moet geen vuilnisbak worden voor experimenten die we op land niet willen uitvoeren.

Tabel 4 geeft een overzicht van de zeven experimenten. Lang niet alle aspecten die genoemd zijn in Tabel 1 komen in deze zeven experimenten aanbod. De focus ligt op vis als bron van voedsel (zie experiment SeaWing, Visakker en Visbank in Tabel 4), op het herstellen van de productiviteit van de Noordzee (experiment Delta aan haar trekken en Laat de zee), op het versterken van de kennisinfrastructuur die nodig is voor experimenteel management (experiment Geïntegreerd marien informatiesysteem) en op het scheppen van ruimte voor

Experimenten	Hypothese
Delta aan haar trekken	Op dit moment stroomt nutriëntrijk water via de Nieuwe Waterweg naar de Noordzee. Door dit water via een herstelde zoet-zout overgang naar zee te laten stromen, neemt de productiviteit van de Noordzee toe.
Brede flexibele kust	Een brede, door de mens geïnitieerde zone van eilandjes, zandbanken en lagunes, die worden overgelaten aan het spel van wind, water en zandtransport, kan de veiligheid van de kust versterken; leidt tot meer zeenatuur en een versterking van de soortenrijkdom en productiviteit van de zee; en geeft ruimte voor wonen, werken en recreëren.
Geïntegreerd marien informatiesysteem	Het realiseren van een marien informatiesysteem dat on-line prognoses geeft voor kansen en gevaren op verschillende ruimte- en tijdschalen is van grote waarde voor een duurzaam en economisch gebruik van de Noordzee.
Laat de zee	Door de zee met rust te laten en ruimte te geven aan natuurlijke processen, kan (op termijn) meer en duurzaam geoogst worden uit zee.
SeaWing	De duurzame productie van energie en voedsel op zee kan rendabel gerealiseerd worden met systemen, die drijven en die flexibel en zeer compact zijn (zodat de hoge investeringen in zeewaardige infrastructuur lonen).
Visakker	Het ploegen van de zeeakker met een boomkor leidt tot een lokale verhoging van het bodemleven en is dus goed voor de visbestanden.
Visbank	Een andere organisatie van publieke en private rechten in de visserij kan de basis geven vormen voor een duurzame visserij. De visbank is een vorm van beheer van vangstrechten waardoor het gemengde bedrijf rendabel geëxploiteerd kan worden.
Overige ideeën	Hypothese
zuurstofrijke visputten door zandwinning	De aanleg van diepe, zuurstofrijke zandwinputten stimuleert de groei van vis in een natuurlijk 'aquarium' in zee.
(internationale) zeedrost	Een herziening van de bestuurlijke organisatie voor de Noordzee (internationaal, maar zeegericht) versnelt de totstandkoming van een duurzaam gebruik van de Noordzee en vergemakkelijkt de integrale aansturing van het onderzoek.
eigendom op zee	Door concessies voor het gebruik in te voeren (onder tijdelijke licenties) kan het risico om te investeren op zee gereduceerd worden en wordt de verantwoordelijkheid voor het in standhouden van de rijkdommen van de zee vergroot.
opbrengst van windmolens onder water	De aanleg van windmolens op zee kan leiden tot een bodemprofiel (incl. hard substraat), dat optimaal is voor de groei van bepaalde soorten (bijv. oesters of platvis) en mogelijk ook voor het herstel van natuurlijke biodiversiteit.
kunstmatige opwellingsgebieden	Het nabootsen van natuurlijke opwellingsgebieden kan leiden tot een hogere opbrengst van vis.

Tabel 4
Experimenten.

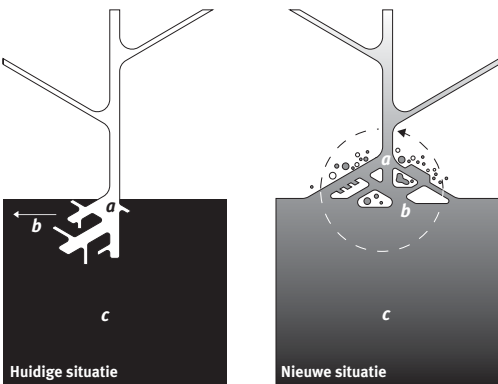
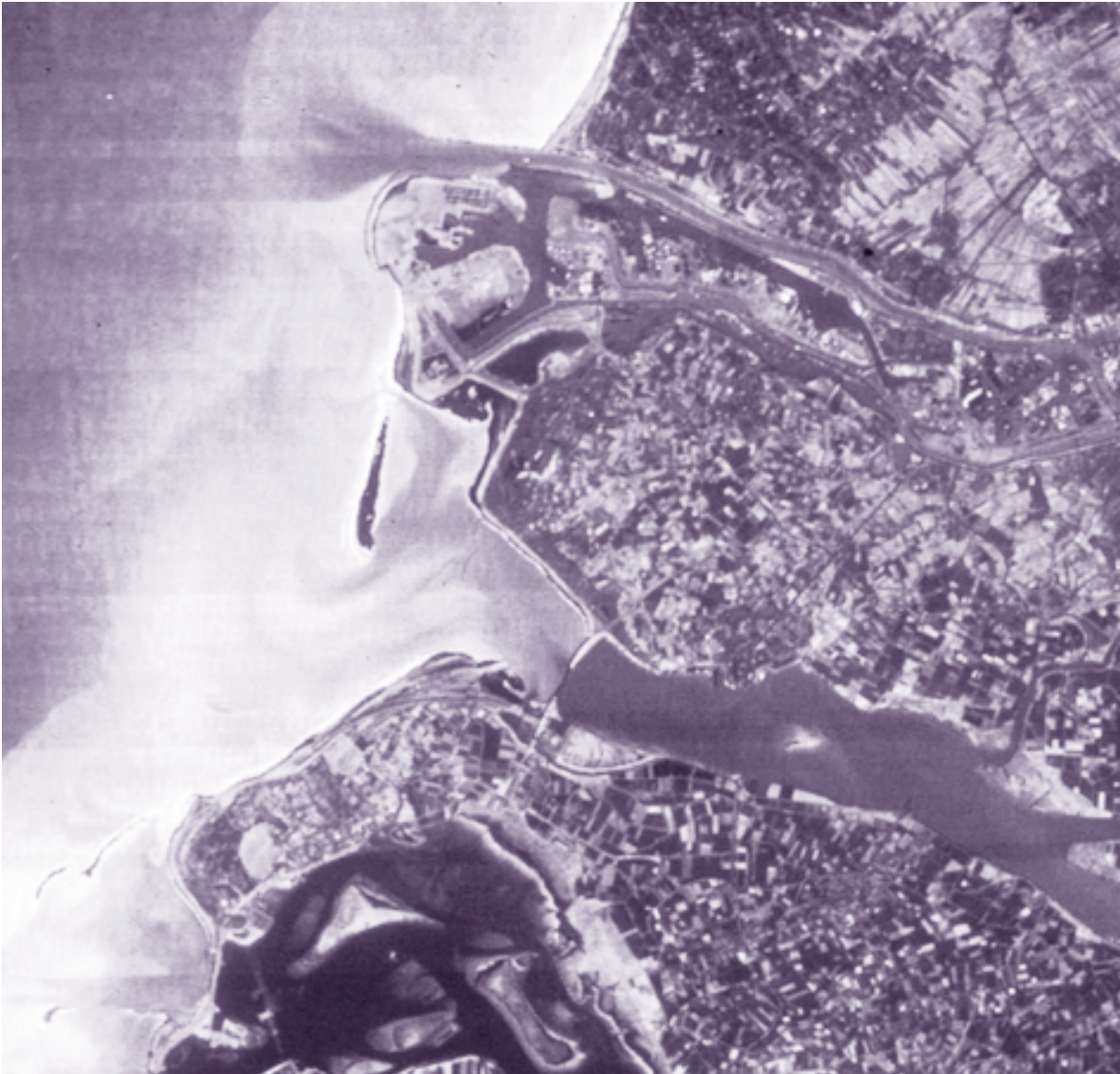
een experiment met dynamische processen die de vorm van kustverdediging steunen, zodat de natuurlijke processen in zee meer ruimte krijgen (experiment Brede flexibele kust).

We hebben niet de pretentie om in deze publicatie een volledige verzameling

experimenten te presenteren. In Tabel 4 staan nog een aantal ideeën voor experimenten die ter sprake zijn gekomen in de ontwerpgroep de Rijke Noordzee. Deze zijn echter (nog) niet nader uitgewerkt. Wie pakt ze op? En wie bedenkt nieuwe experimenten voor de andere functies uit Tabel 1 die nu ondervertegenwoordigd zijn?

REFERENTIES

- Röling, N (2003). *Is er leven na landbouwwetenschap?* Afscheidscollege. Wageningen Universiteit



Huidige situatie

- a** zoet water strikt gescheiden van zout water
- b** geconcentreerde afvoer nutriënten in diep water
- c** verspillen van nutriënten in de Noordzee

Nieuwe situatie

- a** geleidelijke overgang tussen zoet en zout water
- b** voorbewerken nutriënten via natuurlijke processen in een estuarium
- c** verhogen biologische productiviteit van de Noordzee

Bron grote foto: RIKZ, Den Haag.

Floris Groenendijk¹⁵, Barbara Clasie¹⁶, Eddy van Well¹⁷, Ron Oorschot¹⁸



AANLEIDING

In een natuurlijke delta stroomt het water uit de rivier door een natuurlijke zoet-zoutovergang naar zee. Het is een natuurlijk morfologisch systeem van geulen, platen, slikken en buitendelta's, maar ook met geleidelijke zoet-zoutgradiënten en turbulente mengzones. Zo'n natuurlijke delta conflicteert met een haven en een toegangsheul die nodig is voor diepstekende tankers.

In een estuarium, de morfologische aanduiding van een delta, bieden de fysische omstandigheden de randvoorwaarden voor natuurlijke processen (zie Figuur 1 op pagina 122).

Omdat een estuarium morfologisch divers is, biedt het voor veel omzettingprocessen in de **voedselpiramide** optimale omstandigheden voor karakteristieke tijd- en ruimteschalen. Zo wordt via verschillende **trofische niveaus** gezorgd voor een efficiënte omzetting van **nutriënten** in bruikbare biomassa en eiwitten. Daarbij komt dat drie essentiële energiebronnen voor de vorming van biomassa – licht, **voedingsstoffen** en waterstroming – bijna onbeperkt aanwezig zijn. Mondiaal gezien heeft bijna de helft van de biomassa van het zeeleven zijn oorsprong in een estuarium [Kennish, 2000]. Deze biomassa

stroomt vanuit het estuarium naar zee en wordt daar verder als voedsel opgenomen in de voedselpiramide van de zee.

Natuurlijke estuaria hebben naast een hoge productiviteit ook een filterende werking. Door het grote zuiverende vermogen dat samenhangt met de verblijftijd van water in het systeem, wordt een deel van de in het aangevoerde water aanwezige nutriënten verwijderd. Dit gebeurt door middel van denitrificatie en

15 Stichting de Noordzee, Utrecht.

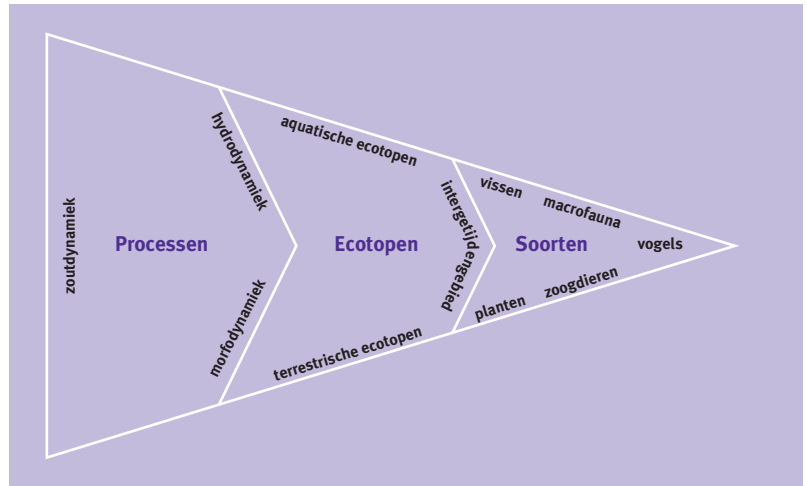
16 Stichting de Noordzee, Utrecht.

17 Stichting de Noordzee, Utrecht.

18 TNO-MEP, Den Helder.

Figuur 1

Het samenhangend complex van processen, patronen en soorten in een estuarium. Bron: [Paalvast, 1998].



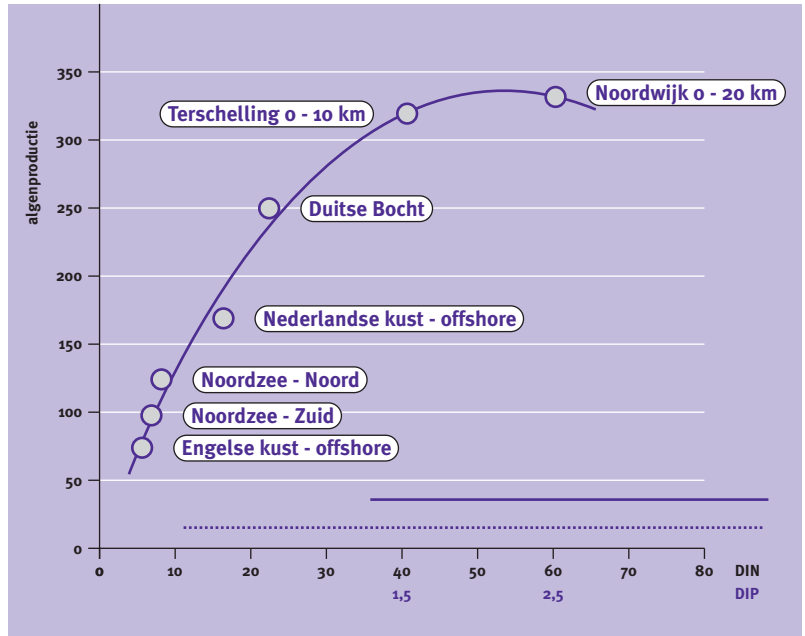
primaire productie [Nixon, 1996]. Ook in de natuurlijke Nederlandse estuaria (Schelde en Eems) is deze filterende werking aangetoond [Backx, 2001; Buis, 1999; Beusekom, 1995].

Door het ‘kortsluiten’ van de Nieuwe Waterweg met de Noordzee en de verregaande compartimentering van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse delta stromen water en **nutriënten** uit de Rijn (en in mindere mate de Maas) rechtstreeks naar zee via een onnatuurlijke weg. Door deze situatie worden de nutriënten niet voorbewerkt door processen zoals die in een natuurlijke zoet-zoutovergang voorkomen. De geconcentreerde uitstroom van nutriënten via de Nieuwe Waterweg geeft verlies van efficiëntie bij de omzetting van nutriënten. Als gevolg hiervan wordt in de Noordzee relatief weinig bruikbare biomassa gevormd en is er sprake van **eutrofiëring** van de kustzone. Hiervoor zijn twee verklaringen:

- 1 Bij een toename van opgeloste nutriënten neemt de algengroei in de Noordzee toe, zoals te zien is in Figuur 2. Dit verband is echter niet lineair; bij een bepaalde concentratie opgeloste **voedingsstoffen** raakt de algenproductie verzadigd [Vries, 1997]. Wordt de concentratie opgeloste voedingsstoffen toch hoger, dan zal dit niet leiden tot meer algenproductie. Wanneer dit verschijnsel optreedt, kan men spreken van een verspilling van meststoffen.
- 2 De overproductie van meststoffen heeft echter ook gevolgen voor de kwaliteit van de **primaire productie** in de kustzone. Een te hoge concentratie meststoffen leidt tot meer algenplagen van bijvoorbeeld *Phaeocystis* en *Noctula* (Zeevonk) [Peeters, 1999]. Door een relatief lage begrazing (de verhouding tussen de aanwezigheid en het gegeten worden) is er in geval van algenplagen een relatief kleine toename van eiwitproductie in de hogere **trofische niveaus**.

Figuur 2

Het verband tussen nutriëntenvoorraad (winterconcentratie DIN en DIP in μmol per liter) en algenproductie (gram C per m^2 per jaar) in verschillende deelgebieden van de Noordzee. De nutriëntenvoorraden in de Nederlandse kustwateren zijn met balkjes aangegeven. Fosfaat (DIP): onderbroken lijn. Stikstof (DIN): enkele lijn. Bron: naar [Vries, 1997].



IDEE

Het idee van het experiment is de nutriëntrijke stromen weer samen te brengen met de morfologische omstandigheden waaronder estuariene processen kunnen plaatsvinden. Deze hereniging van nutriëntenrijkdom en morfologische dynamiek kan op twee manieren:

- Breng de karakteristieken van een delta aan op de plaats waar het nutriëntrijke water uitstroomt naar zee. Dit leidt al snel tot plannen om een eilandengroep voor de kust aan te leggen of de kust ondieper te maken.
- Leid de nutriëntrijke stromen door de oorspronkelijke delta.

De kern van het experiment is om de rivier weer aan te sluiten op de delta en daarmee de delta weer van voedsel te voorzien. De Nieuwe Waterweg wordt dan een ‘dode’ kunstmatig zoute zeearm met slechts landinwaarts een verkeerssluis. De zuidelijke delta komt zo weer aan haar trekken.

Nutriënten zijn geen verontreiniging. Je moet ze niet bestrijden, maar juist gebruiken. Boddeke, een bekende Nederlandse visserijbioloog, heeft jaren geleden de terugval van visbestanden in verband gebracht met de reductie van fosfaat door fosfaatvrije wasmiddelen. Deze ooverdovend simpele stelling is destijds weerlegd, maar de meningen hierover zijn nog steeds verdeeld. De gestelde hypothese laat zich niet makkelijk uit de hoofden van de vissers praten en de discussie over het verschijnsel steekt telkens weer de kop op. Aan de andere kant is de rol van nutriënten voor visbestanden nooit goed onderzocht. Waarschijnlijk zal door de **nutriënten** door een natuurlijk estuarium te leiden de biomassa van de onderste **trofische niveaus** toenemen. Dat

resulteert uiteindelijk in een toename van visbiomassa in de Noordzee. Door dit experiment terdege voor te bereiden, kan vooruitgang geboekt worden op het gebied van de **biologie**, de **ecologie** en de visserijbiologie.

Zonder ooit van integraal waterbeheer gehoord, laat staan erover nagedacht te hebben, heeft Caland aan het eind van de 19^e eeuw bedacht om de Nieuwe Waterweg aan te leggen. Daarmee koos hij expliciet voor de scheepvaart- en havenfunctie en koos hij impliciet tegen een natuurlijk morfologisch systeem. Door de twee functies weer te splitsen ontstaan er ook voor het beheer van een haven voordelen. Hoewel het experiment zich vooral richt op de keten van nutriënten (de primaire en secundaire productie) en op de efficiëntie in deze keten, zijn er op diverse fronten positieve neveneffecten.

Baggervoordeel

De Maas en vooral de Rijn voeren grote hoeveelheden sediment mee vanuit het achterland. Dit sediment bezinkt normaal gesproken in een delta, draagt bij aan de vorming van platen en slikken, of wordt meegevoerd naar de kustzee. In een kunstmatig diepgehouden havenbekken bezinkt dit sediment direct en is het noodzakelijk de haven uit te baggeren.

Kwaliteit waterbodem

De Rijn voert het water van een van de meest geïndustrialiseerde stroomgebieden ter wereld af. Het is dus geen wonder dat er verontreinigingen aan het sediment vastzitten. In een delta worden op een natuurlijke biologische manier verontreinigingen afgebroken. In een haven ontbreekt dat proces. Het gevolg is dat het gebaggerde sediment in een haven sterker verontreinigd is dan in een natuurlijke delta. Dit uit zich in hogere saneringskosten voor de waterbodem.

Zoetwatervoorziening

Op dit moment kan de zouttong in de Nieuwe Waterweg tot aan Capelle aan den IJssel doorlopen. Door de grote diepte van de vaarweg ontstaat stratificatie in de watermassa: zoet water stroomt over het zoute water heen. De turbulentie die dicht boven de bodem ontstaat, is niet voldoende om de hele waterkolom te mengen. In de huidige situatie is het verhogen van de zoetwaterafvoer via de Nieuwe Waterweg de enige manier om het zout terug te dringen. Bij afvoer van Rijn- en Maaswater via de delta zal veel meer verticale dan horizontale vermenging kunnen plaatsvinden. Hierdoor mengen het zoete en het zoute water zich, waardoor de zoute invloed niet meer zo ver landinwaarts komt. Door het afsluiten van de Nieuwe Waterweg wordt voorkomen dat daarmee zout water doordringt.

Zoutgradiënt als richtingwijzer voor trekvisser

Een geleidelijke zoutgradiënt is voor de meeste soorten trekvis van groot belang [Boer, 1996]. Het aloude ‘De zalm terug in de Rijn’ kan worden geflankeerd door ‘De steur terug in de Rijn’.

Herstel van veerkracht

Het waterbeheer in Nederland krijgt de komende eeuw te maken met een aantal ontwikkelingen als gevolg van klimaatveranderingen en een dalende bodem [VenW, 2000]. Het herstel van natuurlijke overgangen past in de visie van de overheid om ruimtelijke oplossingen te kiezen voor het voorkomen van problemen als gevolg van deze ontwikkelingen.

Wanneer men spreekt over het duurzaam benutten van mariene dynamiek, dient men uit te gaan van een situatie die zo natuurlijk mogelijk is. Havens, sluizen en dammen zijn verre van natuurlijk. In het experiment wordt een duidelijke scheiding aangebracht tussen natuurlijke en onnatuurlijke processen. Hierdoor komt er in het natuurlijke deel van de zuidelijke delta ruimte voor productiviteit, voor de retentiefunctie¹⁹, voor gradiënten en voor natuurlijke processen.

REALISATIE

Dit experiment heeft nogal wat voeten in de aarde:

- Het is een enorme investering en een forse ruimtelijke ingreep met grote gevolgen. Kansen en risico's moeten eerst gedegen in kaart worden gebracht. Daarbij is de communicatie met de betrokkenen in de regio erg belangrijk.
- Voor een gedeelte van de bestaande dijken en dammen zal een alternatieve zeewering gezocht moeten worden om de veiligheid te waarborgen.
- De uitvoering van het experiment verandert de karakteristieken van het gebied en heeft gevolgen voor de huidige gebruikers. Zo zal de binnenvaart door een sluis moeten varen, duikers in de Oosterschelde krijgen misschien wel te maken met minder zicht, en moeten de huidige zoetwaterinlaten in het af te sluiten gebied wellicht verplaatst worden.

Het opzetten en succesvol uitvoeren van dit plan kan in twee fasen verdeeld worden:

- Het herstellen van een geleidelijke zoet-zoutovergang door een verbinding tussen de Nieuwe Waterweg en de zee via de delta.
- Afsluiten en ‘verzouten’ van de Nieuwe Waterweg.

Elke fase moet op drie fronten worden uitgebouwd:

- 1 wetenschappelijk en toegepast onderzoek
- 2 economie
- 3 draagvlak en integratie.

.....
¹⁹ Het vasthouden, bufferen van water.

1 Onderzoek

De eerste stap om de estuariene dynamiek terug te brengen in de zuidelijke delta is een gedegen onderzoek naar de positieve effecten van het openstellen van de dammen. Tot nu toe is er geen multidisciplinair onderzoek uitgevoerd naar de effecten op **ecologie** en economie. De precieze gevolgen van het sluiten van de zeearmen op de nutriëntenbalans zijn nog altijd niet precies achterhaald. De onbalans die in de nutriënten en voedselvoorraad in de kustzone is opgetreden is nog onduidelijk en laat daardoor ruimte voor ‘spookverhalen’. Het uitvoeren van de plannen voor het openstellen van de Haringvlietsluizen (bij voorkeur de optie ‘getemd getij’) biedt een kans om kennis te vergaren over de effecten van het herstel van zoet-zoutovergangen. Ze kunnen tevens dienen als pilot-project en voor het ijken van modellen.

2 Economie

Het is belangrijk een goed overzicht van de kosten en baten te hebben.

De lusten verdienen aandacht: minder baggerkosten, minder problemen met het indringen van zout en daardoor een betere zoetwatervoorziening in grote delen van Zuidwest-Nederland en meer visvangst door de productievere delta. Ook kosten die gemoeid zijn met het in stand houden van de huidige situatie moeten meegerekend worden.

3 Draagvlak en integratie

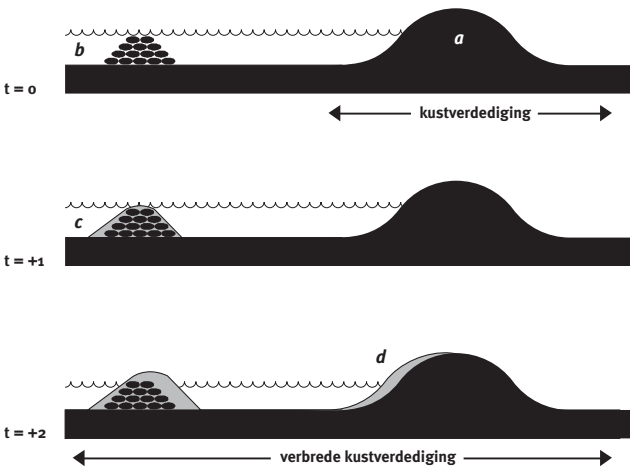
Momenteel spelen er diverse beleidsprocessen die op het herstel van estuariene waarden gericht zijn. Voor dit experiment liggen er kansen in het aanhaken bij deze processen. De organisatiestructuur rond de Integrale Visie Delta Inzicht biedt door bundeling van de regionale partijen en breed overleg mogelijkheden voor een breed draagvlak. Vooral primaire producenten als boeren en vissers zouden betrokken moeten worden bij de belangen en effecten van dergelijke veranderingen. Zij hebben er belang bij èn staan dichterbij de burgers die de angst voor een Delta-ramp moeten overwinnen.

Na deze voorbereidingen kan gestart worden met de benodigde aanpassing van de infrastructuur. Tijdens de uitvoering en na voltooiing zal door een uitgebreid monitoringprogramma informatie verzameld moeten worden die nodig is om een antwoord te geven op de vraag of het experiment geslaagd is. Tien jaar na herstel van de afwatering van nutriëntrijke rivierstromen naar de zuidelijke delta zal er waarschijnlijk voldoende materiaal verzameld zijn.

REFERENTIES

- Backx, JJGM, CC de Leeuw (2001). *Naar een herstel van estuariene gradiënten in Nederland*. RIKZ/RIZA, Rijkswaterstaat, Haren/Lelystad
- Beusekom, JJE van, VN de Jonge (1995). *De filterfunctie van het Eems-*

- estuarium voor opgelost anorganisch stikstof (DIN), opgelost anorganisch fosfaat (DIP) en silicaat. Rapport RIKZ-95.015. Rijkswaterstaat, Den Haag*
- Boer, K de, WJ Wolff (1996). *Tussen zilt en zoet. Voorstudie naar de betekenis van estuariene gradiënten in het Waddengebied*. In opdracht van Rijkswaterstaat, Directie Noord-Nederland. Vakgroep Mariene Biologie, Rijksuniversiteit Groningen
 - Buis, K (1999). *Stikstofverwijdering in het Schelde-estuarium, studie naar de N-filterwerking in het Schelde-ecosysteem met gebruik van MOSES (Model of the Scheldt Estuary)*. Werkopdracht RIKZ-692. Rijkswaterstaat, Den Haag
 - Kennish, MJ (ed.) (2000). *Estuary Restoration and Maintenance: the National Estuary Program*. CRC Press LLC, Boca Raton, Florida
 - Nixon, SW e.a. (1996). The Fate of Nitrogen and Phosphorus at the Land Sea Margin of the North Atlantic Ocean. *Biogeochemistry*, vol. 35, pp. 141-180
 - Paalvast, P, W Iedema, M Ohm, R Posthoorn (red.) (1998). *MER beheer Haringvlietsluizen, over de grens van zout en zoet*. Deelrapport Ecologie en landschap. Rijkswaterstaat, Lelystad
 - Peeters, JCH, I de Vries, H Haas (1999). *Eutrofiëring en productiviteit in de Noordzee*. Rapport RIKZ-99.008. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag
 - V&W (1998). *Vierde Nota Waterhuishouding*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag
 - V&W (2000). *Anders omgaan met water; Waterbeleid in de 21e eeuw*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag
 - Vries, I de, W Zevenboom (1997). Voedingsstoffen, voedsel en visstand in de Noordzee. *Zoutkrant*, oktober 1997



Kustverdediging

- a* bestand duin
- b* klapkades van geocontainers
- c* geklapt zand
- d* 'aanzanding'

Bron grote foto: RIKZ, Den Haag.

Ed Berendsen²⁰, Gé Beaufort²¹, Cees Laban²², Bert Bannink²³



IDEE

Nederland bestaat dankzij het door de grote rivieren en de zee aangevoerde sediment. De huidige kustlijn van Nederland is een resultante van natuurlijke ontwikkelingen en een aantal menselijke ingrepen (zie ook paragraaf 2.1). De kustlijn is de afgelopen eeuw sterk verkort. Ook het areaal van de Waddenzee is door menselijk ingrijpen (de zeewerken) verkleind. De Zeeuwse estuaria zijn sinds de stormvloedramp van 1953 zodanig kunstmatig gewijzigd dat het land voor ons mensen een stuk veiliger is geworden. De Zuid- en Noord-Hollandse kust ligt er sinds die tijd strak en zandig bij. We zijn er inmiddels wel achter gekomen dat deze ingrepen ook nadelige gevolgen hebben voor de natuurwaarde van de kustzone (zie tekstkader Afsluiten van zeearmen in de Delta, hoofdstuk 4).

Het suppletiebeleid ter bescherming van de kust maakt gebruik van de **dynamiek** van wind, water en zand. Sinds 1990 is het credo: ‘zacht waar het kan, hard waar het moet’. De kust en de vooroever worden zodanig met zand gesuppleerd dat we de huidige kustlijn kunnen vasthouden door mee te spelen in dit dynamische evenwicht. Toch is de basiskustlijn vastgelegd. Die moet gehandhaafd blijven.

De vraag in dit experiment is of we niet verder zouden kunnen en moeten samenwerken met de dynamiek van de zee? Moeten we in de toekomst niet nog meer gebruik maken van die dynamiek van water, stroming en zand en die strakke, afgedamde kustlijn gewoon vergeten? Kan er dan niet veel meer ‘veilige en dynamische’ ruimte ontstaan voor alle functies die in die kustregio een plek moeten krijgen?

²⁰ Waterbouw Innovatie Steunpunt, RWS, Utrecht.

²¹ Waterbouw Innovatie Steunpunt, RWS, Utrecht.

²² TNO-NITG, Utrecht.

²³ RIVM, Bilthoven.

AANLEIDING

De veiligheid van het lage land achter de duinen, dijken en dammen is in gevaar. Door de afsluiting van de zeearmen en de verdere uitbouw van onze zeehavens is de aanvoer van sediment vanuit de Zuidelijke Noordzee sterk verminderd. De Hollandse kust is hierdoor de afgelopen decennia minder veilig geworden. De duinen eroderen en de vooroever wordt uitgeschuurd. Door harde elementen in de kustverdediging is een bolle, erosiegevoelige kust ontstaan. De dynamiek van de huidige kustzone is sterk afgenomen en draagt niet meer bij aan de veiligheidsfunctie van de kust. De huidige kustzone wordt bedreigd door de gevolgen van de optredende klimaatverandering en door de indringing van zout. De afslag van de duinen zal verder toenemen en het achterliggende duingebied zal smaller worden. Op sommige punten langs de kust is op dit moment al veel (en duur) onderhoud nodig.

In de kustzone, een van de gebieden in de Noordzee met bijzondere natuurwaarden, is de mariene dynamiek en productiviteit afgenomen. Vooral de strakke strandwallen reep langs de Zuid- en Noord Hollandse kust wordt als natuurlijke zandschuurmachine gezien. In de ‘kustrivier’ mengt het uitstromende zoete rivierwater zich slecht met het zeewater. Dit leidt tot een verlies aan biologische productiviteit. De kustzone is van belang voor het transport van sediment, slib, nutriënten en larven naar de Waddenzee. Nu leidt de overdaad aan nutriënten tot verspilling, algenplagen en schuimvorming.

Nederland heeft last van ‘sedimenthonger’. Gebieden langs de rivieren zijn steeds verder ontgrond voor de winning van bouw- en metselzand. Deze voorraad is eindig. Bovendien is er maatschappelijke weerstand tegen het verder afgraven van het landschap dat eens door de rivieren is gevormd. In de toekomst zal steeds meer sediment uit de Noordzee komen, zowel voor de noodzakelijke kustsuppleties als voor bouw- en metselzand.

Tenslotte is de ruimte voor wonen, werken en recreëren schaars in Nederland en zal in de toekomst steeds schaarser worden.

We maken onvoldoende gebruik van de Noordzee als duurzame leverancier van sediment om de kustzone te beveiligen, van grondstof voor de bouwsector, en van sediment om ruimte te scheppen voor meer natuur voor mens en dier. Zou het niet slimmer en duurzamer zijn om het zand in de Noordzee te gebruiken voor een brede flexibele kustzone en daarbij de natuurlijke dynamiek te gebruiken voor de vorming van nieuw land in zee? Op die manier ontstaat er ruimte en een veilige dynamische kust. Een brede flexibele kust in de vorm van een dynamisch landschap van zich vormende en verplaatsende haffen, strandhaken, zandbanken en eilanden is wellicht het antwoord.

PLANNEN VOOR EILANDEN IN ZEE

In de afgelopen decennia zijn er al veel ideeën, plannen en studies geweest voor eilanden in zee en een verbreding van de kust. Het is een voor de hand liggende reflex om naar zee te kijken als de mens behoefte heeft aan ruimte. De belangrijkste ideeën, plannen en studies worden hierna opgesomd.

Historische plannen voor eilanden in zee

Averij-eiland. Een plan uit de jaren zeventig van de vorige eeuw om ten zuidwesten van de huidige Maasvlakte een eiland in zee te bouwen waar schadelijke en milieubelastende activiteiten uitgevoerd konden worden. Het plan is onderdeel van de North Sea Island Group/Stunet studie [Bakker, 1979].

Pomp Accumulatie Centrale. Vervolgstudie op het plan Lieveense van Rijkswaterstaat uit de jaren tachtig van de 20^e eeuw om ter hoogte van Texel of Zeeland een Pomp Accumulatie Centrale te bouwen voor de grootschalige opslag van energie uit waterkracht. Door de opslag zou flexibel ingespeeld kunnen worden op pieken in de elektriciteitsvraag [RWS, 1985].

Plan Waterman. Plan van het begin van de jaren negentig van de 20^e eeuw om voor de kust van Zuid-Holland ter hoogte van Hoek van Holland tot aan Scheveningen een stuk land op de zee te winnen. Hier zouden woningbouw en kleinschalige industrie gevestigd kunnen worden. Dit plan is een van de voorstellen van Waterman om door ‘bouwen met de natuur’ een integraal kustzonebeleid te ontwikkelen [Waterman, 1991].

Maasvlakte 2. Plan van de gemeente Rotterdam van het eind van de jaren negentig van de 20^e eeuw om de huidige Maasvlakte uit te breiden. In deze studie is de technische en economische haalbaarheid van uitbreiding van de huidige Maasvlakte verder onderzocht. De ruimtebehoefte van de haven, de noodzaak om de natuur te compenseren en een gefaseerde aanpak van de uitbreiding zijn erin onderbouwd.

Flyland. Onderzoeksprogramma van het eind van de jaren negentig van de vorige eeuw, gekoppeld aan het idee om voor de kust van Noord-Holland een vliegveld in zee te bouwen. Door het wegvallen van de noodzaak om Schiphol de komende decennia te verplaatsen, is het programma medio 2003 stopgezet.

Kust 2030. Een verkennende studie uit 1998 van het Waterbouw Innovatie Steunpunt (WIS, Rijkswaterstaat Utrecht) naar de mogelijke ontwikkeling van de Nederlandse kust in het jaar 2030. In deze studie zijn diverse scenario's geschetst; het milieuscenario en het economische scenario zijn daarbij de twee uitersten.

Voorstudie 5^e Nota Ruimtelijke Ordening. Een ideebijdrage van de Bouwdienst Rijkswaterstaat aan de discussie die ter voorbereiding van de 5^e Nota Ruimtelijke Ordening van het ministerie van VROM is gevoerd (2002). De bijdrage geeft mogelijke oplossingen – namelijk eilanden in zee – ter ontlasting van het Groene Hart.

*Haakse zeedijk.*²⁴ Plan om 25 kilometer voor de Hollandse en Zeeuwse kust een nieuwe kustverdediging in de vorm van een zeedijk aan te leggen met daarachter grote waterbekkens om het binnendringen van zout te voorkomen.

²⁴ De heren Van den Haaking en Stokman (www.haaksezeedijk.nl).

Deltawerken van de toekomst. Een verkennende studie van het RIKZ naar een mogelijke versterking van de Hollandse en Zeeuwse kust in de 22^e eeuw. De studie is in 2003, 50 jaar na de ‘ramp’, gepresenteerd en beschrijft een geleidelijke uitbouw en versterking van de kustzone door te bouwen met de natuur [Dronkers, 2003].

Het Vrije Westen. Een van de drie strategische concepten die het ontwerpatelier ‘Naar zee!’ van het Ruimtelijk Planbureau heeft ontwikkeld [Ruimtelijk Planbureau, 2003].

De opdracht voor dit atelier was een reeks samenhangende en stimulerende concepten voor kust en zee te ontwerpen.

De historische plannen zijn vaak gestrand op een gebrek aan voldoende nut en noodzaak van de plannen. Verder speelden de grote investeringen die nodig zijn een rol (veel plannen zijn lastig om gefaseerd uit te voeren). Daarnaast bestond er onduidelijkheid over de effecten van de ingrepen op het **ecosysteem**, vooral over de omgevingseffecten.

Bij een blik op deze plannen valt op dat:

- De grote meerderheid van de plannen voornamelijk gericht is op het versterken van economische functies in de kustregio.
- Vooral de oudere plannen ruimte zochten voor (vervuilende) activiteiten die de mens liever kwijt dan rijk was op het vaste land.
- Er in de loop van de tijd steeds meer aandacht gekomen is voor het beschermen van het zeemilieu. Pas in de meest recente plannen wordt behalve over bescherming en effectenbepaling ook gesproken over maatregelen, natuurontwikkeling, samenwerken en bouwen in samenwerking met de natuur of over compensatie voor de schade van vervuilende activiteiten.
- Men langzamerhand steeds meer gaat onderkennen en accepteren dat Nederland in de toekomst alleen veilig en duurzaam bewoonbaar is, als er slim met de natuur en de zee wordt samengewerkt.

UITWERKING

Dit experiment beoogt een mogelijke oplossing te vinden voor een betere bescherming van het lage Nederland, de ontwikkeling van nieuwe natuur en het scheppen van ruimte door zand uit de Noordzee in de kustzone te brengen en de natuurlijke morfologische processen verder hun gang te laten gaan. Zo ontstaat een breed en flexibel intergetijdengebied als vorm van kustverdediging.

Op enige afstand van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse kustlijn (enkele honderden meters tot 1 kilometer uit de kust) zal een aantal grootschalige zandsuppleties uitgevoerd worden. Zo ontstaat er een verbrede zone met zandbanken en eilandjes afgewisseld door lagunes. Door dit gebied over te laten aan het spel van wind en water – eventueel ondersteund door enkele tijdelijke water-

bouwkundige constructies – zal zich een interessant intergetijdengebied ontwikkelen. Door zo in feite de vooroever te verbreden en te versterken, vermindert de noodzaak om op land of aan de huidige kustlijn ruimte te reserveren voor toekomstige kustverdedigingswerken. Daarmee wordt ruimte geboden voor wenselijke planologische ontwikkelingen van de huidige kuststrook. Een aantal van de iets grotere zandeilanden kan in de zomermaanden opgesteld worden voor recreatieve doeleinden. Aan de landzijde van de zandeilanden ontstaan ondiepe en beschutte gebieden, die zowel voor de productiviteit van de zee, voor de natuur als ook voor de recreant van belang zijn. Door de aanwezigheid van open en beschutte gebieden is de variatie aan verschillende soorten **habitat** enorm groot, hetgeen de rijkdom van de soorten waarschijnlijk ten goede zal komen.

Zo komen we tot de volgende hypothesen van dit experiment, die ons inziens getoetst dienen te worden. Een brede, door de mens geïnitieerde zone van eilandjes, onderwaterzandbanken en lagunes, die wordt overgelaten aan het spel van wind, waterstroming en zandtransport kan:

- de veiligheid van de kust versterken;
- meer zeenatuur en een versterking van de soortenrijkdom en de productiviteit van de zee opleveren;
- de functionaliteit van het intergetijdengebied en de kust versterken (ruimte voor wonen, werken en recreëren).

Op ongeveer 20 kilometer ten zuidwesten van de huidige Maasvlakte bevinden zich in de diepere bodem grote hoeveelheden winbaar bouw- en metselzand (20 meter beneden NAP). Dit bouw- en metselzand wordt afgedekt door ongeveer 5 meter dik fijn zand. Dit fijne zand is uitermate geschikt voor het versterken van de kustdynamiek in de brede flexibele kust. Naast de genoemde potentiële voordelen levert het experiment ook:

- Bouwstoffen. De toegankelijkheid tot winbaar metsel- en bouwzand wordt vergroot.
- Baggeropvang. Door een zandwinput ten zuiden van de Eurogeul te graven, wordt een put voor de opslag van schone baggerspecie gecreëerd. Mogelijk zou zo'n put ook een extra bezinkmogelijkheid kunnen vormen voor het slibrijke Noordzeewater, waardoor het op termijn minder troebel wordt.

Er is een initieel ingrijpen van de mens nodig om tot een brede flexibele zone te komen. Randvoorwaarde is dat deze vorm van kustverdediging de toets der duurzaamheid moet kunnen doorstaan. De rekening van dit experiment mag niet naar elders of naar de toekomst worden verschoven. Ongunstige en of irreversibele effecten, zoals de achteruitgang van natuurwaarden, en de vertroebeling of versnelde erosie op andere locaties moeten vermeden worden.

Uiteindelijk moet de zone die ontstaat na de initiële ingreep een zelforganiserend systeem worden. De hoeveelheid zand in het systeem dient bij voorkeur zoveel mogelijk constant te blijven, zodat er zo min mogelijk regulerend onderhoud nodig is.

Er zijn verschillende scenario's denkbaar over hoe het zand voor de eilandenzone gesuppleerd kan worden. Dit kan analoog aan de manier van de huidige suppleties op verschillende plekken langs de hele kust. Maar er kan ook gedacht worden aan het aanbrengen van zeer grote zandbanken in de vooroever of verder op zee, of aan een zeer groot zandduin als bron voor het strandverbredend zandtransport langs de kust (zie inzending ontwerpwedstrijd Zand in zicht). Het is zelfs denkbaar dat de manier van suppleren voor de strakkere Hollandse kust die gekenmerkt wordt door een relatief beperkte dynamiek, anders zou moeten zijn dan voor de Zeeuwse kust.

We weten op dit moment nog te weinig van morfologische processen om zo maar een grootschalig experiment te starten. Het is in dit geval niet de techniek die bepaalt of dit experiment uitgevoerd kan worden²⁵, maar het gebrek aan kennis over het gedrag en over de effecten van grootschalige ingrepen in de zandhuishouding. We moeten meer weten om die natuurlijke processen zo aan te wenden dat de mens slim samenwerkt met die processen.

Hoe het zand gesuppleerd kan worden, hoe het zich vervolgens verspreidt en wat de effecten hiervan op het **ecosysteem** zullen zijn, is een eerste belangrijk punt van onderzoek. Op basis van de beschikbare kennis over de vorming van de voordelta kan het verplaatsingsgedrag van het zand worden bestudeerd. Daarna kan met een kleinschalige praktijkproef het werkelijke gedrag van de flexibele brede kuststrook en de effecten op de omgeving worden gevolgd. In deze praktijkproef kan gewerkt worden met innovatieve, flexibele, zandgevulde elementen zoals geocontainers en geotubes. Deze zandgevulde geotextiel-elementen zouden als opsluitdam of geleidedam voor de geleidelijke vorming van de eilanden kunnen fungeren.²⁶

25 De Nederlandse baggerbedrijven Van Oord AZC en Ballast Nedam laten met een kunstmatige eilandengroep in de vorm van de 7 continenten voor de kust van Dubai (200 miljoen euro) en een recreatie-eiland in de vorm van een palmboom, ook voor de kust van Dubai, een fraai staaltje van baggermeesterschap zien.

26 Zie ook tekstkader Brede waterkeringen, hoofdstuk 4.

Recente inzichten uit de morfologie en de biogeomorfologie kunnen nader onderzocht worden. Een van de aandachtspunten in zo'n proef zal het fenomeen van de zogenaamde zandscheiding zijn. Dit is een zone waar aan landzijde de transport van zand landwaarts schijnt plaats te vinden, en aan zeezijde een transport zeewaarts. Mocht deze zandscheiding aangetoond kunnen worden, dan zou bij toekomstig kustbeheer daarop kunnen worden ingespeeld. Ook het zandbankieren (het aanbrengen van grote hoeveelheden zand in de vooroever) zou verder onderzocht kunnen worden in het kader van een praktijkproef.

REALISATIE

Knelpunten die een mogelijke uitvoering van dit experiment in de weg staan:

- De biologische en morfologische processen die aan de vorming van een nieuwe kustzone ten grondslag liggen kosten veel tijd. Om de hypothese te toetsen en te laten zien dat het experiment geslaagd is, moet toch al snel aan een periode van 10 à 20 jaar gedacht worden. Het is wellicht verstandig aan te sluiten bij de tijdschalen die gelden voor projecten zoals ‘Ruimte voor de Rivier’ (2015) en zoals die worden genoemd in de Spankrachtstudie (2050-2100).
- Het experiment conflicteert met het huidige kust- en ontgrondingsbeleid. Vooral het kustbeleid heeft tot doel de huidige kustlijn door middel van zandsuppleties te handhaven. In dit beleid wordt niet gesproken over zee-waarste versterking dan wel uitbreiding. Daarnaast geeft het huidige ontgrondingsbeleid specifieke richtlijnen voor de te ontgronden laagdikte (maximaal 2 meter) en voor de locatie. De diepe zandwinlocaties conflicteren met dit beleid. Dit probleem zal nader uitgewerkt moeten worden.
- Ervaringen met eerdere plannen hebben laten zien dat de financiële haalbaarheid van dit soort investeringen een grote belemmering zijn. Niemand kan dit alleen opbrengen (noch de overheid, noch bedrijven). Zelfs de kosten voor een eerste praktijkproef zullen waarschijnlijk al hoog uitvallen, waardoor het experiment geen doorgang kan vinden en de voordelen van een dergelijk kustsysteem niet kunnen worden aangetoond. De volgende activiteiten kunnen bijdragen aan de kosten:
 - De behoefte aan bouw- en metselzand (met de verwachting dat de prijzen stijgen).
 - Besparingen in de bestaande vormen van kustverdediging.
 - De versterking van de recreatieve sector (de nieuwe natuur trekt recreanten aan).
 - Een vermindering van kosten voor het baggeren van de Eurogeul (door bezinking van zand en slib in de put hoeft er minder te worden gebaggerd in de Eurogeul).

Er zal tijd en energie geïnvesteerd moeten worden om een consortium van de grond te krijgen waarin de verschillende partijen (en hun visies en belangen) elkaar vinden. Hierbij zullen ook andere partijen betrokken moeten worden, zoals natuurontwikkeling, de visserij en gemeenten van plaatsen langs de kust.

Er zijn politieke en maatschappelijke wil (en lef) nodig om de kern van dit experiment verder door te denken. Ook zonder de bereidheid van kennisinstuten om mee te doen aan dit experiment is het ten dode opgeschreven.

De inzet van de politiek zou kunnen zijn dat door nu te experimenteren met alternatieven voor het zandsuppletiebeleid, op termijn geld uitgespaard wordt voor het verbeteren van waterwerken en van de kennisinfrastructuur rond zand en slib.

Om dit experiment te realiseren is het nodig om allereerst basiskennis te verzamelen en te ontwikkelen over de biologische en fysische processen die een rol spelen voor een brede, flexibele kust. Het gaat er voornamelijk om de grootte, de locatie en de frequentie van de grootschalige suppleties en de invloed daarvan op de omgeving nader te bestuderen. Op basis hiervan kunnen dan globale schetsontwerpen worden gemaakt, inclusief een eerste raming van de kosten.

Daarnaast is het van belang een discussie op gang te brengen over de consequenties van dit experiment voor het huidige kust- en ontgrondingsbeleid. Er zal aansluiting moeten worden gezocht bij bestaande belangen en plannen in de betreffende gebieden om draagvlak te creëren.

Vervolgens zal een eerste praktijkproef worden voorbereid om het werkelijke gedrag van de flexibele brede kuststrook en de effecten op de omgeving te onderzoeken en te monitoren. Na deze proef zal het experiment 'Brede flexibele kust' voorbereid kunnen worden.

REFERENTIES

- Bakker, GHL, R van Ginkel (1979). *Wenselijkheid industrie-eiland*. Stunet, Rijkswijk (ZH)
- Dronkers, J (2003). *Deltawerken van de toekomst*. CUR. 50 jaar na Stormvloed 1953, Terugblik en toekomst. CUR publicatie 212. Civieltechnisch Centrum Uitvoering Research en Regelgeving, Gouda. pp. 117-125
- Ruimtelijk Planbureau (2003). *Naar Zee! Ontwerpen aan de kust*. NAI Uitgevers, Rotterdam
- RWS e.a. (1985). *Pomp accumulatie centrale*. PAC projectgroep: RWS, HBG, Ballast Nedam, Ingenieursbureau Lieveense. In opdracht van de Nederlandse Energieontwikkelingsmaatschappij (NEOM), Heerlen
- Waterman, RE (1991). *Naar een integraal kustbeleid via bouwen met de natuur*. Waterman, Delft

TUNNY SEASON, 1938



World Record catch of five Tunny at Scarborough, day, by Capt. C. H. Frisby, V.C. These fish respectively 621 lbs., 527 lbs., 461 lbs., 658 lbs. and



Arjen Boon²⁷



AANLEIDING

Vroeger werd de visserij beperkt door de natuurkracht van de zee en de (nog) beperkte techniek. Toen de schepen klein waren, bleven vissers dicht langs de kust. Met de industrialisatie in de 19^e eeuw, kwamen eerst de ijzeren en daarna de stalen schepen, eerst de stoommachines en daarna de dieselmotoren. De visser kon verder de zee op en met zwaarder tuig. De bevolking groeide evenals de welvaart. De problemen die dit alles met zich mee heeft gebracht voor zee- en kustmilieu zijn bekend. Inmiddels zijn de fosfaatlozingen sterk verminderd en is de aanvoer van veel zware metalen en pesticiden (of hun afbraakproducten) teruggedrongen. De effecten van de visserij op het **ecosysteem** van de Noordzee zijn nog altijd groot.

We spreken in 2003 over een goede haringstand op de Noordzee bij circa 1,6 miljoen ton. We zijn gemakshalve vergeten dat na de Tweede Wereldoorlog de omvang van de paaibiomassa op vijf tot zes miljoen ton lag. Eind jaren dertig van de vorige eeuw werd er nog tonijn gevangen in de Noordzee (en geen kleintjes). Vandaag de dag bevinden veel van de vissoorten van de Noordzee zich op of onder het minimum bestandsniveau; alleen de haring- en makreelbestanden zijn nog behoorlijk. De visserij is afhankelijk geworden van het succes van de voortplanting in een beperkt aantal jaarklassen.

Omdat het zeewater ons niet aan de lippen staat, wordt al snel gedacht dat het wel meevalt met de toestand van de Noordzee. Op land leidt gebrek aan inzicht vanuit het **voorzorgsprincipe** tot terughoudendheid. Gebrek aan kennis over de zee leidt tot een opstelling dat het wel geen kwaad zal kunnen. Maar het ecosysteem wordt nog altijd sterk verstoord. Moeten we hier wat aan doen?

²⁷ Was werkzaam bij Expertisecentrum LNV, Ede. Nu Greenpeace, Amsterdam.

Mensen zijn geneigd 'iets te gaan dóen', als een probleem wordt gesignaleerd. Vaak wordt met techniek een oplossing gevonden. We kunnen kunstmatig de productie opvoeren door middel van het opspuiten van eilanden voor de kust om zo paaigebieden voor vis te creëren. We kunnen de wateren actief bemesten. Of we kunnen de zeebodem gaan omploegen en zo 'tuinieren' op zee. Ideeën genoeg, daar schort het niet aan. Of deze oplossingen effectief zijn en of ze duurzaam zijn is moeilijk te bepalen.

Als we kijken naar eerdere pogingen om de zee naar onze hand te zetten, zou enige bescheidenheid ons sieren. Dóen, ingrijpen blijkt op de langere termijn niet altijd de beste oplossing (zie tekstkader Afsluiten van zeearmen in de Delta, hoofdstuk 4). Het loopt toch vaak anders dan van tevoren bedacht.

IDEE

Moeten we wel iets dóen om het verstoorde ecosysteem te herstellen? Is er een alternatief? Ja; dat alternatief zou zijn om het ecosysteem te laten voor wat het is. 'Interventie' betekent in dit experiment: niets doen. De zee heeft ons niet nodig. We denken van wel, maar het omgekeerde is het geval. Wij hebben de zee nodig om in onze behoeften te voorzien.

Deze aanpak blinkt uit in eenvoud en is tegelijkertijd moeilijk uit te voeren. We zijn niet gewend om ergens vanaf te blijven. De Oostvaarderplassen hebben laten zien dat er hele verrassende dingen kunnen gebeuren, als de mens een gebied even vergeet. Zou dat ook niet kunnen met de Noordzee?

De mens moet leren fundamenteel anders met de zee om te gaan. We gaan niet 'tuinieren' op zee, maar geven ruimte aan de natuurlijke processen. We laten de zee haar gang gaan, zodat de draagkracht van het **ecosysteem** en de productiviteit van verschillende visbestanden zich kunnen herstellen. Er is momenteel een discussie gaande over het areaal aan visgebieden dat met rust gelaten zou moeten worden, liefst in een aaneengesloten gebied dat ook paaien opgroeigebieden beschermt [Gell, 2003].²⁸ Leidt dit niet tot een veel productievere zee, zodat de visserij ook in de toekomst kan blijven oogsten?

De argumenten voor deze strategie zijn divers. Technologische oplossingen veroorzaken soms meer problemen dan ze oplossen als ze niet zijn aangepast aan milieu- en natuureisen. Zeker als ze niet worden ingepast in een goede beheerstructuur. Het probleem is dat we de langetermijneffecten van (technologisch) ingrijpen en van beheersmaatregelen niet kunnen voorzien. De openheid en de **dynamiek** van de zee is veel groter dan van ecosystemen op het land. De mogelijkheid om gecontroleerd te handelen is daardoor veel kleiner. De zee is niet erg maakbaar. Wanneer we het ecosysteem willen manipuleren, moeten we de reactie van het ecosysteem goed kunnen voorspellen. Dat blijkt tot nu toe onmogelijk.

28 De omvang van de oppervlakte hangt af van de soorten die bescherming verdienen en de mate waarin de soorten zich verspreiden.

Het laten van (een groot deel van) de Noordzee is niet slechts een onderdeel van het **voorzorgsprincipe**. Dit experiment erkent dat een productieve en veerkrachtige zee voor een wezenlijk deel dient te bestaan uit een ongestoord natuurlijk gebied. Om dit experiment te realiseren, zullen de volgende uitdagingen opgepakt moeten worden:

- De kennis van het ecosysteem versterken om te kunnen dienen als basis voor het gebruik en het beheer.
- Innovatie in beleid en beheer, zowel inhoudelijk als bestuurlijk-organisatorisch.
- Het beleid en het beheer moeten zich niet alleen richten op het ecologische systeem, maar ook op de sociaal-economische ontwikkelingsperspectieven van de gebruikers.
- Het ontwikkelen van een langetermijnperspectief bij gebruikers.
- Het duurzaam definiëren van de gebruiksdruk.
- De zee niet gebruiken voor not-in-my-backyard (NIMBY)-projecten.

UITWERKING

Kennis om de ecosysteembenadering te versterken

Een productieve Noordzee is de basis voor het oogsten van vis uit diezelfde zee. Internationaal, maar ook nationaal is de zogenaamde ecosysteembenadering in ontwikkeling. In deze benadering wordt het natuurlijk **ecosysteem**, dat bepaalde economische, ecologische en sociaal-culturele functies kan vervullen, als uitgangspunt genomen.²⁹ Er is integraal onderzoek nodig om een beter inzicht te krijgen in de draagkracht van de zee, de samenhang van het **ecosysteem** en de reactie ervan op het gebruik door de mens. Een belangrijk aandachtspunt hierbij is de respons van het mariene ecosysteem op globale veranderingen (zoals klimaatveranderingen) en de invloed van de mens. Hoe interfereren verschillende invloeden die spelen op verschillende tijdschalen? Een voorbeeld vormt de (variatie van de) haringstand in de Noordzee. Het is aangetoond dat veranderingen in grootschalige stromingen op de oceaan grotendeels verantwoordelijk zijn voor deze schommelingen. Toch kan de druk van de visserij, die slechts voor een klein deel aan de schommelingen bijdraagt, een zware last of zelfs de nekslag zijn voor een populatie op het moment dat de haringstand van nature sterk daalt.

Ook al wordt er geïnvesteerd in integraal onderzoek, onze kennis van de zee zal waarschijnlijk nooit volledig zijn om te komen tot precieze voorspellingen van de langetermijneffecten. Recent onderzoek laat zien dat de zee een inherente onzekerheid en onvoorspelbaarheid kent [Lindeboom, 2002].

Innovatie in beleid en beheer

Inzicht in het functioneren van het ecosysteem Noordzee wordt nog maar

²⁹ Het Biodiversiteitsverdrag (1992) heeft aangezet tot het invullen van de ecosysteembenadering (zie ook www.nciucn.nl). De OSPAR, de Noordzee Ministersconferentie en de Europese Unie nemen hierbij het voortouw. Op de laatste Noordzee Ministersconferentie (maart 2002) is de keuze voor de ecosysteembenadering nog eens bevestigd. In Nederland is de ecosysteembenadering vastgelegd in de nota 'Natuur voor mensen, mensen voor natuur' [LNV, 2000].

mondjesmaat doorvertaald naar het beleid en naar beheersmaatregelen. Voor de visserij geldt dat het beheer zich in de loop van de tijd wel heeft ontwikkeld.³⁰ Maar de berekeningen en schattingen voor **quota's** zijn nog altijd gebaseerd op zogenaamde 'single-species' modellen. Dit zijn modellen die per soort uitrekenen hoeveel er gevangen kan worden. Kennis over de interactie tussen soorten wordt nauwelijks gebruikt voor de vaststelling van de quota. Ook zal in het beleid en beheer rekening gehouden moeten worden met de kennis van de variatie in het ecosysteem. De onzekerheden en onvoorspelbaarheid van het ecosysteem zullen hanteerbaar moeten worden gemaakt. Dit zal tot uitdrukking moeten komen in een voorzorgsbenadering en een flexibele houding.

Suggesties voor beleids- en beheersmaatregelen die aansluiten bij het functioneren van het ecosysteem, worden door de bestaande instituties vaak niet (effectief) geïmplementeerd. Er zijn veel landen rond de Noordzee. In elk land zijn er verschillende ministeries die zich elk met een ander aspect van het beleid (bijv. visserij versus natuur en milieu) bezighouden. De fragmentatie en sectorale benadering van beleid en beheer leiden tot een gebrekkige bescherming van het ecosysteem. Juridische kaders zijn (nog) niet sterk genoeg om afdoende bescherming te bieden.

Het is belangrijk voor dit experiment dat er wordt nagedacht over de bestuurlijke verantwoordelijkheden voor de Noordzee. Misschien dient er wel een bestuurlijk orgaan te worden opgericht, dat zeggenschap heeft over de gehele Noordzee (en dan niet alleen het Nederlandse deel). Een Noordzee-drost als het ware. Het belang van de Noordzee staat hierbij voorop en niet de verschillende (nationale, internationale, sectorale en ministeriële) belangen van de veelheid aan partijen die nu erbij betrokken zijn. Dit orgaan zou verantwoordelijk moeten zijn voor het samenbrengen van verschillende beleidsrichtingen, voor het formuleren van integraal beleid en het aansturen van het beheer, en voor het aangeven van de kaders waarbinnen gebruik kan plaatsvinden. Ook zou dit orgaan de coördinatie van het mariene onderzoek en de terugkoppeling van het onderzoek naar beleid kunnen sturen.

Sociaal-economische ontwikkelingsperspectieven van de gebruikers

Om effectief te kunnen zijn moeten het beleid en het beheer niet alleen worden bepaald door de ecologische waarden van de zee, maar ook oog hebben voor de sociaal-economische ontwikkeling van gebruikers.

Het systeem van **quota** voor de visserij en het saneringsbeleid in de jaren tachtig van de vorige eeuw hebben er mede toe geleid dat de visserijsector gevangen zit in een sociaal-economische valkuil van schaalvergroting, specialisatie en toename van de vangstefficiëntie. Dit heeft geleid tot een starre monocultuur in de Nederlandse zeevisserij. Voor vissers is er geen andere weg

³⁰ Eerst werd een simpele bovengrens gesteld aan de hoeveelheid vis, die aan land gebracht mocht worden. Nu is er een complex systeem met quota's, al dan niet individueel overdraagbaar, co-management en een beperkt aantal zeedagen dat wordt aangestuurd vanuit Brussel.

om de investeringen in quota en schepen te laten renderen en de winst te maximaliseren. Jonge vissers kunnen nauwelijks een nieuw bedrijf starten. De boomkorschepen zijn inmiddels te zwaar gemotoriseerd om lichtere, minder bodemberoerende tuigen te gebruiken. Technologische ontwikkelingen, beleidsontwikkelingen, maar ook gunstige marktcondities hebben elkaar versterkt.

Het beleid en het beheer dienen oog te hebben voor de invloed van maatregelen op de sociaal-economische trends in een sector. Integraal Kustzone Beheer (IKB) kan hierbij een rol spelen. Het doel van het IKB is het verbeteren van de kwaliteit van de samenleving langs de kusten, terwijl tevens de biologische diversiteit en productiviteit van de zee gewaarborgd blijft. IKB is beschreven in Agenda 21³¹, het actieprogramma dat is aangenomen tijdens de conferentie over milieu en ontwikkeling van de Verenigde Naties in Rio de Janeiro (1992). De essentie van het IKB is dat beleid en beheer gebaseerd zijn op een integratie van natuurlijke en sociaal-economische factoren en ontwikkelingen. Dit vereist de ontwikkeling van een flexibel en participatief beleidsproces met heldere procedures.

FAO-ecosysteembenadering voor de visserij

Een voorbeeld van het Integraal Kustzone Beheer is de ecosysteembenadering voor de visserij, ontwikkeld door de FAO (Food and Agricultural Organization van de Verenigde Naties [FAO, 2003]). Dit is een aanvulling op de bestaande gedragscodes voor een verantwoordelijke visserij. De problemen in de visserij worden benaderd vanuit een brede context en zijn niet enkel gericht op specifieke commerciële vissoorten, maar op het hele ecologische systeem en de socio-economische context van de gebruikers. De FAO streeft in de ecosysteembenadering voor de visserij naar een evenwicht tussen de diverse maatschappelijke behoeften en doelen door rekening te houden met de kennis van onzekerheden over biotische en a-biotische factoren en menselijk handelen. De volgende zaken spelen hierin een rol:

- de dynamiek en variabiliteit in ecologische processen en bestanden van organismen;
- de grote ruimtelijke en tijdsgebonden schaal waarop natuurlijke processen en menselijke activiteiten plaatsvinden;
- de complexiteit van het ecosysteem;
- de accumulatie van effecten van menselijke activiteiten;
- de relatie tussen de gezondheid van de mens en die van het ecosysteem;
- een institutionele integratie gestoeld op een eenduidig en juridisch onderbouwd beheer;
- de acceptatie dat onzekerheid een gegeven is en dus is het voorzorgsbeginsel essentieel;
- de gebruiker/vervuiler betaalt;
- de participatie van gebruikers in beslissingen (delen van verantwoordelijkheden);
- een rechtvaardige verdeling van bestaansbronnen.

³¹ Deze agenda geeft inhoud aan de vraagstukken op het vlak van duurzame ontwikkeling op zowel sociaal-economisch als milieugebied. Hoofdstuk 17 van Agenda 21 beschrijft de bescherming van de zeeën en oceanen.

Het vereist politieke daadkracht en wil om ideeën als in het IKB te bewerkstelligen. Het beleidsproces kan worden opgezet via een cyclische strategie [GESAMP, 1996]. Hierbij worden beleid en beheer, kennis en gebruikers in verschillende stappen samengebracht. Het integratie- en informatieniveau ligt bij elke stap hoger. Naast alle natuurwetenschappelijke randvoorwaarden worden ook de sociale, economische, filosofische en religieuze opvattingen van bewoners en gebruikers meegenomen in het proces.

Langetermijnperspectief

Dit experiment verlangt een langetermijnperspectief van gebruikerssectoren zoals de visserij. Vissers zitten niet te wachten op niets doen waardoor het **ecosysteem** zich kan herstellen en de oogst op termijn veilig kan worden gesteld. Hoe kan voor dit experiment en de daarmee samenhangende beleids- en beheerstrategie toch draagvlak bij de gebruikers worden ontwikkeld?

De zee is een gemeenschappelijk goed zonder eigenaar. De kuststaat heeft met de **Exclusieve Economische Zone** soevereine rechten en plichten, maar er is geen gebruiker die een vierkante kilometer zee in eigendom heeft. De zee is een grote gemeenschappelijk weide. Dit zorgt ervoor dat het moeilijk is om tot een langetermijnperspectief te komen.

Het antwoord op de gestelde vraag is dan ook niet eenvoudig. Het ontwikkelen van een langetermijnperspectief vraagt een proces, waarin gebruikers en andere belanghebbenden betrokken worden. In dit proces zal een visie ontwikkeld moeten worden over hoe gebruikerssectoren zich in een natuur- en milieuvriendelijke richting kunnen ontwikkelen, terwijl ook economische duurzaamheid en sociaal-culturele eigenheid behouden blijven. Hoe kan bijvoorbeeld een gemengd visserijbedrijf er in de toekomst uitzien? De deelnemende belanghebbenden zullen in zo'n proces respect moeten hebben voor elkaar. Dit is nu nog een grote belemmering, want er is weinig vertrouwen tussen bijvoorbeeld visserij, natuurbeschermers en beleidsmakers. Er zal geïnvesteerd moeten worden in het verduidelijken van de achterliggende natuurvisies (zie ook hoofdstuk 2, paragraaf 2.2).

Ten behoeve van de continuïteit van de bestaansbronnen in de zee zal de verantwoordelijkheid voor duurzaam oogsten uiteindelijk bij de gebruikers moeten worden ondergebracht. Om zover te komen is het nodig dat gebruikers nu inmenging door de overheid accepteren. Wanneer dat niet het geval is, dan zal van de visserij waarschijnlijk een marginale economische sector overblijven. Op dit moment lijkt zelfbestuur voor de visserij nog een stap te ver. In de VS is het functioneren van visserijbeheersraden geëvalueerd en hieruit bleek dat de raden niet goed functioneren, omdat de vissers in hun situatie niet anders kunnen doen dan het kortetermijnbelang voorop stellen.

Gebruiksdruk

De gebruiksdruk zal in een proces met gebruikers en andere belanghebbenden gedefinieerd moeten worden. Op dit moment wordt sterk geleund op de wetenschap voor een antwoord op de vraag wat wel en niet kan op zee. Verschillende belanghebbenden (gebruikers, consumenten en natuurbeschermers) laten het geven van antwoorden graag over aan de wetenschap. Wat schadelijk is en welke activiteiten op zee ongewenst zijn, is echter een politieke en maatschappelijke kwestie.

De natuur dicteert geen harde grenzen. De problemen worden pas duidelijk als het al echt te laat is. Wij moeten dus zelf grenzen stellen. Dat geldt ook als we niet in staat zijn de langetermijneffecten met de gewenste nauwkeurigheid te voorspellen. Er zal gedefinieerd moeten worden welke gebruiksdruk we acceptabel vinden. Welke mate van oogsten kan nog als duurzaam gedefinieerd worden? De natuurlijke variabiliteit en de onzekerheden in de kennis over het **ecosysteem** moeten daarbij worden meegenomen. Er moet een marge ingebouwd worden om onzekerheden en natuurlijke variaties op te vangen.

De zee leent zich niet voor NIMBY-projecten

Het is gemakkelijk om activiteiten waarvoor op land onvoldoende ruimte is naar zee te verplaatsen. De zee mag plaats bieden aan typische zeefuncties, de mens mag oogsten uit zee. Maar de zee moet geen haven worden voor activiteiten die we op land liever kwijt dan rijk zijn (denk bijvoorbeeld aan eilanden voor vliegvelden of voor wonen). Het is onduidelijk wat de langetermijneffecten van zulke constructies zullen zijn. En dus moeten ze (met rust) gelaten worden. Het plaatsen van windmolens op zee kan voordelen hebben voor de natuur en voor het herstellen van de visbestanden, bijvoorbeeld in combinatie met het afsluiten van natuurgebieden. Toch kan de vraag gesteld worden of we met die windmolens op zee niet een probleem, namelijk onze stijgende behoefte aan energie, verplaatsen van land naar zee. Op zee klaagt immers niemand. Dit soort vragen verlangen politieke keuzen en een visie over wat we met de Noordzee willen.

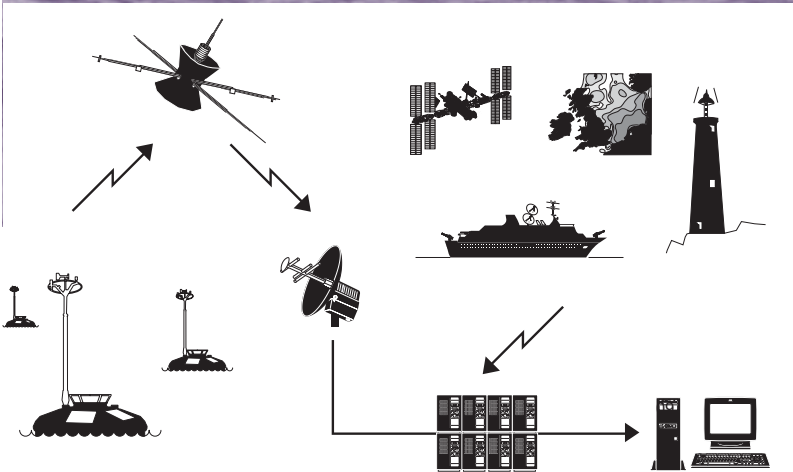
WAAR TE BEGINNEN MET LATEN...?

Wat in dit experiment beoogd wordt, is geen simpel actieplan (zoals de Deltawerken of plan Mansholt in de landbouw). Het vergt een mentale omslag bij beleidsmakers, beheerders, gebruikers en zelfs bij alle andere Nederlanders. Bestaande structuren en tradities zullen overboord moeten. Er is een andere manier van kijken nodig. Het gebruik en beheer van de natuurlijke rijkdommen in zee zal moeten veranderen. Dit experiment zet niet in op oplossingen met een vaak hoog technisch gehalte, die gebaseerd zijn op doen en interventie. Dit experiment, waarin de zee met rust wordt gelaten, vereist

flexibiliteit en inzet van alle belanghebbende partijen. De gearticuleerde ideeën moeten nooit dogmatisch of inflexibel worden. Ze dienen samen te gaan met het investeren in communicatie, het serieus nemen van sectorale visies en het accepteren van verantwoordelijkheid. De onzekerheid over de reacties van het ecosysteem Noordzee op onze activiteiten eist een flexibele houding, zowel van de gebruikers als van het beleid en beheer van de Noordzee.

REFERENTIES

- FAO (2003). *The Ecosystem Approach to Fisheries. FAO Technical Guidelines for Responsible Fisheries*, no. 4, supplement 2. FAO, Rome. pp. 112
- Gell, FR, CM Roberts (2003). Benefits beyond Boundaries: the Fishery Effects of Marine Reserves. *Trends in Ecology & Evolution*, vol. 18, no. 9, September 2003, pp. 448-455
- GESAMP (1996). *The Contributions of Science to Integrated Coastal Management, Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*. GESAMP-Reports and Studies No. 61, FAO, Rome
- Lindeboom, HJ (2002). Changes in Coastal Zone Ecosystems. In: G Wefer, H Berger, K-E Behre, E Jansen (eds.). *Climate Development and History of the North Atlantic Realm*. Springer, Berlin. pp. 447-455
- LNV (2000). *Natuur voor mensen, mensen voor natuur*. Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, Den Haag



Jan Stel³², Maarten Kuijper³³



De Paasdagen vallen vroeg in 2003. Midden april. Veel mensen nemen wat extra dagen vrij voor een korte vakantie. Zo ook de familie Jansen uit Den Helder. Zij gaan een zeiltocht over de Waddenzee maken. Twee weken genieten van de vrijheid die de zee hen biedt. Het jacht Evianne is een hightech zee-waardig speeltje, voorzien van alle comfort. Regelmatig volgen ze op de tv de weersvoorspellingen en passen hun reis aan. Op Goede Vrijdag wordt Vlieland aangedaan om het voorspelde stormachtige weer even te ontlopen. Meneer Jansen houdt van zeilen, maar houdt ook rekening met zijn gezin en het weer! Niets is veranderlijker dan het weer, nietwaar?

Dagelijks zien wij de weersvoorspellingen op tv. Informatieve plaatjes die iedereen begrijpt. Een duidelijke lijn die de temperatuur aangeeft met eromheen een iets waziger gebied dat de onzekerheden van de voorspelling illustreert. Onder in beeld verschijnt nog een vergelijkbare blauwe lijn die de kans op regen laat zien. Wij vinden deze voorspellingen normaal en vragen ons meestal niet af wie dit allemaal betaalt en waar deze informatie vandaan komt. Het weerbericht is een vanzelfsprekende, 'gratis' verstrekte dienst van de overheid. Wij staan niet stil bij het prijskaartje van het internationale informatiesysteem voor het onderste deel van de atmosfeer waar het weer zich afspeelt. Met dit

systeem worden de noodzakelijke gegevens verzameld, uitgewisseld en met computermodellen verwerkt tot de zo vertrouwde voorspellingen.

AANLEIDING

Waarom hebben wij geen informatiesysteem voor de oceanische ruimte? Eigenlijk is het antwoord op deze vraag van een dramatische en bijna onschul-

³² ICIS, Universiteit Maastricht, Maastricht.

³³ Waterloopkundig Laboratorium Delft Hydraulics, Delft.

Figuur 3

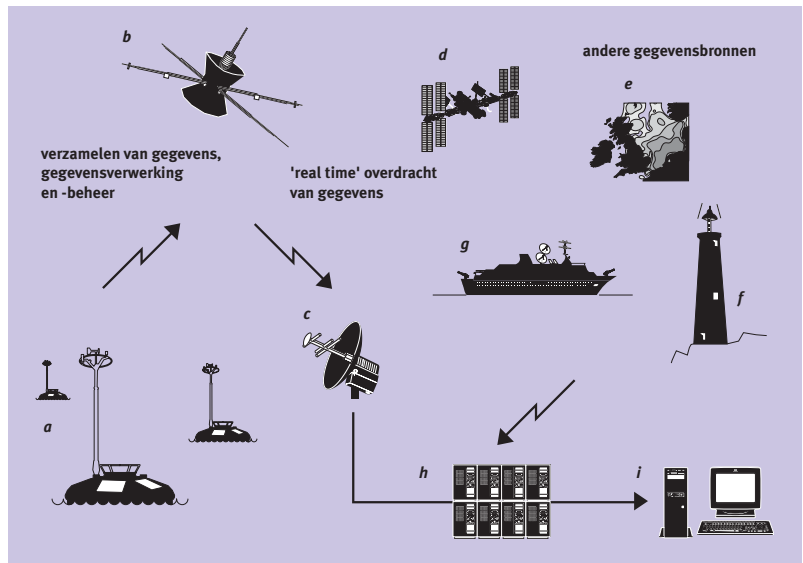
- a** boeien als meetstation
- b** satelliet
- c** basisstation
- d** satellietgegevens
- e** weersvoorspelling
- f** meetstation aan de kust
- g** onderzoeksschepen
- h** centrum voor de verwerking van gegevens
- i** verspreiding en gebruik van informatie

Toepassingen:

a
boeien als meetstation met sensoren:
meteorologie, golven, stroming, temperatuur, zoutgehalte, zuurstof, plankton, nutriënten, chlorofyl A, radioactiviteit, koolwaterstoffen

h
centrum voor de verwerking van gegevens:
gegevensbeheer, -analyse en -opslag, numerieke modellen, voorspelling

i
verspreiding en gebruik van informatie:
PUBLIEK
beheer (o.a. milieu, kwaliteit water, scheepvaart), rampen en reddingsoperaties, kustbeheer, kustbrigade, onderzoeksinstituten
PUBLIEK EN PRIVAAT
beheer van natuurlijke rijkdommen, meteorologische diensten, offshore-activiteiten, recreatie en toerisme
PRIVAAT
aquacultuur, scheepvaart, offshore windenergie, visserij



dige eenvoud: wij leven op de bodem van een ‘ocean van lucht’. Deze bodem noemen wij land. Wij zijn bodembewoners, net als de kokkel in de Waddenzee en de schol in de Noordzee. Alleen leven zij in een ‘ocean van water’.

Tot in het begin van de 20^e eeuw beperkten menselijke activiteiten zich tot deze oppervlakten van land en zee. De lucht was, evenals de zee, lange tijd een abstract begrip. De mens heeft de lucht wel altijd nodig gehad om te leven; we schilderen de wolkenpartijen erin, maar vliegen als vogels kunnen we niet. Pas met de ontwikkeling van de luchtvaart veranderde onze perceptie ten aanzien van de atmosfeer. Grote delen ervan werden ‘ingelijfd’. We spreken nu over het Nederlandse en het Europese luchtruim. Deze lucht omvat echter slechts een deel van de atmosfeer en wel dat deel dat de mens voor zijn activiteiten gebruikt.

Iets vergelijkbaars is er gebeurd met het gebruik van de zee. Eerst beperkte het gebruik zich tot het oppervlak (handel en transport), maar inmiddels betreft het naast het oppervlak (scheepvaart, energiewinning) ook de waterkolom (toerisme, militaire activiteiten), de 64 **ecosystemen** in zee (visserij), en de zeebodem (offshore-activiteiten). De Noordzee en het aangrenzende kustgebied zijn uitgegroeid tot een belangrijke motor voor de Nederlandse economie. De mens heeft grote delen van de zee ‘ingelijfd’; 37% van de ‘oceanische ruimte’ valt door het instellen van de **EEZ** onder nationale jurisdictie [Stel, 2002]. Zo werd Frankrijk vanwege de overzeese gebieden van de ene op de andere dag de grootste oceaanaastaat ter wereld. Op Europees niveau is Portugal de grootste oceaanaastaat. Het zoute natte deel van Nederland is vanwege de overzeese gebiedsdelen ruim vijf keer zo groot als het landoppervlak. Het belang van de gezamenlijke EEZ’s van de lidstaten van de Europese Unie (het ‘Blauwe Europa’) wordt niet weerspiegeld in het Europese en nationale beleid.

De kwetsbaarheid en gevoeligheid van het oceanmilieu en het tekortschieten van kennis over de invloed van de mens worden erkend op de conferentie van de Verenigde Naties over milieu en ontwikkeling in 1992 in Rio de Janeiro. De daar vastgestelde (en in Johannesburg (2002) bekrachtigde) ‘Agenda 21’ meldt dat: “het rationele gebruik en de ontwikkeling van kustgebieden, van alle natuurlijke rijkdommen van de zeeën en het behoud van het marine milieu de mogelijkheid vereist de huidige staat van deze systemen te bepalen en toekomstige ontwikkelingen te voorspellen. De grote mate van onzekerheid in de nu beschikbare informatie sluit effectief beheer uit en beperkt de mogelijkheid voorspellingen te doen en milieuveranderingen in te schatten.”

Dat is duidelijke taal: effectief EEZ-beleid vereist dus kennis en structuren. De structuren moeten robuust en flexibel genoeg zijn om te kunnen inspelen op plotselinge veranderingen en nieuwe inzichten.

Veel landen – waaronder Nederland – hebben met de inlijving van zeeën en oceanen evenals de Europese Unie een groot aantal mondiale en regionale verdragen getekend en geratificeerd. Ze zijn hiermee internationale verplichtingen aangegaan om te zorgen voor bijvoorbeeld een duurzaam gebruik van de zee, voor kennisoverdracht naar ontwikkelingslanden, en voor biodiversiteit. Maar hoe kan hieraan voldaan worden als er onvoldoende informatie is over de oceanische ruimte, zelfs over een van de meest intensief gebruikte en drukst bevaren zeeën van de wereld als de Noordzee? Wanneer we het duurzaam gebruik en beheer van de zee in goede banen willen leiden, is er dus duidelijk behoefte aan gegevens over en kennis van het systeem. Waarom bestaat er geen ‘weerbericht’ voor de oceanische ruimte? Waarom nemen we nog steeds genoegen met een handjevol gegevens om daarmee onze klimaatmodellen te voeden?

UITDAGING

- De meeste monitoringsystemen en -activiteiten in en op de Noordzee zijn een voorbeeld van het toepassen van landgerichte denkwijzen. Er wordt gedacht vanuit de problemen die voortkomen uit de menselijke activiteit op het land. Het ‘Meetnet Noordzee’ van Rijkswaterstaat is een treffend voorbeeld. Het beperkt zich tot het vaststellen van de effecten van menselijke activiteiten die leiden tot vervuiling van de zee. Het richt zich niet op het verkrijgen van inzicht in de processen in de zee of van het duurzame gebruik en beheer van de voorraden ervan.
- De in de meteorologie zo gebruikelijke uitwisseling van gegevens en de afstemming van taken staat voor de oceanische ruimte nog steeds in de kinderschoenen. Het is onderwerp van veel discussie en onderzoek. Het realiseren van de uitwisseling van de fysische parameters die met vaste platformen worden gemeten bij ‘SeaNet’³⁴ heeft jaren van overleg gevergd.

.....
³⁴ SeaNet is een Europees monitoringproject dat ondersteund wordt door de EC (MAST III) (www.minvenw.nl/rws/projects/seanet).

- Er ontbreken structuren voor het formuleren van een geïntegreerd beleid voor regio's als de Noordzee. Er zijn geen relevante regionale organisaties. Op nationaal niveau is de organisatie gefragmenteerd. In Nederland is er bijna geen ministerie dat niet betrokken is bij een aspect van het gebruik van de zee. Op lager niveau neemt het aantal organisaties en instanties alleen maar toe. Hoe maak je dan nog snel en efficiënt beleid?

Voor de oceanische ruimte missen we een initiatief als dat van oud-premier Thatcher om de weersverwachtingen te verbeteren. Ze besloot persoonlijk een regionaal centrum in Reading op te richten en stelde ook de noodzakelijke middelen beschikbaar. Hierdoor zijn de weersverwachtingen in Europa aanzienlijk verbeterd. Vergelijkbare initiatieven om het duurzame gebruik en beheer van de Noordzee te verbeteren, ontbreken tot nu toe. Hier ligt een kans voor Nederland. Of ontbreekt in Nederland de daadkracht om zoiets te doen?

IDEE

Voor een duurzaam gebruik en beheer van de oceanische ruimte ontbreekt een geïntegreerd marien informatiesysteem op vooral Europees (het 'Blauwe Europa') en regionaal niveau (Noordzee). Langzaam maar zeker verschijnt de dertiende provincie van Nederland op het netvlies van politiek, beleidsmakers en het brede publiek. Er moet een nieuw marien informatiesysteem ontwikkeld worden dat naadloos aansluit op zowel de internationale initiatieven en ontwikkelingen als op de benodigde lokale en nationale systemen, zodat mariene informatie zowel op grootschaliger niveau (Noord-Atlantische Oceaan) als op finschaliger niveau (kustgebieden, estuaria) beschikbaar komt. Het systeem moet op basis van nieuwe wetenschappelijke inzichten over de oceanische ruimte en met behulp van nieuwe technologieën en technieken nader kunnen worden ingevuld; een systeem dat bestaande en nieuwe informatie ontsluit, analyseert, beheert, integreert en vertaalt in gebruikersvriendelijke toepassingen om een duurzaam beheer en gebruik van de Noordzee in goede banen te leiden. Behalve een monitoring- en informatiesysteem is een passende institutionele beheersorganisatie een voorwaarde. De uitdaging is om te komen tot een systeem dat:

- informatie en producten levert over de dynamische fysische processen in de Noordzee – en in de toekomst ook over de chemische en ecologische processen;
- is opgezet vanuit de dynamiek van de zee, inzicht gevend in het functioneren ervan;
- niet is opgezet vanuit de overtuiging dat 'meten weten is' en dat absolute kennis mogelijk is. Dat ideaal strookt niet met de dynamische karakteristieken van zee en oceaan. Het mariene informatiesysteem verstrekt dus

inzicht in de onzekerheden over de kennis van het **ecosysteem** en de voorspelbaarheid daarvan, waarmee zowel beheerders als gebruikers uit de voeten kunnen;

- op basis van kennis en daarop gebaseerde toekomstprognoses de kansen en gevaren op verschillende ruimte- en tijdschalen in kaart brengt;
- de noodzakelijke kennis en inzichten levert voor duurzaam beheer van de Noordzee. Het gaat om informatie die bijvoorbeeld van belang is bij het tijdig signaleren en bestrijden van calamiteiten of het voldoen aan internationale verplichtingen (zoals binnen OSPAR³⁵);
- waardevolle kennis levert voor duurzaam en flexibel gebruik van de Noordzee. Het gaat dan bijvoorbeeld om duurzaam gebruik van de visvoorraden voor zowel de Brusselse en de Haagse besluitvormers als voor de vissers;
- gemakkelijk toegankelijk is voor alle belanghebbenden. In feite zou elke zeezeiler en elke recreant op het systeem moeten kunnen inloggen om de gewenste informatie te verkrijgen.

Een adequaat marien informatiesysteem vormt de basis van veel economische activiteiten en kan dus veel opleveren. Het kan de basis zijn voor de continuïteit van een duurzame visserij (o.a. voor bestandsbeheer en als instrument om wedijver tussen vissers weg te nemen). Het levert besparingen op zandsuppleties en nieuwe vormen van kustverdediging op³⁶, het leidt tot besparingen op brandstofkosten voor de scheepvaart en het faciliteert een versnelde besluitvorming voor vergunningen. Het informatiesysteem biedt overheden ook de mogelijkheid om nieuwe activiteiten zoals **maricultuur** in en op de Noordzee duurzaam in te passen, al dan niet in combinatie met andere activiteiten op zee. De maricultuurbedrijven kunnen op hun beurt gebruikmaken van het systeem door hun oogsten voortdurend te optimaliseren en adequaat te reageren op mogelijke bedreigingen van bijvoorbeeld schadelijke algenbloeiën. Verder draagt het systeem met het eraan gekoppelde beslissingsondersteunende systeem bij aan het terugdringen van de risico's voor de scheepvaart, voor windmolenparken en voor exploitatie van gas- en olievelden. Maar ook in het zoetwaterbeheer zijn veel verbeteringen te realiseren, als we weten in welke mate de Noordzee in samenhang met de Noord-Atlantische Oceaan ons weer en klimaat beïnvloedt. Op macroniveau is het waterbeheer immers afhankelijk van een goed inzicht in de procesgang van de hydrologische kringloop en van betrouwbare voorspellingen van verschijnselen als de Noord-Atlantische Oscillatie³⁷.

35 Het OSPAR-verdrag inzake de bescherming van het mariene milieu in het noordoostelijk deel van de Atlantische oceaan (Parijs, 22 december 1992) heeft als voornaamste doelstelling de voorkoming en beëindiging van de verontreiniging van de zee en te komen tot een duurzaam beheer van het zeegebied.

36 www.wldelft.nl/argus

37 Voor meer informatie zie www.cru.uea.ac.uk/cru/info/nao

REALISATIE

Gezien de Nederlandse reputatie als waterbeheerder, kennisontwikkelaar en dienstverlener besluit Nederland het initiatief te nemen tot de ontwikkeling van een marien informatiesysteem voor de gehele Noordzee. Er wordt een

werkgroep op hoog politiek niveau gevormd en er wordt – zoals Thatcher dat in het Verenigd Koninkrijk deed in de meteorologie – geïnvesteerd in nieuwe structuren en instituten. Het bestaande interdepartementaal Noordzeeoverleg tussen de verschillende ministeries en onder leiding van het ministerie van Verkeer en Waterstaat wordt op een hoger niveau getild. Voor het regionale beheer van de Noordzee worden de huidige uitvoeringsorganisaties van Rijkswaterstaat versterkt. Beleid en uitvoering worden gekoppeld. Tegelijkertijd speelt Nederland gericht in op de ontwikkelingen op Europees en internationaal niveau. Waar nodig, vervult ze een voortrekkersrol. Veel technische bouwstenen voor een dergelijk informatiesysteem zijn al aanwezig (of komen eraan). Deze verscheidenheid was zelfs een van de barrières bij de poging om tien jaar geleden Seawatch Europe, een marien informatiesysteem van ‘Blauw Europa’ van de grond te krijgen. Nodig zijn verbeteringen van de bestaande technische systemen en de ontwikkeling van op nieuwe diensten toegesneden regionale en nationale instituties. De huidige en toekomstige innovatieve ontwikkelingen op het gebied van signaaloverdracht, telemetrie, optische, akoestische en elektronische sensoren, onderwatertechniek, autonome voortbeweging, nanotechnologie en radartechnologie laten zien dat een dergelijk marien informatiesysteem haalbaar is.

Naast bestaande en nog te lanceren satellieten zal een marien informatiesysteem voor de Noordzee bestaan uit diverse meetinstrumenten waaronder intelligente ondiepwaterboeien in navolging van de zogenaamde ‘Argo-floats’, een soort weersonde voor de diepe oceaan³⁸, of zogeheten ‘gliders’ (zichzelf voortbewegende meetinstrumenten die als torpedo’s door het water glijden), radartoepassingen aan de kust en op olie- en gasplatforms, en akoestische sensoren die aan onderzeese telefoonkabels of pijpleidingen gemonteerd zijn. Ook zullen veerboten uitgerust kunnen worden met analyse-instrumenten om bijvoorbeeld continu de nutriëntenconcentraties in het oppervlaktewater te meten. Daarmee kunnen vervolgens weer satellietbeelden geïkht worden. Zelfs zeezoogdieren en zeevogels kunnen worden uitgerust met piepkleine zendertjes, niet alleen om hun eigen voorkomen en gedrag te bepalen, maar ook om een beter inzicht te krijgen in de toestand van hun natuurlijke omgeving. Ook vissersboten zullen niet langer ongemerkt kunnen vissen in gebieden waar een al dan niet tijdelijk vangstverbod heerst. Hiertoe zal de Noordzeevloot inclusief de schepen van naburige landen verplicht worden uitgerust met een ‘vessel tracking system’ dat de locatie laat zien en eventuele overtredingen doorgeeft.

De mondiale context

Het Global Ocean Observing System (GOOS) is het antwoord van de oceanografische (wetenschappelijke) gemeenschap op de conferentie in Rio in 1992. GOOS is te vergelijken met het World Weather Watch-informatiesysteem

(WWW) van de World Meteorological Organisation (WMO). Dit systeem dateert overigens al van 1878, maar kwam pas in 1963 tot wasdom. Sinds die tijd wordt het ontstaan van elke tropische storm van minuut tot minuut gevolgd, worden er voorspellingen gedaan over de ontwikkeling ervan en worden vele mensenlevens gered.

Net als WWW in de meteorologie is GOOS een mondiaal informatiesysteem dat operationele diensten moet gaan verlenen. Het zal over ongeveer tien jaar moeten werken. Dan zal elke algenbloei van uur tot uur gevolgd kunnen worden, evenals elke olievlek, de ‘killer waves’ aan het zeeoppervlak en de visbestanden in de oceanische ruimte. De kosten ervan zijn vergelijkbaar met die van de exploitatie van het WWW (ca 2 miljard US\$, opgebracht door de aan de WMO deelnemende landen).

GOOS verzamelt op systematische wijze met behulp van satellieten en in-situ instrumenten actuele oceanografische meetgegevens. Deze gegevens worden uitgewisseld en gearchiveerd. Net zoals in de meteorologie wordt met behulp van supercomputers en numerieke oceaanmodellen belangrijke informatie verzameld. Deze informatie is voorlopig in te delen in twee categorieën:

- klimaatvoorspelling door wetenschappelijke instituten;
- oceanografische producten en diensten voor de duurzame exploitatie van de EEZ's.

GOOS wordt een wereldomspannend netwerk van stations om gegevens te verzamelen over de processen die zich in de oceanische ruimte afspelen zoals het El Niño-verschijnsel³⁹ en de thermohaliene circulatie⁴⁰.

De Europese context

Het ligt voor de hand dat GOOS ook op regionaal niveau (de (internationale) Noordzee) wordt gerealiseerd.

EuroGOOS is sinds 1994 de Europese component van GOOS. Het bestaat uit een affiliatie van dertig instituten die vooral betrokken zijn bij de operationele dienstverlening op zee. In Nederland zijn dat het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ) en het KNMI. Binnen EuroGOOS bestaan er subregionale operationele en pre-operationele informatiesystemen voor de Oostzee en de Middellandse Zee. Ook beginnen zich de contouren van een Noord-Atlantisch systeem af te tekenen. De Europese Kaderprogramma's spelen daarbij een katalyserende rol.

Een nadeel van EuroGOOS is dat er geen verbinding is gelegd met het bedrijfsleven.

Nederland heeft in het begin van EuroGOOS een innovatieve en leidende rol gespeeld. De politieke belangstelling voor de zee bleek in werkelijkheid echter gering. De rol van Nederland is dus snel verdampt en vastgelopen in reorganisaties bij onder andere Rijkswaterstaat. Belangrijke innovatieve concepten en

39 www.elnino.noaa.gov

40 www.cru.uea.ac.uk/cru/info/thc

rapporten verdwenen vaak in ministeriële bureauladen, maar stonden soms wel op de agenda van de Europese Commissie.

‘Seawatch Europa’ was een geslaagd experiment waaraan afgezien van het Verenigd Koninkrijk alle landen rond de Noordzee deelnamen. Seawatch betrof het gebied van de Barentsz Zee, de Noorse Zee, de Noordzee en de Oostzee. Seawatch is een marien informatiesysteem dat in de jaren tachtig van de vorige eeuw werd ontwikkeld binnen het Eureka-programma Euomar. In dit onderzoeksprogramma werkten overheid, bedrijfsleven en wetenschap samen om nieuwe producten voor een mondiale markt te ontwikkelen. Seawatch is een dergelijk product en vormt nu een ‘state of the art’-bouwsteen van GOOS. Het systeem bestaat uit een netwerk van ‘metocean’-boeien waarbij de waarden van een reeks meteorologische, fysische, chemische en biologische parameters worden gemeten en direct naar een landstation worden gestuurd. Dit gebeurt meestal per satellietverbinding. In het landstation – zeg maar het KNMI voor de oceanografie – worden deze gegevens in modellen samengevoegd met andere data. Met behulp van numerieke modellen worden vervolgens informatieproducten gemaakt voor de overheid, het bedrijfsleven en de individuele surfer, zeezeiler of recreant. Uit een kosten-batenanalyse [Stel, 1996] blijkt dat als de Seawatch-informatie in staat is de tijd die beschikbaar is voor het plaatsen van een olieplatform met drie minuten te vergroten, de kosten van het project al zijn terugverdiend. Toch was de tijd nog niet rijp voor een dergelijke regionale aanpak. Het project werd op nationaal niveau vaak ervaren als een bedreiging in plaats van een uitdaging. Elk land, elke dienst had en heeft nog steeds zijn eigen systeem!

De Europese Commissie heeft samen met de European Space Agency een programma ontwikkeld, dat ervoor moet zorgen dat op Europees niveau in 2008 een waarnemingssysteem operationeel is als bijdrage aan GOOS. Dat is het programma Global Monitoring for Environment and Security (GMES). GMES zal berusten op nationale bijdragen aan een Europees netwerk op verschillende niveaus. In feite moet het leiden tot een netwerkorganisatie van organisaties betrokken bij het onderhouden van informatiesystemen voor het natte deel van Europa. De doelstellingen van GMES geven ook de nieuwe geïntegreerde manier van denken weer:

- Het produceren en verspreiden van informatie om Europees beleid op dit terrein te stimuleren.
- Het organiseren van een continue dialoog met stakeholders en het slaan van een brug tussen informatieleveranciers en gebruikers.
- Het ontwikkelen van de instituties (wettelijk, financieel, organisatorisch en institutioneel kader) voor een marien informatiesysteem en de ontwikkeling ervan.

Stappenplan

Nederland is betrokken bij een aantal bilaterale en regionale activiteiten op het terrein van oliebestrijding, gegevensuitwisseling, surveillance vanuit de lucht, scheepvaartbegeleiding. Nederland neemt deel aan regionaal overleg binnen de Noordzee Ministersconferenties, het OSPAR en de London Conventie. Nederland heeft een gerenommeerde kennisinfrastructuur op het terrein van het waterbeheer. Er wordt een goed overzicht verschaft van wat er op de Noordzee gebeurt via het Noordzeeloket⁴¹ en de Marine Information Service, MARIS⁴². Bovendien bestaat er een goed uitgeruste capaciteit op het gebied van zeeonderzoek.

Helaas is deze infrastructuur technisch en institutioneel niet goed genoeg georganiseerd om te kunnen anticiperen op de vereisten van een duurzaam gebruik en beheer van de Noordzee. Het beleid en beheer zouden beter op elkaar afgestemd moeten worden. Verder zou er rekening gehouden moeten worden met de eisen die er aan de verschillende problemen op de verschillende schaalniveaus worden gesteld. Hiervoor is een aantal activiteiten noodzakelijk, zoals:

- Het instellen van een werkgroep die tot doel heeft de huidige versnipperde organisatie om te vormen. Hiertoe dienen beheerstaken van bestaande organisaties als het RIKZ en de Directie Noordzee van de Rijkswaterstaat samengevoegd te worden met andere organisatie die op het beheer van de Noordzee gericht zijn.
- Op bestuurlijk niveau wordt er nagedacht over een nieuwe organisatie van bestuurlijke verantwoordelijkheden en worden veranderingen doorgevoerd die leiden tot de instelling van bijvoorbeeld een ‘zeedrost’ voor de Noordzee.
- Een marien informatiesysteem voor de Noordzee te ontwerpen dat gebruik maakt van de bestaande nationale en regionale monitoring-infrastructuur en dat is ingebed in een vergelijkbaar systeem voor de Noord-Atlantische Oceaan.
- Nederland zorgt ervoor dat het beheer van de Noordzee een terugkerend onderwerp is op de verschillende conventies en soortgelijke internationale bijeenkomsten.
- Nederland voert in samenwerking met de omliggende landen een proefproject uit naar het invoeren van het mariene informatiesysteem voor de Noordzee.
- Nederland investeert in en draagt bij aan een regionaal Noordzee-centrum. Dit centrum fungeert ook als regionaal GMES-centrum en wordt aldus ingebed in een Europees en internationaal (GOOS)-netwerk.
- Nederland helpt ontwikkelingslanden bij het ontwerpen en realiseren van hun bijdrage aan GOOS.

.....
⁴¹ www.noordzeeloket.nl/default.asp

⁴² www.maris.nl

De toekomst – Prestige II geborgen

In de zomer van 2020 vindt er boven Texel een aanvaring plaats tussen de Liberiaanse tanker *Prestige II* – die onder de vlag van de Bahama's vaart – en de veerboot *Bergen*. De schade aan de tanker die 150.000 ton ruwe olie vervoert is groot. Er zit een enorme scheur in de buitenste wand van de dubbele romp. De pers bericht dat het schip kan breken.

Op het regionale Noordzee-Centrum in Den Haag heerst een crisissfeer. Er wordt regelmatig overlegd met de EU-commissaris voor de EEZ, met de directeuren van de Noordzee-Centra in Duitsland, Denemarken, Zweden en Noorwegen en met de nationale, provinciale en lokale bestuurders. Het rampenprotocol wordt in werking gesteld en gevoed met de stroom van informatie uit het mariene informatiesysteem.

Er moeten besluiten worden genomen; het mooie weer blijft niet eeuwig duren, de kalme zee zal worden verstoord door een oceanische deining. Er is geen tijd om de olie over te pompen. Er wordt besloten het schip, omdat de Europese faciliteit in de Noordzee nog niet klaar is, naar de Eemshaven te slepen. De milieubeweging is woedend.

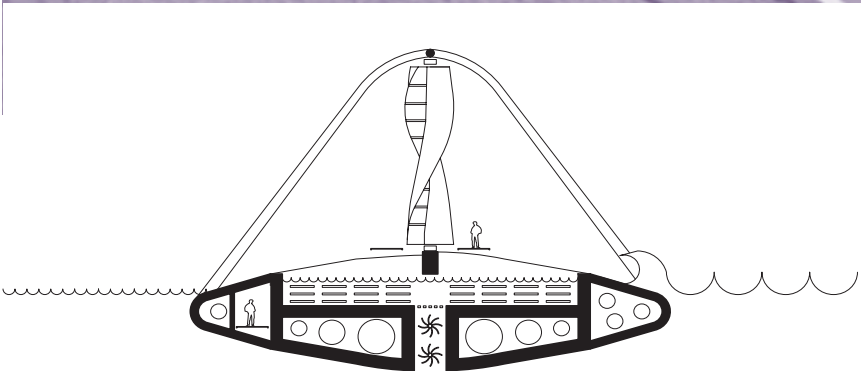
Het schip meert vlakbij de oude *Evianne* van de familie Jansen af. De lading wordt probleemloos gelost. Het schip wordt gerepareerd. Jaren van investeringen door programma's als het Europese GMES, EuroGOOS en het opzetten van een efficiënte bestuurlijke structuur op Europees, regionaal en nationaal niveau hebben de kiem gelegd voor een duurzaam beheer van de zo vertrouwde en eens zo vervuilde Noordzee.

*Jij koestert, vrije mens, de zee je leven lang!
Zij is je spiegelbeeld, haar tijdeloze baren
Doen jou de roerselen van eigen ziel ontwaren;
Je geest is even grondeloos en even wrang.*

Charles Beaudelaire, *Mens en zee* (1821-1867)

REFERENTIES

- Stel, JH, B Mannix (1996). A Benefit – Cost Analysis of a Regional Global Ocean Observing System: Seawatch Europe. *Marine Policy* (20) nr. 5, pp. 357-376
- Stel, JH (2002). *Mare Nostrum – Mare Liberum – Mare sit Aeternum, Duurzaam gebruik van de oceanische ruimte*. Inaugurele rede, Universiteit Maastricht



Bron grote foto: ADD, Rotterdam.

Jan Ketelaars⁴³, Duzan Doepel⁴⁴



AANLEIDING

De ontwikkeling van meervoudig duurzaam gebruik van zeeën en oceanen is een uitdaging die we deze eeuw moeten aangaan. Ons dagelijks voedsel komt nog primair van gewassen en dieren die op land leven. Daarvoor gebruiken we mondiaal gezien veel ruimte, namelijk circa 40% van het landoppervlak. Dat is veel, aangezien van de resterende 60% de helft niet geschikt is voor landbouw en de andere helft nog bestaat uit bos. Zeeën en oceanen bieden in theorie ongekende mogelijkheden voor uitbreiding van de wereldvoedselproductie. Tot nu toe profiteerden we hier slechts via de visserij van, met als gevolg overbevissing [Myers, 2003]. In de toekomst zal de exploitatie van de zee steeds meer het karakter moeten krijgen van gecontroleerde productie.

Maar de zee zal niet alleen voedsel moeten leveren: ook voor een duurzame energievoorziening zijn we aangewezen op de ruimte en **dynamiek** van de zee. Kwantitatief is onze behoefte aan niet-voedselenergie zelfs vele malen groter dan de behoefte aan voedselenergie: in Nederland een factor 50.

Kunnen we geheel nieuwe systemen ontwikkelen die op zee met wederzijds voordeel de productie van voedsel en energie combineren? De hypothese voor dit experiment is dat dit moge-

lijk is door middel van een drijvend energie-maricultuursysteem, dat niet afhankelijk is van eindige hulpbronnen, dat volledig aquatisch is en niet afhankelijk van zoet water. Dat het efficiënt en compact is zodat de grote investeringen in zeewaardige infrastructuur gecompenseerd kunnen worden. Met deze hypothese in gedachten stellen we de SeaWing voor: een ontwerp voor een multifunctioneel platform met een duurzame productiefunctie.

⁴³ Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen.

⁴⁴ Atelier Duzan Doepel, Rotterdam. Ruimtelijk Planbureau, ontwerpatelier Naar Zee!, Den Haag.

IDEE

SeaWing is de naam van een nieuw te ontwikkelen drijvend platform dat tegelijkertijd functioneert als een duurzame energiecentrale en als een drijvend bassin voor nieuwe vormen van duurzame maricultuur. Daarnaast biedt de SeaWing ruimte aan nieuwe activiteiten op het gebied van recreatie en educatie. In grote aantallen geproduceerd en slim gerangschikt, zou de SeaWing zelfs een functie kunnen vervullen in de kustbescherming.

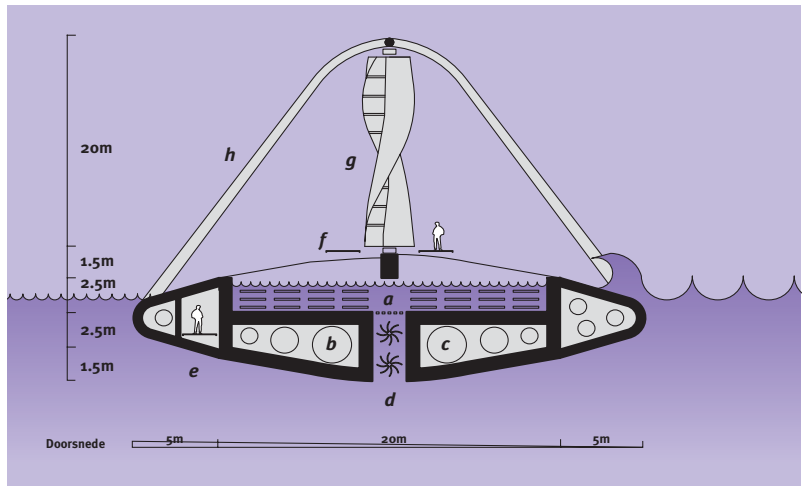
Het concept van de SeaWing wordt geïllustreerd door de schema's in Figuur 4 en Figuur 5.

In de ideale uitvoering krijgt het bassin van de SeaWing een driedubbele functie. Om te beginnen dient het als een 'stuwmeer': een watermassa boven zee-niveau waarvan de potentiële energie benut wordt voor de productie van elektrische energie. Daarnaast kan het bassin tegelijkertijd dienen als een

Figuur 4

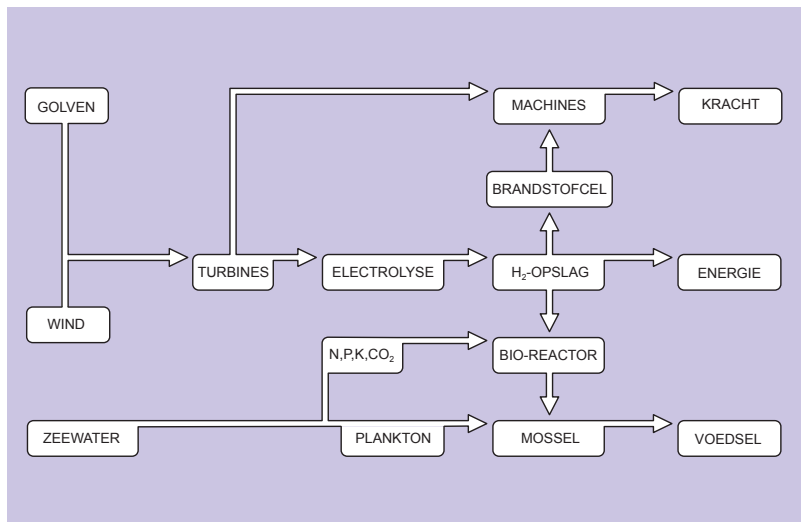
Dwarsdoorsnede SeaWing. Bron: ADD, Rotterdam.

- a* kweek zeedieren: mossel, garnaal, vis
- b* H₂
- c* O₂
- d* turbine
- e* inspectietunnel
- f* werkbrug
- g* windmolen met verticale as
- h* spant



Figuur 5

Processchema SeaWing. Bron: ADD, Rotterdam.



reusachtige bioreactor waarin de toevoer van waterstof (geproduceerd uit elektrische energie) zorgt voor een snelle vermeerdering van aanwezige micro-organismen. Ten slotte is het bassin de kweekvijver voor vis-, schelp- en schaaldieren. Deze dieren leven en groeien van het plankton dat spontaan met het zeewater binnenkomt, en van de micro-organismen die in de bioreactor (het bassin) groeien.

De kern van de SeaWing is dus een met zeewater gevuld drijvend bassin. De bodem van dit bassin is voorzien van waterturbines. Anders dan de scheepswanden van een gangbaar schip zijn de wanden van de SeaWing zo geconstrueerd dat overboord slaande golven het bassin telkens opnieuw met water vullen. Daardoor ontstaat in het bassin een hoger waterpeil dan dat van de omringende zeespiegel. Dit niveauverschil drijft water het bassin uit via de waterturbines in de bodem. Het resultaat is dat de golfenergie van het binnenkomende water omgezet wordt in elektrische energie.⁴⁵ Daarnaast produceren windturbines op het drijvend platform extra stroom. Mogelijk zijn dit relatief lichte turbines met een verticale as. Wellicht is het zelfs mogelijk een 'windgordijn' te ontwikkelen dat over de lengte van het schip wind vangt en omzet in stroom.

De elektrische energie wordt deels benut voor voortstuwing en verplaatsing en deels ook voor het optimaliseren van de diepgang in relatie tot het heersende golfklimaat en voor de stroomvoorziening van installaties op het platform. Het wordt ook gebruikt voor de productiesystemen van zeevoedsel zoals vis, schelp- en schaaldieren.

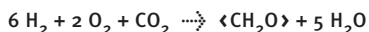
Aangezien de intensiteit van golf- en windenergie in de tijd zeer variabel is, beschikt de SeaWing over faciliteiten voor energieopslag in de vorm van perslucht en waterstof. De perslucht wordt specifiek benut voor het controleren van de diepgang, maar mogelijk ook voor voortstuwing en verplaatsing van het platform. Waterstof dient als energiebron voor nieuw te ontwikkelen vormen van **maricultuur**.

Het gebruik van waterstof als energiebron voor maricultuur berust op het verschijnsel van chemo-**autotrofie**: het vermogen van bepaalde micro-organismen om in plaats van lichtenergie chemische energie te benutten voor de groei. Zij kunnen organische verbindingen maken uit anorganische **nutriënten**. Chemo-autotrofe micro-organismen (bacteriën en **algen**) komen van nature voor in zee. Dergelijke organismen kunnen op hun beurt dienen als voedsel voor hogere organismen waaronder vissen, schelp- en schaaldieren. Een belangrijk voordeel van chemo-autotrofe productiesystemen is hun veel kleinere ruimtebeslag vergeleken met foto-autotrofe systemen (zie interview met Sijsma, hoofdstuk 5).

⁴⁵ Dit concept is geïnspireerd op de Deense experimentele golfcentrale de Wave Dragon (www.wave-dragon.net).

Chemo-autotrofie

Chemo-autotrofe bacteriën putten hun energie uit de oxidatie van anorganische verbindingen, zoals ammoniak, nitriet, zwavelwaterstof en waterstof. Chemo-autotrofe waterstofbacteriën gebruiken waterstof voor twee doeleinden: om via oxidatie energierijke verbindingen (ATP) te kunnen produceren en als reducerend vermogen voor CO₂-fixatie. Voor deze bacteriën geldt in het algemeen de volgende stoichiometrische relatie:



waarbij $\langle \text{CH}_2\text{O} \rangle$ bij benadering de samenstelling van de bacteriële biomassa weergeeft.

Waterstofbacteriën hebben voor hun groei dus voldoende aan waterstof, zuurstof, koolzuur en bepaalde nutriënten [Repaske, 1976; Shively, 1998]. Voor de reductie van CO₂ gebruiken waterstofbacteriën net zoals groene planten de Calvin-Basham-cyclus. Evolutionair gezien zijn waterstofbacteriën de voorlopers van groene planten: net zoals groene planten zijn ze in staat CO₂ te benutten voor de synthese van organische koolstofverbindingen, maar anders dan groene planten missen ze het vermogen om met behulp van lichtenergie reducerend vermogen aan te maken uit de splitsing van water.

PROTOTYPE

Voor een prototype van de SeaWing ligt het voor de hand een combinatie te testen van de winning van golfenergie en de teelt van schelpdieren (bijv. mosselen). Deze teelt past goed bij het concept van een golfcentrale. Bovendien bestaat er in Nederland al ervaring met de teelt van mosselen in zeewater; hangend of in rekken in een ponton. Als **filter-feeders** zijn mosselen bij uitstek geschikt om plankton uit het binnenkomende zeewater te filtreren en te benutten voor hun groei. Tegelijkertijd kunnen in theorie hun schelpen dienen als dragermateriaal waarop chemo-**autotrofe** micro-organismen kunnen gaan groeien. Die organismen kunnen op hun beurt weer als voedsel dienen voor de mosselpopulatie zelf of voor andere zeedieren die in hun gezelschap gehouden worden, zoals garnalen of vissen. Op deze manier bouwen we aan nieuwe voedselketens. Om praktische redenen kan het mogelijk beter zijn de chemo-autotrofe productie in de SeaWing ruimtelijk te scheiden van de consumptie van chemo-autotrofe biomassa door filter-feeders. Onderzoek moet dit uitwijzen.

De huidige teeltsystemen voor **maricultuur** maken in de regel gebruik van een hoge input aan **visvoer**. Doordat de vis slechts een deel van de **voedingsstof** uit het voedsel benut, komt het grootste deel van de stikstof en fosfor via de vissenmest terecht in het open water. Daar veroorzaakt het **eutrofiëring** en

milieuvervuiling. De teelt in de SeaWing maakt geen gebruik van visvoer dat van elders aangevoerd wordt. In de SeaWing vindt productie van visvoer plaats op basis van CO₂ en voedingsstoffen (nitraat en fosfaat) die in het zee-water aanwezig zijn. In veel kustwateren zijn deze stoffen in overvloed aanwezig, doordat rivieren voedselrijk water aanvoeren naar zee. De concentraties in het kustwater zijn dan vaak zo hoog dat de groei van **fytoplankton** niet meer beperkt wordt door gebrek aan voedingsstoffen, maar door gebrek aan licht-energie. Dit gebrek aan licht wordt vaak nog versterkt door de troebelheid van het water. In de SeaWing zal de toevoer van extra energie in de vorm van waterstof de groei van fytoplankton naar verwachting stimuleren. In welke mate dit het geval is, zal afhangen van de lokale voedselrijkdom. Het verrijken van zeewater met energie in de vorm van waterstof is voor zover bekend nog nooit onderzocht. Het blijft dus spannend om erachter te komen hoe het mariene milieu in de SeaWing zal reageren, welke organismen zullen profiteren van de ‘waterstofbemesting’ en hoe de groei van vis, schelp- en schaaldieren hierdoor gestimuleerd wordt. Kortom, de SeaWing benut de **nutriënten** die via rivieren naar zee weglekken. Ze brengt deze weer terug naar land in de vorm van hoogwaardig zeevoedsel voor de mens.

Flexibel

Doordat de activiteiten in een drijvend platform zijn ondergebracht, is de SeaWing niet gebonden aan een vaste plek. Het is ook niet nodig om het schip met een stroomkabel aan het vasteland te verbinden.

De SeaWing is een mobiel platform en dus niet gebonden aan een vaste verblijfplaats. Het platform kan dus enerzijds gunstige condities opzoeken, anderzijds ook zwaar weer uit de weg gaan. Verplaatsing is denkbaar op basis van de seizoenen (bijv. wisselend tussen zomer- en winterlocaties). Met behulp van het Global Ocean Observation System (zie experiment Geïntegreerd marien informatiesysteem) kunnen wellicht optimale locaties uitgezocht worden met het juiste golfklimaat of de beste watersamenstelling. Het is zelfs denkbaar dat de SeaWing actief benut wordt voor het transport van goederen (bijv. verse zeeproducten). Productie, verwerking en logistiek worden daarmee op een intelligente manier gekoppeld.

Schaal en prestatie

Om de gedachten te bepalen denken we voor de SeaWing aan een **bassin** met inwendige afmetingen van 100 meter lengte en 20 meter breedte. Hiermee kunnen we een eerste inschatting maken van de energetische prestatie van dit drijvende platform.

Golfenergie is afhankelijk van het golfklimaat en dus van parameters als golfhoogte en golffrequentie. Golfenergie wordt in de regel uitgedrukt in kW per meter golfkam: hoe langer een drijvende structuur is, des te groter zal de

opbrengst aan golfenergie zijn. De ontwerpers van de experimentele golfcentrale Wave Dragon gaan voor de Noordzee uit van een golfklimaat van 24 kW per meter. Bij een rendement van 25% betekent dit dat een platform van 100 meter lengte per jaar 5256 MWh, ofwel 18922 GJ, aan elektrische energie zou kunnen produceren.

Om de stroomproductie uit windturbines op de SeaWing te kunnen inschatten moeten we een aanname maken voor het rotoroppervlak. Bij een 'windvenster' van 100 meter lengte en 20 meter hoogte bedraagt het rotoroppervlak maximaal 2000 m². De energieopbrengst voor windrijke locaties aan zee wordt geschat op 850 kWh per m² rotoroppervlak per jaar. Voor de SeaWing komt de totale oogst daarmee op 1700 MWh, ofwel 6120 GJ.

In theorie zou de SeaWing ook nog voorzien kunnen worden van zonnepanelen. Stel dat we een zonnedak zouden construeren met een oppervlak ter grootte van het platform namelijk 2000 m². Huidige commercieel verkrijgbare zonnepanelen hebben een rendement van circa 10%, maar in het laboratorium ligt het rendement van experimentele panelen al boven 25%. Een verdere toename is waarschijnlijk, gezien de continue stijging van het rendement over de afgelopen jaren en het beschikbaar komen van nieuwe materialen. De huidige opbrengst bedraagt dus 10% van de totale globale straling, dat is in Nederland circa 100 kWh per m² per jaar. De totale opbrengst voor de SeaWing bedraagt daarmee 200 MWh, ofwel 720 GJ. De bijdrage van zonne-energie is voorlopig dus relatief gering. Bovendien is elektrische energie uit zonnepanelen op dit moment nog vele malen duurder dan energie uit andere duurzame bronnen. De SeaWing oogst natuurlijk ook plankton dat met het golfwater het **bassin** binnenkomt. Hoeveel dit zal zijn, weten we niet. Door de uitstroom van water aan de onderzijde van het platform ontstaat er een stromingspatroon waarmee in theorie steeds nieuw zeewater kan binnenkomen en daarmee vers plankton. Voor een deel zal echter water lokaal gaan circuleren tussen het bassin van de SeaWing en de omringende zee. Voorzover er sprake is van verse aanvoer van **fytoplankton** van elders, is dit plankton in overdrachtelijke zin ook stromingsenergie: net als een stationaire windmolen op zee de windenergie van een veel groter gebied oogst. De SeaWing kan dus in theorie de biomassa van een veel groter zeeoppervlak oogsten dan het oppervlak van de SeaWing zelf. In hoeverre dit daadwerkelijk het geval is, zal uit onderzoek moeten blijken.

De bijdragen van verschillende bronnen aan de energetische prestatie van de SeaWing hebben we samengevat in Tabel 5. Hieruit blijkt duidelijk het grote belang van golfenergie en de relatief kleine bijdrage van zonne-energie.

Als systeem is de SeaWing een gemengd bedrijf dat energie tapt uit verschillende bronnen. Het is interessant de energetische prestatie van de SeaWing te

vergelijken met de **primaire productie** van plankton bij een zeewateroppervlakte van vergelijkbare omvang (2000 m²).

Uit langjarig onderzoek in het Marsdiep en uit onderzoek op andere locaties in de Waddenzee blijkt dat de hoogst gemeten primaire productie van plankton zo'n 440 gram koolstof per m² per jaar bedraagt [Cadée, 2002; Colijn, 2003]. Dit niveau wordt bereikt op plekken waar geen gebrek aan **nutriënten** bestaat. Deze situatie lijkt in de Waddenzee het meest voor te komen. Gedurende het grootste deel van het jaar is de hoeveelheid zonlicht die doordringt in de waterkolom onvoldoende voor de productie van fytoplankton. Bij een koolstofgehalte van de biomassa van 45% komt de maximale primaire productie overeen met bijna 10 ton droge stof per hectare per jaar⁴⁶. Nemen we aan dat deze biomassa een energie-inhoud heeft van 18 MJ per kg droge stof, dan is de totale energieproductie van 2000 m² Waddenzee maximaal 36 GJ per jaar. De totale energieopbrengst van de SeaWing bedraagt meer dan 25.000 GJ, dat wil zeggen een ruime factor 700 hoger dan de maximale planktonproductie van 2000 m² Waddenzee.

Tabel 5

De SeaWing: potentiële opbrengst aan energie uit verschillende bronnen.

Energiebron	Opbrengst (GJ)	Aard geproduceerde energie
golven	18.922	elektrische energie
wind	6.120	elektrische energie
zon	720	elektrische energie
plankton	?	chemische energie
totaal	> 25.762	

Een groot deel van de energie die de SeaWing oogst, komt in eerste instantie beschikbaar in de vorm van elektriciteit. Bij de omzetting naar waterstof en de productie van plankton krijgen we te maken met conversieverliezen. Bij de conversie van stroom naar waterstof gaat 20 tot 30% van de energie verloren. Stel dat bij de conversie naar plankton nog een keer 75% verloren gaat, dan staat de energieopbrengst van de SeaWing gelijk aan 4500 GJ in de vorm van plankton. Dit is nog steeds een factor 125 keer hoger dan de planktonproductie van een zelfde zeeoppervlak.

Het geheim achter de relatief hoge energieopbrengst van de SeaWing is het feit dat dit platform primair stromingsenergie inzamelt en visvoer produceert op basis van chemo-**autotrofie**. Hiervoor is een relatief kleinschalige structuur toereikend. Voor systemen die stralingsenergie benutten ligt dit heel anders. Hiertoe behoren groene planten (**algen**), maar ook zonnepanelen. Beide systemen vergen veel ruimte om de stralingsenergie van de zon in grote hoeveelheden in te zamelen. Aangezien drijvende platforms voor gebruik op zee duur zullen zijn, moeten ze compact blijven en zijn ze eerder aangewezen op stromingsenergie dan op stralingsenergie. Zelfs de grootste olietanker heeft een

⁴⁶ Dit is een niveau dat op land vergelijkbaar is met de productiviteit van grasland in Nederland.

dekgrootte van slechts enkele hectaren. Voor foto-autotrofe systemen – of het nu gewassen zijn of zonnepanelen – stelt deze schaal niet veel voor.⁴⁷

Een optimale energieoutput is noodzakelijk om de investering in de infrastructuur rendabel te maken. Of het bouwen van de SeaWing commercieel interessant is, zal moeten blijken uit een volledige kosten-batenanalyse. Daarbij is de energetische prestatie één aspect van de baten. Andere functies zoals een recreatieve en educatieve functie en mogelijk een functie in de kustbescherming, kunnen ook daaraan bijdragen.

REALISATIE

De SeaWing combineert concepten uit zeer verschillende vakgebieden: de scheepsbouw en maritieme (offshore)-techniek, energiewinning en -opslag, waterstoftechnologie, mariene **biologie**, procestechnologie, **aquacultuur** en systeemkunde. Het ontwikkelen van de SeaWing is dus bij uitstek een multidisciplinaire opgave.

Daarmee is de eerste uitdaging het bij elkaar brengen van een team dat deskundigheid op de genoemde gebieden combineert. Deze expertise is in Nederland in ruime mate voorhanden; dat geldt zowel voor de maritieme techniek als voor de mariene **biologie** en de **aquacultuur**. Op elke van deze gebieden zijn verschillende universitaire en niet-universitaire groepen actief.

De tweede stap is het definiëren van een uit modules bestaand plan dat elk expertisegebied tot op zekere hoogte zelfstandig maar in nauwe samenspraak met elkaar moet vormgeven. De volgende modules zijn essentieel:

- Het ontwerp van een drijvende golfcentrale voorzien van windturbines met aandacht voor de volgende aspecten:
Vormgeving en dimensionering, materiaalkeuze, verankering, stabiliteit, voortstuwing en verplaatsing, aanpassing aan verschillende golfklimaten, optimalisatie van het energetisch rendement in relatie tot de dynamiek van het golfklimaat, seizoensmatige benutting, type windturbine en rendement, risico's in het geval van calamiteiten, gebruik van havenfaciliteiten bij zwaar weer en of reparaties.
- Het ontwerp van een systeem voor productie en opslag van waterstof aan boord van de SeaWing.
- Het ontwerp van een chemo-**autotrofe** bioreactor met aandacht voor de volgende aspecten:
Dimensionering, dosering van waterstof en zuurstof in relatie tot karakteristiek inkomend water, het energetisch rendement van waterstofbenutting, de aard van de zich ontwikkelende mariene microflora in relatie tot waterkarakteristieken, de geschiktheid van microbiële biomassa als voedsel voor schelp- en schaaldieren en vis, en de veiligheid.
- Het ontwerp van een aquacultuursysteem met aandacht voor de volgende aspecten:

⁴⁷ Dit geldt ook voor windturbines die op een voet staan van niet veel meer dan 10 bij 10 meter (0.01 hectare); dit systeem produceert een hoeveelheid energie vergelijkbaar met 100 hectare wilgenaantplant (biomassa) [Gordijn, 2003].

Keuze organismen (schelp- en schaaldieren, vis), de structuur van de voedselketen, de energetische efficiëntie, nutriëntenbenutting, ziekten en plagen, voedselveiligheid.

Daarnaast komen de volgende algemene vragen aan de orde:

- Wetgeving voor het opereren in en buiten de territoriale wateren.
- De effecten op het lokale zeemilieu, zoals de invloeden op de thermische stratificatie en de hieraan gerelateerde veranderingen in bloei van **algen**.
- De inzet van platforms in het kader van kustbescherming (golfbrekers).
- Het gebruik als researchplatform in de Noordzee en op andere locaties elders ter wereld.
- De beleving en waardering door consumenten.
- De mogelijkheden om recreatieve en educatieve functies te combineren: de SeaWing als varend centrum voor kennismaking met **maricultuur**.

Het ontwerp en de bouw van een prototype staat of valt met de interesse van bedrijven en overheid. Het ontwerp van de SeaWing is voor verschillende sectoren interessant zoals de scheepsbouw, de visserij, en voor energiebedrijven en toerisme. Innovatie staat voorop: het bedenken van nieuwe activiteiten die inspireren en activeren. Naast financiering door het bedrijfsleven lijkt daarmee ook stimulering door de overheid verantwoord. Onder het motto ‘Naar Zee’⁴⁸ zien we uit naar de tewaterlating van de SeaWing.

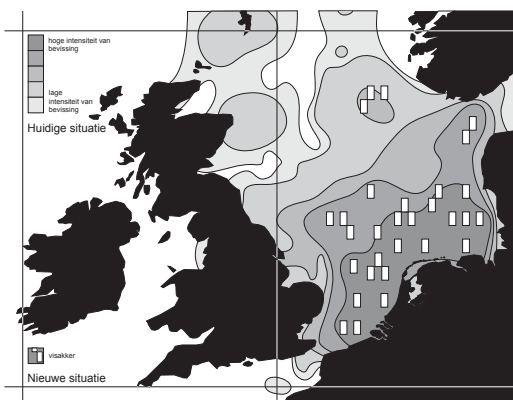
REFERENTIES

- Cadée, GC, J Hegeman (2002). Phytoplankton in the Marsdiep at the End of the 20th Century; 30 Years Monitoring Biomass, Primary Production, and Phaeocystis Blooms. *Journal of Sea Research*, vol. 48, pp. 97-110
- Colijn F, GC Cadée (2003). Is Phytoplankton Growth in the Wadden Sea Light or Nitrogen Limited? *Journal of Sea Research*, vol. 49, pp. 83-93
- Gordijn, H, F Verwest, A van Hoorn (2003). *Energie is ruimte*. NAI Uitgevers, Rotterdam, Ruimtelijk Planbureau, Den Haag
- Myers, RA, B Worm (2003). Rapid Worldwide Depletion of Predatory Fish Communities. *Nature*, vol. 423, pp. 280-283
- Repaske, R, R Mayer (1976). Dense Autotrophic Cultures of *Alcaligenes Eutrophus*. *Applied and Environmental Microbiology*, pp. 592-597
- Ruimtelijk Planbureau (2003). *Naar Zee! Ontwerpen aan de kust*. NAI Uitgevers, Rotterdam
- Shively, JM, G van Keulen, WG Meijer (1998). Something from almost Nothing: Carbon Dioxide Fixation in Chemoautotrophs. *Annual Review of Microbiology*, vol. 52, pp. 191-230

.....
⁴⁸ Naar Zee! is de titel van de publicatie van het ontwerpatelier Naar Zee van het Ruimtelijk Planbureau [Ruimtelijk Planbureau, 2003].



Bron grote foto: W.M. den Heijer, Scheveningen.



49 Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag.

50 Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag.

*les de Vries*⁴⁹, *Wiegert Dulfer*⁵⁰, *Christien Absil*⁵¹, *Willem Ment den Heijer*⁵²



AANLEIDING

De Noordzee wordt intensief bevestig op platvis door de boomkorvisserij. Deze manier van vissen is een specialisme van Nederlandse vissers. Ongeveer 80% van alle door Nederlanders gevangen vis komt via de boomkor boven water. Onderaan de boomkor bevinden zich kettingen (de wekkers) die de vis – vooral tong – uit het zand jagen. Deze wekkers woelen tot een bepaalde diepte – afhankelijk van de bodemsaamenstelling – de bodem om. Van enkele centimeters diep in het grovere zand van de zuidelijke Noordzee tot zo'n 7 à 8 centimeter diep in het fijnere zand van de centrale Noordzee. Nederlandse vissers hebben een voorkeur voor de boomkor, omdat platvissen daarmee goed gevangen kunnen worden. Bovendien lijken schol en tong goed te gedijen in de 'ploegsporen' van een boomkor, omdat daar veel dode organismen achterblijven en schelpdieren na enige tijd worden vervangen door wormpjes, ideaal voedsel voor tong en schol [Groenewold, 2000]. De omwoeling van de bodem zou de voedselproductiviteit van bepaalde bodemfauna als prooidieren van de platvis kunnen verhogen.

De boomkorvisserij heeft tot voor kort veel winst opgeleverd voor Nederlandse vissers. Helaas is het effect op het zeemilieu minder positief: de omwoeling van de bodem veroorzaakt veel sterfte van 'niet-doelsoorten' [Lindeboom, 1998]. Bijzonder gevoelig voor de boomkor zijn soorten die zich langzaam voortplanten zoals haaien en roggem. De boomkor is een a-selectief vistuig (er worden altijd meer soorten gevangen en er is veel ongewenste bijvangst). Dat komt ook, omdat er in het algemeen met tamelijk kleine maaswijdte (8 centimeter) gevestig wordt. Voor

51 Stichting de Noordzee, Utrecht.

52 Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, IJmuiden.

zaakt veel sterfte van 'niet-doelsoorten' [Lindeboom, 1998]. Bijzonder gevoelig voor de boomkor zijn soorten die zich langzaam voortplanten zoals haaien en roggem. De boomkor is een a-selectief vistuig (er worden altijd meer soorten gevangen en er is veel ongewenste bijvangst). Dat komt ook, omdat er in het algemeen met tamelijk kleine maaswijdte (8 centimeter) gevestig wordt. Voor

een kilo marktwaardige vis wordt minstens 2 tot 4 kilo visbijvangst (of **discard**) weggegooid. De bijvangst van andere bodemdieren is nog vijf maal zo hoog.

De plannen van andere partijen op de zee – of het nou gaat om natuurbehoud of om offshore-windenergie – conflicteren altijd met de belangen van de visserij. De visserijsector reageert vaak geprikkeld op initiatieven van anderen. Ze beschouwen de hele zee als hun werkterrein. Het toestaan van andere activiteiten betekent dat zij gebied moeten prijsgeven. In de toekomst zullen door de voortschrijdende ruimtelijke ontwikkelingen vissers steeds verder in de knel komen.

De visserij staat momenteel economisch onder zware druk. Visbestanden en de besommingen van commerciële soorten als kabeljauw, schol en tong nemen al jaren steeds verder af. Maatregelen zoals extra lage **quota** om visbestanden te laten herstellen hebben onvoldoende effect, onder andere door de discards die het quotasysteem met zich meebrengt. Dit vormt een bedreiging voor de sector. De uitdaging is nu dus te zoeken naar vormen van visserij die economisch en ecologisch rendabel zijn: een goede opbrengst tegen zo gering mogelijke kosten, waarbij de eventuele effecten op het **ecosysteem** slechts van tijdelijke aard mogen zijn.

IDEE

De Noordzee is overbevist, maar tegelijkertijd wordt de mariene biomassa onderbenut. Dat klinkt paradoxaal. Is deze paradox op te heffen? Kan de natuurlijke productie van biomassa beter worden benut door de visserij, zonder direct haar toevlucht te hoeven nemen tot **aquacultuur** en met behoud en herstel van natuurwaarden? Kunnen de inrichting, het beheer en de exploitatie van visakkers voor de bodemberoerende visserij op platvis een uitweg bieden voor deze paradox?

Als het klopt dat de omwoeling van de bodem de beschikbaarheid van prooidieren voor platvis verhoogt, zouden visakkers in het zelforganiserende ecosysteem Noordzee interessant kunnen zijn voor vis en visser. De ecologische efficiëntie van de voedselketen wordt lokaal versterkt door een optimale omwoelfrequentie. De vis groeit er snel, de visser kan gericht vissen en zijn product efficiënt aan land brengen. Er bestaat echter nog weinig duidelijkheid over de ideale 'omwoelfrequentie' waarbij een maximale oogst behaald zou kunnen worden. Dit zou dus in een experiment moeten worden onderzocht.

Uit onderzoek blijkt dat de boomkorvisserij in 70% van de gevallen steeds dezelfde plekken uitzoekt om te vissen. Uit het microverspreidingsonderzoek over de inspanningen van de internationale boomkorvisserij in de zuidoostelijke Noordzee blijkt dat 11% van de zeebodem minder dan één maal per 5 jaar

wordt bevestigd, 63% eens in de één tot vijf jaar en 11% veel vaker, namelijk meer dan vijf maal per jaar [Rijnsdorp, 2000]. Kennelijk is het beeld van de Noordzee als één groot jachtgebied onjuist en heeft elke visser zijn favoriete stek. Het idee van visakkers lijkt dus aan te sluiten bij de bestaande praktijk. Door hierop gericht te sturen kan de positie en continuïteit van de boomkorvisserij worden versterkt. In de gebieden die aan individuele vissers of productorganisaties worden toegewezen als visakker, zou de visserij eigen economische verantwoordelijkheid hebben. De akkers mogen visserijtechnisch optimaal beheerd worden zonder belemmerende regelgeving uit Den Haag en Brussel. De bodem zou zo frequent kunnen worden omgewoeld als wenselijk, de visserij zou kunnen oogsten wat en wanneer zij wil en het quotasysteem zou kunnen worden opgeheven. Vanwege deze voordelen zou draagvlak voor dit idee bij de sector te vinden moeten zijn.

Het inrichten van visakkers dient onderdeel te zijn van een integrale ruimtelijke aanpak. Voor visserij gesloten gebieden zoals windmolenparken en ‘Marine Protected Areas’ worden dan samen met de visakkers en alternatieve visserijtechnieken in onderlinge samenhang onderdeel van toekomstig visserij- en ruimtelijk Noordzeebeleid. Hierbij is het belangrijk visies te ontwikkelen over hoe de visserij er over 10, 20 en 30 jaar zou kunnen uitzien of zou moeten uitzien. De uitdaging is reële scenario’s te ontwikkelen die rekening houden met de wensen over de duurzaamheid van het mariene **ecosysteem** als geheel, over individuele soorten en over de visserij als economisch rendabele bedrijfstak.

Met dit experiment kan de hypothese dat ‘de akker geploegd moet worden’ – dus dat de boomkorvisserij goed zou zijn voor de visbestanden – experimenteel worden getoetst. Dat bewijs is er nog niet. Er is weinig gericht onderzoek gedaan naar de precieze rol van het bodemleven als voedsel voor platvissen en naar de effecten van de boomkorvisserij op het bodemleven. Een van de weinige studies naar deze relatie geeft aan dat er geen productieverhogend effect door de omwoeling van de bodem zou optreden [Jennings, 2002]. Maar de resultaten van onderzoek tot nu toe zijn niet eenduidig. Toetsing van deze hypothese is niet mogelijk, omdat er geen vergelijkbaar referentiegebied is waar niet, of met andere technieken gevist wordt.

VOORDELEN

Het idee van visakkers biedt een aantal voordelen:

- Door de concentratie van de boomkorvisserij in delen van de Noordzee neemt de verstoring van de bodem in de rest van de Noordzee af. Dat leidt tot herstel van bodemflora en fauna en visbestanden in het algemeen en vooral van de kwetsbare soorten.

- De productie van platvis kan mogelijk lokaal versterkt worden.
- In een deel van de overige gebieden kan platvis met niet-bodemberoerende vistechnieken gevangen worden. Vissers die de voorkeur geven aan deze technieken zullen zo geen hinder ondervinden van de boomkorvisserij in de buurt.
- Door de verantwoordelijkheid voor het beheer van de visakkers bij de sector te leggen kan de visserij zich als een volwaardige economische partij ontwikkelen en van het negatieve imago verlost worden.
- De visserij in de Noordzee wordt als geheel duurzamer en de sector wordt minder door regels gereguleerd.
- Door zonerings ontstaat duidelijkheid over rechten en plichten van de visserij in het groeiende netwerk van actoren dat actief is op de Noordzee. Enerzijds zullen de vissers zich niet meer zo bedreigd voelen (ze hebben immers rechten op de hun toegewezen gebieden). Anderzijds zullen algemene claims vanuit de visserij andere ontwikkelingen op zee niet meer in de weg staan.

Droombeeld? Nog wel...

REALISATIE

Een groot probleem tot nu toe is dat er erg weinig basiskennis is over de effecten van de verschillende visserijtechnieken. De basis van het visakkerexperiment is daarom dat er verschillende soorten visserijbeheer ruimtelijk worden vergeleken. Hiervoor is het belangrijk dat er gebieden komen waar met experimenteel management ('sentinel fisheries') verschillende visserijtechnieken en beheersniveaus worden getest. Daarbij worden de intensiteit en de manier van vissen zodanig gereguleerd dat hetzij optimale bescherming van nader te kiezen organismen of **habitats**, hetzij optimale productiviteit van bepaalde **doelsoorten** (tong, schol, schelpdieren enz.) wordt nagestreefd. Met het experiment zou de 'essential fish habitat' van tong en schol in de Noordzee bepaald kunnen worden: voelen tong en schol zich het beste thuis in een omgeploegd gebied of in een meer ongerept gebied?

Opzet onderzoek

Voor de uitvoering van zinvol onderzoek is een uitgebreide opzet essentieel: het moet een experiment zijn met verschillende beheersregimes om de effectiviteit van de verschillende soorten visserijen te kunnen vaststellen. Daarvoor is naast een boomkorgebied een gebied nodig waar alleen met passief, niet bodemberoerend vistuig (bijv. staand want) gevestigd mag worden. Ter controle moet ook een onbevestigd gebied als referentie onderzocht worden.

Het experiment kan uitgebreid worden met verschillende andere platvistechnieken, zoals de snurrevoad, de twinrig en ook de (experimentele) elektrokor⁵³.

.....
 53 Deze techniek wordt door de visserijsector ontwikkeld.

De gebieden moeten vergelijkbaar zijn, zodat zoveel mogelijk factoren die de resultaten kunnen beïnvloeden worden uitgesloten. Bovendien moeten de gebieden dusdanig groot zijn dat de effecten van migratie van vis beperkt zijn. Vis houdt zich immers niet aan grenzen, en dus zal ook de migratiefactor in het experiment onderzocht moeten worden.

Voor de visserijmethode zijn grofweg 2 opties mogelijk.

- 1 De vissers worden vrijgelaten in hun activiteiten, maar ze houden zich wel aan een bepaalde methode, afhankelijk van het gebied waar ze vissen. Ze worden uitgerust met een black box en Vessel Monitoring System (VMS) zodat de visserijactiviteit achteraf vast te stellen is.
- 2 Vaste groepen vissers vissen volgens vooraf opgestelde protocollen (bijv. over het soort vistuig en de activiteit) in een bepaald gebied. De deelnemende vissers krijgen een vast salaris en worden voor de start van de visserij uitgebreid geïnstrueerd. In Canada is uitgebreid ervaring opgedaan met 'sentinel fisheries' voor bestandsopnamen in de Gulf of St. Lawrence (ten westen van Newfoundland).

Voor beide opties geldt een verbod op **discards**. Dat betekent dus dat alle vangsten aan land gebracht worden zodat de onderzoekers een goed beeld van de vangsten kunnen krijgen.

Het praktisch onderzoek zal onder andere behelzen:

- intensieve bemonstering van het hele experimentele gebied vóór de start van het experiment om de nulsituatie vast te stellen;
- regelmatige bestandsschattingen in visakkers, selectief beviste en referentiegebieden middels de vangstdata van de deelnemende vissers en opnamen door onderzoekers;
- inventarisatie van de biodiversiteit van het bodemleven in de verschillende gebieden middels boxcores en onderwateropnamen;
- analyse van de VMS-data ter verificatie van de visserij-intensiteit in een bepaald gebied;
- een migratiestudie van platvis om vast te stellen in hoeverre de vis van het ene naar het andere gebied trekt.

Duur van het experiment

Het experiment zal ongeveer zeven tot tien jaar nodig hebben om de hypothese te toetsen. Dit is de periode dat visbestanden van bodemvissen zich goed kunnen herstellen. Afhankelijk van de resultaten van het onderzoek zal het beheer in de overige visserijgebieden van de Noordzee aangepast moeten worden.

Selectiegebied

Voor het experiment (proefgebied plus referentiegebieden) zou in overleg met de visserijsector een gebied moeten worden aangewezen. Mogelijk zou het gebied dat nu wordt aangeduid als scholbox, ten noorden van de Waddenzee, hiervoor kunnen dienen. Dit gebied is in 1989 gesloten voor grote boomkorschepen om opgroeiende schol te beschermen. De verwachte resultaten zijn echter uitgebleven. Er leek zelfs meer vis buiten dan binnen het gebied te zitten. Een evaluatie van de bestaande gegevens gaf geen sluitende verklaring [Pastoors, 2000]. Over de toekomst van de scholbox is geen duidelijkheid. Deze situatie zou doorbroken kunnen worden door het uitvoeren van bovengestand experiment, voortbouwend op de data van de scholbox die er al zijn.

Beleid

De uitvoering is afhankelijk van mogelijkheden die het Europese Gemeenschappelijk Visserij Beleid (GVB) biedt. Dit beleid is per 1 januari 2003 herzien en geeft verruimde mogelijkheden om in het kader van bestandsherstel gebieden te sluiten of bepaalde visserijtechnieken te beperken. Dit kan echter alleen in internationaal (of regionaal) verband afgesproken worden. Unilaterale maatregelen kunnen niet buiten de 12-mijlszone gelden.

Combinatie met 'effort management'

Dit experiment kan prima worden gecombineerd met een pilotstudie naar effort management. De deelnemende vissers brengen immers alles wat ze vangen aan land en zijn niet beperkt door **quota**. Ze zijn wel aan een beperkt aantal zeedagen gebonden. De directie Visserij van het ministerie van LNV en het Productschap Vis zijn geïnteresseerd in experimenteel effort management. In het nieuwe Gemeenschappelijk Visserij Beleid is voor deze vorm van management een optie ingeruimd.

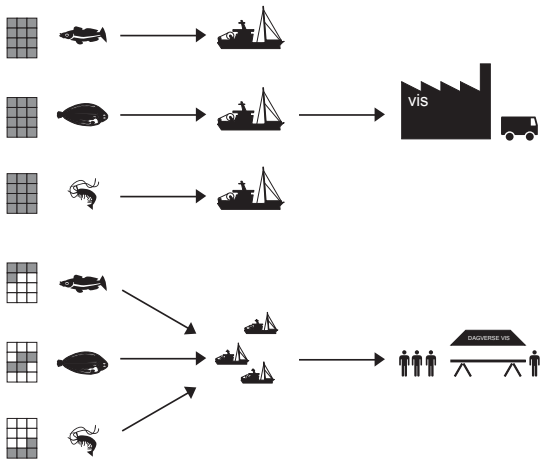
Waarom is realisatie moeilijk?

- Dit experiment conflicteert met het 'Mare Liberum'-idee. De vrijheid van de zee domineert nog altijd het denken in de visserij: de visbestanden zijn van iedereen. De vrijheid van de zee is hen heilig. In [Russ, 2003] wordt vastgesteld dat de tijd rijp zou kunnen zijn voor de introductie van het concept 'Mare Reservarum': zonerings van de zee. Dat betekent een cultuuromslag: van jacht naar pacht. Het zou mooi zijn als dit concept – net als het 'Mare Liberum' destijds – door Nederland als eerste in praktijk wordt gebracht. Deze cultuuromslag zal aanvankelijk op veel weerstand stuiten onder vissers, maar op de lange termijn is dit experiment ook in het belang van de vissers, omdat er onderzoek wordt gedaan naar maximaal duurzame en economische bedrijfsvoering.

- De experimentele gebieden moeten groot genoeg zijn, zodat de migratie van platvis de resultaten niet te sterk kunnen beïnvloeden.
- De huidige economische malaise in de visserij biedt weinig ruimte voor experimenten, anderzijds kan het de druk om ‘iets’ te doen juist opvoeren.
- Het economisch en maatschappelijk belang voor dergelijke vergaande experimenten weegt niet erg zwaar, omdat de visserijsector relatief klein is.
- De internationale regelgeving (gemeenschappelijk visserijbeleid, **Vogel- en Habitatrichtlijnen**) is wellicht te star om dit soort experimenten toe te laten.
- In het geval van de ‘sentinel’-variant krijgen de deelnemende vissers een vast loon. Dit maakt het experiment mogelijk tot een kostbare aangelegenheid.

REFERENTIES

- Groenewold, S, M Fonds (2000). Effects on Benthic Scavengers of Discards and Damaged Benthos Produced by the Beam-Trawl Fishery in the Southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science*, vol. 57, pp. 1395-1406
- Jennings, S, MD Nicholson, TA Dinmore, JE Lancaster (2002). Effects of Chronic Trawling Disturbance on the Production of Infaunal Communities. *Marine Ecology Progress Series*, vol. 243, pp. 251-260
- Lindeboom, HJ, SJ de Groot (eds.) (1998). *Impact II. The Effects of Different Types of Fisheries on the North Sea and Irish Sea Benthic Ecosystems*. NIOZ rapport 1998-1, RIVO-DLO report C003/98
- Pastoors, MA, AD Rijnsdorp, FA van Beek (2000). Effects of a Partially Closed Area in the North Sea (Plaice Box) on Stock Development of Plaice. *ICES Journal of Marine Science*, vol. 57, pp. 1014-1022
- Rijnsdorp, AD, PI van Leeuwen (1996). Changes in Growth of North Sea Plaice since 1950 in Relation to Density, Eutrophication, Beam-Trawl Effort and Temperature. *ICES Journal of Marine Science*, vol. 53, pp. 1199-1213
- Rijnsdorp, AD, GJ Piet, F Storbeck, E Visser (2000). *De microverspreiding van de Nederlandse boomkorvloot in de periode 1993-1999 en de effecten van de boomkorvisserij op het bodemecosysteem*. RIVO rapport CO17/00
- Russ, GR, DC Zeller (2003). From Mare Liberum to Mare Reservarum. *Marine Policy*, vol. 27, pp. 75-78



Bron grote foto: W.M. den Heijer, Scheveningen.

Auteurs:

Jaap Vegter⁵⁴, Christien Absil⁵⁵



De chef-kok van het Amstel hotel vertelde eens dat hij eigenlijk alleen maar kabeljauw wilde hebben die de vorige dag met beuglijnen was gevangen; vanwege de kwaliteit. Wie dicht bij huis vist kan kwaliteit leveren. Daarin schuilt de concurrentiekracht voor relatief kleine visserijbedrijven die, heel flexibel, per seizoen vissen op vissoorten die dan in 'hun' zeegebied aanwezig zijn. Een experiment met een onderlinge herverdeling van vangstrechten voor verschillende vissoorten binnen een groep 'dagvissers' moet aantonen of deze methode rendabel is voor kustvisserijbedrijven en tegelijk ook een duurzame exploitatie van wilde visbestanden mogelijk maakt.

AANLEIDING

Het huidige beheer van de visstand met verhandelbare individuele vangstrechten (*quota*) stimuleert de verdere specialisatie en schaalvergroting in de Noordzeevervisserij. Investerings in dure vangstrechten moeten renderen, dus het visbestand wordt maximaal geëxploiteerd en desnoods ver van huis opgezocht met grote en snelle schepen. De bedrijven die het meest succesvol zijn in deze strategie bepalen de 'marktprijs'. De bedrijfsvoering van deze specialisten past echter minder goed in het beheer van het mariene *ecosysteem* als geheel. Een gespecialiseerde tong- en scholvisser heeft geen zakelijk belang bij een goed kabeljauwbestand. Er is geen prikkel een plaatselijk platvisbestand met rust te

laten, als er bijvoorbeeld teveel jonge kabeljauw wordt meegevangen. Er is nauwelijks aanvoer van dagverse vis met hoge kwaliteit. Kustvissers verliezen als gevolg van de schaalvergroting terrein.

Ze dreigen verder terrein te verliezen, omdat de markt voor duurdere vissoorten dreigt te worden overgenomen door de *aquacultuur*. Steeds meer vissoorten

54 Stichting Geïntegreerde Visserij, Groningen.

55 Stichting de Noordzee, Utrecht.

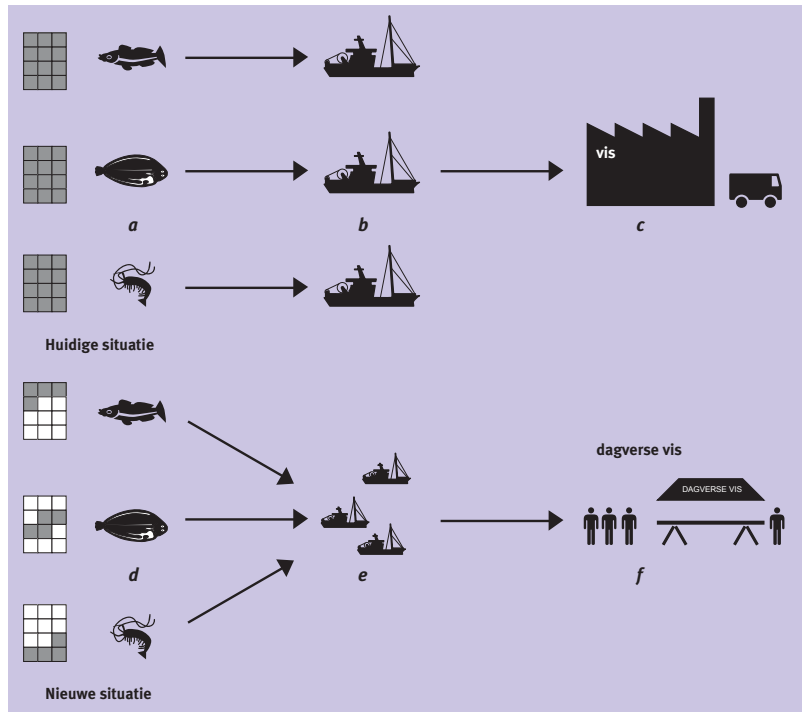
Figuur 6

Huidige situatie

- a specialisatie op specifieke soorten vis*
- b schaalvergroting en intensivering*
- c visafslag*

Nieuwe situatie

- d visserij op verschillende soorten (seizoensafhankelijk)*
- e flexibel en gemengd visserijbedrijf*
- f kwaliteitsmarkt voor dagverse vis*



kunnen gekweekt worden. Kabeljauw is een grote groeier.⁵⁶

De huidige visserij biedt nauwelijks werkgelegenheidsperspectieven aan jonge vissers. De noodzakelijke investeringen in vangstrechten zijn te groot.

De markt voor dagverse en hoogwaardige kabeljauw, tong, zalm en paling zou perspectief kunnen bieden voor de kustvisserij en jonge vissers.

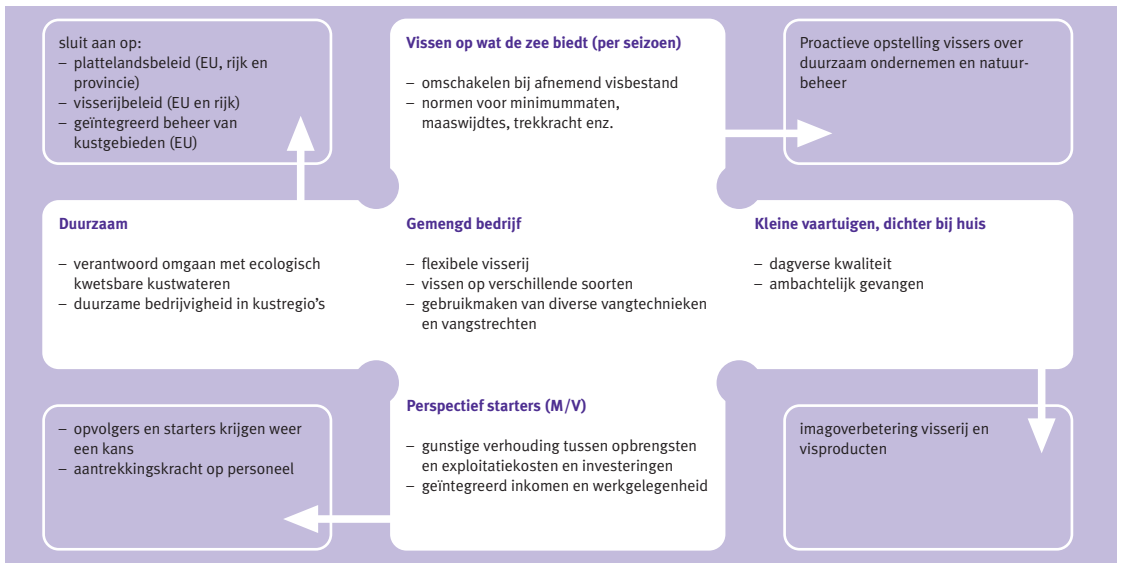
IDEE

De markt van dagverse kwaliteitsvis kan een kans bieden voor een duurzame en goed renderende kustvisserij. Voor het aanboren, ontwikkelen en bedienen van deze markt is een vloot dagvissers nodig: het ‘gemengde bedrijf’ in de kustvisserij. Het doel van het experiment is om een nieuw model van beheer van de vangstrechten uit te proberen, die de ontwikkeling van het gemengde visserijbedrijf mogelijk maakt. Dit bedrijf is flexibel in de soorten vistuig die gebruikt worden, zodat de visser soepeler kan reageren op de **dynamiek** van het ecosysteem. Door het jaar heen wordt op verschillende soorten vis gevist (bijv. tong, garnalen, kabeljauw, zeebaars).

Uitdagingen voor dit experiment:

- Een visser moet het zich economisch kunnen veroorloven een specifiek bestand met rust te laten. Door zich op verschillende soorten te richten, kan het boekjaar met een positief resultaat worden afgesloten.

⁵⁶ De kweek van kabeljauw zit in een stroomversnelling nu wilde kabeljauw schaars wordt. De kans is groot dat gekweekte kabeljauw (een deel van) de markt zal hebben overgenomen, voordat de kabeljauwstand op de Noordzee zich zodanig heeft hersteld dat de vangst weer kan toenemen.



Figuur 7

Het idee van de visbank: de ontwikkeling van het gemengde visserij-bedrijf.

- Voor de consument moet het vanzelfsprekend worden dat bepaalde soorten kwaliteitsvis horen bij een bepaald seizoen. Het gevoel dat hoort bij de eerste haring in juni, moet ook weer bij andere dagverse vis gaan leven.
- De consument moet het aspect ‘duurzaam gevangen’ kunnen herkennen aan het visproduct. Er is momenteel wel vraag naar duurzame vis, maar de vangstgegevens ontbreken op dit moment nog in de viswinkel. De Nederlandse visketen zal de erkenning en herkenbaarheid van vangstmethoden moeten inzetten in de marketing.⁵⁷

In dit experiment wordt de volgende hypothese getoetst:

Een nieuwe variant van co-management, waarin de publieke en private rechten anders georganiseerd worden, kan de basis zijn voor een duurzame visserij (ecologisch en economisch).

In Nederland bestaat al een vorm van co-management, namelijk de zogenaamde Biesheuvelgroepen. De verantwoordelijkheid voor het beheer van de **quota** ligt bij deze groepen vissers. Het hier voorgestelde idee van de visbank bouwt daarop voort.

Via de visbank geeft de overheid ruimere visserijmogelijkheden aan vissers die zich aan bepaalde beperkingen willen onderwerpen. Binnen die beperkingen ontstaat een grotere vrijheid om het vrije ondernemerschap uit te oefenen. Het experiment sluit aan bij het huidige beheerssysteem in Nederland waar vangstbeperking en quota wezenlijke onderdelen van het visserijbeheer vormen.

De visbank is een centraal beheerssysteem van vangstrechten. De vangstrechten die de visbank beheert, zijn door aankoop eerst aan de markt onttrokken

⁵⁷ In Frankrijk is dit bijvoorbeeld wel het geval.

en worden daarna onder voorwaarden aan de deelnemers verhuurd. Ze betalen per kilo aangevoerde vis een ‘pachttarief’ dat per soort vis verschilt. De voorwaarden voor verhuur gaan over tonnage en trekkracht van het vaartuig, over maaswijdte en lengte van de staande netten en van de beuglijnen, en over het formaat van de haken waarmee wordt gevestig. Tevens is er een ‘visplan’ dat door de vissers is opgesteld en waarin wordt bepaald in welke jaargetijden en of onder welke condities de deelnemers op een andere visserij overschakelen (zie Figuur 7).

Streefbeeld van de visserij in ‘Wieringerzijl’

De Wieringerzijler is een dagvisser die vroeg in het jaar met de kabeljauwvisserij begint. In het voorjaar schakelt hij over op tong, in de zomer vist hij op garnalen, makreel of zeebaars. In het najaar schakelt hij over op kabeljauw of eventueel op sprout. Hij vist dicht bij huis, en alleen op een soort die in voldoende mate voorhanden is en een goede prijs oplevert. Vermindert het bestand, trekt de vis weg, of zakt de prijs, dan schakelt hij over op een andere vissoort. Zijn schip is relatief goedkoop in aanschaf en onderhoud. Hij gebruikt veel passieve vistuigen zoals staande netten en lijnen en hij verbruikt weinig brandstof. Door de geringere investeringen en exploitatiekosten per kilo gevangen vis realiseert hij zijn inkomen. Hij lost zijn vangst dagelijks in de haven van Wieringerzijl. Daar wordt de afzet geregeld door de lokale veiling van de visbank. De veilingmeester staat borg voor de kwaliteit van de aanvoer, de verwerking en het certificeren van de vis. Een groot deel wordt rechtstreeks aan de horeca en visdetaillisten verkocht. In de handel wordt de vis verkocht met een speciaal label dat aangeeft waar, wanneer en hoe de vis is gevangen.

De Wieringerzijlers kunnen op deze manier vissen, omdat ze niet het volle bedrag in de benodigde quantum (individuele vangstrechten) en vergunningen (voor het gebruik van vistuigen) hoefden te investeren. Die vangstrechten zijn eigendom van de ‘visbank’ waarbij ze zijn aangesloten. De visbank is begonnen als experiment. De benodigde visrechten zijn voor een deel met subsidie aangekocht. Daarvoor zijn ook Europese subsidies voor regionale ontwikkeling gebruikt. De tussenkomst van de gemeenten en de provincies heeft daarbij enorm geholpen. Het experiment werd gesteund door de ministeries van LNV en van VROM. Zowel de visserij- als de natuurbeschermingsorganisaties staan er achter. Al deze partijen vonden destijds dat de kuststrook voor Wieringerzijl geschikt was voor zo’n experiment. De gewenste vissoorten komen hier voor en zware kotters (boven 70 Bt en 300 pk) mogen er toch al niet vissen vanwege de capaciteitsbeperking voor vissersschepen in de 3-mijlszone. De vangstrechten worden onder voorwaarden aan de deelnemers verhuurd. Op wrakken mag bijvoorbeeld niet gevestig worden met netten. Voor de wrakvisserij op kabeljauw en zeebaars hebben de Wieringerzijlers met succes het ‘jiggen’ uitgeprobeerd: volautomatische liertjes die heel nauwkeurig beaasde lijnen een gekozen diepte laten afvissen. Bijvangst komt bij het jiggen niet voor en er blijven ook geen afgescheurde netten meer achter op de wrakken.

Inmiddels heeft het experiment laten zien dat de ‘visbank’ een goede constructie kan zijn voor een gemengd visserijbedrijf. Bij de vissers neemt het veel druk weg; de vissers exploiteren alleen hun schip, hun materiaal en hun kennis. Ze hoeven nauwelijks marktwaardige vis overboord te zetten. En door gezamenlijk hun afzet en marketing te organiseren, krijgen ze meer voor hun vis betaald. Visdetailisten en restaurateurs uit de regio scharen zich immers dagelijks rond de variëteit aan vis op de veiling. Topkoks maken reclame voor de vis. Het gemengde zeebedrijf heeft een economische uitstraling op de hele regio. “Wij kunnen onze klanten topkwaliteit voorschotelen die uit de eigen streek afkomstig is. De vis is onbeschadigd, de kwaliteit is gegarandeerd. Bovendien is er elke dag verse vis. En als een bepaalde soort vis er niet is, dan wijzigen we het menu”, aldus een restauranthouder uit de regio.

Voordelen

- Een vorm van beheer van vangstrechten die het risico van uitputting van afzonderlijke visbestanden verkleint.
- Visbestanden die nu niet geogst worden, krijgen meerwaarde door een markt voor kwaliteitsvis te ontwikkelen en te bedienen.
- Door de geringere investeringen kunnen jonge ondernemers of visserskinderen weer een eigen bedrijf beginnen.
- De vraag van de consument naar ‘duurzaam gevangen vis’ wordt beantwoord en kan verder worden ontwikkeld.
- De ontwikkeling van een bedrijfsvorm waarin selectieve, niet-bodemeroerende vistuigen zijn in te passen (lijnen, jiggen, staande netten).
- De introductie van visserijbedrijven die per kilo gevangen vis meer inkomen en werkgelegenheid genereren in gemeenschappen langs de kust.
- Doordat de druk op de visserij vermindert, kunnen interessante bodemhabitats zich herstellen en wordt de kraamkamerfunctie van het kustgebied verbeterd.
- Er wordt een bijdrage geleverd aan de leefbaarheid van het platteland in de kustregio (met mogelijkheden voor de ontwikkeling van toerisme).

REALISATIE

Voordat het experiment van start kan gaan, zal een voorbereidende studie duidelijk moeten maken in welke vorm deze constructie technisch en economisch haalbaar is. Vervolgens zal na ongeveer vijf jaar aangetoond moeten kunnen worden of de beoogde ‘waarden’ zijn versterkt. Op dat moment moet aange-toond zijn of:

- 1 de visbank algemeen toegepast kan worden voor de hele Nederlandse kust (evenzo voor aanverwante maatregelen zoals de beperkingen in de 3- en 12-mijlszone);
- 2 er sprake is van een groeiende markt voor dagverse kwaliteitsvis, waarin ruimte is voor meer aanvoerders;

- 3 de hoeveelheid werkgelegenheid dan wel inkomen per kilo gevangen vis hoger is dan in andere visserijbedrijven.

Als blijkt dat deze manier van vissen in hoge mate zelfregulerend kan zijn wat betreft een evenwichtige bevissing van de verschillende bestanden dan kan in een volgende fase van het experiment het quotasysteem worden omgevormd tot een ander systeem. In het ideale geval zijn dan alleen nog maar afspraken nodig over capaciteit en vangst (pk's, tonnage en evt. zeedagen). De visbank wordt dan een zeedagenbank.

Knelpunten

- Er moeten ondernemers of ervaren vissers bereid worden gevonden om het experiment aan te gaan. Zij zullen in staat moeten zijn om eventueel te investeren in een vaartuig en vangtuigen.
- Momenteel is er een veilplicht in Nederland. Dit beperkt vooralsnog de mogelijkheid om dagverse vis van schip tot winkel te kunnen identificeren en controleren.
- De markt voor dagverse vis zal ontwikkeld moeten worden. Het experiment moet daarom klein beginnen. Voor deze bedrijven moet er een vangnetconstructie komen ingeval hun inkomsten ver onder de gemiddelde voorgaande inkomsten komen (bijv. wanneer de vangst tegen reguliere marktprijzen moet worden afgezet).
- Mogelijk moet de regelgeving voorzieningen treffen om de vangstrechten van één groot bedrijf in gedeelten beschikbaar te stellen aan verschillende kleine bedrijven (dat is binnen de huidige regelgeving bijna niet mogelijk).

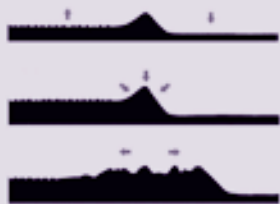
Randvoorwaarden

- Andere vissers moeten de zekerheid hebben dat het model bij gebleken succes niet aan hen opgedrongen wordt. De keuze tussen verschillende strategieën voor het beheer van de eigen vangstrechten moet vrij zijn.
- Bij voorkeur zou weer een specifieke zone voor de kustvisserij ingesteld moeten worden. In België geldt bijvoorbeeld binnen de 3-mijlszone een maximum tonnage van 70 Bt.
- Bij voorkeur moet de aankoop van vangstrechten voor de visbank ook leiden tot een gedeeltelijke reductie van de vangstrechten, zodat na heruitgifte de visserijdruk meer in evenwicht wordt gebracht met de visbestanden.

Stappenplan

- 1 Samenstellen van een initiatiefgroep met vissers en andere deskundigen.
- 2 Haalbaarheidsonderzoek, inclusief marktverkenning en financieringsmogelijkheden voor de visbank.
- 3 Overleg met (andere groepen) vissers.

- 4 Planvorming en planning, inclusief begeleidend onderzoek en communicatiestrategie.
- 5 Subsidie aanvragen.
- 6 Contact met verwerkende industrie en detailhandel om een speciale 'versvisketen' op te zetten.
- 7 Intentieverklaring van visbankbestuurders, vissers en betrokken overheden.
- 8 Start van het experiment.



CREËREN BUFFER

ZAND IN ZICHT

ZEESPIEGELSTIJGING EN BODEMOALING ZETTEN DE VEILIGHEID VAN NEDERLAND ONDER DRUK. DIT VRAAGT OM EEN ANDER KUSTBEHEER: EEN BUFFERZONE DIE MEE KAN GROEIEN MET DE ZEE. OMDAT RECREATIE EN KUST VEEL MET ELKAAR VAN DOEN HEBBEN WORDT VOOR DEZE OPGAWE GEZOCHT NAAR EEN NIEUWE SYNTHESE. DEZE IS UITGEWERKT VOOR TWEE VERSCHILLENDE LOCATIES.



SUPPLEREN



RECREATIE



VERPLAATSING ZAND



NATUUR

SANDRA DE BONT EN HAROLD VAN DEN BROEK



T=0

T=1-10

T=15

T=20

T=25

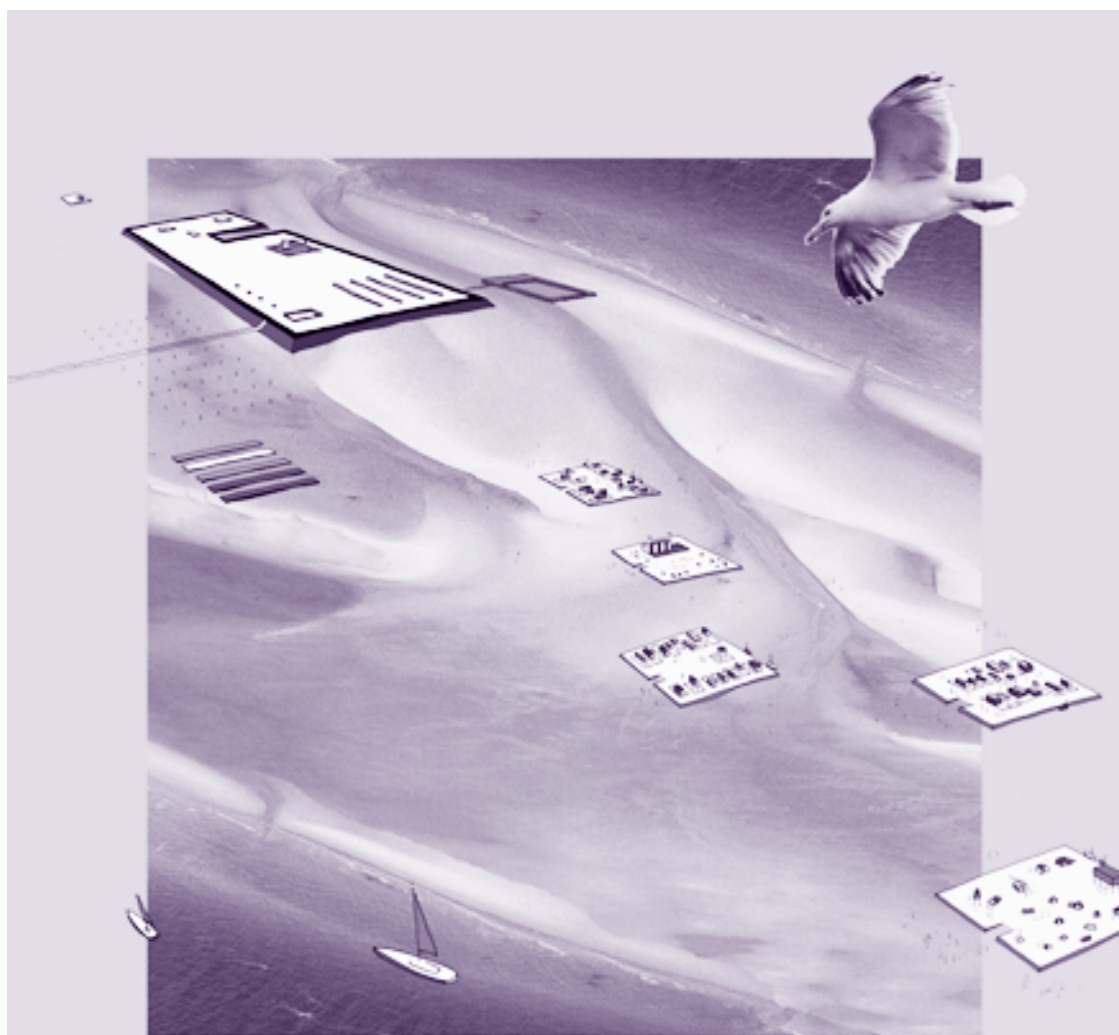
T=45



LOCATIE HOEK VAN HOLLAND - SCHEVENINGEN

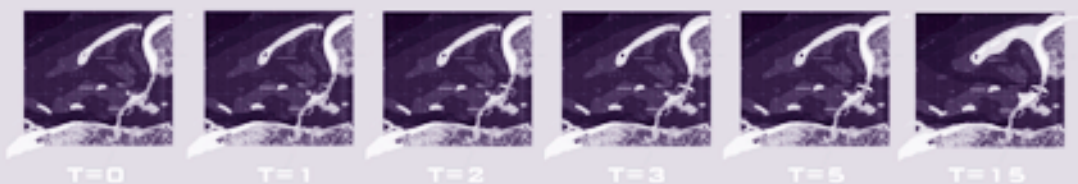
MEGASUPPLETIES IN DE VORM VAN EEN JAARLIJKS TERUGKEREND (MIN. 15 KEER) SUPERDUIN MAKEN EEN EIND AAN DE ZEER SMALLE KUSTZONE EN HET GROTE ZANDEKORT. DE NOORDERDAM GROEIT MET DE KUST MEE EN ONTWIKKELT ZICH TOT DE NIEUWE BOULEVARD VAN HOEK VAN HOLLAND.

T=30



LOCATIE BROUWERSDAM

JAARLIJKS TERUGKERENDE RECREATIE-EILANDEN VAN ZAND VERGROTEN DE KUST-
VEILIGHEID VAN DE DELTA.



CONCLUSIE

EEN ANDERE MANIER VAN SUPPLEREN LAAT EEN GEVARIIEERDER, CONTRASTRIJKER EN DYNAMISCHER LANDSCHAP ONTSTAAN. DIT ZORGT NIET ALLEEN VOOR EEN VEILIG NEDERLAND MAAR DOEK VOOR EEN FANTASTISCH RECREATIEF MILIEU. VEILIGHEID EN RECREATIE GAAN HAND IN HAND.



SUPERDUIN



NOORDERGAM HOEK VAN HOLLAND



RECREATIE-EILAND BIJ EB



ONDERZOEKBEILAND

4

Zeecultuurpark

4.1 INTRODUCTIE

*Esther Luiten*¹

Op het grensvlak van land en water komt een groot aantal activiteiten samen. Daar woont en werkt de mens. Juist daar is er behoefte aan voedsel en energie, maar ook aan vertier en recreatie. Vooral estuaria zijn biologisch productief. Het land is vaak vruchtbaar en de natuurwaarden van estuaria zijn enorm (zie tekstkader Estuaria). De Nederlander trekt naar strand en duinen om te wandelen, te zonnen, en te genieten van de weidsheid van de zee, de dynamiek van branding en golven en van de frisse wind om het hoofd. Op het grensvlak van land en water zullen de toenemende druk van het zoute water als gevolg van een verdere stijging van de zeespiegel, de daling van de bodem en de inklinking van de polders het sterkst gevoeld worden. De overgang van land naar water is dus belangrijk voor de mens en vraagt om een doordachte en integrale ontwikkeling voor de toekomst. Durven we het zout juist in dat gebied toe te laten en te ontdekken hoe we kunnen genieten in een zilt milieu?

Het concept ‘Zeecultuurpark’ staat voor het duurzaam oogsten van een divers zeebanket in de dynamische omgeving van een estuarium, waarbij er oog is voor de ontwikkeling van natuurlijke, cultuurhistorische en recreatieve waarden.

¹ STT/Beweton, Den Haag.

In dit hoofdstuk worden drie regionale ontwerpen geschetst en uitgewerkt. Eerst wordt stilgestaan bij de redenen waarom een Zeecultuurpark een interessant concept is (paragraaf 4.2). Paragraaf 4.3 vat de uitgangspunten van het zeecultuurpark samen en introduceert de drie regionale ontwerpen. Ten slotte volgen de drie ontwerpen zelf.

Estuaria

Mindert de Vries², Wim Wiersinga³

Estuaria zijn overgangsgebieden tussen een of meer rivieren en de zee. Op die plaats is onder invloed van de rivierwaterafvoer en het getij de watermassa in beweging (voor een gedetailleerdere beschrijving van estuaria en karakteristieken van estuaria, zie [Backx, 2001]). Nederland kent twee voormalige estuariene gebieden: de Zeeuwse Delta (Wester- en Oosterschelde, Grevelingen, Haringvliet) en het Waddengebied (Zuiderzee/IJsselmeer, Lauwerszee/Lauwersmeer en Eems-Dollard). De halfdaagse cyclus van eb en vloed en de tweewekelijkse cyclus van springtij en doortij spelen een belangrijke rol in estuaria. Het tij zorgt voor een intensieve menging van de waterkolom en het periodiek droogvallen van zandplaten, slikken (wad) en **schorren (kwelders)**. Schorren of kwelders bevinden zich boven de gemiddelde hoogwaterlijn. Ze worden niet elke keer overspoeld door het opkomende tij. Met eb en vloed veranderen het zuurstofgehalte en de temperatuur van de wadbodem. De getijstrooming zorgt voor verplaatsingen van zand en slib, en voert **voedingsstoffen** mee uit zee. Ook de rivieren voeren voedingsstoffen aan. Deze **nutriënten** en de relatief hoge temperaturen in de ondiepe gebieden veroorzaken een snelle groei van **algen**. Dit alles maakt een estuarium tot een biologisch hoog productief gebied. Bovendien hebben estuaria van nature een groot zuiverend vermogen, omdat ze stoffen kunnen vastleggen (door sedimentatie en opname in organismen), omzetten en verwijderen. Behalve de grote dagelijkse verschillen en seizoensvariaties in temperatuur, zuurstof, licht en nutriënten treft men drie karakteristieke gradiënten aan:

- het zoutgehalte van het water (zout-zoet);
- de hoogteligging van geulen, slikken en **schorren** (nat-droog);
- en de grofheid van het sediment (slib-zand).

De gradiënten zorgen voor een grote landschappelijke variatie en bieden een groot aantal **habitats** voor veel verschillende, maar voor dat gebied specifieke soorten planten en dieren. De variatie in lokale condities is op de droogvallende delen veel extremer dan in het zeemilieu waar altijd water staat. Remane (1969) heeft een studie uitgevoerd naar de fauna van de Oostzee en een relatie gelegd tussen het zoutgehalte en het voorkomen van soorten. Zijn curve vormt de basis voor het klassieke beeld van een estuarium dat arm is aan soorten, maar waarvan de populaties die zich handhaven, worden gekenmerkt door een omvangrijke groei en voortplantingscapaciteit.

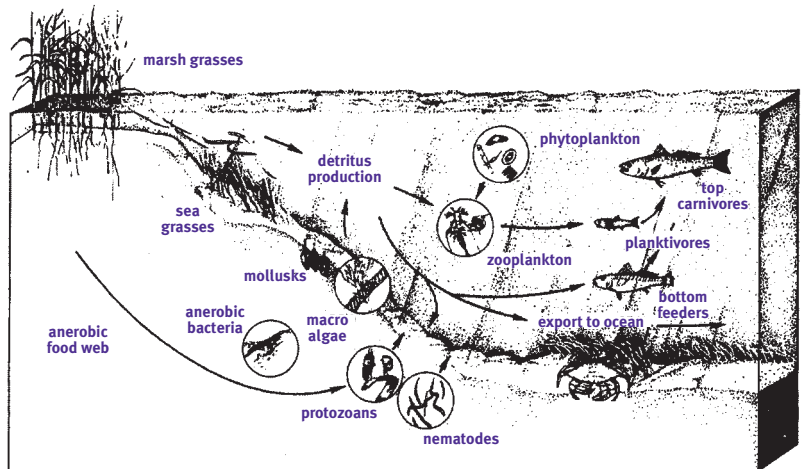
.....
² Waterloopkundig
Laboratorium|Delft Hydraulics,
Delft.

³ Expertisecentrum LNV, Ede.

Primaire producenten, bacteriën en **detritus** vormen het voedsel voor het **zoöplankton**. Dit vormt de basis voor de **voedselpiramide** in een estuarium. De aanwezige typen algen en zoöplankton variëren met het seizoen. Algen en zoöplankton zweven vrij in het water, maar leven ook in en op de bodem. Er bestaat een sterke voedseluitwisseling tussen bodem en waterkolom. De diversiteit aan bodemorganismen (benthisch) is enorm. Voor een overzicht en beschrijving van de benthische soorten wordt verwezen naar [Wolff, 1973]. Figuur 1 geeft een vereenvoudigde voedselpiramide van een estuarium.

Figuur 1

Vereenvoudigd voedselweb van een estuarium. Bron: [Day, 1989].



Wanneer men vanuit het water naar het land gaat – van water naar slik naar **schor** – komt men verschillende mariene organismen tegen. De flauw oplopende, zanderige getijdenoeveren staan nagenoeg het hele etmaal onder water en vallen slechts korte tijd droog. Hier komen verschillende soorten **wieren** en zee gras (*Zostera*) voor.

Zeegrassoorten zijn de enige vaatplanten in Nederland die in zee kunnen leven. Uitgestrekte zeegrasvelden kunnen sediment invangen en zo invloed uitoefenen op de plaatopbouw. Ze vormen tevens een habitat voor vissen en crustaceeën. Op deze zandige, onder water staande oeveren komen ook veel schelpdiersoorten voor, bijvoorbeeld het nonnetje (*Macoma*) en de kokkel (*Cerastoderma*). Daar komen ook oester- en mosselbanken voor.

Het gebied dat gedurende elk getij slechts enkele uren overstroomd wordt, heeft vaak slikrijke bodems. Er zijn veel poeltjes en krekens. De meeste organismen in deze zone zijn bodembewoners, die uitdroging, bevriezing of oververhitting proberen te overleven door zich in te graven zoals de wadpier (*Arenicola*). We treffen hier vaak ook algenmatten aan, die bestaan uit diatomeeën en cyanobacteriëën. De biologische productiviteit van deze zone is erg hoog. Dit gebied wordt door vogels zoals steltlopers, en vissen die zich mee laten voeren met het tij, intensief benut om voedsel te zoeken.

De lagere delen van de schor of **kwelder** verdwijnen regelmatig onder water. De hogere delen doen dat alleen tijdens zware storm. Op de schor treedt een karakteristieke zonering op in vegetatie. Zeekraal is de pionierplant. De minuscule zaden slibben zich vast in de zware kleigrond en ontwikkelen zich tot forse struikjes. Maar op de schor neemt Engels slijkgras vaak de plaats in van het zeekraal. Iets hoger op de kwelder, ongeveer op de hoogwaterlijn, groeit kweldergras. Op het middendeel van de schor groeien lamsoor, zeealsem, zoutmelde, zeeaster en schijnspurrie. Naar de landkant toe wordt de vegetatie hoger en dichter, waardoor de schor zich door opslibbing steeds verder ophooft. Op de hoge delen treft men soorten aan als engels gras, rood zwenkgras, strandkweek, biestarwegras en riet. De begroeiing varieert sterk tussen de seizoenen. We treffen de hoogste dichtheden aan in de late zomer, terwijl de schor in de winter vrijwel kaal kan zijn. De vastelandkwelders in het noorden van Nederland zijn door landaanwinning ontstaan en zijn daardoor halfnatuurlijk. Ze verschillen van de natuurlijke kwelders op de Waddeneilanden.

Vissen gebruiken het estuarium voor verschillende doeleinden. Estuaria zijn belangrijk als trekroute voor diadrome vissen⁴. Sommige vissen brengen hun volwassen leven op zee door, maar hebben zoet water nodig om te paaien (zalm, stekelbaars, fint en steur). Voor andere vissen (aal en bot) is het juist omgekeerd. Veel vissoorten leggen hun eitjes in de Noordzee, maar benutten de estuaria als kraamkamer (zoals haring, schol, sprat en tong). Er zijn aanwijzingen dat de beschikbaarheid en kwaliteit van estuaria als groeigebied voor commerciële platvissoorten de totale populatiegrootte op de Noordzee bepalen. De diverse functies die estuaria kunnen hebben voor verschillende soorten vissen is nog niet goed en volledig in kaart gebracht.

Door hun productiviteit en uitgestrektheid zijn de Nederlandse estuariene gebieden ideale fourageer- en overwinteringsgebieden voor een grote groep (trek)vogels zoals de scholekster, de kluut, de turelaar, strandlopers, bontbek- en strandplevier en ganzen. In augustus is de najaarstrek in volle gang. Miljoenen trekvogels komen in het Waddengebied en in de Delta op krachten. In de winter is ongeveer eenderde van de totale rotganzenpopulatie in het Waddengebied te vinden. Vogels als de kluut, de zwarte ruiter, de tureluur en de wintertaling gebruiken de estuaria ook als broedbiotoop. Er zijn minstens 50 soorten vogels die ecologisch gezien gebruikmaken van estuaria. De soortenlijsten zijn vaak niet compleet, maar laten zien dat estuaria gebieden zijn met zeer veel natuurwaarde.

In de Nederlandse estuaria wordt veel wetenschappelijk onderzoek verricht om zo een beter inzicht te krijgen in het functioneren van deze **ecosystemen**. Dit is nodig om antwoorden te kunnen geven op vragen van beheerders en of beleidsmakers, die willen weten wat het effect is van bepaalde activiteiten op de ontwikkeling van deze ecosystemen. De Europese **Vogel-** en **Habitatrichtlijnen**, die als doel hebben om natuurwaarden te beschermen, vereisen inzicht in het functioneren van de Nederlandse estuaria zodat (nieuwe) activiteiten getoetst kunnen worden aan deze

4 Diadrome vissen migreren tussen zeewater en rivier. Anadrome vissen leven voornamelijk in zee, maar planten zich voort in zoet water. Katadrome vissen leven juist in zoet water, maar gaan voor hun voortplanting naar zee. Amphidrome vissen migreren tussen zoet en zout water, niet vanwege de voortplanting, maar voor voedsel.

richtlijnen. In hoofdlijnen richt het onderzoek zich op de fysische, chemische en biologische processen in het ecosysteem. Meer recent richt het onderzoek zich op de interacties tussen deze processen. Zo worden studies verricht naar de relatie tussen veranderde fysische karakteristieken (bijv. diepte, getijslag, zoutgehalte), waterkwaliteit, **primaire productie** en het voorkomen van habitats van allerlei soorten schelpdieren en vogels. Andersom is ook de invloed van mariene vegetatie en bodemleven op de a-biotische, morfologische processen een belangwekkend onderwerp voor onderzoek. Het onderzoek wordt niet alleen met behulp van geavanceerde mathematische modellen achter het bureau uitgeoefend of in het laboratorium, maar er wordt ook veel veldwerk verricht.

Referenties

- Backx, JJGM, CC de Leeuw (2001). *Naar een herstel van estuariene gradiënten in Nederland*. RIKZ/RIZA, Rijkswaterstaat, Haren/Lelystad
- Day, JW, CAS Hall, WM Kemp, A Yanez-Arancibia (1989). *Estuarine Ecology*. John Wiley & Sons Ltd, New York
- Wolff, WJ (1973). *The Estuary as a Habitat. An Analysis of Data on the Soft-Bottom Macrofauna of the Estuarine Area of the Rivers Rhine, Meuse and Scheldt*. Proefschrift. Rijksuniversiteit Leiden

4.2 WAAROM OOGSTEN UIT DE NATUUR?

*Henno van Dokkum*⁵, *Wim Wiersinga*⁶, *Aad Smaal*⁷

Er is geen dwingend motief dat heeft geleid tot het uitwerken van het concept Zeecultuurpark voor deze verkenning. De voedselvoorziening in Nederland staat bijvoorbeeld niet onder druk. Ook de problemen met het watermanagement die voortkomen uit zeespiegelstijging, zouden voorlopig gewoon met dijken opgelost kunnen worden. Er zijn slechts enkele zwakke dijkvakken die nu om versterking vragen. Het concept Zeecultuurpark kan echter verschillende belangen dienen. Het kan bijdragen aan het oplossen van problemen die op kortere of langere termijn toch zullen gaan spelen. Naarmate een Zeecultuurpark meer belangen dient, wordt de aanleg wenselijker. Tabel 1 geeft een overzicht hoe een Zeecultuurpark kan bijdragen aan oplossingen. De belanghebbende actoren zouden in een later stadium als (mede)financier of trekker van dit soort initiatieven kunnen optreden.

5 TNO-MEP, Den Helder.

6 Expertisecentrum LNV, Ede.

7 Centrum voor Schelpdieronderzoek, Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, Yerseke.

De tijd lijkt rijp voor een Zeecultuurpark. Er zijn vier ontwikkelingen waarop het idee van zo'n park kan meeliften.

Problemen korte termijn	Bijdrage aan oplossing	Belanghebbenden
De grootschalige akkerbouw en intensieve tuinbouw staan onder druk	Een Zeecultuurpark kan alternatieve inkomstenbron bieden door zilte tuinbouw. Een Zeecultuurpark biedt kansen voor duurzame landbouw	agrariërs, LTO, ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
De stijgende zeespiegel, een veranderende waterafvoer en het inklinkende land veroorzaken verzilting van landbouwgronden en een gebrek aan zoet water	In een Zeecultuurpark worden producten geoogst die gedijen onder zilte condities	agrariërs, LTO, ministerie van Verkeer en Waterstaat, ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Lage estuariene natuurwaarden in de huidige statische aquaria (in voormalige Delta-armen)	Een Zeecultuurpark kan bijdragen aan het behoud en herstel van dynamische zoet-zoutgradiënten	provincie, Rijkswaterstaat, ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Problemen met de waterkwaliteit in voormalige Delta-armen	Een Zeecultuurpark kan bijdragen aan een hersteld natuurlijk vermogen om water te zuiveren	provincie, Rijkswaterstaat, waterschappen
Onvoldoende aanbod in de natuur van bijv. mosselzaad om aan de groeiende vraag naar schelpdieren te voldoen	Het vergroten van kweekmogelijkheden door nieuwe duurzame productietechnieken en meer ruimte	producenten, handel en consumenten
Beperkte ruimte voor recreatie en natuurbeleving, terwijl de behoefte eraan toeneemt	Een Zeecultuurpark biedt kansen voor nieuwe recreatieve vormen van natuurbeleving	VVV's, provincies
Problemen lange termijn	Bijdrage aan oplossing	Belanghebbenden
Maatschappelijke discussie over de duurzaamheid van de schelpdiervisserij	Een Zeecultuurpark zoekt naar innovatieve, duurzame bedrijvigheid voor voedsel zoals schelpdieren. Het geeft ruimte voor productie en handel, productdiversificatie, inkomen en werkgelegenheid	vissers, Productschap Vis (Mosselkantoor)
De zeespiegelstijging leidt tot minder veilige kusten. Er is in de kustregio nu beperkte ruimte voor kustverdediging	Een Zeecultuurpark geeft ruimte om mee te groeien met de zee door een uitbreiding van de estuariene gebieden	inwoners, waterschappen, Rijkswaterstaat
Het versterkte broeikaseffect vraagt duurzame manieren van productie van energie	Herstelde gradiënten in getij en voor zoet-zout geven kansen voor alternatieve vormen van duurzame energie	energiebedrijven

Tabel 1

De voordelen van een Zeecultuurpark.

Allereerst krijgt de consument steeds meer belangstelling voor de oorsprong van voedsel. De consument wil weer weten hoe voedsel wordt geproduceerd. ‘Waar komt het voedsel vandaan’ en ‘is het wel veilig’ zijn veel gestelde vragen. Met een Zeecultuurpark kan de afstand die er bestaat tussen de consument en de productie van voedsel verkleind worden. Regio’s worden herkenbaar in korte voedselketens. Hierbij hoort een eetcultuur waarbij eten in verband wordt gebracht met kwaliteit, met genieten. Een Zeecultuurpark speelt in op de eigenheid van voedsel uit de regio en sluit aan bij de trends van gevarieerd, gezond, natuurlijk eten. Door de schaalgrootte van de regio kan een palet aan herkenbare producten geboden worden, waardoor de interesse van afzetkanalen groeit.

Sleutelconcepten: natuurproducten, economische dragers in de regio, regionaal kwaliteitsproduct, korte ketens

Ten tweede is er de afgelopen jaren sprake geweest van een omslag in het denken over water. Het ‘ruimte-voor-water-denken’ dat heeft postgevat, wordt ook doorgetrokken naar het zoute water. In de 4e nota Waterhuishouding van het ministerie van Verkeer en Waterstaat uit 1998 is gepleit voor een herstel van de veerkracht van watersystemen. Door de rivieren meer ruimte te geven, kan de natuurlijke hydromorfologie van rivieren en estuaria gedeeltelijk hersteld worden. Dit betekent niet alleen een verrijking voor het waterbeheer (denk aan de afwatering van rivieren, de waterkwaliteit, de zuivering van rivierwater en de veiligheid), maar ook voor de ecologische waarden van die systemen (zie tekstkader Afsluiten van zeearmen in de Delta). Wanneer door het streven naar veerkrachtige watersystemen het areaal aan estuarien gebied kan worden uitgebreid, dan biedt dit letterlijk ruimte voor een Zeecultuurpark. Manieren om ruimte voor water te creëren, zijn een binnendijkse berging van rivierwater en ‘ontpoldering’, en de vernatting en **verzilting** van bestaande polders. Nieuwe vormen van natuurlijke waterkeringen kunnen veiligheid, natuur en voedselproductie koppelen en een nieuwe trekpleister van internationale allure worden (zie tekstkader Brede waterkeringen).

Sleutelconcepten: dynamisch en integraal kustbeheer, herstel van zoet-zoutgradiënten, ruimte voor water, verbreding van de waterkeringszone, eco-engineering, bouwen met de natuur

Duurzaamheid wordt steeds belangrijker in onze maatschappij. Duurzaamheid vereist dat economische ontwikkelingen gekoppeld worden aan het versterken van de kwaliteit van de leefomgeving. Het concept van een Zeecultuurpark past daar goed in, omdat het concept economische activiteiten omvat die op duurzame wijze passen in de omgeving en die de natuurlijke **dynamiek** en biodiversiteit respecteren. Herstelde ecologische processen vormen de basis voor de productie van voedsel. Een Zeecultuurpark richt zich op kwaliteit en diversi-

ficatie, en op hoogwaardige natuurlijke producten, die zich onderscheiden in de markt.

Sleutelconcepten: boeren in de natuur, kwaliteit boven kwantiteit, 3-P, duurzame productie

Ten slotte is multifunctioneel ruimtegebruik het credo voor plannend Nederland. Door meer functies in een gebied gelijktijdig te versterken, wordt de ruimte vaker optimaal gebruikt. De toenemende vraag naar ruimte maakt dat ook steeds noodzakelijker. Een Zeecultuurpark past nadrukkelijk in deze filosofie. De hoge biologische productiviteit biedt bijvoorbeeld kansen voor de coproductie van afvalwaterzuivering, hoge natuurwaarden en voedsel. Zilte polders geven ruimte voor tuinbouw, **maricultuur**, natuurbeleving en waterberging.

Sleutelconcepten: synergie, multifunctioneel ruimtegebruik, integraal kustbeheer, zilt landgebruik

4.3 ZEECULTUURPARK: UITGANGSPUNTEN EN ONTWERPEN

Martin Scholten⁸, Wim Wiersinga⁹, Esther Luiten^{10,11}

Het concept Zeecultuurpark richt zich op het verzachten van de grenzen tussen land en zee, tussen zoet en zout, tussen cultuur en natuur in de regio. Hoe kan op een veilige manier meer ruimte gegeven worden aan de natuurlijke processen in een estuarium, zodat op een natuurlijke en innovatieve manier voedsel, de culinaire biodiversiteit, kan worden geoogst? Ogenscheinlijk is dit concept weinig innovatief, maar aandacht voor het vervagen van grenzen en het verweven van functies vereist een grote omslag in het denken. Oude kaarten laten zien hoe de mens vroeger leefde in een **zilt** milieu. Het Nederland van vandaag wordt echter gekenmerkt door harde scheidingen.

Het 'scheidingsdenken' domineert; zout water hoort niet in de zoete polder en de productie van voedsel conflicteert met de natuur. Dit concept daagt uit om bestaande dogma's te verlaten. Het vraagt ruimte voor de kwaliteiten van zout water en lef om deze op grotere geografische schaal toe te laten in een regio. Innovatie is nodig om tot duurzame bedrijvigheid te komen. Deze innovatie speelt niet alleen op technologisch gebied, maar vraagt ook om het ontwikkelen van markten en de bereidheid van consumenten om te betalen voor goed en lekker voedsel uit zee. Het concept Zeecultuurpark zorgt ervoor dat de natuurlijke en de voedselwaarde van zout water door iedereen kan worden beleefd, ervaren en gewaardeerd.

.....
8 Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, IJmuiden.

9 Expertisecentrum LNV, Ede.

10 STT/Beweton, Den Haag.

11 Op basis van discussies en bijdragen van deelnemers aan de werkgroep Zeecultuurpark (zie hoofdstuk Organisatie).

De uitgangspunten van een Zeecultuurpark zijn:

- Meer ruimte voor de natuurlijke ecologische processen in een estuarium (getijdenstroming, sedimentatie, natuurlijk verval, biologische productiviteit).
- Het duurzaam oogsten van voedsel op basis van die natuurlijke processen.
- Een multifunctioneel ruimtegebruik met aandacht voor natuurontwikkeling, voor de productie van zeevoedsel, voor kustverdediging en waterbeheer, voor de duurzame productie van energie en voor vermaak en beleving.
- Het versterken van de regionale ruimtelijke kwaliteit en de cultuurhistorische identiteit.

Wanneer we ons de kuststreken van het noorden van West-Europa, Scandinavië, de Middellandse Zee en Noord-Afrika voor de geest halen, dan treffen we enkele van bovengenoemde elementen aan: lokale, vaak kleinschalige visserij in diverse vormen, met daaraan gekoppeld een rijke eetcultuur van alles wat zilt smaakt. Vaak is dit zilte voedsel direct aan de haven of de kust in een lokaal restaurant klaargemaakt. Soms zijn er bedrijven voor visverwerking zoals een rokerij, of is er zoutwinning, of is er een enkele kweker van zilte groenten zoals zeekraal. Vaak aanwezig en overheersend is de toeristische sector met boot- en of duiktochtjes. Maar er bestaat nog nergens een ‘echt’ zeecultuurpark. Dit biedt dus kansen voor Nederland.

De uitgangspunten van een Zeecultuurpark worden voor deze publicatie geconcretiseerd in drie regionale ontwerpen. Deze ontwerpen verschillen niet alleen in de gekozen geografische locatie, maar ook in de mate waarin ze een verandering voor het bestaande watersysteem inhouden.

Het eerste ontwerp ‘ZEE-energie’ wordt ingepast in een bestaand watersysteem (nl. de Oosterschelde). ZEE-energie staat voor het gezamenlijk ontwikkelen van alle waarden van de Oosterschelde: natuur èn productie èn recreatie èn een economische impuls èn een duidelijke identiteit voor de regio. De Oosterschelde is een groot getijdengebied van **schorren**, slikken en platen met een oppervlakte van 37.000 hectare. De Oosterschelde is sinds 8 mei 2002 een Nationaal Park. Op de achtergrond staan enkele grote bouwwerken als de Stormvloedkering, de Zeelandbrug en hier en daar windturbines. Van oudsher vormt Yerseke het centrum van de zeecultuur. De schelpdiersector is van economisch belang voor de regio. De vraag is op welke wijze de natuurlijke productie van zeevoedsel een toegevoegde waarde kan hebben voor het Nationaal Park Oosterschelde.

Het ontwerp ‘Zilte Kop en Zilveren Munt’ richt zich op het voormalige eiland Wieringen en het ingepolderde kweldergebied in de Kop van Noord-Holland (voormalige Zuiderzee). In de vroege Middeleeuwen is daar het eiland Wieringen ontstaan. Het was toen een relatief welvarend eiland, waar de men-

sen leefden van de hen omringende zilte natuur. In dit ontwerp wordt de huidige waterhuishouding in het gebied aangepast aan een situatie waarin opnieuw ruimte is voor zilte tuinbouw. Zout water wordt weer toegelaten in het Oude Veer. De vraag hier is op welke wijze in de Kop van Noord-Holland aan de rand van, en in samenhang met de traditionele functie van de natuur in het Waddengebied ruimte kan worden ingeruimd voor een zout-zoetgradiënt, zodat een zilte economie ontstaat waarin natuur, zeecultuur, zilte tuinbouw, historie en recreatie met elkaar verbonden zijn.

Het ontwerp 'Lely-lagune' richt zich op de Afsluitdijk, die nu als een strak lint door het ooit zo dynamische getijdengebied loopt dat de Waddenzee en de Zuiderzee eeuwenlang verbond. Toen de 32-jarige Lely in 1886 bij de Zuiderzeevereniging in dienst werd genomen om het technisch onderzoek uit te voeren naar de mogelijkheden, bezwaren, kosten en baten van de afsluiting van de Zuiderzee, was het hem al gauw duidelijk dat de bestaande visserij op de Zuiderzee en veel van de natuurwaarden zouden verdwijnen. In dit ontwerp wordt de Afsluitdijk aangepast, zodat er weer een open doorgang komt voor het water tussen de Waddenzee en het IJsselmeer. De vraag hier is hoe waterbouwkundige werken de natuurlijke dynamiek en de productiviteit (in termen van duurzame energie en voedsel) kunnen versterken.

De drie ontwerpen moeten gezien worden als bron van inspiratie, niet alleen voor deze, maar ook voor andere regio's. Het concept Zeecultuurpark biedt een kans om Nederland als waterland met zijn typische erfenis aan dijken en afgesloten zeearmen nieuw leven in te blazen.

Afsluiten van zeearmen in de Delta

Pieter Slim¹², Gijs van Zonneveld¹³

Door de (gedeeltelijke) afsluitingen van zeearmen is de getijdenwerking steeds verder teruggebracht en is het oppervlak aan intergetijdengebied verkleind (zie paragraaf 2.1). Dit heeft voordelen voor de veiligheid gehad. De kustlijn van Nederland is behoorlijk verkort. Op de harde bekleding van de dijken is een nieuw biotoop ontstaan.¹⁴ Maar we zijn erachter gekomen dat er ook nadelen kleven aan het buitensluiten van de natuurlijke processen en dynamiek. De afsluitingen en compartimenteringen van de Delta hebben geleid tot:

Veranderingen in sedimentatie en afslagpatronen. De Oosterschelde, na de Waddenzee het belangrijkste vogelgebied van Nederland, wordt nog altijd geplaagd door 'zandhonger'. Er verdwijnen jaarlijks verschillende hectaren intergetijdengebied. Na de aanleg van de stormvloedkering (1986) zijn de stroomsnelheden in de Oosterschelde met 30 tot 40% afgenomen. Daardoor zijn de stroomgeulen te ruim in verhouding tot het getijvolume: er is 400 tot 600 m³ zand nodig om een nieuw evenwicht te bereiken [Withagen, 2000]. Het benodigde sediment komt van platen

12 Alterra, Wageningen UR, Wageningen.

13 Zeeuwse Milieu Federatie, Goes.

14 Afhankelijk van het type materiaal dat wordt gebruikt, ontstaan er meer of minder natuurlijke habitats op de dijken. Het gebruik van Vilvoordse steen of basalt leidt tot een goede habitat voor dieren en wieren. Asfalt en beton zijn vanuit het oogpunt van biodiversiteit veel minder waardevol.

en oevers, waardoor de waterbodem vervlakt en er steeds meer schorren, slikken en droogvallende zandplaten verdwijnen. Door het afsluiten van de monding van het Haringvliet komt het slib uit de rivieren niet meer in zee terecht, maar bezinkt in het Hollandsch Diep en in de Biesbosch, waar het onder andere de scheepvaart belemmert. Overal waar de getijdendynamiek is uitgeschakeld, kan oeverafslag alleen voorkomen worden door (omvangrijke en kostbare) vooroeververdedigingen. *Een meer troebele waterkolom.* Door het afsluiten van de Delta-armen is de fysisch-chemische kwaliteit van het water nog altijd aan verandering onderhevig, en vaak niet ten goede. De Grevelingen staan door de afsluiting met de Brouwersdam (1971) bekend als uniek stagnant zoutwatermeer, maar uit de laatste bekkenrapportage van Rijkswaterstaat blijkt dat het doorzicht terugloopt en de bodemfauna verandert. Het Volkerak-Zoommeer staat al langer bekend om zijn slechte waterkwaliteit. *Eutrofiëring.* In de gecompartmenteerde wateren vormt **eutrofiëring** een probleem. Hierdoor ontstaat een overmatige bloei van **algen**, waardoor te weinig zonlicht en zuurstof beschikbaar is voor andere organismen. Het Volkerak-Zoommeer leidt enerzijds onder plagen van blauwalgen, waardoor in 2002 duizenden watervogels stierven. Anderzijds is de vispopulatie uit balans door een overschot aan witvis. In het Veerse Meer leidt eutrofiëring tot een overmatige groei van zeesla en zuurstofloosheid in de diepere delen. Om deze problemen te bestrijden, wordt momenteel voor ca. 20 miljoen euro een doorlaatmiddel in de Zandkreekdam aangelegd. *Verlies aan karakteristieke habitats en plant- en diersoorten.* Door het verlies van estuariene overgangen verdwijnen natuurlijke habitats en broedbiotopen voor vogels als de visdief, de kluut en de strandplevier. Zeegras is tegenwoordig een zeer zeldzame verschijning in de Delta geworden (o.a. in de te zoute Grevelingen), terwijl het een belangrijke voedselbron is voor rotganzen. Ook de wilde mosselbanken zijn verdwenen. De slechte broedval van mossels en kokkels hangt misschien samen met het verdwijnen van de zoet-zoutovergangen. De migratie van vissen (zoals glasaal) tussen zee en zoete rivieren is op veel plaatsen onmogelijk geworden.

Door het maken van harde scheidingen tussen land en water resteert een starre situatie met weinig natuurlijke bufferwerking. Door gebruik te maken van de typisch estuariene processen kunnen de waterkwaliteit en het verlies aan natuurwaarden gecompenseerd, dan wel hersteld worden.

Referenties

- Withagen, L (2000). *Delta 2000. Inventarisatie huidige situatie Deltawateren*. rapport RIKZ/2000.047

Schelpdieren

Aad Smaal¹⁵, Ronald Lanfers¹⁶

Door hun nutriëntenrijkdom en enorme natuurlijke productiviteit zijn estuariene gebieden en gebieden dicht onder de kust van oudsher de plaatsen waar visserij plaatsvindt en waar schelpdiercultures worden gehouden. Maar liefst 50% van de vis, schaal- en schelpdieren die mondiaal worden gevangen en verhandeld, vinden hun oorsprong in estuaria. Dit is bijzonder, omdat estuaria slechts 8% van het aardoppervlak beslaan.

Schelpdieren spelen een belangrijke rol in de productiviteit en filterende werking van estuaria. Het zijn zogenaamde 'filter-feeders'. Schelpdieren kunnen de concentraties van algen in het water laag houden. Schelpdieren bevorderen zo dat licht in de waterkolom doordringt. Ook dragen zij via de productie van slib bij aan het weer beschikbaar komen van fosfaten, nitraten en silicaten. Hierdoor kan het overgebleven fytoplankton sneller groeien. Organismen als garnalen, kwalen en zeesterren profiteren hiervan. Schelpdieren bevorderen dus de biologische productiviteit in estuaria [Dame, 1996].

In Nederland is de aquacultuur van oudsher gericht op schelpdieren zoals mosselen en oesters. Dit zijn semi-extensieve vormen van aquacultuur. Voor andere schelpdieren zoals kokkels, spisula en ensis is men in tegenstelling tot mosselen en oesters (nog) volledig afhankelijk van de visserij. De mossel- en oesterteelt is een mengvorm van vangst en teelt. Het jonge broed wordt jaarlijks opgevisst en vervolgens uitgezet op kweekpercelen (zgn. bodempercelen). Op deze kweekpercelen is de groeisnelheid hoger en wordt de sterfte beperkt door bescherming tegen predatoren als zeesterren en vogels. Ook worden de dichtheden beperkt om de productie te optimaliseren. Het mosselbroed komt vooral uit de Waddenzee. Op de kweekpercelen in de westelijke Waddenzee en de Oosterschelde groeien ze op tot halfwas-mosselen. Vervolgens groeien ze op meer beschutte bodempercelen uit tot consumptiemosselen. Mosselzaad is gequoteerd. Jong oesterbroed wordt ingevangen door lege mosselschelpen uit te zaaien als substraat. Platte oesters worden gekweekt op percelen in de Grevelingen, de Japanse oesters in de Oosterschelde. Het Zeeuwse Yerseke is de thuisbasis voor de teelt, de verwerking en de handel. Daar is de enige mosselveiling ter wereld.

De schelpdiersector werd tot het begin van de jaren negentig van de vorige eeuw uitsluitend gereguleerd op basis van de Visserijwet (1963). Het beleid was gericht op de instandhouding van de bestanden. Een grote visserijdruk in combinatie met een slechte broedval en strenge winters leidde begin jaren negentig van die eeuw tot grote voedselschaarste onder de wadvogels. Ook scholeksters en eidereenden voeden zich met nonnetjes, kokkels en mosselen. In het kader van de Structuurnota Zee- en Kustvisserij (1993) en de Planologische Kern Beslissing Waddenzee (1993) werd beleid geformuleerd dat gericht was op het verweven van de functies natuur en visserij. De schelpdiervisserij in de Waddenzee en in de Oosterschelde is sinds-

.....
¹⁵ Centrum voor Schelpdieronderzoek, Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, Yerseke.

¹⁶ Directie Visserij, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.

dien alleen toegestaan als de natuur niet wezenlijk erdoor wordt aangetast. Het beleid heeft twee doelstellingen: het behoud en herstel van natuurlijke biotopen zoals mosselbanken en zeegrasvelden; en het reserveren van voedsel voor wadvogels.

Omdat de schelpdierbestanden van jaar tot jaar zeer sterk kunnen verschillen, wordt de omvang van de bestanden jaarlijks bepaald. Bij te lage schelpdieraantallen wordt de visserij beperkt. Ook is een aantal gebieden in de Waddenzee gesloten voor visserij. Alle inspanningen van de schelpdiersector worden geregistreerd door middel van een 'black box'. Deze registraties zijn openbaar en voor iedereen toegankelijk.

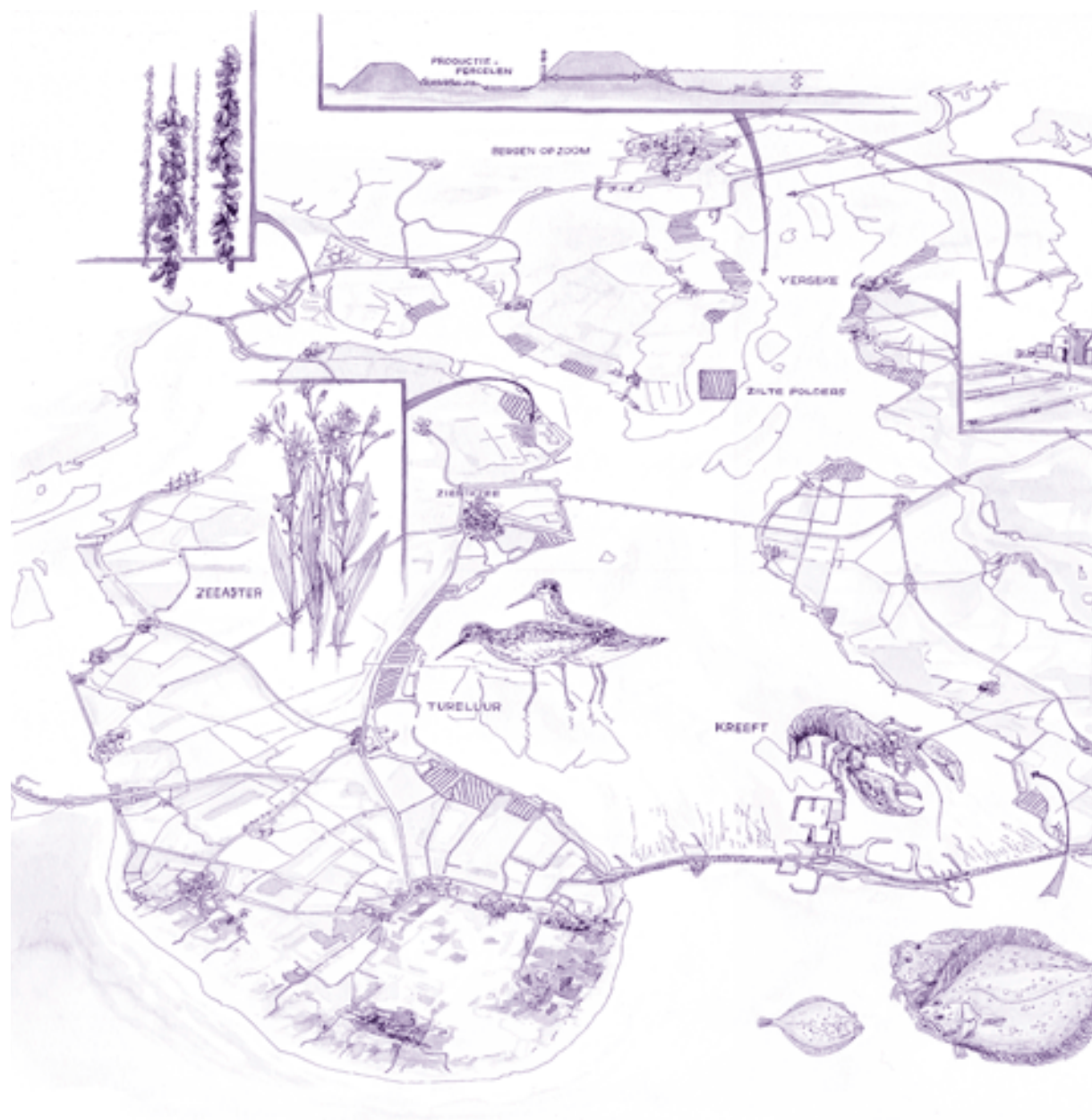
Het oogsten van schelpdieren kan alleen nog plaatsvinden op basis van beheersplannen. De beheersplannen worden in overleg met de regionale overheden opgesteld en getoetst aan de Europese regelgeving zoals de [Vogel-](#) en [Habitatrichtlijn](#). Na 2009 zal de Kaderrichtlijn Water een additioneel EU-kader aangeven.

Mede onder druk van het slechte imago van de schelpdiervisserij en vooruitlopend op de resultaten van het beleidsevaluerende onderzoek in 2003 (EVA2 van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit¹⁷) heeft de sector het initiatief genomen tot een visie op een duurzame schelpdiersector gebaseerd op de 3-P [ODUS, 2001]. Adaptief beheer is een centraal begrip in deze visie. Belangrijke richtingen waarvoor de sector zich inzet, zijn onder andere: dynamisch bestandsbeheer, waarin geanticipeerd wordt op (jaarlijkse) populatiedynamische fluctuaties in de bestanden; een selectievere bevissing ('kwaliteit boven kwantiteit'); het benutten van de natuurlijke dynamiek in de broedval, groei en overleving; het innoveren in visserij- en cultuurmethoden (met minder bodemberoering); het wegnemen van negatieve wedijver tussen individuele vissers; en een open dialoog met de maatschappij.

De Nederlandse schelpdiervisserij moet anticiperen op het feit dat het beleid steeds meer mede bepaald wordt door natuurbelangen. De schelpdiervisserij is langzamerhand onderdeel geworden van een geïntegreerd beheer van estuaria [Verreth, 2001]. Het lijkt erop dat Nederland in de toekomst deze lijn van denken verder zou moeten en kunnen doorzetten.

Referenties

- Dame, RF (1996). *The Ecology of Marine Bivalves: An Ecosystem Approach*. CRC Press, Boca Raton, Florida
- ODUS (2001). *Uit de schulp. Visie op duurzame ontwikkeling van de Nederlandse schelpdiervisserij*. Stichting ODUS (producenten en handelsorganisaties van de kokkel-, mossel en oestersector). Mosselkantoor, Yerseke
- Verreth, JA (2001). *Vissen op het droge*. Inaugurele rede. Wageningen Universiteit



.....
 18 Zeeuwse Milieu Federatie, Goes.

19 Prins & Dingemanse, Yerseke.

20 Centrum voor Schelpdieronderzoek, Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, Yerseke.

*Gijs van Zonneveld¹⁸, Ko Prins¹⁹, Aad Smaal²⁰, Pieter Slim²¹,
Henno van Dokkum²², Mindert de Vries²³*



DE OOSTERSCHELDE

De Oosterschelde is in verschillende opzichten een opmerkelijk gebied. Het is een natuurgebied van internationale allure waarvan de ecologische invloed van de arctische streken tot in Zuid-Afrika en het Caribische gebied reikt. Het heeft een bijzonder rijke flora en fauna en is het op een na belangrijkste vogelgebied van Nederland. Buiten de dijken van de Oosterschelde bepalen getij, wind en zand wat er gebeurt. Ook is het van oudsher een plek waar zeevoedsel wordt geproduceerd en geoogst. De mosselen uit Yerseke zijn vermaard, de Oosterscheldekreeft is sterk in opkomst en ook de platte en Zeeuwse oesters mogen zich in een groeiende belangstelling verheugen. Er wordt traditioneel op kokkels gevist en er worden zeegroenten geplukt. Daarnaast wordt er bescheiden gevist op platvis en garnalen. Vooral de weervisserij op ansjovis is van cultuurhistorische betekenis in de Kom van de Oosterschelde.

Het open houden van de Oosterschelde is een belangrijk historisch moment geweest voor de manier waarop Nederlanders naar de zee kijken. Met dat besluit werd voor het eerst erkend dat zoute wateren voor de samenleving van groot belang zijn. Het open houden van de Oosterschelde is een van de grootste financiële milieu-investeringen ooit gedaan en laat zien dat eco-

nomische en ecologische belangen kunnen samengaan in een Delta.

²¹ Alterra, Wageningen UR, Wageningen.

²² TNO-MEP, Den Helder.

²³ Waterloopkundig Laboratorium/Delft Hydraulics, Delft.

Op dit moment zijn in de provincie Zeeland beleidsmakers, bedrijfsleven en natuurorganisaties actief bezig met het formuleren van een visie op de toekomst [IVD, 2003]. Hiervoor is alle reden. Er moeten oplossingen gezocht worden voor het verlies van slikken en platen en voor het matig ecologisch functioneren



Figuur 2
De Oosterschelde – natuur en zee-voedsel.

van de Delta (zie tekstkader Afsluiten van zeearmen in de Delta). Maar ook worden rust, ruimte en natuur steeds belangrijker gevonden. De aanwezigheid van natuur en recreatie aan de ene kant en de productie van voedsel aan de andere kant staan soms op gespannen voet met elkaar. Er is schaarste aan ruimte, waardoor de duurzaamheid van het systeem in het geding komt. Toch zijn recreatie, voedselproductie en herstel van het ecologisch functioneren van de Delta afhankelijk van dezelfde natuurlijke processen. Het natuurlijke Deltasysteem is de bindende factor.

Het Zeecultuurpark 'ZEE-nergie' wil bijdragen aan de kwaliteit van de Delta door niet afzonderlijk, maar met verschillende belangengroepen samen na te denken over een concrete duurzame toekomst van de Oosterschelde. Hierbij wordt naar synergie gezocht bij het economisch benutten van een natuurlijk surplus.

ZEE-NERGIE: EEN PARELSNOER ROND DE OOSTERSCHELDE

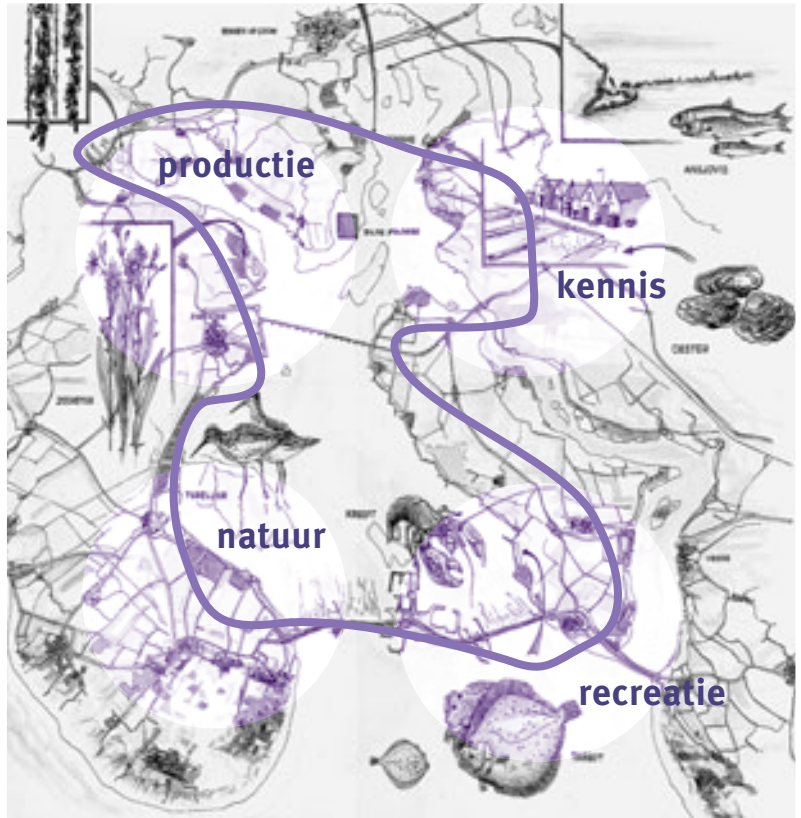
De kern van het ontwerp is het creëren van meerwaarde door gecombineerd gebruik te maken van de ruimte. Het versterken van de natuurwaarde, van de productie van zeebanket van zilte gewassen en van schaal- en schelpdieren, en van de recreatie en horeca bevordert direct contact tussen natuur en productie, en tussen beleving en consumptie. Door verschillende plaatsen rond de Oosterschelde onderling te verbinden, en lopende en nieuwe initiatieven in samenhang te presenteren, ontstaat een parelsnoer van activiteiten. Het parelsnoer versterkt, verweeft, en creëert een toeristisch netwerk rond de Oosterschelde (zie Figuur 3).²⁴

Plaatsen die geschikt zijn voor het ontwikkelen van cultuur en natuur zijn de gebieden aan de oevers van de Oosterschelde met een relatief lage ligging (zie Figuur 4). Hier is de invloed van het zoute water vaak al heel goed te merken. Daardoor lenen ze zich minder goed voor (intensievere) akkerbouw.

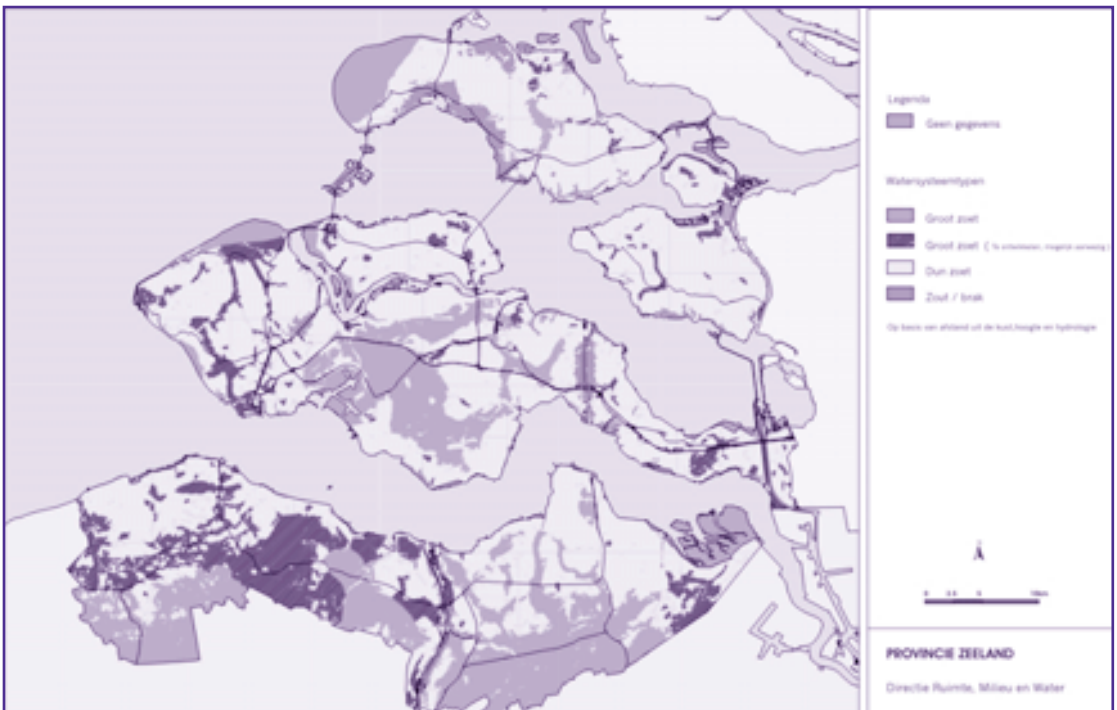
Deze gebieden liggen vooral aan de zuidkust van Schouwen en Tholen en in de oudlandgebieden rond Yerseke. Ook liggen er op Noord-Beveland kansen, die aansluiten bij de talrijke inlagen die daar nu al zijn.

.....
24 Deze aanpak is gekozen om aan te sluiten bij het Nationaal Park Oosterschelde dat haar informatievoorziening ook als een parelsnoer presenteert.

Figuur 3
*Het parelsnoer van het
 Zeecultuurpark 'ZEE-nergie'.*



Figuur 4
*Watersysteem van de
 Oosterschelde. Bron: [Provincie
 Zeeland, 2000].*



Eco-infotainment in het ZEE-nergiecentrum

Het parelsnoer begint in het ZEE-nergiecentrum in Yerseke. Hier is de beschrijving van het parelsnoer verkrijgbaar en vinden we behalve informatie over de natuur, cultuur en productie van de Oosterschelde ook vermaak (aquaria, demonstraties, diorama's en doe-het-zelfactiviteiten). Het centrum vormt een 'etalage' voor de zeemarijnecultuur en laat zien waarom het zo waardevol is dat de Oosterschelde nog altijd in open verbinding staat met de zee. De bezoeker kan zien wat de stand van zaken is en de toekomst bekijken van duurzaam oogsten in een natuurlijke en dynamische Oosterschelde. In het restaurant van het centrum kan volop genoten worden van 'fruit de mèr'.

Het ZEE-nergiecentrum is verbonden met het nieuwe Oosterscheldemuseum en het Innovatiecentrum voor Zeecultuur dat in oprichting is. De plannen voor de vestiging van een bezoekerscentrum voor het Nationaal Park Oosterschelde sluiten hierbij goed aan, hoewel de locatiekeuze daarvoor nog niet gemaakt is.

In combinatie met de herinrichting van de oesterputten waarvoor plannen op de tekentafel liggen, biedt dit mogelijkheden om wonen, recreëren en culinair verpozen verder uit te bouwen in Yerseke.

Genieten van mozaïeken

Het parelsnoer gaat verder over de Oosterscheldekering, waar in de voormalige bouwdokken mosselen worden gekweekt aan touwen in hangcultures. Dit nicheproduct zal een extra stimulans krijgen door het Zeecultuurpark ZEE-nergie. Aan de zuidkust van Schouwen-Duiveland en Tholen ligt het Plan Tureluur. De ervaring die is opgedaan met het ontwikkelen van brakke natuur op de schaal van dit plan is een inspirerend voorbeeld voor ZEE-nergie.

Zeenatuur en zeecultures

Innovatie in natuurontwikkeling

De natuur krijgt steeds meer ruimte in de Delta. In 1990 is in opdracht van de Zeeuwse Milieu Federatie (ZMF) het Plan Tureluur voor de inrichting van een brakwatermoeras geschreven. Het idee was dat het waterpeil weer een natuurlijk verloop zou moeten krijgen (hoog in de winter en lager in de zomer). Het Plan Tureluur is een voorbeeldproject voor de ontwikkeling van de natuur op het gebied van zoet-zoutovergangen. Het is de ZMF gelukt alle mogelijke betrokkenen te mobiliseren om het kostbare plan voor circa 700 ha natuurontwikkeling te realiseren. Inmiddels is ongeveer de helft ervan klaar. De natuurwaarden van dit nog jonge natuurgebied zijn nu al enorm. De landbouwsector werkt mee door middel van samenwerking op het gebied van begrazing.

Innovatie in Zeeuwse schelpdiercultures

Een voor Nederland nieuwe vorm van mosselkweek die sinds eind jaren tachtig van de vorige eeuw wordt toegepast, bestaat uit het gebruik van touwen die in het water han-

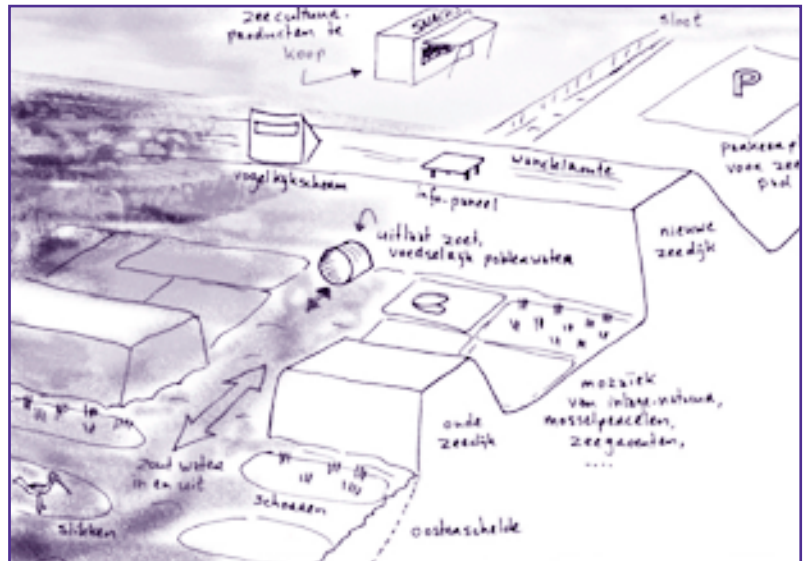
gen en waaraan mosselen zich hechten. De groei in deze hangcultures gaat sneller dan op de traditionele **bodemcultures**. Het voedsel komt van alle kanten. In 12 tot 14 maanden zijn de mosselen geschikt voor consumptie. Het mosselvlees is zeer romig, de schelpen zijn zandvrij, maar wel vrij dun en daardoor lastiger mechanisch te verwerken. De mosselen zijn zeer geschikt voor de directe afzet aan restaurants. De touwen worden niet alleen gebruikt voor de kweek van consumptiemosselen, maar ook voor het opvangen van het jonge broed. Er wordt de laatste paar jaar geëxperimenteerd met het invangen van mosselzaad door touwen, netten en andere constructies. Natuurlijk mosselbroed is schaars. Er zijn ook initiatieven om mosselzaad onder gecontroleerde omstandigheden te produceren uit ouderdieren in een **hatchery/nursery**-voorziening. Verschillende ondernemers en het Centrum voor Schelpdieronderzoek in Yerseke zijn hiermee bezig.

Verder lopend langs de uitgestrekte gebieden van Plan Tureluur komen we bij de volgende parel: een gebied waar natuur- en productiefuncties verweven zijn door aanpassingen in de waterkering (zie tekstkader Brede waterkeringen). De waterkering bestaat uit een breed voorland van **schorren**, krekens, slikken en platen. Er is een wat lagere zomerdijk en er zijn dijken met doorlaatmiddelen. De tussengelegen polders staan onder invloed van de Oosterschelde, zodat nieuwe karrevelden en inlagen zijn ontstaan. Waar het land te hoog ligt voor een herstel tot schor of slik, wordt het maaiveld af en toe verlaagd. Oude kreekpatronen zijn daarmee weer zichtbaar en functioneel geworden. Wat verder landinwaarts ligt de Deltakering als 'slaperdijk'. Het geheel vormt een bont landschap van natuur en cultuur.

De ruimte in de tussengelegen polders is behalve voor de ontwikkeling van de natuur ook geschikt voor de productie van voedsel. Naast de inlagen liggen percelen voor bijvoorbeeld de kweek van kokkels en oesters. Er ontstaat een mozaïeklandschap, waarin verschillende soorten schelpdieren en andere organismen in cascade gekweekt worden, en waarbij de **voedingsstoffen** efficiënt worden benut. Hier wordt schoon water van goede kwaliteit afgeleverd, voordat het water terugvloeit naar de zee. Een uitgekiende samenstelling versterkt elkaar door hergebruik van afvalstoffen. Zeekomkommers reduceren bijvoorbeeld het ammonia in waterstromen en leven op afvalstoffen van vis. Van de zeekant kunnen de lagergelegen polders gecontroleerd overspoeld worden met zout water. Deze percelen zijn uitermate geschikt voor het invangen van mosselzaad. Ook kokkels worden daar verzaaid. Met het binnenkomende zee-water worden gratis voedingsstoffen aangevoerd. Het water wordt rondgepompt tussen de percelen. Een stuurbaar systeem voor de waterkwantiteit en -kwaliteit moet zorgen voor natuurlijke assimilatie waarbij de groeifasen van de verschillende cultures worden geoptimaliseerd. De dichtheid van de cultures, de bestrijding van natuurlijke vijanden en een efficiënte benutting van de natuurlijk aangevoerde **nutriënten** of organismen krijgen veel aandacht.

Figuur 5

Meervoudig ruimtegebruik tussen verbrede waterkeringen. Bron: Henno van Dokkum, TNO-MEP, Den Helder.



Ook is het goed mogelijk om ‘kom-in-de-natuur-percelen’ te ontwikkelen waar de bezoeker eigen oesters, kokkels, alikruiken (kreukels) of mosselen kan oogsten. Kwetsbare delen van de bestaande natuur kunnen ontzien worden en het stimuleert het toerisme. De bezoeker ziet waar de lekkere zilte producten vandaan komen en kan allerlei wetenswaardigheden over de zeecultuur en -natuur te weten komen via interessante informatiepanelen.

Door dit mozaïek van de ‘inlagennatuur’ en door de productiepercelen ontstaat een aantrekkelijk en divers landschap met ruimte om vrijer om te gaan met het grensvlak tussen land en water.

Zilte tuinbouw zien en proeven

De volgende parel is een zilt tuinbouwgebied. De polders zijn mede door de diepe ontwatering geschikt als polders voor zilte groenten. Maar er wordt ook geëxperimenteerd met nieuwe zoute gewassen en gangbare akker- en tuinbouwgewassen (zie tekstkader Zilte tuinbouw). Hier wordt voedselrijk zoet water de polders ingeleid. Er worden zilte helofytenfilters toegepast om boezemwater en effluent van een rioolwaterzuiveringsinstallatie geschikt te maken voor de tuinbouw. Het afvalwater wordt in het vloeiveld van het filter gepompt. De planten zorgen ervoor dat er zuurstof in het zandbed komt. Rondom de wortels leven talloze bacteriën die deze zuurstof gebruiken. Deze bacteriën zetten de afvalstoffen uit het water om in voedingsstoffen voor zichzelf en voor de planten. Een deel van de polders wordt gebruikt voor slibopvang en om het waterbergend vermogen in Nederland te vergroten. Hier gaan de gecontroleerde akkers weer over in een natuurlijk landschap van schorren en slikken.

Maripôle Yerseke

Het parelsnoer leidt ons ten slotte langs de Maripôle Yerseke, het kennis- en experimentercentrum voor zeecultuur, voedselproductie en certificering, voor management en marketing van zeeproducten, maar ook voor fundamenteel en toegepast onderzoek naar estuariene en mariene **ecologie**. De Maripôle Yerseke heeft directe aansluiting bij de initiatieven van de Hogeschool Zeeland op het gebied van duurzaamheid en watermanagement, bij de ontwikkeling van de Roosevelt Academy en bij de activiteiten van Rijkswaterstaat in Middelburg. Ondernemerschap en onderzoek zijn er op natuurlijke manier verweven. De interactie tussen instituten en ondernemingen is groot. De lijnen zijn kort. De mosselveiling in Yerseke en de schelpdierverwerkende bedrijven worden de draaischijf voor de wereldwijde distributie van ‘regionale’ culinaire biodiversiteit uit de Oosterschelde.

BARRIÈRES

Gezien de lopende initiatieven in Zeeland zijn de vertrekpunten voor het Zeecultuurpark ZEE-energie positief.

De omslag in het denken van ‘ruimtelijk scheiden van natuur en productie’ naar de synergie van ‘ruimtelijk integreren van natuur en productie’ vergt echter nog een lange adem. Hiervoor is een vooruitstrevende aanpak nodig met investeringen in cultuur en natuur. Op de korte termijn zal een start gemaakt worden met het opbouwen van het netwerk van belanghebbenden voor het parelsnoer van ZEE-energie. Want alleen door het bijeenbrengen van de vraag naar productiemogelijkheden en naar een natuurlijke delta met recreatiemogelijkheden, kan er iets nieuws ontstaan dat meer is dan de som der delen. Al deze regionale partijen zullen wel zelf het belang moeten inzien. Ze zullen onder andere een inventarisatie moeten maken van problemen met het mogelijk wederzijds verstoren van functies. Natuur en recreatie kunnen prima samengaan, maar niet iedere (vorm van) natuur past bij elke recreatievorm. Dit geldt ook voor de natuur en voor de oogst van voedsel. Er zal een door-dachte ruimtelijke verdeling gemaakt moeten worden. Ook een punt als voedselveiligheid vraagt om aandacht.

Een tweede barrière is dat om ruimte te creëren voor productie en natuur de oeverzones breder gemaakt zullen moeten worden. Dat betekent in een aantal gevallen dat polders die direct aan de deltawateren liggen, voorzien worden van zout water. In andere gevallen is het wenselijk de zeedijk landinwaarts te verschuiven. Vooral dit laatste stuit op emotionele weerstanden onder burgers en landbouwers in de regio. Een belangrijk deel van deze weerstand kan weggenomen worden, doordat er goede argumenten zijn voor het creëren van meer ruimte. De enorme potenties van het raakvlak tussen water en land worden nu

immers minimaal benut. Vanwege de marktomstandigheden in de landbouw bestaat er behoefte aan alternatieve gebruiksmogelijkheden van de polders. Inmiddels begint het besef door te dringen dat een hectare oesters meer opbrengt dan een hectare voederbieten. Ook de burgers zullen hierbij betrokken moeten worden.

ZEE-ENERGIE IN ACHT STAPPEN

De essentie van het ZEE-nergienetwerk is een omslag in het denken: van strijd tussen conflicterende belangen naar het samen zoeken van synergie. Hoewel de noodzaak om tot een ander beheer van de Delta te komen inmiddels breed gedragen wordt, hoeft en kan niet alles in één keer te worden gerealiseerd. Maar vanuit het gedachtegoed van het parelsnoer is het mogelijk al op zeer korte termijn te beginnen met zo'n netwerk.

Hier volgt in volgorde van toenemend ambitieniveau en toenemende tijdshorizon een overzicht van de stappen die genomen zouden moeten worden voor de realisatie van zo'n zeecultuurpark.

Het is van wezenlijk belang om parallel aan de eerste drie stappen te investeren in een traject, waarin de reeds actieve en belanghebbende partijen uit de regio gezamenlijk het idee verder uitwerken en onderbouwen.

Het plan zal gedragen moeten worden door deze partijen. Er zal vertrouwen moeten worden gewekt om met elkaar ook de andere stappen te zetten op weg naar het ruimtelijk integreren van natuur en productie.

Stap 1: En zie, ZEE-energie!

De eerste stap die vandaag al gezet kan worden, is de intentie uitspreken om een Oosterschelde ZEE-nergienetwerk te stichten. Partijen die reeds actief betrokken zijn bij de Oosterschelde met initiatieven die passen in het zeecultuurpark ZEE-energie slaan de handen ineen. De route kan worden uitgezet, en er kan een eerste informatieve routebeschrijving worden uitgebracht. Vanaf dat moment bestaat het ZEE-nergienetwerk. Het 'snoer' kan in de toekomst verder worden uitgebreid met nieuwe parels.

Stap 2: Natuurparels rijgen

Er loopt reeds een aantal natuurontwikkelingsprojecten die passen als natuurparel, denk aan het Plan Tureluur en het Nationaal Park Oosterschelde. De extra's die het Nationaal Park biedt voor de bestaande en nog te ontwikkelen natuur kunnen aan het netwerk worden toegevoegd. We noemen bijvoorbeeld de uitvoeringsprojecten die gestart zullen worden vanuit de Integrale Visie Deltawateren²⁵. Al deze natuurontwikkelingsprojecten worden onderling verbonden in het ZEE-nergienetwerk.

.....
25 De provincies Noord-Brabant, Zeeland en Zuid-Holland hebben het initiatief genomen tot de Integrale Visie Deltawateren voor het jaar 2030. Daarin wordt beschreven hoe provincies denken om te gaan met de nadelige gevolgen van de Deltawerken en met de komende klimaatsveranderingen. De visie is opgesteld in samenwerking met Rijkswaterstaat, alle overheden en belangenorganisaties [IVD, 2003].

Stap 3: Ontwikkelen Maripôle Zeeland

Deze derde stap behelst het versterken van Zeeland als alma mater voor zee-cultuur. Kennisinstellingen als het Centrum voor Schelpdieronderzoek van het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (WUR) en het Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie van het Nederlands Instituut voor Ecologie zitten al in Yerseke. Men is al bezig met de oprichting van een Innovatiecentrum Zeecultuur binnen de WUR dat wordt gesteund door de schelpdiersector. Dit kenniscentrum zou verder versterkt en verbreed moeten worden naar waterbouwkundige werken. De vestigingen van Rijkswaterstaat (zoals het RIKZ in Middelburg, het veldstation Jacobahaven en de Directie Zeeland met een meetdienst en een vestiging op de Neeltje Jans) spelen daarbij een belangrijke rol. Er zijn initiatieven om te experimenteren met nieuwe waterwerken. De opleidingscentra Hogeschool Zeeland en de Roosevelt Academy kunnen zich extra gaan profileren door zich te richten op het interdisciplinaire aspect van zeecultuur. Voor het opdoen van experimentele kennis van zilte groenten zou een 'Proefstation voor de Zeeteelt' dat voortbouwt op het voormalige Proefstation voor de Fruitteelt in Wilhelminadorp, een prachtige plek zijn.

Stap 4: Realisatie van een ZEE-energiecentrum

Deze stap gebeurt in combinatie met de oprichting van het Oosterscheldemuseum en mogelijk met het bezoekerscentrum van het Nationaal Park Oosterschelde. In samenwerking met producenten, natuur- en milieuorganisaties, kennisinstellingen, bedrijfsleven en horeca kan dit centrum een multidisciplinaire aanpak kiezen die past bij de ZEE-energie van de Oosterschelde. Het ZEE-energiecentrum zal met entreegelden (en evt. subsidies voor specifieke educatieve activiteiten) rendabel te exploiteren moeten zijn.

Stap 5: Natuur- en productiefunctie gaan hand in hand

In deze stap worden natuur en extensieve productie niet meer als ruimtelijk gescheiden functies beschouwd, maar wordt gestreefd naar een combinatie van beide functies. Natuur en productie kunnen mits slim toegepast elkaar ten goede komen. Een duurzame schelpdiercultuur kan vergeleken worden met milieuvriendelijke landbouw, waarbij de boer ook natuurbeheerder is. Voor de huidige schelpdiersector is het eigenlijk maar een kleine stap naar een rol als medenatuurbeheerder. Er kan gedacht worden aan kraamkamergebieden voor vis- en mosselweek op de platen. Ook de Oesterputten in Yerseke kunnen als parel worden opgenomen. De Oesterputten hebben door de speciale omstandigheden lokaal tot een hoge biodiversiteit aan bijzondere **zeewieren** geleid.

Stap 6: Lokaal intensiveren van de productie

Behalve de extensieve productie die gekoppeld wordt aan nieuwe natuur kan ook gedacht worden aan intensieve productie in de periferie van de

Oosterschelde. Dit zou de productie van natuurwaarden en van vis en schelpdieren ten goede komen. Ondiepe kweekvijvers hebben een zeer hoge productiviteit die benut kan worden voor het kweken van jonge vislarven en schelpdierbroed uit **hatcheries**. Bepaalde algensoorten kunnen de producten een extra kwaliteit geven. Ook kan jong broedsel van mosselen en oesters worden verplaatst van de bestaande broed- en kweekplaatsen naar nieuwe plaatsen zoals mosselpolders, of naar nieuwe constructies zoals drijvende of volledig submerse hangcultures of mossel- of oestertafels, waardoor de teelt wordt geïntensiveerd en de productie wordt verhoogd. In het Franse oesterkweekgebied Marennes-Oleron worden deze methoden algemeen toegepast, en leiden ze tot de fameuze ‘fine de claires’ oesters.

Stap 7: Benutten binnendijkse polders voor meervoudig zilt ruimtegebruik

De laaggelegen gronden aan de randen van de zoute Deltawateren – die vaak van marginaal belang zijn voor de traditionele landbouw – kunnen worden omgevormd naar multifunctionele **zilte** landbouw met wellicht ook een natuurfunctie. De (binnendijkse) zilte landbouw verbreedt de hoeveelheid activiteiten van de agrarische sector en kan economische meerwaarde opleveren. Deze economische meerwaarde geldt niet alleen voor de akkers zelf, maar voor de hele regio door de toegenomen recreatiemogelijkheden en de waardestijging van nabijgelegen woonhuizen. Met deze stap wordt duidelijk dat het loslaten van de harde scheiding tussen land en water niet betekent dat ‘zwaar bevochten grond in het water wordt gegooid’. De productiefunctie kan blijven bestaan en de eigenheid van de regio kan worden versterkt.

Stap 8: Landwaarts verplaatsen van dijken

Een volgende stap is de primaire waterkering landwaarts te verplaatsen door bijvoorbeeld ‘tandemdijken’ aan te leggen. De gebieden die dan ontstaan, kunnen gebruikt worden voor nieuwe natuur (de hoeveelheid buitendijkse gronden is met een tiende afgenomen en neemt nog steeds met ca. 10 hectare per jaar af). Het gebied kan ook benut worden voor productie zoals in stap 6 (Lokaal intensiveren van de productie). Doordat de vooroever breder wordt en de sedimentatieprocessen weer op gang kunnen komen, zal de veiligheid van het achterland toenemen.

DE KOSTEN EN BATEN VAN ZEE-ENERGIE

De kosten die gemoeid zijn met de voorgestelde herinrichting zijn aanzienlijk. Er zijn verschillende realisatiescenario’s denkbaar, waarbij de schattingen kunnen uiteenlopen van tientallen tot verschillende honderden miljoenen euro’s. Tabel 2 geeft een indicatie van de eerste kwalitatieve baten van het Zeecultuurpark ZEE-energie.

Tabel 2

*De baten van het Zeecultuurpark
ZEE-energie.*

Belang	Mogelijke bijdrage van ZEE-energie
natuur	het herstellen van de zachte overgangen tussen land en water, het herstellen van zoet-zoutgradiënten het vergroten van het areaal aan schorren, slikken en platen het ontwikkelen van onder andere mosselbanken op de platen het versterken van de kraamkamer- en kinderkamerfunctie van de Delta voor Noordzeevis het herstellen van de karakteristieke natuur van inlagen en karrevelden
productie	het verduurzamen van de huidige productiemogelijkheden het toenemen van de productie van onder andere mosselen en oesters kansen om te produceren (ondere andere mosselzaadpercelen en kokkelpolders) het diversificeren van de producten uit zee (culinaire biodiversiteit)
beheer en veiligheid	het ontwikkelen van goedkopere en duurzamere alternatieven voor dijkverhogingen
recreatie	het versterken van de toeristische functie van Zeeland het versterken van het woon- en werkklimaat in Zeeland het versterken van specifieke recreatie op het grensvlak tussen land en water (bijv. 'dicht-bij-de-natuur-recreatie')
kenniseconomie	het lokaal benutten van het kennispotentieel in Zeeland en het aantrekken van kennis van elders Zeeland internationaal op de kaart zetten als kenniscentrum het direct en indirect versterken van de Zeeuwse economie de Maripôle als 'proeftuin' en kenniscentrum: een directe interactie tussen vraag en aanbod

De belangrijkste meerwaarde van zo'n zeecultuurpark is dat het rijgen van een groot aantal projecten tot één parelsnoer betekent dat projecten die individueel misschien wel aantrekkelijk maar niet haalbaar zijn, gezamenlijk wel haalbaar worden. De regio bindt. Daarnaast biedt de keten die de parels verbindt een belangrijke meerwaarde als attractie.

WIE ZIJN NODIG?

Voor de realisatie is het van groot belang de relevante partijen bij elkaar te brengen en te laten samenwerken. Het gaat daarbij in eerste instantie vooral om de productiesectoren, de natuurorganisaties, de recreatiesector, de overheid en enkele deskundige kennisinstituten.

Voor de Oosterschelde worden momenteel al de voorwaarden geschapen voor ZEE-nergie. In Yerseke worden zowel kennis als infrastructuur gecombineerd in een verwerkende industrie en in de verswaterleiding. Op de Neeltje Jans en nabij de Krammersluizen wordt gewerkt met mosselen in hangcultures. Aan de zuidkust van Schouwen-Duiveland en Tholen wordt op uitgebreide schaal ervaring opgedaan met het ontwikkelen van brakke natuur. Zowel natuur als recreatie profiteren van deze ontwikkeling.

Het is een uitdaging een katalysator te vinden die het Zeecultuurpark ZEE-nergie op gang kan brengen. Dat zou bijvoorbeeld de provincie Zeeland kunnen zijn die een initiatiefgroep in het leven roept waarin de belanghebbenden voor de Oosterschelde samenkomen: de **maricultuur**- en visserijsector, de landbouwsector, de natuurorganisaties, Rijkswaterstaat, de gemeenten rond de Oosterschelde, belangenverenigingen, het toerisme, onderzoekspartijen met belangen in zeecultuuronderzoek en of Zeeland (bijv. de Hogeschool Zeeland, het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, het RIKZ, Alterra en TNO-MEP). De sterke punten van Zeeland zoals de productie van zeevruchten, de unieke zoute natuur en de kennis die over beide in de loop van vele decennia zijn verzameld, zijn daarbij een sterk startpunt.

REFERENTIES

- IVD (2003). *De Delta in zicht. Een integrale visie op de Deltawateren*. Stuurgroep Integrale Visie Deltawateren (IVD). Provincies Zuid-Holland, Noord-Brabant en Zeeland
- Provincie Zeeland (2000). *Samen slim met water, Waterhuishoudingsplan 2001-2006*. Provincie Zeeland, Dienst Ruimte, Milieu en Water, Middelburg

LITERATUUR

- Overlegorgaan Nationaal Park Oosterschelde (2001). *Van de parels en het slik*. Beheers- en inrichtingsplan Nationaal Park Oosterschelde. 22 november 2001
- Veen, SM, RJW van de Haterd, RC Steijn, CH Hulsbergen, F de Nooij (2001). *Δ Synergie – Energieke dynamiek in de Delta!* Rapportnr. 01-027. Bureau Waardenburg bv, Culemborg

Brede waterkeringen

Jan Dirk van Duijvenbode²⁶, Pieter Slim²⁷, Esther Luiten²⁸

Onze kustverdediging is gebaseerd op technische ingrepen als dijken en dammen. De traditionele reactie op de dreiging van de zee is het verder verhogen van de dijken. Het besef neemt toe dat er een grens zit aan de maakbaarheid van dit type keringen, en ook aan de betaalbaarheid ervan. De kosten om polders droog en zoet te houden nemen toe. Door de verwachte veranderingen in de belasting van de

26 Waterbouw Innovatie Steunpunt, RWS, Utrecht.

27 Alterra, Wageningen UR, Wageningen.

28 STT/Beweton, Den Haag.

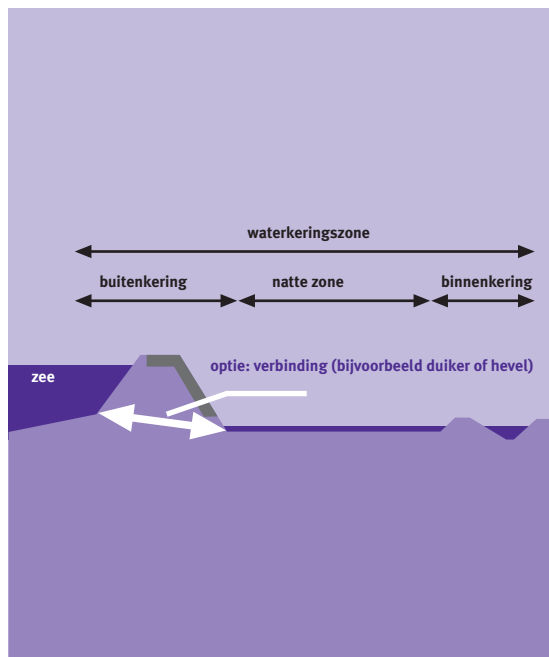
waterkeringen groeit de behoefte en noodzaak aan nieuwe vormen van veilige waterkeringen. Water moet meer ruimte krijgen. Dit vereist een grotere verwevenheid van technische en ruimtelijke maatregelen en betekent een nieuw scenario voor veilige waterkeringen. Volgens het [DWW, 2000] moeten ruimtelijke ontwikkelingen nauw betrokken worden bij het bereiken van veiligheid. Andere (lagere) veiligheidsrisico's zijn bespreekbaar. Alternatieve waterkeringen, woonvormen, infrastructuur en landgebruik zijn mogelijk. Er moet niet langer gedacht worden in termen van dijkverhoging, maar in termen van verbreding van de waterkeringszone. Ruimte voor water wordt medebepalend bij het ontwerpen van waterkeringen, waarbij de natuurlijke processen tussen zoete en zoute wateren hersteld worden en waarbij ruimte ontstaat voor meervoudig ruimtegebruik. De kustlijn kan natuurlijker worden door 'zachtere' ingrepen. Hierdoor komt ruimte vrij voor het gebruik van de kuststrook voor zilte tuinbouw, voor de oogst van schaal- en schelpdieren, voor natuurontwikkeling, waterberging, recreatie en alternatieve woonvormen. Zo kunnen de baten van de 'nieuwe waterkeringen' opwegen tegen de kosten.

Tandemdijk: een dijk met bereik

Bij een tandemdijk wordt het water gekeerd door twee dijken en een tussengebied in plaats van door een enkele conventionele dijk. De veiligheid van dit systeem ligt niet zozeer in de afzonderlijke elementen, maar in de combinatie ervan. De brede waterkeringszone maakt het mogelijk op een robuuste en flexibele manier in te spelen op (onzekere) hydraulische belastingen in de toekomst. De meest zeewaarts gelegen dijk is zo ontworpen dat deze een bepaald overslagdebiet toelaat, waarbij binnendijks erosie wordt vermeden. Het overslagwater wordt opgevangen en door

Figuur 6

Tandemdijk. Bron: Directie Zeeland, RWS, Middelburg.



middel van een opening in de dijk bij laag water weer naar buiten gelaten. Het gebied tussen de twee dijken is geschikt voor de ontwikkeling van een zeecultuurpark. De natte zone vormt een tussentrap voor het grondwaterpeil tussen het buitenwater en het polderpeil. Er kan zowel landwaarts als zeewaarts ontworpen worden.

De eerste probabilistische berekeningen van de hydraulische belasting van de zee-waartse dijk en het risico van overslag, het gemiddelde overslagdebiet en de waterstand in de verkwelderde polder zijn gemaakt (zie [Pijkere, 2001; DWW, 2002]). Er is meer civiel-technisch onderzoek nodig naar onder andere de hoogte van de twee dijken, de lengte en de breedte van het tussengebied, de bestendigheid van het binnentalud van de zeewaartse dijk, maar ook naar de eisen die de natuur stelt aan de brede dijk. Denk onder andere aan de ecologische criteria aan de *habitat* voor verschillende soorten, en het schokeffect dat kan optreden bij overslaand water. Het realiseren van een proefproject op een concrete locatie is een vehikel om behalve de waterbouwkundige aspecten juist die ecologische criteria te specificeren, de eventuele productieomstandigheden te bepalen en de juridische en bestuurlijke aspecten te bestuderen.²⁹

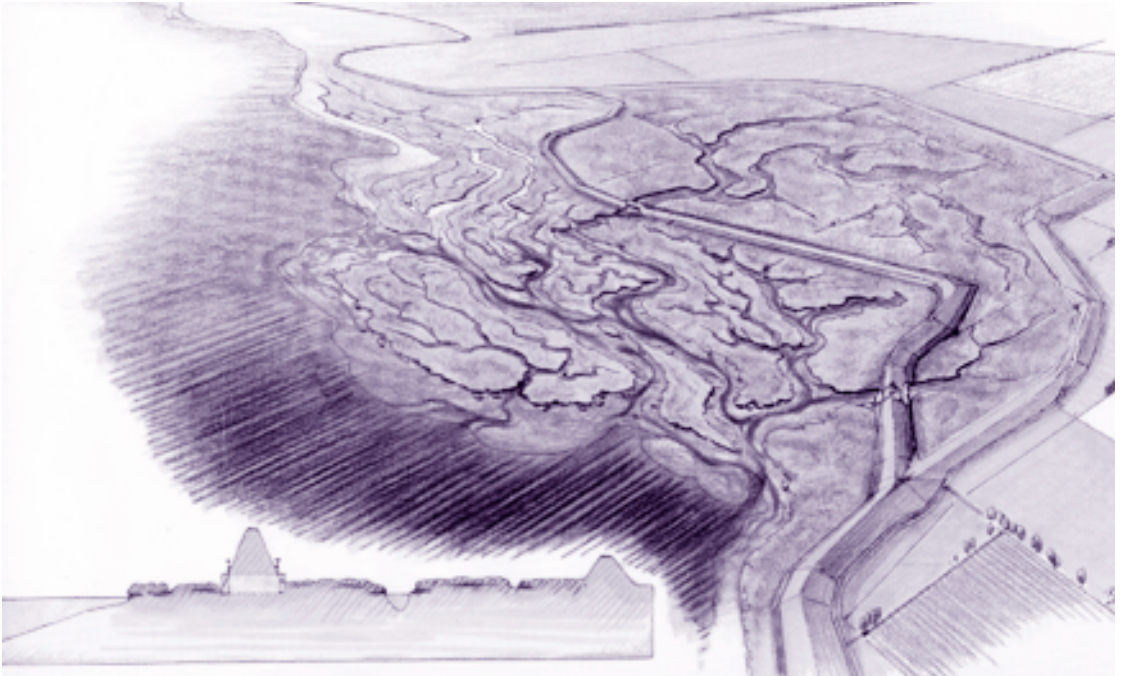
Wisselpolder

Het idee van de wisselpolder is in 2001 gesuggereerd als wapen tegen zeespiegelstijging en bodemdaling. De achterliggende gedachte is het land te laten meegroeien met de zeespiegelstijging door een deel van het land buitendijks onder invloed te brengen van de getijdenwerking. Estuariene processen worden ingezet voor het verbreden en verbeteren van de waterkering. Als de ontwikkeling van *kwelders* of *schorren* voor de dijk wordt gestimuleerd, kan de dijk zelf ontlast worden. Als er voldoende buitendijkse gebieden komen en het land door sedimentatie voldoende is opgehoogd, is het denkbaar dat de schor in cultuur wordt gebracht, waarna een volgend stuk schor aan de beurt is. Hierdoor ontstaat een wisselwerking die gelijke tred kan houden met de zeespiegelstijging. De natuurlijke opslibbing bedraagt grofweg 1 centimeter per jaar. Om opslibbing te bevorderen, kan er bijvoorbeeld minder vee worden toegelaten, waarna de hogere vegetatie meer slib vangt. Maar men kan ook denken aan het juist meer begrazen van grasdijken (door schapen of paarden) en het strooien van minder kunstmest, waardoor de zode beter doorworteld wordt, en de dijk erosiebestendiger. Wanneer de hoogte van een schor (of kwelder) zodanig is geworden dat de opeenvolging van planten op de kwelder het hoogste stadium heeft bereikt, zou het verwijderen van het slib (bijv. voor de lokale versterking van de dijk) een optie kunnen zijn.

Eco-engineering

Ideeën voor brede waterkeringen bieden kansen om natuurlijke processen (zoals sedimentatiepatronen in zand) voor ons 'te laten werken'. Dit wordt ook wel aangeduid als 'bouwen met de natuur' [Waterman, 1991]. In de civiel-technische hoek

.....
²⁹ De initiatiefnemers van de tandemdijk proberen een proefproject te realiseren (Directie Zeeland van RWS en de Bouwdienst (BD) en de Dienst Weg- en Waterbouw van RWS).



Figuur 7
*Wisselpolder. Bron: Directie
Zeeland, RWS, Middelburg.*

wordt de term 'eco-engineering' ook gebruikt. De natuurlijke processen in een **eco-systeem** vormen het uitgangspunt voor een ontwerp [Oostrum, 2002]. Dus niet het aanspoelsel aan de duinvoet in het kader van 'schone stranden' voor de recreatie wegschuiven en afvoeren, maar dit materiaal (zeker waar het gaat om organisch materiaal) laten liggen en gebruiken voor nieuwe duinvorming. Dus niet met bulldozers langs het strand een duinenrij opwerpen, maar met de inplant van helm of met de bescherming van spontaan gevestigde helm of de wind het zand laten opstuiven tot natuurlijk vormgegeven duinen met een aantrekkelijker uiterlijk en met hogere natuurwaarden.

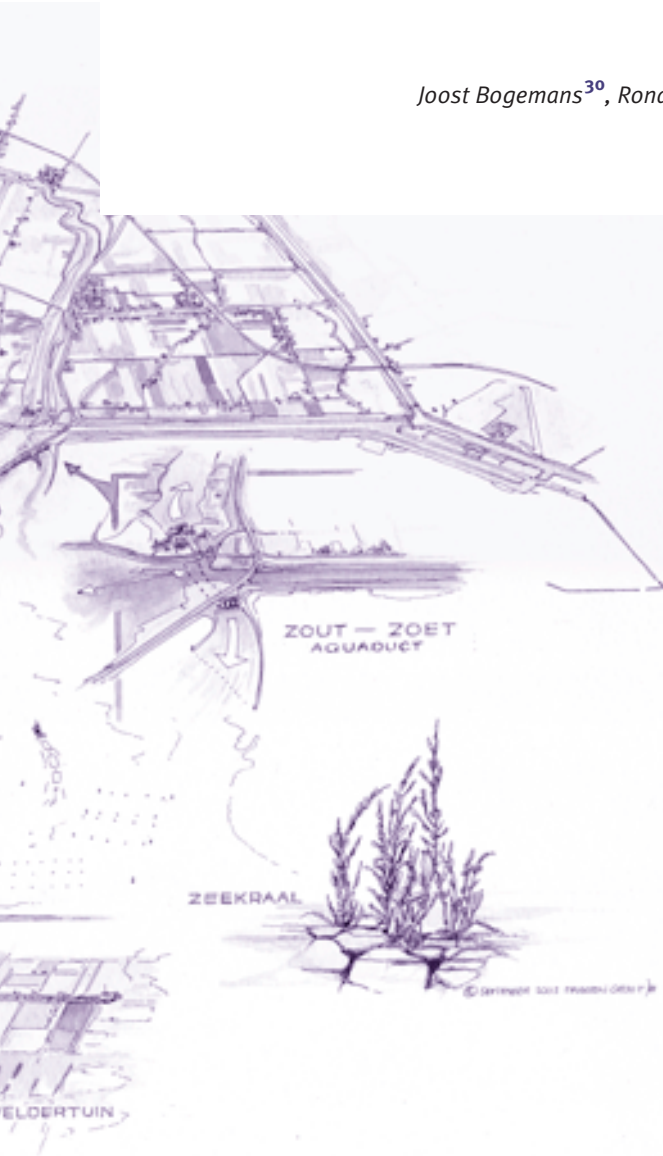
Het huidige suppletiebeleid voor de kustverdediging in Nederland is al gebaseerd op dit idee van bouwen met de natuur. Het concept eco-engineering is inmiddels bekend, maar er zijn (internationaal) nog geen voorbeeldprojecten waarin de natuur 'het werk alleen doet'. De natuurlijke processen in eco-engineering kunnen eventueel geholpen worden door reversibele technische elementen zoals 'geotubes'. Onder geotextiele systemen worden alle oplossingen op het gebied van de civiele techniek verstaan die synthetische weefsels gebruiken. Geotubes gebruiken een stevig synthetisch weefsel dat een bepaalde hoeveelheid materiaal (zand, lucht enz.) verpakt [Duijvenbode, 2002]. Geotubes kunnen bijvoorbeeld worden gebruikt voor golfbrekers of om hangende stranden te creëren. De geotube zou ook kunnen worden toegepast bij de tandemdijk. Er zijn ook ideeën voor toepassing in natuurontwikkelingsprojecten. De vegetatie kan door de containers heengroeien, nadat deze zijn gevuld en nadat het gebaggerde fijne materiaal is geconsolideerd.

Referenties

- Duijvenbode, JD van (2002). *Kerend Tij Innovatie Competitie 2002*. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW), Delft
- DWW (2000). *Blauwe Delta – Risicobenadering*. Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat (DWW), Delft
- DWW (2002). *Verkenningen Deltawateren – Waterkeren in de breedte*. Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat (DWW). Delft
- Oostrum, RW van, M Klinge (2002). *Eco-engineering, natte waterbouw in het nieuwe millennium*. Waterfront/CUR, Gouda
- Pijkeren, L. van (2001). *Zeedijken in een breder perspectief. Onderzoek in het kader van het project Blauw Delta* (RWS, directie Zeeland). Afstudeerrapport. Technische Universiteit Delft/Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde (DWW), Delft
- Waterman, RE (1991). *Naar een integraal kustbeleid via bouwen met de natuur*. Waterman, Delft



Joost Bogemans³⁰, Ronald Lanthers³¹, Martin Scholten³², Wim Wiersinga³³



“De Wiert is by de Hollanders in groote agtinge om daar dyken van te maken tegens het gebulder van de Zee, alsoo de aarde dycken ligtelyk komen af te spoelen; maar de Wiert hangt vast aan malkanderen, en is buigzaam, soo dat de gantsche dyk komt te buigen, en aan 't geweld des waters als toe te geven.”

S. Blankaart, Amsterdam (1698)

ZILTE KOP MET ZILVEREN MUNT: ZOETE TUINBOUW VERBINDT

De Kop van Noord-Holland en het voormalige eiland Wieringen zijn van oudsher gebieden waarin landbouw, veeteelt en visserij het leven beheersen. Maar er is heel wat veranderd met de inpoldering van het wadden- en kweldergebied ten noorden van de West-Friese Zeedijk. De zee is teruggedrongen tot de Waddenzee, de angst voor de zoute kwel is groot. Toch zijn er veel initiatieven op het gebied van zeecultuur, die gebruikmaken van de biologische rijkdom van het gebied. Het ontbreekt deze initiatieven echter aan schaal en samenhang. Een Zee-cultuurpark gericht op zilte tuinbouw geeft zowel volume als verbinding, waardoor deze en ook andere zilte initiatieven in de regio betere kansen krijgen.

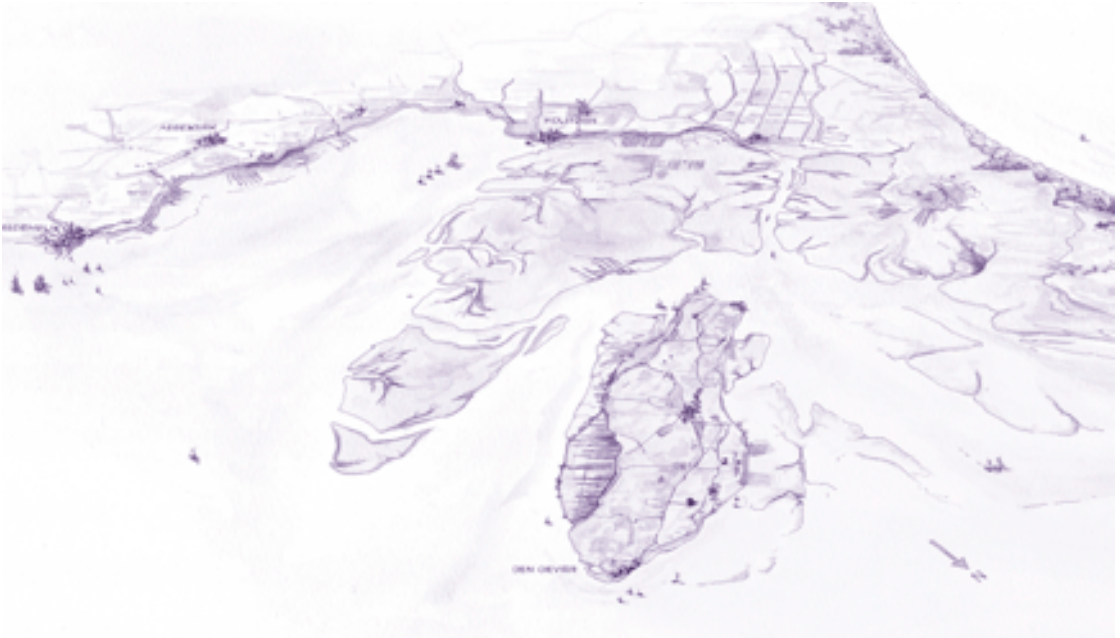
Door een forse aanpassing van de waterhuishouding worden zoet en zout water in de Kop van Noord-Holland weer op natuurlijke wijze met elkaar verbonden. Dit biedt de basis voor een productiegebied voor zilte tuinbouw, die vooral gebruik maakt van natuurlijke processen. Met deze aanpassing worden de Kop en Wieringen weer met elkaar verbonden. Hierdoor ontstaan toeristisch-recreatieve kansen en hernieuwde mogelijkheden voor de intrek van vis en voor de natuur.

30 ScropS NV, Brussel.

31 Directie Visserij, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.

32 Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, IJmuiden.

33 Expertisecentrum LNV, Ede.



Figuur 8

*Een historisch beeld van Wieringen.
Bron: Maarten Groot, Santpoort-
Noord.*

We zien op de eerste tekening (Figuur 8) een grote zilte vlakte noordelijk van de West-Friese Kust (Lage Zeedijk) achter de duinenrij die dit waddegebied tegen de Noordzee beschermt. In deze vlakte ligt verheven het voormalige eiland Wieringen (Wir = Hooghte).

Dit eiland en de duinen daaromheen zijn de vroegst bewoonde delen van Nederland. Van oorsprong kenmerkte deze regio zich door zeer diverse activiteiten op basis van wat de omgeving bood: de Wieringer aak voor visvangst, **zeewier** voor dijken en matrassen, rotganzen vangen, en nog veel meer. Het gebied werd zo eeuwenlang op een duurzame wijze geëxploiteerd; een ‘scharrel’cultuur van leven in een zilt milieu. Een op Wieringen begraven Vikingschat van zilveren munten laat zien dat er sprake was van een relatief welvarend leven. Ook de latere geschiedschrijving leert ons dat er nimmer sprake was van een marginaal bestaan in deze regio.

De kreek Het Oude Veer was in dit dynamisch landschap van wadplaten en **kwelders** een vast element. Later werd hierop de ‘Oudesluis’ aangesloten voor de afwatering van de West-Friese polders (zoals de Zijpe- en de Hazepolder). Zo is Het Oude Veer altijd de ader geweest waarlangs het eiland Wieringen met het oude land van West-Friesland was verbonden. Maar ook het vissersdorp Kolhorn aan de West-Friese Zeedijk had sterke banden met het eiland Wieringen. Deze historische relaties vormen de kern van het hier gepresenteerde idee voor een Zeecultuurpark in deze regio.

We zien op de tweede tekening (Figuur 9) dat de **zilte** vlakte is ingepolderd. Stukje bij beetje is Wieringen op afstand komen liggen van de West-Friese



Figuur 9

De huidige situatie. Bron: Maarten Groot, Santpoort-Noord.

kust. Paradoxaal genoeg betekende de inpoldering van de Wieringermeer zowel het einde van het eiland Wieringen (Wieringen werd toen verbonden met het vaste land) als het einde van de cultuur-economische verbinding met West-Friesland. De Wieringermeerpolder werd ingenomen door pioniers van elders. De zilte wadden werden omgevormd tot een strak en weids landbouwgebied waarin landbouw en bollenteelt domineren. Een moderne landschapelijke en culturele barrière scheidt Wieringen van West-Friesland. Alleen de marine en de visserij verbinden de regio nog met het zilte milieu. De streek heeft zijn eigen ecologische en economische identiteit door de massale inpolderingen goeddeels verloren, maar de oorspronkelijke cultuur van het scharrelen is ook nu nog aanwezig. In de Kop van Noord-Holland vinden tal van nieuwe activiteiten plaats die sterk het accent leggen op de cultuurhistorie, de eigen identiteit (een oud zee- en kweldergebied) en de oude manieren om de biologische rijkdom van de regio te gebruiken, die samenhangt met de invloed van het zoute water. Het gaat om het snijden van kwelderplanten, het kweken en verzamelen van mossels en Japanse oesters, en het vissen op de Waddenzee. Deze op zichzelf staande kleinschalige activiteiten zouden met een gezamenlijk motto veel meer bestaanszekerheid kunnen krijgen.

Het economische stimuleringsprogramma Kop en Munt stimuleert een grotere diversiteit aan economische activiteiten: vooral toerisme en duurzaam ondernemerschap, bijvoorbeeld 'zilte entrepreneurs' met roommosselenkweek, wadvissersexcursies, en mosselzaadwinning op netten.

Ook water krijgt meer ruimte. Het project 'Water bindt' zorgt onder andere



Figuur 10
 Een toekomstbeeld: Zilte Kop met
 Zilveren Munt. Bron: Maarten Groot,
 Santpoort-Noord.

voor een herstel van de natte verbinding tussen Wieringen en de West-Friese kust: het Wieringerrandkanaal en het Waardkanaal worden verbreed. De ‘Noordboog’ is de beoogde ecologische verbinding tussen het IJsselmeer en de Noordzee. De kroon op dit waterwerk is de verbreding van het Wieringerrandkanaal tot een Wieringerrandmeer, waarmee het karakter van Wieringen als eiland zal worden hersteld.

Veel van deze ontwikkelingen betreffen zoet water: land- en tuinbouw in de regio vrezen zilt water. Toch is verzilting (door de zoute kwel) in dit voormalige waddegebied op den duur niet tegen te gaan. Er is al sprake van verzilting van het gebied rond Het Oude Veer, het oude zwinneestelsel. In al deze ontwikkelingen liggen nieuwe kansen voor de toekomst: het herstellen van de zilte scharrelcultuur en het ontwikkelen van zilte tuinbouw.

We zien op de derde tekening (Figuur 10) onze voorstelling van het Zeecultuurpark ‘Zilte Kop met Zilveren Munt’, waarmee een duurzame impuls aan deze ontwikkelingen wordt gegeven: het duurzaam oogsten van zilt zeevoedsel, het verweven van diverse vormen van gebruik en het versterken van de regionale cultuurhistorische kwaliteit, waarbij een afzetmarkt wordt gecreëerd voor regionale producten.

- Centraal in ons toekomstbeeld staat herstel van het zilte karakter van Het Oude Veer. Het Oude Veer wordt geflankeerd door een gebied voor zilte tuinbouw met zilte groenten zoals zulte³⁴, zeekraal, zilte droogbloemen, zilte geurbloemen of zilte kruiden.

34 De West-Friese benaming voor zeeaster, die in Zeeland lamsoor wordt genoemd.

- Daarmee ontstaat een zilte ader die Wieringen met de West-Friese kust verbindt, parallel aan de zoetwaterader van het Wieringerrandmeer, het Amstelmeer en het verbrede Waardkanaal.
- In de Oostpolder daartussenin wordt een zoet-zoutgradiënt gerealiseerd. Aan de noordkust van Wieringen wordt de kweldercultuur hersteld, zowel binnendijks (extensieve zeegroententeelt, zilte schapenbeweiding) als buitendijks (met een wilde zeegroentensnijderij).

De kracht van dit Zeecultuurpark is dat dit park aansluit bij de kenmerken van de regio. Deze kenmerken zijn zowel fysiek (de ontstaanswijze van het landschap) als sociaal-cultureel van aard (de menselijke activiteiten en gebruiken).

Hieronder worden de individuele elementen van het Zeecultuurpark nader toegelicht.

ZILTE TUINBOUW

Zowel een natuurlijke groei als een meer gecontroleerde productie van zoute plantensoorten bieden kans op een duurzaam gebruik van de biologische verscheidenheid. Kwelderplanten zijn op diverse manieren te gebruiken, bijvoorbeeld zeekraal (*Salicornia*), zeeaster (*Aster tripolium*) en zeekool (*Crambe maritima*) als groenten, lamsoor (*Limonium vulgare*) als droogbloemboeket, zeealsem (*Artemia maritima*) en zeevenkel (*Crithmum maritimum*) als geurboeket, en als geneeskrachtige kruiden zoals lepelbald (*Cochlearia officinalis*), zilt torkkruid (*Oenanthe lachenalii*) en het karakteristieke NoordHollandse heemst (*Althaea officinalis*).

DE CONDITIES EN WATERHUISHOUDKUNDIGE INGREPEN

De polders van Wieringen lenen zich zonder meer voor zilte tuinbouw, omdat in het waterbeheer een bepaalde zoutgraad kan worden bewaakt zonder dat omliggende landbouwgronden het risico lopen van zoutintrusie of verzilting. Door de hoge rug van Wieringen stroomt zoet grondwater vanuit de randen de verzilte polders binnen. Er is dus geen gevaar voor verzilting. Primair gaan de gedachten uit naar kleinschalige landaanwinning door de noordkust van Wieringen van greppels te voorzien, waarmee de verzanding van dit gebied (de Breehorn) kan worden tegengegaan. Zo ontstaat een kwelder van oogstbare zeekraal. Binnendijks (van de Normerpolder tot aan Vatrop) kan de extensieve tuinbouw van zilte gecombineerd worden met het begrazen van zilte weiden met rood zwenkgras (*Festuca rubra*) en kweldergras (*Puccinellia maritima*) door het Texelse schapenras.

Een meer intensieve zilte tuinbouw is geprojecteerd rond de voormalige zee-arm Het Lage en Hoge Oude Veer (van Ewijcksluis tot aan Oudesluis). Het

Oude Veer wordt een zilte kreek in een overigens zoetwatergebied door de aanleg van een uniek zout-zoetaqueduct nabij Ewijcksluis. Eventueel kan ook worden aangesloten bij plannen om het Balgzandkanaal vanaf de sluizen bij Den Helder te laten **verzilten**. Oudesluis komt hierdoor weer in verbinding met het zoute water. Dit gedeelte van de Anna Paulownapolder ontwikkelt zich dan tot een tuinbouwgebied speciaal voor zouttolerante gewassen dat aansluit op het ambitieuze bloembollenproject de ‘Hollandse Bloementuin’.

Aangezien de rest van de Anna Paulownapolder en de Wieringerwaard redelijk hoog liggen ten opzichte van deze kreek zal er geen intrusie van zout water plaatsvinden. Bovendien is zout water zwaarder dan zoet water. De grondwaterstand en het zoutgehalte (in vergelijking met zeewater en zoet grondwater) zijn te bewaken door bovengrondse watermeters. Door het opzetten van het zoetwaterpeil in de Oostpolder ontstaat een gebied voor ‘waterberging’ dat aansluit bij het project ‘Water bindt’ en dat bovendien zoutintrusie tegengaat.

EEN VERSMARKT VOOR ZEEPRODUCTEN

Een belangrijk aspect van het plan is het in de markt zetten van de zilte producten. Het aansluiten bij regionaal gecertificeerde producten en een regionale marktplaats bieden hiervoor mogelijkheden. De in de regio geproduceerde zoute producten (zoals zilte groenten, kruiden, vis, mosselen en kwaliteitsvis van de gemengde visserij) worden verhandeld op de marktplaats en bij voorkeur afgezet in lokale restaurants. De marktplaats is in aanzet al aanwezig in de visafslag in Den Oever. Bovendien heeft deze plaats de potentie zich te ontwikkelen tot een levendige marktplaats voor de toerist, de horeca en de gespecialiseerde groothandel. In Figuur 10 is deze marktplaats voor verse regionale zeeproducten de kristallisatiekern voor de ontwikkeling van een levendige en nostalgische vissershaven Den Oever.

ZILTE TUINBOUW VERBINDT

Met de ontwikkeling van **zilte** tuinbouw langs de as Wieringen (Waddenzee), Oude Veer en Oudesluis (West-Friese Zeedijk) kunnen meer functies en plekken met elkaar verbonden worden en ontstaan kansen voor nieuwe initiatieven:

- Het versterken van de historische relatie tussen Kolhorn en Wieringen door een wandel-, fiets- en kanoroute³⁵. De route voert langs een afwisselend zout, brak en zoet, en langs een oud en nieuw landschap. Daarin kan men kennismaken met zilte tuinbouw, met het scharrelen in een zilt milieu, en met de visserij. Vanuit Den Oever kunnen wadexcursies worden gemaakt. Vanuit Kolhorn kan West-Friesland worden verkend. Het cultuurhistorisch vissersdorp Kolhorn kan zich sterker profileren door de verbinding met Wieringen.
- De ‘voormalige jeugdherberg’ te Oosterland kan tot een spiritueel centrum voor het beleven van ‘zeenatuur-cultuur’, als slaapplek en als infocentrum

³⁵ De route loopt via Den Oever, Wieringer Noordkust, Amsteldiep-dijk, Oude Veer, Oudesluis, West-Friese Zeedijk, Kolhorn, Waardkanaal, Wieringerrandmeer/zuidkust terug naar Den Oever.

uitgroeien; of als startplaats voor excursies met als thema het ‘duurzaam gebruik van de waddennatuur’. In Figuur 10 is op deze locatie een informatiecentrum annex kweldertuin voorzien waar de kenmerken van zoutvegetatie kunnen worden gedemonstreerd en waar men de lokale producten kan leren kennen.

- In Den Oever komt een (Viking)museum om het roemrijke verleden nog eens te benadrukken. Hierin kan aandacht worden besteed aan de tradities van de regionale zeecultuur.
- Via de Hollandse bloementuin kan de verbindende schakel tussen zilte en duurzame zoete tuinbouw in de polders worden gemaakt.

ECONOMISCH PERSPECTIEF

In het huidige tuinbouw-, bollen- en akkerbouwgebied wordt met zilte tuinbouw een vierde plantaardige sector ontwikkeld. Deze sector geeft een bredere economische basis aan de regio. De vele initiatieven in de regio van zowel pionierende ondernemers als overheden (bijv. ‘Kop en Munt’ en het Wieringerrandmeer) en het latent aanwezige netwerk van bestuurders, ondernemers en vernieuwers zijn een enorme stimulans voor de ontwikkeling van een Zeecultuurpark.

De **zilte** tuinbouw biedt als vierde plantaardige sector economische differentiatie en risicospreiding in een ‘onderdruk’-gebied dat zich eenzijdig oriënteert op akkerbouw en bollenteelt. Op dit moment staan op ‘zilte’ gronden verschillende boerderijen te koop. Dit is een teken dat een nieuwe economische koers die beter aansluit bij de natuurlijke omstandigheden en die een regionaal kwaliteitsproduct levert, kansen biedt. Dit vormt ook de basis voor een zelfstandige groei van de recreatief-toeristische sector. Zilte tuinbouw is een steunpilaar voor de ontwikkeling van een zeecultuur die gericht is op het kweken van andere zilte producten zoals schelpdieren.

FINANCIERING

Voor de financiering moet een onderscheid gemaakt worden tussen de waterhuishoudkundige aanpassingen die nodig zijn voor de basisinrichting van het zoute tuinbouwgebied in de kreken en polders, en de overige activiteiten. De basisinrichting vraagt om een eenmalige investering en kan gefinancierd worden uit grotere projectontwikkelingen in de regio (bijv. de Groetpolder en het Wieringerrandmeer), die van invloed zijn op de waterhuishouding. Bedacht moet worden dat met de ontwikkeling van **zilte** tuinbouw in de regio een alternatief ontstaat voor locaties waar zoute kwel alleen nog tegen hele hoge kosten terug te dringen is.

De exploitatie van activiteiten in de regio moet zijn bestaansrecht bewijzen, maar er is wel een gezamenlijk belang in het aantrekken van bezoekers en kopers (en dus het genereren van inkomen) door collectief de regio als recrea-

tiegebied aan te prijzen (denk aan o.a. overnachting, horeca en restaurants, museum, marktplaats).

MEEKOPPELINGEN

Met de aanleg van een zout tuinbouwgebied wordt niet alleen een verbinding tot stand gebracht tussen de vele activiteiten in de regio, maar wordt tevens een aantal andere doelen gediend die ieder voor zich onvoldoende gewicht zouden geven voor zo'n ingreep.

- Het herstellen van de zoet-zoutovergang biedt mogelijkheden voor vismigratie van onder andere de stekelbaars en de aal.
- Het biedt wellicht ook weer nieuwe kansen voor de waddennatuur als zee-gras in een gebied dat nu steeds meer verzandt en verzoet. De herstelde zoet-zoutgradiënt moet zodanig worden aangelegd dat de natuur meeprofi-teert (en bestaande natuurwaarden niet verdwijnen).
- In een onderzoek naar de identiteit van het landschap van de Kop van Noord-Holland stelt de provincie Noord-Holland dat de Anna Pauwlonapolder ruimte biedt voor een landelijk bedrijvenpark. Het regelmatige polderpatroon en de grillige natuurlijke lijnen van de oude krekenvormen de randvoorwaarden. Zilte tuinbouw past goed in dit landschap en kleurt de kreekzones in.
- Het ontwikkelen van een vaarroute van het IJsselmeer naar het Amstelmeer via het Wieringerrandmeer.
- Waterberging kan gebeuren in het al aan te leggen Wieringerrandmeer en in de voorgestelde uitbreidingen van Het Lage Oude Veer en de ontzanding van de Groetpolder.
- De aanwezige windmolens krijgen met het vergroten van het wateroppervlak meer strijklengte, hetgeen gunstig is voor de energieopbrengst.
- De te vergroten afvoercapaciteit van zoet IJsselmeerwater (spui) door de Wieringermeer naar de Groetpolder en het Waardkanaal kan gerealiseerd worden via een van de tochten.
- Het ontwikkelen en versterken van het maritieme en mariene kenniscentrum in Den Helder en Texel.

BARRIÈRES

Er zijn ook regionale belemmeringen te verwachten. De belangrijkste barrière is het dominante 'scheidingsdenken'. Er bestaat weerstand tegen de inlaat van zout water.

Ook landbouw (cultuur) en natuur zijn ruimtelijk van elkaar gescheiden. Het opheffen van deze scheiding vraagt om een omslag in het denken. Dat geldt enerzijds voor de weerstand bij beschermers van de Waddenzee tegen het productief benutten van de plantengroei op de **kwelders** ten noorden van Wieringen. En anderzijds voor de vrees bij de landbouw voor zout water en het

wantrouwen tegen zilte tuinbouw.

En ten slotte conflicteren de ideeën met het huidige beleid voor de regio, zoals die in het streekplan zijn vastgelegd. Dit plan staat een ontwikkeling voor waarin de polders worden gezien als industrieel en landelijk agroproductiegebied, waarin de Ecologische Hoofdstructuur (EHS) bestaat uit een zoetwater-natuurverbinding (de Noordboog), waarin Wieringen het primair van (ecologische) toerisme zal moeten hebben, en waarin men het verkwelderen van het Balgzandgebied niet wil stimuleren.

Zilte tuinbouw

Joost Bogemans³⁶, Hannemieke Luyten³⁷

Zeeaster en zeekraal zijn twee bekende zeegroenten in de kustregio's van Noord-Europa. Bij lamsvlees en natuurlijk ook bij vis komt de typisch zilte smaak goed tot zijn recht. Deze groenten zijn nitraatarm, rijk aan vitamines en mineralen en dus zeer gezond. Zeegroenten zijn zoutminnende planten (**halofyten**) die kunnen gedijen in een zout milieu, omdat ze de zoute mineralen op een efficiënte manier in hun weefsels kunnen verdelen. Topchefs in Zeeland en in het Waddengebied serveren deze groenten vandaag de dag als exclusief. Vroeger was het armeluiskost.

De nichemarkt wordt tot nu toe vooral bediend door wildsnijders. Er wordt inmiddels op kleine schaal gewerkt aan het in cultuur brengen van deze zilte gewassen. Dit gebeurt buitendijks, op akkers binnendijks, maar ook in glastuinbouwkassen. De huidige afzetmarkt en het areaal aan cultures zijn internationaal nog bescheiden van omvang. Ook al lijkt de technische haalbaarheid van zilte tuinbouw wel vast te staan en al groeit de afzetmarkt, de teelt van zeekraal en zeeaster is nog altijd een pioniersmarkt voor zowel producenten als handelaars.³⁸ Er is sprake van een kip-eiprobleem; de retail wil pas gaan distribueren en verkopen als de continuïteit en kwaliteit van het geleverde product gegarandeerd is, maar dit kan pas wanneer er voldoende omzet en dus areaal beschikbaar is.

Wereldwijd is er steeds meer kennis beschikbaar over soorten **halofyten** en de verschillende condities waaronder zij groeien. Bij teelt in de volle grond is een gedegen kennis van de zouthuishouding van deze planten nodig evenals van de geohydrologische staat van de bodem om tot duurzame vormen van **zilte** tuinbouw te komen. Bij het toepassen van irrigatie met zoutwater moet een nettozoutaccumulatie in de bodem vermeden worden. Het verkrijgen van een goede en stabiele kwaliteit pootgoed is van belang voor een toename in de teelt van zeegroenten.

In de literatuur worden voor verschillende halofyten ook andere producttoepassingen geclaimd. Denk hierbij aan de productie van hout, vezels, of veevoer, of de teelt van zoute biomassa-energiegewassen³⁹, maar ook aan de toepassing van stoffen uit halofyten in de cosmetische, chemische en voedingsmiddelenindustrie. De zoutaan duidingen in de literatuur zijn vaak nog kwalitatief van aard (zie o.a. [Goosen, 1999]).

36 ScropS NV, Brussel.

37 Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen UR, Wageningen.

38 De zouttolerantie bij gangbare gewassen is gemeten tot een groei remming van 50%. Water met minder dan 0,2 gram Cl⁻ per liter wordt aangemerkt als zoet. Water met meer dan 30 gram Cl⁻ per liter wordt gekwalificeerd als zeer zout.

39 CO₂-neutrale energiedrager die kan groeien op het groeiende areaal aan verzilt gebied.

De term zilte tuinbouw wordt gebruikt als verzamelnaam voor een vorm van landbouw waarin gewassen worden geteeld die een hoger zoutgehalte verdragen. We verstaan hier niet alleen de teelt van halofyten onder zoals zeekraal en zeeaster, maar ook de teelt van traditionele gewassen onder zoute condities en van macroalgen (of wieren).

Tabel 3

De zouttolerantie van verschillende gewassen.

Soort		Zouttolerantie (gram per liter)
zilte planten	zeekraal (<i>Salicornia sp.</i>)	46,9
	lamsoor (<i>Aster tripolium</i>)	25
	zeebiet (<i>Beta maritima</i>)	15
	zeekool (<i>Crambe maritima</i>)	12
	zeevenkel (<i>Crithmum maritimum</i>)	10
zoutwaterstruiken en -bomen	gewone zoutmelde (<i>Atriplex portulacoides</i>)	39
	mangrove (<i>Rhizophora sp.</i>)	35
	eucalyptus (<i>Eucalyptus sp.</i>)	18
gangbare akker- en tuinbouwgewassen ⁴⁰	rogge (<i>Secale cereale</i>)	10,4
	gerst (<i>Hordeum vulgare</i>)	10,0
	bieten (<i>Beta vulgaris</i>)	9,0
	tarwe (<i>Triticum aestivum</i>)	7,6
	raaigras (<i>Lolium perenne</i>)	7,1
	tomaat (<i>Lycopersicon esculentum</i>)	4,4
	spinazie (<i>Spinacia oleracea</i>)	4,0
	aardappelen (<i>Solanum tuberosum</i>)	3,4
	sla (<i>Lactuca sativa</i>)	3,0
	tuinbonen (<i>Phaseolus vulgaris</i>)	2,1
aardbei (<i>Fragari vesca</i>)	1,5	

.....
⁴⁰ Bijvoorbeeld Joost Bogemans (Scrops NV, Brussel, www.scrops.com), Roelof Hoogland's Zeegroenten (Ferwerd, www.zeegroenten.nl), BudHolland (Maasland, www.budholland.com), ODE BV (Amsterdam, www.oceandeesertenterprises.com).

⁴¹ Deze culinaire delicatesse moet niet worden verward met lamsoor, de Nederlandse botanische benaming voor *Limonium vulgare*. Dit is een houtige snijbloem die niet gegeten kan worden.

Zeeaster

De jong gesneden bladeren van de zeeaster worden in de Nederlandse kustgebieden lamsoren (Zeeland) of zulte (Noord-Holland) genoemd.⁴¹ Zeeaster behoort tot de composietenfamilie en kent verwante groenten zoals schorseneer, witlof en kropsla. Zeeaster is een ziltig smakende spinazie vol mineralen, die zijn bijzondere aroma behoudt als de blaadjes kort onder de kraan worden afgespoeld (in niet te ruim water worden gewassen) en kort worden geblancheerd.

Zeeaster is zeer rijk aan eiwitten (gelijkwaardig aan alfalfa) en rijk aan mineralen zoals natrium, kalium, calcium en ijzer. Hoe zouter de omgeving, hoe rijker aan eiwitten de plant is. Voor een optimale groei liggen de zoutconcentraties rond de 12 tot 15 gram NaCl per liter (zeewater is 25 gram NaCl per liter).

De cultuur van lamsoren is niet expliciet verbonden aan getijdenwerking en het kan

dus ook geteeld worden op de volle grond en in kassen. Door een gecontroleerde irrigatiemethode zoals druppelbevloeiing kunnen de gewenste zoutgradiënten bereikt worden en kan een gaaf en schoon product geleverd worden. Wilde zeeaster gedijt het best op zware kleigronden, maar voor cultures is een lichtere bodemfractie aangewezen om wortelvorming en het uitstoelen te bevorderen.

De zeeasterplant heeft een opmerkelijk regeneratievermogen. Onder cultuuromstandigheden kunnen de jonge blaadjes tot zes maal toe gesneden worden. Eén snijbeurt levert 750 gram per m² op. Een rendement van 40.000 tot 45.000 kilogram per hectare per jaar is realistisch. De prijs per kilo groente is ongeveer € 5 tot € 8 en daarmee is de opbrengst per hectare circa € 250.000 per jaar.

Zeekraal

Zeekraal, de eenjarige pionierplant in estuaria, kan niet overleven zonder zout (concentraties rond de 25 gram NaCl per liter). Zeekraal is verwant aan (snij)biet en spinazie, maar bevat zeer weinig nitraat. Voor de bereiding moeten de onderste stugge delen van de zeekraal verwijderd worden. Daarna kan de groente enkele minuten worden geblancheerd, geroerbakt of gestoofd.

De zwakke fase in de cultuur van zeekraal is de kiemfase. In deze fase zijn tal van cultivatieparameters vereist voor het welslagen van de cultuur, zoals zoutconcentratie, bevloeiingsfrequentie en temperatuur. Zodra de plant begint te vertakken (te 'kralen'), is de groei explosief. In de wildsnijderij en in de teelt op volle grond kan zeekraal tot driemaal toe gesneden worden. De opbrengst is 12.000 tot 15.000 kilogram per hectare per jaar. Het seizoen van zeekraal in West-Europa loopt van mei tot en met september. Naarmate het seizoen vordert, gaat de kwaliteit achteruit door de verhouting van het gewas. Door de import van geteelde zeekraal uit droge en dorre gebieden zoals Mexico en Saoedi-Arabië is de groente inmiddels jaarrond op de consumentenmarkt in West-Europa te verkrijgen.

In de kas richt de teelt zich op de productie van jonge scheuten, waarbij een optimaal rendement wordt gezocht tussen gewicht en verhouting. Rendementen liggen om en nabij de 15.000 tot 20.000 kilogram per hectare per jaar waarbij men tweemaal per jaar kan zaaien. Ook voor zeekraal ligt de prijs per kilo groente tussen de € 5 en € 8. Voor zeekraal geldt dat selectie en veredeling zullen moeten bijdragen aan het ontstaan van een ruimer aanbod aan variëteiten die aangepast zijn aan verschillende groeicondities in verschillende productieomstandigheden (snelkiemers, verhouting enz.).

De hydroponische teelt van zeekraal (in kassen gecombineerd met viskweek) zal zijn intrede gaan doen in Europa. De zeekraal groeit op de mest van de visteelt. Zeekraal kan niet alleen gegeten worden, het kan ook dienen als bron voor veevoer, voor hout of vezels voor de papierindustrie, of als biomassa-bron voor duurzame energie. De zaden van de zeekraal zijn bovendien rijk aan [meervoudig onverzadigde vetzuren](#) en dus een potentiële bron van oliën voor de voedingsmiddelenindustrie (zie [Glenn, 1998; Rasing, 2002]). Mogelijk kan het eiwitrijke zeekraalzaad ook die-

nen als vervanger van sojabonen. De aanduidingen in de literatuur en publicaties voor dit soort potentiële toepassingen zijn vaak kwalitatief van aard.

Diversificatie

Tabel 3 laat zien dat er meer interessante zilte groenten zijn, zoals zeekool.

Zeekool komt van nature voor aan de rand van keienstranden of in de duinen. De plant kan een matige zoutconcentratie nog net verdragen en heeft daardoor zijn weg gevonden naar de Franse en Engelse moestuinen. Het oude cultuurgewas is in onbruik geraakt omwille van het lage rendement. Maar een Frans onderzoeksinstituut heeft selecties van zeekool en een moderne kweektechnologie ontwikkeld. Doordat het uitgangsmateriaal op in-vitroplanten beruiste, was teelt niet haalbaar (te duur). Maar wanneer kiemkrachtig zaad beschikbaar komt, heeft deze groente de potentie zich te kunnen meten met een gewas als asperges. Zeekool zou een extra interessante groente zijn, omdat het gewas in geval van zoutstress anti-oxidanten aanmaakt.

Traditionele gewassen op zilte gronden?

Naast het kweken van zeevroenten zou het gezien het toenemende areaal aan verzilte gronden interessant zijn als traditionele gewassen onder zilte condities zouden kunnen groeien. De opbrengst van cultuurgewassen als gerst, tarwe, maïs, aardappelen en tomaten daalt bij te hoge zoutconcentraties. Zoutstress verhindert de opname van water door de inefficiënte verdeling van de zoutionen (Na^+ en Cl^-) in de cel en tussen de verschillende plantenweefsels. Ook wordt de opname van essentiële mineralen geremd. Daarbij komt dat deze cultuurgewassen sterk gevormd zijn door selectie en verdeling. Door te selecteren op snelle groei zijn de cultuurgewassen de (geringe) zoutresistentie die sommige van deze soorten hadden, verloren.

Niet alle cultuurgewassen zijn even zoutgevoelig. Gerst en biet hebben bijvoorbeeld zoutresistente voorouders. Tot enkele jaren terug was het zelfs gebruikelijk om een dosis zout als meststof aan suikerbieten toe te dienen. Over het algemeen zijn kiemplanten gevoeliger voor zoutstress. De mate en de periodiciteit van zoutstress kunnen — net als de keuze van het gewas — het rendementsverlies per cultuuroppervlakte inperken. Bovendien kunnen selectie en verdeling bijdragen aan zoutresistente plantensoorten.

Een overzicht van biochemisch onderzoek (1980-2000) naar het celmetabolisme van halofyten is geschreven door [Zhu, 2001]. De inzichten hierin kunnen gebruikt worden om de zoutresistentie van conventionele gewassen te verbeteren. Aan de Universiteit van Californië in de VS werkt men bijvoorbeeld aan het zouttolerant maken van tomaten en koolzaad, waarbij men slechts één gen hoeft te veranderen.

Zoutgevoelige planten welen zout uit de plantencellen, maar om hun wateropname of stikstofreserve te verzekeren, worden tegelijkertijd additionele moleculen opge-

bouwd. Die kunnen soms juist een meerwaarde leveren aan deze gewassen. Zo is het bekend dat tomaten onder invloed van zoutstress extra suikers en organische zuren opbouwen om de wateropname naar de vrucht te verzekeren. Het resultaat is een kleinere vrucht, maar met een beduidend zoetere smaak. Ook kunnen zoute condities een positieve invloed uitoefenen op celwanden van gewassen, waardoor het vezelgehalte toeneemt [Zhu, 2001]. Hierdoor zijn deze gewassen beter te verwerken en langer te bewaren [Rasing, 2002]. Bij aromatische kruiden worden de aroma's van essentiële oliën sterker door zoutstress. En ten slotte maken bijna alle planten onder zoutstress **anti-oxidanten** aan om de celfuncties te beschermen. Onderzoek naar dit soort positieve effecten van zoutstress op klassieke gewassen, die een mogelijk meerwaarde aan het product kunnen geven, is schaars.

Wieren of macro-algen

Een aparte categorie 'zeegroenten' vormen de macro-algen (of **wieren**). De Japanners hebben al meer dan 10.000 jaar geleden de wieren ontdekt en opgenomen in hun keuken. Ook in het noorden van West-Europa is het eten van algen niet vreemd. Zo werd de rode dulse al door de Kelten en de Noormannen gegeten en het wordt ook nu nog van Ierland tot IJsland bij eb aan de kusten gezocht, in de lucht gedroogd en in de soep gekookt. Bekende zeewiersoorten zijn kombu, wakamé, nori, aramé, hiziki en dulse. De diverse soorten hebben alle hun eigen bereidingswijze.

Wieren zijn een rijke bron van mineralen (kalium en jodium), sporenelementen, vitaminen (A, B1 en B2) en eiwitten. Ook is gebleken dat zeewier een positieve uitwerking kan hebben op het zenuwstelsel, op een hoge bloeddruk, artritis en het cholesterolniveau.

In Azië worden macro-algen op grote schaal gekweekt. China bijvoorbeeld is de belangrijkste producent van macro-algen. In Spanje worden macro-algen als sinds jaren direct uit zee geoogst (o.a. in Baskenland, Cantabria en Galicië). In Frankrijk (o.a. Normandië en Bretagne) worden wel wieren gekweekt. Deze worden voor een groot deel als kwaliteitsproduct geëxporteerd naar Japan voor de sushi. Macro-algen kunnen ook worden toegepast:

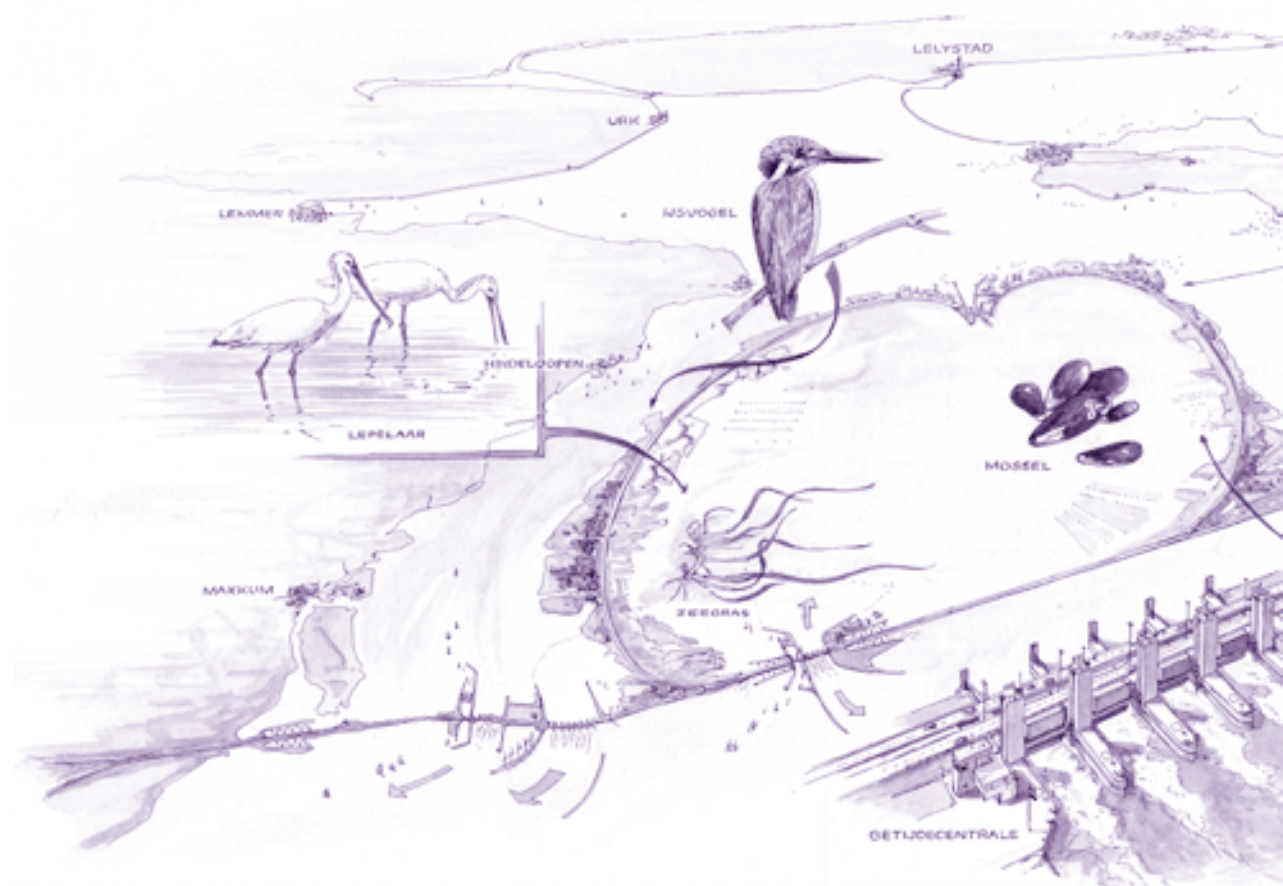
- als **gezondheidsvoeding**;
- extracten uit zeewier kunnen worden gebruikt als bindmiddel in voedsel (bijv. melk, snoep en ijs (alginaten uit bruinwieren en agar agar en carrageen uit roodwieren));
- in cosmetische producten (schuimstabilisator in shampoos en scheermiddelen);
- als geleringsmiddel in de farmaceutische industrie;
- voor op **wieren** gebaseerde therapieën (bijv. de Thalasso-therapie);
- in de vorm van zeewiermeel als supplement in diervoer.

Referenties

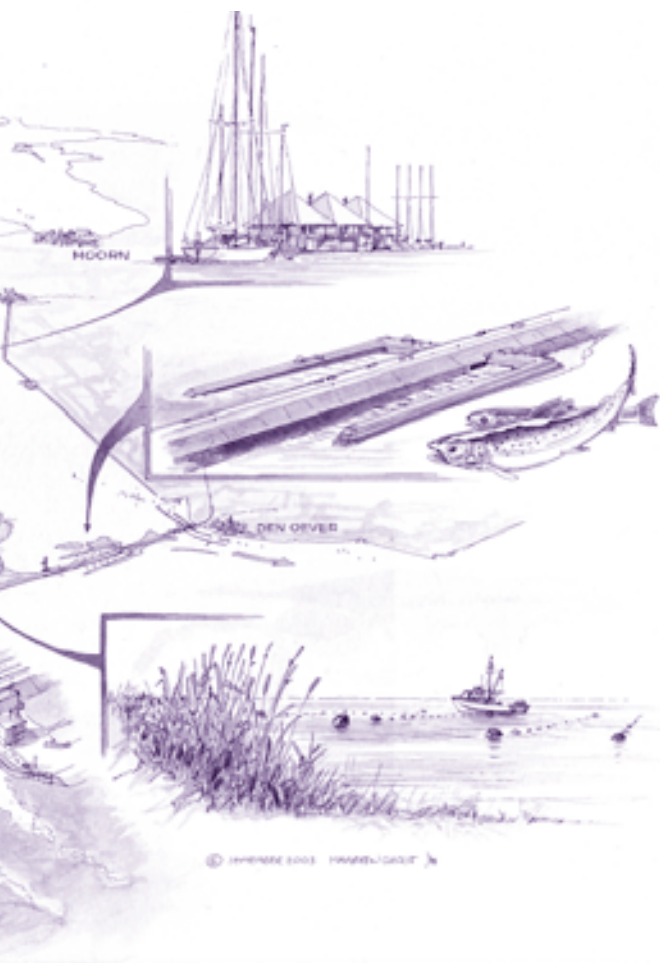
- Glenn, EP, JJ Brown, JW O'Leary (1998). Irrigating Crops with Seawater. *Scientific*

American, August 1998, pp. 56-61

- Goosen, H (1999). *Toward a Saline Alternative, Using Halophytes for Sustainable Agriculture*. Rap. nr. E99/13. IVM, Vrije Universiteit, Amsterdam
- Rasing, GFJ, JM JG Luyten, JH Schroot, M Eilander, MA Nijenhuis, CP Dekker (2002). *Halofytfood, eindrapport*. Ref. nr. OPD 01/050/180102/A. ATO-DLO, Wageningen
- Zhu, JK (2001). Plant Salt Tolerance. *Trends in Plant Science*, vol. 6 (12), pp. 66-71



Kees Hulsbergen⁴², Aart ten Hoopen⁴³, Jan Dirk van Duijvenbode⁴⁴



LELY-LAGUNE: MINDER MEER

Het meest opvallende effect van het Zeecultuurpark 'Lely-lagune' is de aanpassing van de landkaart van Nederland. Een van 's werelds bekendste waterbouwkundige iconen, de strakke Afsluitdijk, wordt aangepast of beter gezegd, aangevuld. Pal naast de strenge stenen reep komt een zachte, organisch gevormde omtrek van een waterlelieblad van circa 20.000 hectare. Deze contour geeft aan tot waar de zilte Waddenwateren via een nieuwe multifunctionele opening in de voormalige 'Afsluitdijk' kunnen in- en uitstromen zonder het overige zoete IJsselmeerwater te verzilten. De 'steel van het blad' kan wel zoet water opnemen uit het IJsselmeer, en zo met behulp van een fijn afgestemd regelmechanisme het gemiddelde (maar seizoensafhankelijke) zoutgehalte van 12 tot 18 gram Cl⁻ per liter verzorgen. In dit brakke milieu kan bijvoorbeeld het vrijwel uit Nederland verdwenen zeegras zich optimaal ontwikkelen.

WAAROM DEZE GROTE INGREEP?

In de eerste plaats vanwege de eerder verdwenen en bijna vergeten unieke natuur, die hoort bij het oorspronkelijk aanwezige brakke getijdenlandschap. De huidige natuur is (met uitzondering van de vogelrijkdom) niet bijzonder. De visrijkdom is beperkt. In de lagune zullen nieu-

we **kwelders** ontstaan, doordat het dagelijkse verschil tussen hoog en laag water circa 1 meter zal bedragen. Af en toe zal meer hoog water worden binnengelaten. Er ontstaat een rijke, brakke pioniervegetatie en bodemfauna. De kusten worden gevarieerder. Meer soorten vogels komen naar het gebied. Diadrome vissen (zie tekstkader Estuaria) kunnen weer vrij reizen tussen de Noordzee en de Rijn. Techniek en natuur zijn op die manier meer in evenwicht.

42 H₂iD, Emmeloord.

43 Van Hall Instituut, Leeuwarden.

44 Waterbouw Innovatie Steunpunt, RWS, Utrecht.

In overeenstemming met de Europese **Habitatrichtlijn** ontstaat een interessante mogelijkheid om natuur die elders verloren ging hier terug te brengen. De overgangszone tussen IJsselmeer en Waddenzee komt beter in balans qua ruimte- en watergebruik.

We herstellen hiermee een van de functies van de destijds opgeofferde Zuiderzee. Ooit voeren vissers uit voor haring, ansjovis en spiering. Dit is vermoedelijk de enige nieuw te creëren plek in Nederland waar uitbreiding van het mosselareaal mogelijk is [Smaal, 2002]. Het zou bij een bruikbaar areaal van 5000 hectare wel eens zo'n 100 miljoen kilogram mosselzaad kunnen opleveren, ongeveer de huidige opbrengst van de kweek in de Waddenzee.

Terwijl het water op het ritme van zon en maan de opening in de 'Afsluitdijk' passeert, worden visvriendelijke turbines aangedreven waarmee een vermogen van zo'n 100 MW aan duurzame elektriciteit kan worden opgewekt. Althans onder normale omstandigheden, want tijdens een extreem hoge IJsselafvoer (klimaatverandering) kan de knop tijdelijk worden omgezet. De turbines veranderen dan in pompen, zodat het peil in de Lely-lagune gedurende enige dagen voorafgaand aan de verwachte afvoerpiek flink kan worden verlaagd. Daarmee ontstaat een tijdelijke extra capaciteit als noodopvang voor de voorziene extreem hoge rivierafvoer. Vooral bij hoge waterstanden op de Waddenzee (bij noordwestelijke wind) is dit een welkome mogelijkheid, omdat dan onder vrij verval helemaal niet kan worden gespuid. Zo ontstaat een tijdelijke berging van circa 200 miljoen m³ 'water op water'. Uiteraard dient vooraf te worden onderzocht hoe lang de brakke flora en fauna zo'n tijdelijke zoete inval kunnen doorstaan. Mede met het oog hierop moet het definitieve ontwerp inclusief de meet- en regelcapaciteit zorgvuldig worden gedimensioneerd, en kan ook het regionale waterbeleid erop worden toegesneden.

In dit voorstel voor een Zeecultuurpark worden het produceren van voedsel, natuurontwikkeling en het opwekken van duurzame energie gekoppeld. De grenzen tussen zoet en zout water vervagen, en estuariene gradiënten worden hersteld. Dit voorstel vindt zijn oorsprong in de noodzaak om na te denken over de lange termijn, en in het lef daarbij niet kleinschalig te werk te gaan.

DOEL

We willen:

- Een flink deel van het huidige IJsselmeergebied veranderen in een uitgestrekt brakwater getijdengebied, de Lely-lagune, op de plek waar het ooit ook zo was. Zo kan een gezonder en veerkrachtiger watersysteem tot stand worden gebracht.
- Een dynamisch brak **ecosysteem** herstellen waarmee de vistrek tussen de

Waddenzee en de grote rivieren (IJssel, Rijn, Vecht) weer mogelijk wordt. Hier kunnen water- en moerasplanten, zeegras, bodemdieren zoals schelpdieren (mossel, oester, kokkel), vis en vogels, zich weer in grote diversiteit vestigen.

- Plotselinge zoetwaterlozingen op de zoute Waddenzee (en de Lely-lagune) minimaliseren, omdat deze schadelijk gebleken zijn voor de mosselteelt en voor sommige vissoorten.
- De tot nu toe ongebruikte potenties van de Afsluitdijk en het IJsselmeer benutten voor het beperken van (en aanpassen aan) een klimaatsverandering:
 - Opwekken van duurzame energie op basis van de getijdenstroom als bijdrage aan de noodzakelijke vervanging van de schaarse fossiele energiebronnen.
 - Een extra tijdelijke waterberging mogelijk maken door het peil in de lagune tijdelijk sterk te verlagen in geval van extreem grote rivierafvoer.
 - In het kleinere IJsselmeer zal (tijdens extreem lange droge perioden met zeer geringe IJsselafvoer) het waterpeil toch iets hoger oplopen of blijven staan dan op dit moment. Dat is gunstig voor een betere doorspoeling van de Friese en de Noord- en Zuid-Hollandse boezem. Hierbij gaan wij er vanuit dat het cruciale punt bij de strategische zoetwatervoorraad in het IJsselmeer niet zozeer de hoeveelheid betreft, maar vooral de waterstand.
- Meer gevarieerde mogelijkheden creëren voor water- en verblijfsrecreatie, en zeker ook voor permanente bewoning langs nieuw aan te leggen, afwisselende en aantrekkelijke natuuroevergebieden in het water van het huidige IJsselmeergebied ('Port Lely-lagune').

We mogen:

- Niet aan de veiligheid knabbelen; dus de nieuwe opening in de Afsluitdijk moet worden voorzien van een veilige kering.
- Niet aan de natuurwaarden van de Waddenzee komen.
- Niet zomaar zout water inlaten in het IJsselmeer; het meer heeft immers een strategische functie als zoetwaterreservoir. Zoals hiervoor is opgemerkt, kan deze strategische functie juist door het afnemen van de resterende oppervlakte van het IJsselmeer versterkt worden, doordat het waterpeil bij een zeer geringe IJsselafvoer toch iets hoger blijft dan op dit moment.
- Wel iets veranderen in de betrekkelijk saaie noordwestelijke hoek van het IJsselmeer tussen de Afsluitdijk en de Wieringermeerpolder (thans militair oefengebied), als er maar een voldoende breed zoetwaterrandmeer blijft bestaan tussen de Ringdijk van de Lely-lagune en de huidige oevers (voor waterinname, scheepvaart, recreatie, en afwatering naar de bestaande uitwateringssluizen).

- Niets afdoen aan de monumentale rechtlijnigheid van de Afsluitdijk, maar aan de andere zijde van de dijk wel iets toevoegen, zodat we het totaal sterk verduurzamen.

We kunnen:

- Van meet af aan het conceptuele plan niet te benauwd opzetten. De oppervlakte van de brakke lagune wordt circa 20.000 hectare, ongeveer even groot als de Wieringermeerpolder. De Wieringermeerpolder en de Lely-lagune zien er totaal anders uit, maar komen overeen in hun ambitie: beide ontwerpen hebben Nederland in hun tijd compleet nieuw op de kaart gezet.
- Een landschappelijk en ecologisch aangenaam ontworpen, lange, kronkelende ‘low profile’ binnenring in het IJsselmeer leggen volgens de nieuw ontwikkelde ideeën van natuurvriendelijke oevers. Dit noemen we de ‘Ringdijk’. Locatie, tracé, lengte, dwarsprofiel en de diverse afsluitbare openingen met bijbehorende meet- en regelsystemen worden zo ontworpen dat op de nieuwe dijk aan beide kanten ervan (dus zowel in het resterende IJsselmeer als in het omsloten brakwater getijdenbied) een groot aantal nieuwe, duurzame gebruiksmogelijkheden worden opgezet. Daardoor kan reeds in de eerste fase van de uitvoering van het idee dit project een batig saldo opleveren (‘Port Lely-lagune, fase 1’). Ook [Dieren, 1997] dacht met zijn ‘Almeria’ in deze richting.
- Moderne, duurzaam-functionele en zeer flexibel te benutten openingen maken. De Lely-lagune krijgt over een lengte van circa 2 kilometer een eigen verbinding met de Waddenzee en is voorzien van een stormvloedkering. Dat is net zo’n kering als bij de twee bestaande complexen van de spuisluizen (de Stevin- en de Lorentzsluizen), maar dan over een veel grotere lengte. In die opening zijn vijf functies ondergebracht: een watersluis, een vissluis, een scheepssluis, en een getijcentrale die (‘met een extra knop’) zo wordt ingericht dat deze bij dreigende wateroverlast ook te gebruiken is als elektrisch aangedreven gemaal. Bovendien wordt op een nader te bepalen plek in de zuidzijde van de Ringdijk ook zo’n meervoudig sluisencomplex aangebracht. Dit complex is wel iets anders van opzet, omdat hier alleen éénrichtingsverkeer plaatsvindt van zoet IJsselmeerwater dat via de Lely-lagune op weg gaat naar de Waddenzee.
- Een moderne, multifunctionele bediening van de regelorganen ontwikkelen. Tijdens het tijdelijk verblijf in de lagune krijgt het water door een vooraf goed uitgedacht systeem van natuurlijke menging een zoutgehalte van circa 15 gram Cl⁻ per liter, een waarde die past bij karakteristieke brakke levensgemeenschappen. Voor het gewenste (eventueel seizoensafhankelijke) mengresultaat wordt de bediening van de beide nieuwe sluisencomplexen gecombineerd met een volautomatisch biotisch en a-biotisch monitorsysteem. Andere dan de beoogde biotische functies zoals de (extre-

me) waterafvoer en de duurzame energieopwekking zullen met de uiterste zorgvuldigheid moeten worden 'bediend' om zo de belangrijkste biotische parameters niet te lang geweld aan te doen. Het te ontwerpen meet- en regelsysteem moet goed werken, omdat het een veeleisend complex van biohydraulische gebruiksfuncties moet aansturen.

FINANCIERING

De investering voor deze grootschalige ingreep, die wat sommige aspecten betreft in één keer zal moeten worden gedaan, is niet gering. Er zijn dan ook verschillende economische dragers nodig om een en ander te kunnen realiseren.

Een grote, vermoedelijk bepalende geldbron ligt in de sfeer van de onroerend-goedmarkt. Huizen aan het water doen het altijd goed. Jacht, zeilplank, rust en natuur voor de deur. De Lely-lagune kan fungeren als overloopgebied tussen Friesland en de Waddeneilanden waar het 's zomers langzamerhand toch wel erg druk en lawaaiig wordt. De laatste twintig jaar bijvoorbeeld verdubbelde het aantal passanten in de jachthavens van de Waddeneilanden (zonder Den Helder en Harlingen). Er is nog geen professionele schatting gemaakt van de mogelijke omzet of opbrengst.

Bij een verkoopprijs van 50 cent per kilogram mosselzaad zou de Lely-lagune met een jaarproductie van 100 miljoen kilogram mosselzaad een omzet genereren van 50 miljoen euro. Voorts levert de Lely-lagune bij een aangenomen sterfte van 50% van het mosselzaad en een verkoopprijs van 2 euro per kilogram consumptierijpe mosselen per jaar 200 miljoen euro aan omzet op. Daarnaast zijn er verscheidene mogelijkheden voor andere zoute en brakwater producten.

Het opwekken van (steeds waardevollere) groene elektriciteit kan als drager op de derde plaats komen. Bij een geïnstalleerd vermogen van 100 MW kan er circa 200 miljoen kWh per jaar worden geproduceerd met een omzet van 30 miljoen euro per jaar. Hierbij spelen ultra-laag verval (ULV)-turbines een sleutelrol. Deze turbines die zelfs bij een verval van minder dan 1 meter werken, zijn in Nederland en elders in ontwikkeling.⁴⁵ De toepassing van en ervaring met deze ULV-turbines kan een stap zijn naar veel omvangrijker getijcentrales op zee, eventueel in combinatie met offshorewindenergie.

Een groot deel van de bedragen die op de creditzijde van de Lely-lagune komen, zullen besparingen zijn in de sfeer van het kwantitatief waterbeheer. Deze 'activa' zijn weliswaar niet zo goed zichtbaar, maar daarom niet minder belangrijk. Denk onder andere aan:

45 Duurzame elektriciteit uit getijden onderscheidt zich van andere vormen van duurzame energie, doordat het lokaal te produceren elektrisch vermogen jaren vooruit tot op de minuut voorspelbaar is. Met het opengooien van de afgesloten zeegetaten bieden de Hollandse drijvende doorlaatcaissons in combinatie met de Franse turbinetechniek de kans in dammen elektriciteit op te wekken uit het getij. Zo is bijvoorbeeld in het kader van de prijsvraag 'Waterlandschap van de toekomst' van Habiforum het plan 'Delta Synergie' ontwikkeld. Dit plan voorziet in het gefaseerd heropenen van de Brouwersdam, waarbij ruimte vrij komt voor een visvriendelijke getijcentrale (circa 75 MW). Deze zou de 80.000 inwoners van Goeree en Schouwen van elektriciteit kunnen voorzien [Veen, 2001].

- Besparingen op (dure) voorzieningen elders in het land om de piek van de extreem hoge afvoer van rivierwater tijdelijk te kunnen bergen (op land).
- Besparingen op pompkosten voor het doorspoelen van boezemwater in Friesland en Noord- en Zuid-Holland, doordat bij zeer droge zomers het IJsselmeerpeil iets minder zakt dankzij de geringere omvang van het resterende IJsselmeer.
- Lagere kosten door besparing op toekomstig onderhoud en op de noodzakelijke verhoging van bestaande dijken langs het IJsselmeer. De strijklengte van de wind wordt beperkt, waardoor het water minder hoog staat door opwaaiing. Bovendien is de maximale golfslag lager. Dat zal bijvoorbeeld in de buurt van Kampen de kosten beduidend verlagen.
- De scheepvaart en de visserij worden comfortabeler en minder gevaarlijk dankzij de compartimentering en de kleinere strijklengte (minder golfslag).

Het herstelde brakke estuariene **ecosysteem** geeft ten slotte mogelijkheden voor natuurontwikkeling, waarvan de financiële baten lastig te kwantificeren zijn.

Op de debetzijde van de Lely-lagune staat natuurlijk het ‘verlies’ van de huidige zoete waterpartij, die niet door compartimenteringsdijken wordt opgedeeld. Hiervoor in de plaats komt een gebied met heel andere, meer duurzame en gevarieerde kenmerken.

De balans van bovenstaande economische activiteiten kan worden vertaald in aantal, aard en concurrentiekracht van tijdelijke en permanente nieuwe arbeidsplaatsen. Daarbij moeten ook de activiteiten voor de bouw van de nodige infrastructuur voor de Lely-lagune worden meegenomen. Die activiteiten leiden tot een meer gelijkmatige regionale spreiding van economische activiteiten in Nederland.

WAT EN WIE IS NODIG?

Het geschetste ontwerp voor het Zeecultuurpark Lely-lagune is gebaseerd op het bestuderen en combineren van een aantal overwegingen. Er is nog veel (kwantitatief en kwalitatief) ontwerponderzoek nodig. Daarbij valt te denken aan:

- Wat is de meest gunstige omvang en vorm van het brakke bekken vanuit natuurontwikkeling (in verband met bijvoorbeeld stratificatie van het zoute en zoete water, en met **eutrofiëring**)?
- Waar kan de verbinding met de Waddenzee het beste komen en welke doorlaatcapaciteit moet die verbinding krijgen?
- Welk zoutgehalte is gewenst? Hoeveel flexibiliteit is daarbij mogelijk, als we denken aan de natuurlijke **habitats** die dan ontstaan?

- Hoe zit het precies met de (gegeven en de te beïnvloeden) seizoensafhankelijkheid van flora en fauna en met daarmee samenhangende waterhuishoudkundige kwesties?
- Welke aanzet kan men het beste geven voor de geometrie van de onderwaterbodem?
- Hoe kan het grote en langdurige project worden gefaseerd met het oog op financiële beheersbaarheid, klimatologische onzekerheid en functionele flexibiliteit?
- Wanneer zullen de ultra-laag verval (ULV)-turbines (omschakelbaar en dan als pomp te gebruiken) beschikbaar zijn voor montage in de getijcentrale? ⁴⁶

Beantwoording van deze vragen is nodig, maar niet gemakkelijk. Niet in de laatste plaats, omdat er veel partijen geraakt zullen worden door het ontwerp, en er dus allerlei vragen zullen worden gesteld.

‘Wat gaat dit kosten? Wat blijft er over van onze strategische voorraad zoet water? Is de energiewinning uit getijden elders in Nederland niet veel logischer? Komt er geen zout onder de Ringdijk door naar het zoete IJsselmeer? Komt de geplande verdubbeling van de spuicapaciteit in de Afsluitdijk niet in de lucht te hangen? En komt het wel goed met de menging (risico van stratificatie) en de gradiënten in de Lely-lagune? Zal dit ook kwalijke gevolgen hebben voor onze Waddenzee? Wie willen hier straks eigenlijk wonen? Staat de energieopbrengst wel in verhouding tot het ruimtebeslag? Wat doet het klimaat? Mag er ook met motorschepen worden gevaren op de Lely-lagune of houden we het stil? Moet de Port Lely-lagune ook bereikbaar zijn per auto of alleen per boot? Wordt de nu resterende openheid van het IJsselmeer niet te veel aangetast? Hoe verandert de beleving van het nu nog resterende gedeelte van het IJsselmeer? Zijn windmolens misschien niet toch ‘duurzamer’ dan waterturbines? Wat levert dit alles eigenlijk op over tien, twintig, vijftig jaar?

Bij het toekomstige ontwerpproces zal de steeds terugkerende vraag moeten zijn: Wat willen we met dit project precies bereiken? Dan zal men zich ook telkens moeten realiseren dat multifunctionaliteit de meest in het oog springende eigenschap is van het Zeecultuurpark Lely-lagune. Dit is dan meteen zowel de belangrijkste sterkte als de voornaamste zwakte van het park. In beginsel zijn er namelijk meer ‘dragers’ die gezamenlijk de (hoge) investeringskosten bijeen kunnen brengen. Maar tegelijkertijd zijn plannen meestal gemakkelijker te realiseren, wanneer er slechts een enkele economische drager is. Een uitgesproken duurzame visie en de ambitie van een buitengewoon effectieve regionale dirigent worden door de bedenkers van het concept dan ook gezien als een onontbeerlijke voorwaarde om het Zeecultuurpark Lely-lagune met succes verder te ontwikkelen.

⁴⁶ De ambitie is om binnenkort te Pilotlocatie Waterturbines Afsluitdijk (PWA) op te richten, een samenwerkingsverband tussen de Provincie Noord-Holland, Rijkswaterstaat, Nuon, consultants en turbineontwikkelaars om de technisch-economische haalbaarheid van ULV-turbines te toetsen.

Een eerste stap

De ecologische potenties van de Lely-lagune zijn hoog, maar de omvang en de ingrijpende gevolgen van het plan maken dat het niet gemakkelijk kan worden gerealiseerd. Recente plannen om meer spuicapaciteit bij de Afsluitdijk te koppelen aan een herstelde verbinding tussen de Waddenzee en het stroomgebied van IJssel en Rijn zullen ook voorlopig slechts plannen blijven. Maar in de toekomst zullen de versnelde zeespiegelstijging en veranderingen in de waterafvoer het spuiprobleem in het IJsselmeer alleen maar nijpender maken [Boon, 2002]. Op afzienbare termijn kunnen ingrijpende waterhuishoudkundige maatregelen dus niet uitblijven.

Wat zou nu een eerste stap kunnen zijn om het idee achter de Lely-lagune breed over het voetlicht te brengen, zodat Nederlanders kunnen zien welke kansen dit park op termijn biedt?

Gezien de huidige ecologische doelen voor vismigratie (4e Nota Waterhuishouding [V&W, 1998] en de Europese [Habitatrichtlijn](#)) is het misschien een goed idee bij de stopplaats halverwege de Afsluitdijk een eerste daad te stellen. Kan een spui-vistrap-attractie in de bestaande Afsluitdijk niet een 'ecologische stopplaats' worden voor auto's en fietsers die over de dijk rijden, zodat men nog meer kan genieten van de Waddenzee en het IJsselmeer? Zou die stopplaats niet opnieuw ingericht kunnen worden met een maquette van de Lely-lagune om mensen meer bewust te maken van hoe we in de toekomst met zout en zoet water kunnen samenleven?

De spui-vistrap-attractie zal zoet water kunnen spuien, zeewater mondjesmaat binnen laten en vissen de kans geven in twee richtingen te passeren. Biologen en toeristen kunnen observeren en genieten.

De spui-vistrap-attractie zou de vorm van een zoet-zoutdoolhof voor vissen kunnen krijgen. Het kan een speleplek voor mensen vormen. De attractie is geïnspireerd door het bekende houten knikkerdoolhofspel. Aan de zoute en zoete kanten van de dijk komt een doolhof bestaande uit eilandplateaus. Deze plateaus worden verbonden door een vistrap voor de afvoer van zoet water en vis naar de Waddenzee en een andere vistrap zorgt voor de toevoer van zout water en vis naar het IJsselmeer. De eilandjes bestaan uit een ring van houten palen met daarin verticale, met geotextiel ommantelde zandkolommen [Beguïn, 2003]. De hoogte van de eilanden kan gevarieerd worden, waarbij verschillende eilanden verschillende functies kunnen krijgen (recreatie, natuurontwikkeling, educatie en cultures van schelpdieren).

REFERENTIES

- Beguïn, JL, T de Haan (red.) (2003). *WIS jaarboek 2002-2003*. Waterbouw Innovatie Steunpunt, Rijkswaterstaat, Utrecht
- Boon, AR, M Fellingner (2002). *Natuurlijk zoet-zout, een handreiking voor het herstel van zoet-zout overgangen in Nederland*. Expertisecentrum LNV, Wageningen

- Dieren, W van, H Visée, J Kelling (1997). *De Almeria-archipel; Het groen-blauwe hart van het IJssel- en Markermeergebied, Een eerste beschrijving van het idee*. IMSA, Amsterdam
- Smaal, AC (2002). European Mussel Cultivation along the Atlantic Coast: Production Status, Problems and Perspectives. *Hydrobiologia* (484), pp. 89-98
- Veen, SM, RJW van de Haterd, RC Steijn, CH Hulsbergen, F de Nooij (2001). *Δ Synergie – Energieke dynamiek in de Delta!* Rapportnr. 01-027. Bureau Waardenburg bv, Culemborg
- V&W (1998). *Vierde Nota waterhuishouding, Regeringsbeslissing*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Den Haag

LITERATUUR

- Asjes, J (2002). *De Afsluitdijk als schakel tussen zoet en zout. Verkenning van de ecologische en ruimtelijke samenhang tussen IJsselmeer en Waddenzee*. Uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, het Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieu. RIKZ, Rijkswaterstaat
- Haas, HA (1998). *Zoet water naar de Oosterschelde: een verkenning naar de effecten op natuur en visserij*. RIKZ-Rapport 98.036
- Haas, HA, M Tosserams (2001). Balanceren tussen zoet en zout; Ruimte voor veerkracht en veiligheid in de Delta. *Blauwe Delta – Verkenningen Deltawateren*. Rapport RIKZ/2001.18; Rapport RIZA/2001.014, Middelburg
- Jaarboek Waddenzee (2000). *Werkgroep Kennisbeheer Waddenzee*. RIKZ, Haren
- Jansma, K (1948). *Lely, de bedwinger der Zuiderzee*. H.J. Paris, Amsterdam
- Jong, JJM de, AR Boon, J de Reus (2002). *Referentiekader Waddenzee; Een verkenning van de uitgangspunten*. RIKZ, Haren
- Lenselink, G, R Gerrits (2000). Kansen voor herstel van zout-zoet overgangen in Nederland. *Waterverkenningen*. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, RIZA-rapport 2000.032
- Rijkswaterstaat Directie IJsselmeergebied (2001). *Startnotitie m.e.r. extra spuicapaciteit Afsluitdijk*. RDII-rapport 2001-2. Rijkswaterstaat, Directie IJsselmeergebied, Lelystad
- Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland (2002). *Natuurvriendelijke oevers in het mondingsgebied van Rijn en Maas*. Rijkswaterstaat Directie Zuid-Holland, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, Rotterdam
- Thijsse, JTh (1972). *Een halve eeuw Zuiderzeewerken 1920-1970*. Tjeenk Willink, Groningen
- Vadstein, O, Y Olsen (eds.). *Sustainable Increase of Marine Harvesting: Fundamental Mechanisms and New Concepts*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht

De Noordzee - toekomst in overvloed? Oase op zee



STN prijsvraag inzending Michiel Ritzen
Een van de meest duidelijke kenmerken van de menselijke exploitatie van de Noordzee zijn olieplatformen. Onnatuurlijke elementen waarmee men niet weet wat te doen wanneer ze hun functie als olieplatform verliezen.



Door het hergebruiken van deze platformen heb ik een voorbeeldoplossing aangedragen hoe we duurzaam met de noordzee om kunnen gaan. Deze aanpak gaat door de verschillende schalen van het raakvlak van de noordzee met onze maatschappij heen.



Op zee worden de platformen gebruikt als recreatie-platform. Een ideale plek om bij te komen van het jachtige bestaan op land en goed te combineren met het opwekken van windenergie en natuurbeheer op zee.



In het kustgebied worden platformen gebruikt als woonplatform om de druk op het land voor deze functie te verminderen.



Op zwakke plekken in de kust, zoals bij Katwijk aan Zee, worden delen van platformen gebruikt als zeeverdediging.



In gebouwen worden delen van boorplatformen hergebruikt. Zoveel mogelijk bouwdeelen worden aan de constructie opgehangen zodat de voetafdruk van het gebouw op de natuur zo klein mogelijk blijft.

Concluderend worden niet alleen platformen door middel van deze voorbeeldoplossing duurzaam hergebruikt, ook krijgt de Noordzee en de Nederlandse kust door deze integrale benadering door de schalen heen een meerwaarde.

Internationale voorbeelden voor Zee-op-land

*Elise Stolte*¹

INTEGRATED AQUACULTURE SYSTEMS: FOUR PROJECT EXAMPLES

INTRODUCTION

A quick look at common systems of food production easily reveals the predominance of monocultures. Similar market forces act upon each of them to encourage efficiency through specialization and intensification. In an atmosphere of tight economics, the lure of short-term profits focuses attention on economies of scale and the most direct conversion of resources to saleable products. The problem is that this approach is not ultimately efficient in terms of resource use.

If production could move towards an integrated production system, the industry would begin to convert 'wastes' to resource. By choosing several organisms with different niches and interrelated demands, an artificial ecosystem could be established where cultures interact, lowering their impact on the surroundings and optimizing use of nutrients and space for added production. The idea of integrated cultures has been gaining attention in Western scientific literature for the past three decades. Many pilot projects have been set up ranging from theoretical proposals to small-scale experiments. Some (commercially viable) integrated production facilities do exist.

¹ Student at The King's University College in Edmonton, Canada.

The biological aspects have been shown for a number of combinations and – researchers claim – the economics look promising. These prompt the questions: if integrated systems do make better use of resources and therefore are economically and environmentally superior, why has this approach not spread further and what must now be done (if anything) to make such systems more common? In order to examine these questions, four projects will be examined.

PROJECT 1: AQUANET (CANADA, 2001-2005)²

With an increase in open seawater aquaculture, interest from the scientific community in bioremediation and diversification (particularly through the co-cultivation of molluscs and or brown or red algae) is high and ranges around the world.³ Several pilot experiments have been carried out in places as varied as Scotland, Chile, Turkey, Norway, and the United States, but results and opinions on this type of integration processes remain mixed. While many studies found increased mussel and seaweed growth when cultures were grown in close proximity, other studies found minimal or no effect.⁴ Regarding potential for bioremediation, critics of the system point to the enormous amounts of macroalgae required to effectively absorb finfish effluent. On the other hand, proponents argue it is unnecessary to absorb all the effluent but only to remediate to some as yet undetermined threshold.

Project details

The AquaNet project in Canada's Bay of Fundy was initiated after salmon farming in the area increased from 2 to 96 sites in the last 20 years. While efficiency in food delivery has improved substantially, the intensification of aquaculture has led to spreading concern over salmon effluent. At the same time, global prices for salmon have fallen and profit margins have shrunk. With these developments a willingness has come among the salmon farmers to examine alternatives.

In response to this situation, researchers at the University of New Brunswick and the Department of Fisheries and Oceans began the first of a two-phase study in 2001 to determine the biological benefits of growing Atlantic Salmon, Blue Mussels, and kelp (a macroalgae) in close proximity. It is proposed that this solution could provide:

- effective bioremediation for the salmon effluent;
- an increased supply of nutrients and therefore increased rates of production for mussels and kelp;
- economic diversification and 'greener' market appeal for the industry;
- a shift to more fulltime employment for the labour force.

² Most of the information in this project was taken from personal correspondence with Thierry Chopin, University of New Brunswick, Canada (July-August 2003) and Patrick Fitzgerald, Heritage Salmon, Canada (August 2003).

³ There are an estimated 10–20 studies (ranging from theoretical to pilot scale experiments) concerning open seawater integrated systems.

⁴ These contradictory results are attributed to location specific dynamics such as current and ambient concentrations of particulate matter. Benefits of co-culture might only be realized in periods or locations of low natural nutrient levels.

Figure 1

Thierry Chopin and Wayne Armstrong holding a long line of cultivated kelp at the integrated aquaculture site in Bocabec Bay, Bay of Fundy, New Brunswick, Canada.



The study was done in cooperation with a commercial salmon farm and involved mussel socks and kelp long-lines cultivated in close proximity to the salmon (20 m) and at a reference site (1250 m away but still within the bay). The long-lines were placed 1.5 meters below the surface, both to allow access for salmon maintenance boats and to find the best light/nutrient conditions for growth. Results have seen kelp production increase by 40% and mussel production increase by 20% in length and 50% in weight compared with the reference site.

In partnership with the Canadian Food Inspection Agency initial tests have been performed on the mussel and kelp tissue. They have found no evidence of contamination from the therapeutants used by the salmon industry. Researchers are still working on developing nutrient budgets to determine success in terms of bioremediation.

The second phase of the project began in April 2003. Three other salmon sites were added to determine which site offers the best compromise for the three species (which can have different requirements). Production will also be scaled up with commercially available mussel rafts replacing the experimental socks. This will allow researchers to include the effects of mussel culture on the salmon culture. A focus on the economic and social aspects was also added with the inclusion of two new researchers.

Future research directions include:

- calculation and modelling of nutrient flow to determine the efficiency of the system in terms of bioremediation;
- an analysis of disease/therapeutant pathways to determine if the increased production of mussels in the area will increase the risk of disease transfer among cultures.

Barriers:

- One potential barrier to implementation is legislative. Currently Canadian legislation prohibits polyculture within 125 meters because of non-biological concerns (such as oil spills, etc.). Food safety concerns are expected if/when researchers seek to change this legislation in order to market the product for human consumption. Changing the legislation will be difficult. Not only are food regulatory bodies traditionally conservative, but any advocate for change could envision opposition from other mussel producers in North America.
- A second potential barrier is the lack of understanding for the potential of the kelp market. Although there is interest in using the kelp for a combination of animal feed, cosmetics, or human consumption (as a nutrient supplement or fresh), and there are companies interested in using this kelp in their production if a secure supply can be assured, there are no large established markets. Since the ratio between salmon and kelp needs to be fairly high to achieve effective bioremediation,⁵ the marketing of kelp is very important when determining the economic feasibility of integration.
- A third barrier lies in establishing the economic profitability of the approach. Heritage Salmon (a partner in the project) is interested mainly in the possibility of diversification and additional revenue. However, they are only seriously interested as long as the co-culture does not effect the production of salmon. Also, their interest is mainly directed towards mussels, because they are more familiar with the product and have not had time to investigate the economic potential of kelp. The possibility of presenting a ‘greener’ image to the consumer is also seen as a benefit, but not as an immediate motivation. On the East Coast there has been little protest to date against salmon farming and few observed effects on the surroundings. Although Heritage Salmon is willing to try testing mussel and kelp production, at this point the company’s involvement is mainly for the purpose of better understanding the possibilities in case that environmental, economic or legislative circumstances change in the future.

⁵ The specific ratio is debated with numbers ranging wildly, due to assumptions on the amount of remediation needed.

⁶ Most of the information in this project was taken from personal correspondence with Muki Shpigel, National Centre for Mariculture, Israel (June-August 2003). Ben Scharfstein, SeaOr Marine Enterprises, Israel (July 2003) was also consulted.

PROJECT 2: GENERIC SUSTAINABLE INTEGRATED SYSTEMS (ISRAEL, FRANCE, UK, 2001-2004)⁶

In land-based marine aquaculture an integrated system can reduce the concentration of effluent discharge while obtaining secondary income without adding additional artificial feed or seawater.

A large scale research initiative in this direction is GENESIS, an EU-funded research project with the goal of developing a generic approach to integrated marine aquaculture. Having identified a major barrier to implementation as the difficulty of interesting producers in an integrated approach, researchers in three different countries began by partnering with four different commercial

end-users. Together, they are developing the technology to optimize the dynamics (temperature, nutrient flow, structural design, etc.) of an integrated system. It is hoped that establishing several successful commercial farms in this model will demonstrate to others the effectiveness of the idea and allow each company to disseminate the information through technology transfer or joint venture.

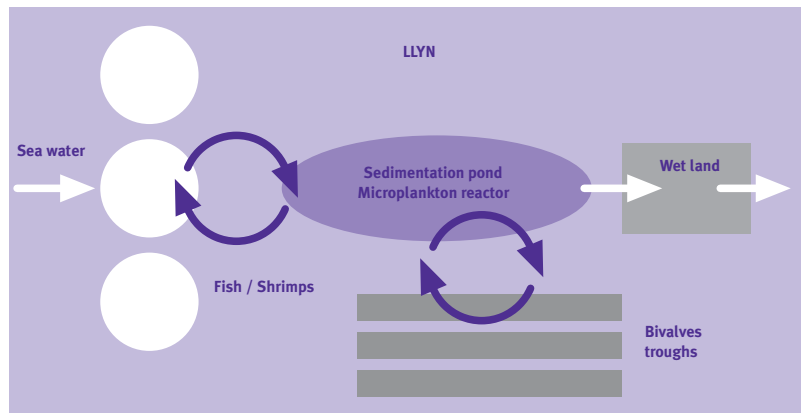
Project details

Research focuses on three facilities in warm, temperate and cold water. Each system is structured to optimize production of the highest value product, chosen for each specific location according to economic and climate conditions. This central product is the first to receive incoming water and receives highest priority in management decisions. The rest of the system is built to re-use the nutrient rich effluent and produce additional products as water flows and re-circulates through successive cultures.

In the GENESIS project, each facility uses fish or shrimp as the nuclear culture species, micro- or macro-algae biofilters to treat the effluent, and marine herbivores (shellfish, sea urchins or brine shrimp) to convert the low-value algal by-product into a high-value commodity (see Figure 2). The systems use tanks and ponds, often with greenhouse cover, to grow the products. They then engage in partial recirculation of wastewater and send to outflow to salicornia fields or wetlands.

Figure 2

The cold water integrated system located in Wales. One of three integrated systems involved in the GENESIS project.



Future research directions:

- Researchers will optimize and intensify performance in terms of yield, nutrients and culture interactions (conversion efficiency), water and waste management, and will pay particular attention to aquatic pathogen management.
- In addition, a bio-economic, environmental and market evaluation will be performed.

Barriers:

- Again, a key bottleneck involves the low commercial potential of seaweed and micro-algae. Because of the ratio between the main organism and the biofilter, scaled-up production sites face the prospect of completing harvest with several tons of unmarketable product on their hands.

PROJECT 3: SEAWATER FARMS (ERITREA, SINCE 1999)⁷

The integrated Eritrean firm Seawater Farms⁸ off the coast of the Red Sea was initiated by a group of researchers from the environmental research lab of the University of Arizona. After results in the mid 1960s proved it to be too expensive to turn salt water into fresh water for agricultural purposes, they began to study the possibilities for salt tolerant crops, envisioning new communities growing next to the sea as life giving seawater is pumped back to land. This group was invited by the Eritrean government to develop a farm in order to increase the local economy through production of shrimp and saltwater aquaculture.

Project details

Three 1000 m³ per minute pumps lift the water 3 meters above the sea and 4 km inland. The water flows first to 200 shrimp ponds where the black tiger prawn and white shrimp are raised for European export in a highly intensive manner. The concrete ponds have a 200% blow-down rate and yield approximately 2.5 kg per m². This is currently the main economic driver for the operation yielding approximately 80% of the total profits, although future plans would see this reduced to 50% as secondary activities mature.

From the shrimp pond, the nutrient-rich water flows back to the main stream where many other species are grown in an extensive manner. Although some tilapia are farmed in cages, milkfish and other species common to the red sea enter the stream naturally and grow to market size in the farm. These are harvested with hand nets and sold to local markets. Shrimps are harvested from the stream for brood stock.

The water from the stream is used for salicornia, mangroves, and for a constructed wetland. The salicornia are currently grown on a pilot scale basis and the tips are exported as a specialty food to Europe. By the fall of 2004, operators hope to expand production to also export meal and oil. When the water is not needed to irrigate salicornia fields, it is channelled to the mangroves.

These are grown for local use, their leaves for camel feed and their wood for construction and fuel. The final option is to channel the water into a nearby wetland. The wetland provides further space for extensive culture (shrimp, tilapia, milkfish etc.) and for salt production. In addition, the wetland purifies the water before returning it to the sea and provides high quality habitat for more than 150 species of birds.

⁷ Most of the information in this project was taken from personal correspondence with Carl Hodges, University of Arizona and Chairman of Seawater Forests Initiatives, USA.

⁸ There are 5 similar projects in Saudi Arabia, India and Mexico in different stages of development and integration.

Figure 3

*Photos from Seawater Farms,
Eritrea.*

a intake stream

b intensive shrimp farms

c mangrove wetland.



Although intensive shrimp production is clearly the main income generator, the other products are important as secondary and local products as well as to reuse the waste and clean the water. In addition, the fact that this area has been developed in an environmentally enhancing and aesthetically beneficial manner, increases the options for further development in the tourism sector. Currently a restaurant is located near the mangroves and the farm has received increased interest from bird-tour groups.



Although the project was initiated and planned by American researchers, all parties have been working to develop the local expertise needed to maintain and expand the facility. The farm is currently run under the direction of the Eritrean Navy with continued input from the international investors.

Barriers:

- There is a continuing pressure to channel further investment to the higher yielding shrimp production rather than into improving the secondary crops. This runs the danger of developing the shrimp production faster than the absorption capacity of the surrounding environment. It would also miss opportunities for local development which are important for stabilising the region and improving the lives of the local people. Firm resolve from the Eritrean government regarding environmental standards and local development, and in addition support from the international investment community, is needed to ensure secondary activities are developed.
- A second need is to further develop local expertise, both technical and scientific, to increase the farm's independence from outside assistance.

⁹ Most of the information in this project was taken from personal correspondence with Arjo Rothuis, Department of Fisheries, Ministry of Aquaculture, Nature Management and Food Quality, The Netherlands and John Hambrey, Hambrey Consulting, UK.

PROJECT 4: TRADITIONAL INTEGRATED SYSTEMS (ASIA)⁹

Integrated agri-aquaculture production is and has been a significant part of many traditional farming systems around the world although it is concentrated in the south (India and Bangladesh), east (China) and southeast of Asia. In fact, wherever small-scale farmers raise a variety of products, waste recycling tends to happen naturally.

Although traditional integrated agri-aquaculture systems occur in great variety, they do share a few general characteristics. The farms function generally on a small scale, ranging from extensive to semi-intensive and with products geared mainly for local fresh markets and household use. Ownership is usually limited to one farmer raising a variety of products although in China there is some larger scale production managed by cooperatives or by a company. Traditional integrated systems rely very little on external inputs and spread the economic risk by producing more than one product. They are more resilient and less sensitive to disease.

The traditional farm is most often centred around a pond and involves recycling crop residues, by-products, waste feed, manure, mud and water. The animal-plant-fish integration can range in complexity from simply increasing nutrients in a pond by adding manure or raising ducks, to completing the cycling of nutrients by fertilizing fields with pond mud and or water. Others systems go still further by combining cultures physically in one location (i.e. rice and fish) or simply rotating production to integrate seasonally.

The tremendous variety in traditional integrated systems occurs partly because systems that work very well in one location may not work in a physically nearly identical location because of economic or social factors. For example, carp-based pond combinations have been successful in China or Bangladesh but fail in Thailand (where one could argue it is even better suited) because cultural preferences lead to weak carp markets. A monoculture of tilapia, catfish, sea bass etc. is the norm there.

Some examples:

Rice and fish (Mekong delta, Vietnam)

- Through carefully controlling water levels and adding trenches to the flooded pond, Vietnamese farmers in the Mekong delta are able to produce both rice and fish from the flooded fields. The fish have a beneficial effect on rice production through weed, pest and disease control and increased nutrient availability through waste decomposition and soil perturbation.
- Use of this system is declining as farmers shift to fast-maturing, high yield, short stem varieties. These require the use of pesticides and fertilizers and are more difficult to balance with the needs of the fish as they restrict the time fish can spend in the rice field.

Carp-based polyculture (Bangladesh and China)

- This is one of the most common forms of polyculture. Ponds are stocked with a variety of species, each occupying a different feeding niche. Some feed directly on solid food provided by the farmer while others feed on the zooplankton or benthic organisms generated through fertilization and the breakdown of feeding wastes. The system produces a large amount of bio-

mass compared to similar monocultures, yielding 3-7 tonnes of fish per hectare using fertiliser alone.

- Although polyculture may yield the highest biomass, this does not always translate into the highest profits. Producers adjust the species mix to maximize profit and therefore many move toward monoculture systems with pellet feeding to meet particular market needs. The frequency of these systems is also decreasing because intensification (moving from fertilised to pellet fed systems) decreases the advantages gained by polyculture.

Chickens over catfish pond (Thailand)

- A chicken coop can be placed over the top of a fish pond in such a way that chicken waste and excess feed fertilizes the pond. This system makes particularly good use of space and is also easy to manage since production cycles are not linked at all. Even if one culture is temporarily stopped, the other will continue.
- This system continues to be used quite widely as markets for both products remain strong and the link is not seriously jeopardized by intensification of either or both cultures.

Barriers

The use of integrated systems is declining in developing countries, particularly where exposure to global market forces is greatest. The expanded market possibilities lead to an intensification of production that often requires the adoption of higher technology in a specialized, monoculture system. This technology often means changing production methods or variety of the crop. This in turn may eliminate the space for additional crops, require the use of pesticides, or otherwise change the dynamics of the system to make the previous integration more difficult if not impossible.

In general, integration often implies a complexity in management and marketing. Where this is combined with the new complexities of the global market place, the effort often proves to be not worthwhile.

CONCLUDING

These four project examples show that combining cultures makes these systems more complex and difficult to manage technically and economically. Also, the differing scales of production and specific requirements of each culture for optimal growth become significant barriers.

It is important to adopt a highly location-specific approach and to focus (in the short term) on species with known markets so that species match existing marketing strategies. One should include a solid economic analysis in research projects and recognize alternative competing technologies (that may be more attractive). Also consider legislation issues depending on application.

For the long-term research should investigate systems where no single species is maximized but total production is optimized.

INDUSTRIAL SYMBIOSIS: TJELDBERGODDEN INDUSTRIAL COMPLEX (NORWAY)

INTRODUCTION

Another approach to improve the recirculation of wastes in aquaculture systems is not to diversify on the firm level but to integrate regional activities. Diverse groups or firms link activities to harvest waste. This approach is similar to the theories and experiences of industrial symbiosis where firms located in close proximity establish exchange linkages to reduce waste and input costs.

THE CLASSICAL EXAMPLE: KALUNDBORG (DENMARK)

One of the most well-known and often cited examples of successful industrial symbiosis is in Kalundborg¹⁰, Denmark, a small port town on the main island of Sjaelland. Here six processing companies, one waste handling company and the Municipality of Kalundborg have established multiple linkages between production systems so that one company's by-product has become a key resource for one or more other companies. The main activities include power generation, oil refining, waste treatment, and production of enzymes, pharmaceuticals and plasterboard.

The first firm was established at Kalundborg around 1960. Since 1970, additional firms and links were established until today there are 19 different exchange activities. These are based on water exchange (7 projects), energy exchange (6 projects), and exchange of solid waste (6 projects). In addition, firms cooperate to share store and laboratory capacity, common contracts with external entrepreneurs, personnel recruiting, jobs for spouses, etc. The experiment has been judged successful by the companies involved, based on multiple environmental and economic pay-offs.

There are several key traits that characterize the evolution of symbiosis at Kalundborg:

- Links have developed spontaneously (without government directives) but over several decades and in response to economic concerns and opportunities.
- The exchange relations change continuously in response to shifts in technological and market conditions.
- The industrial area is characterized by large companies located in close proximity of very stable, continuous waste streams and input needs. Each of the central companies have a high degree of local decision power.
- Environmental legislation (particularly regarding a limited water supply)

10 Information for the Kalundborg project was gathered through communication with Noel Brings Jacobson, The Kalundborg Centre for Industrial Symbiosis, Denmark (August 2003).

has set the economic climate for the development of several links.

- Earlier experiences of mutual dependence built up the trust and social connections between companies. This has made it possible to handle more complicated exchanges with the more diffuse payoffs in common.

Although Kalundborg is one of the oldest examples, 50-60 new projects have emerged within the last decade as the ideas driving the synergies have grown and environmental legislation was stiffened.

TJELDBERGODDEN INDUSTRIAL COMPLEX (NORWAY)

The industrial complex at Tjeldbergodden¹¹ is one of these new projects. Aquaculture is included at this site. The commercial complex was established in 1995 in order to increase efficiency in production by taking advantage of opportunities to re-use wastes.

As interest in the Heidrun oil field grew (offshore), disposal of the 'waste' gas became a key issue. At the time, it was not economical to pipe the gas all the way to European markets, and the carbon tax imposed by the Norwegian government on offshore activities made it costly to burn. Both of these factors were influential in the decision to pump the gas onshore at Tjeldbergodden for use in methanol production. Natural gas is transported from the offshore Heidrun oil field via the Halten pipe to Tjeldbergodden where it is used for a variety of products. These production systems are linked in an effort to optimize use of resources.

- Most of the gas is used in a 850.000 tonnes Methanol plant.
- The Methanol plant uses oxygen from an Air Separation plant.
- The Air Separation plant also produces argon, nitrogen and excess oxygen, which are sold within the region, and waste energy in the form of cold matter.
- The Liquefied Natural Gas (LNG) plant uses the waste energy from the Air Separation plant and gas from the Halton pipe. It generates a waste product of ethane and heavier hydrocarbons, which are re-routed as energy to the Methanol plant.
- Norferm, a bio-protein plant, uses the pure methane and oxygen to produce a protein pellet for animal and fish food (see also Interview with Sijtsma, Chapter 5).
- Outside the fenced complex is the turbot farm that uses the warm cooling water from the Methanol plant. The fish shows three times the normal growth rate when water temperature increases from the initial 5-10 degrees to 18-20 degrees Celsius.

Ownership and operation can be strictly divided between activities within the fenced complex and those without. Within the complex, ownership is shared

¹¹ Information for the Tjeldbergodden project was taken from personal communication with Oeyvind Rummelhoff, Conoco /Phillips, Norway (June 2003), Arve Goa, MultiEnergi AS, Norway (July 2003) and Lars Lyngmo and Gay Hansen, Statoil, Norway (August 2003).

Figure 4

The industrial complex at Tjeldbergodden, Norway.



among several companies. Statoil is by far the largest player, owning a 82% share in the Methanol plant, 77% in the receiving station, 51% in the Air Separation facility, 50% of Norferm. It also functions as the common operator. The remaining interests are made up by some other private partners. MultiEnergi is the utility company owned 50% by the surrounding communities and 50% by the stakeholders within the complex. It owns the pipe that carries the cooling water from the complex and is actively seeking additional ways to use the wastewater. Outside the complex, the turbot farm is separately owned and operated by Norway Marine Culture.¹²

.....
¹² Due to market factors unrelated to this project effecting the parent company Panfish, the turbot farm is currently in low production waiting an alternate buyer.

CONCERNS AND OPPORTUNITIES

The risk management is a key concern when linking production systems. In the case of Tjeldbergodden, the linked nature of the companies decreases risk by assuring a market for products. Also, the system of using a common operator for much of the complex allows companies to share competence.

However, the fact that the production is linked does make the complex more vulnerable to mechanical break-down, although facilities can be built to compensate for this. For example, a full stop at the Air Separation plant causes the bio-protein plant to shut down immediately while the Methanol plant can use stored O₂ for two or three days. A full stop at the Methanol plant will cause the temperature of the cooling water to fall from 18 °C to 12 °C. The turbot will survive this temperature change but their growth will stop. Because of irregularity in the water temperature, the benefits of locating the turbot farm at Tjeldbergodden have been smaller than expected. However, as temperature regularity reached 98% last year, this issue declined in importance. The Methanol plant must stop for one month every two years for service but the facilities are built to withstand this planned interruption.

The communities around Tjeldbergodden have many plans and ideas for further development. Within the complex, the partners propose to build a gas-fired power plant in 2007-2008. Regarding development around the plant, most ideas involve using the gas as a raw material or for fuel, the warm water for aquaculture, or nitrogen as an inert gas in the hydrocarbon industry or as a cooling agent for food-packaging in general. The idea closest to realization seems to be a lobster farm, located next to the turbot farm to share the cooling water. Waiting only for sufficient financial backing, organizers hope to start construction in 2004.

CONCLUDING

If one wants to realize these types of linkages between production systems, one should (in the short term) work with 'related companies' to facilitate communication among them. Such related partners have similar interests and respond to similar market signals. One should focus on sharing common infrastructure before moving to products at the core of the enterprise in order to minimize vulnerability. One could negotiate contracts on a bi-lateral basis and recognize alternatives (in stead of linking) that might be cheaper sources of resources or waste treatment. Local competence in networking and communication is crucial. In the longer term, environmental legislation plays a role in setting the economic climate. If facilities are built today, build them with the possibilities of future cooperation in mind.

5

Zee-op-land

5.1 INTRODUCTIE

Esther Luiten¹, René Wijffels²

De zee en kustzone zijn van oudsher het domein van de visserij en de wild-snijderij van zeegroenten. Voor veel mariene organismen is er nog altijd sprake van een jacht- en verzamelcultuur. De grootschalige commerciële aquacultuur – en dan vooral de kweek van vis – is pas 30 jaar oud.³ Terwijl het gemiddelde trofische niveau van de gevangen vis sinds de jaren zeventig van de vorige eeuw is gedaald, is die van kweekvis gestegen [Pauly, 2003]. De afgelopen 50 jaar is de visconsumptie wereldwijd verdubbeld. De vraag naar vis als gezonde en licht verteerbare bron van eiwit zal naar verwachting voorlopig blijven stijgen. De kweek van vis zal het groeiende gat tussen de stagnerende opbrengst uit de visserij en de toenemende vraag moeten opvullen. Hoe duurzaam kan de kweek van vis, ook wel aangeduid als de ‘blauwe revolutie’, zijn? Nederland heeft internationaal gezien een goede reputatie in het kweken van vis in gesloten kweeksystemen (zgn. recirculatiesystemen) [Luiten, 2002]. Dit soort ‘gesloten’ systemen biedt kansen voor een duurzame ontwikkeling van de aquacultuur. Het is interessant om te zien hoe de kweek van vis verder verduurzaamd kan worden. Visvoer is hierbij een belangrijk aandachtspunt. Maar het is ook interessant hoe de kweek van andere mariene organismen (denk aan schelpdieren, zilte groenten, algen, sponzen of koralen) in dit soort systemen in de toekomst nieuwe marktkansen kan geven. Welke toepassingen zijn denkbaar?

¹ STT/Beweton, Den Haag.

² Sectie Proceskunde, Wageningen UR, Wageningen.

³ Zo'n 3000 jaar geleden bestonden er al vijvers voor viskweek in China, Japan en Egypte. De zoetwater karper is met circa 9 miljoen ton per jaar de meest gekweekte soort. Zalm is met circa 1 miljoen ton per jaar de meest gekweekte zeevis. Zalm staat op de 6^e plaats in de top 20 van maricultuursoorten. Verschillende soorten schelpdieren en wieren vullen plaats 1 tot 5.

Het concept 'Zee-op-land' staat voor nieuwe markten en vormen van maatschappelijk verantwoorde bedrijvigheid op basis van mariene organismen die in gesloten productiesystemen onafhankelijk van het mariene milieu zijn gekweekt. In paragraaf 5.2 zal worden gemotiveerd waarom Zee-op-land een interessant concept is. Paragraaf 5.3 vat de uitdaging van Zee-op-land samen en introduceert twee ontwerpen die laten zien wat dit concept in de toekomst voor Nederland kan betekenen. Behalve deze ontwerpen komen in dit hoofdstuk eerst zeven pioniers aan het woord.

REFERENTIES

- Luiten, EEM (2002). *Controverses rond kweek van vis in Nederland?* In opdracht van Stuurgroep Technology Assessment Ministerie van LNV. STT/Beweton, Den Haag
- Pauly, G, R Watson (2003). The Last Fish. *Scientific American*. 9 augustus 2003

5.2 WAAROM ZEE NAAR LAND BRENGEN?

Esther Luiten^{4,5}, *René Wijffels*⁶

Waarom zou Nederland willen overgaan tot de kweek van mariene organismen in gesloten productiesystemen op land? Waarom zee naar land brengen, terwijl vissen, schelpdieren en sponzen thuishoren in zee? De ruimte in Nederland is immers schaars. Er is niet één dwingend motief dat leidt tot het uitwerken van het concept 'Zee-op-land'. Wel zijn er vijf verschillende voordelen die aansluiten bij veranderingen in de samenleving.

Door middel van intensieve kweeksystemen kunnen grondstoffen efficiënt worden omgezet. Er is daardoor minder ruimte en minder energie nodig voor dezelfde hoeveelheid product op land dan uit zee. De geschiedenis van de landbouw leert dat cultures tot hogere opbrengsten leiden (mede dankzij selectie en veredeling, mechanisatie, verbetering van ziektebestrijding enz.). Wanneer mariene organismen verder in cultuur gebracht worden, is er nog veel winst te boeken in termen van opbrengsten en verdiensten. Ook worden we daardoor minder afhankelijk van wat de natuur ons biedt.

Sleutelconcepten: efficiënte nutriëntenconversie per hectare, ruimte voor andere functies

Er is in gesloten kweeksystemen niet alleen winst te boeken in termen van productiviteit en verminderde afhankelijkheid, maar ook in termen van **ecologische** duurzaamheid. De ervaring met ongewenste neveneffecten die we in de

⁴ STT/Beweton, Den Haag.

⁵ Op basis van discussies en bijdragen van de deelnemers aan de ontwerpgroep AquaProductiePark (zie hoofdstuk Organisatie).

⁶ Sectie Proceskunde, Wageningen UR, Wageningen.

landbouw hebben opgedaan, kunnen we meteen toepassen op de nog jonge aquacultuursector. Door in gesloten productiesystemen te kweken, kunnen de negatieve effecten van de intensieve kweek van zalm of zeebaars in **kooi-structuren** worden vermeden. De effecten zijn beter te beheersen en ook gemakkelijker te controleren (bijv. door een stichting die milieukeuren toekent of door de overheid via regelgeving). In het ontwerp van deze productiesystemen kunnen eisen aan het dierenwelzijn worden meegenomen. De aantasting van natuurlijke bestanden in zee kan vermeden worden door producten zoals **visvoer** – dat nu nog wordt gemaakt op basis van wildgevangen vis uit de industrievisserij – ook te produceren in gesloten productiesystemen.

Sleutelconcepten: ecologische duurzaamheid, het beperken van de aantasting van het mariene milieu, milieukeur

Op land kweken betekent toegankelijkheid en volledige controle over grondstoffen, product en proces. Daardoor kan er een gegarandeerd veilig en kwalitatief hoogwaardig product geleverd worden dat voldoet aan de eisen van de afnemer. Zo vraagt de consument bijvoorbeeld een voedselveilige en gezonde vis. Supermarkten eisen een homogene kwaliteit en een betrouwbare aanvoer van het product. Ook potentiële verwerkers van stoffen uit mariene organismen zoals de voedingsmiddelen- en de farmaceutische industrie stellen hun eisen. Ook de verdere verwerking en verspreiding van het product in de keten kan gevolgd worden. Als er geen specifieke voordelen verbonden zijn aan offshore-cultures, zijn intensieve kweeksystemen op land beter bereikbaar en controleerbaar dan activiteiten op de Noordzee.⁷

Sleutelconcepten: voedselkwaliteit, voedselveiligheid, certificering

Het concept Zee-op-land geeft de mogelijkheid de **ecologische** relaties uit de mariene **voedselpiramide** na te bootsen door cultures kunstmatig te schakelen. Zo ontstaan **polycultures** of kunnen cultures worden geïntegreerd met reststromen (warmte, CO₂, nutriëntrijk afvalwater) uit de landbouw of de industrie (zie tekstkader Zuivering, cascades en clustering). Verschillende ondernemingen kunnen hun activiteiten clusteren. Het transport van bulkstromen zoals voer kan in dit soort ‘aquaproductieparken’ geminimaliseerd worden. De verschillende bedrijven kunnen behalve de technische infrastructuur (bijv. de aan- en afvoer van zout water of de opwekking van elektriciteit en warmte) ook logistieke faciliteiten en (service)netwerken delen.

Sleutelconcepten: industriële ecologie, kringlopen, agroproductieparken

De zee herbergt veel meer organismen dan alleen vis. De mariene biodiversiteit biedt een scala aan tot dusver vaak onbenutte toepassingsmogelijkheden. **Algen** bieden bijvoorbeeld interessante mogelijkheden als waterzuiveraar, maar ook als hoogwaardige eiwitbron voor de mens, of als duurzame bron van

.....
7 Maricultuur op de Noordzee lijkt vooral interessant voor mariene organismen waarbij de natuur ‘gratis’ de grondstoffen of het voer aanlevert voor die organismen (zoals schelpdieren of wieren). Het klimaat op de Noordzee is ruw en leent zich daardoor minder goed voor (veranderde, kapitaal)intensieve productiesystemen die toezicht en interventie vereisen.

vis- of veevoer. Er kan ook gedacht worden aan groene fijnchemicaliën en aan bioactieve stoffen uit andere organismen. In het geval van hoogwaardige industriële toepassingen is de controle over de samenstelling en de zuiverheid van de grondstof uitermate belangrijk. Voor hoogwaardige toepassingen moeten nieuwe productiesystemen en marktketens ontwikkeld worden.
Sleutelwoorden: nutraceuticals, gezondheidsvoeding, medicijnen

5.3 ZEE-OP-LAND: UITGANGSPUNTEN EN ONTWERPEN

Esther Luiten^{8,9}, Rene Wijffels¹⁰

Bij Zee-op-land gaat het om hoogproductieve systemen die een efficiënte en veilige conversie van **nutriënten** en energie in een hoogwaardig product garanderen. De enorme diversiteit en verscheidenheid aan natuurlijke processen – zowel tussen schakels in de **voedselpiramide** als in de cellen van bepaalde mariene organismen – zijn een bron van inspiratie voor een scala aan toepassingen (van **visvoer** tot medicijn). De ontwerpgroep Zee-op-land bootst het mariene voedselweb na in ‘slimme’ geïntegreerde productiesystemen, die onafhankelijk zijn van het mariene milieu.

De uitdaging voor deze ontwerpgroep:

- ligt in de ontwikkeling van nieuwe markten en toepassingen op basis van mariene organismen;
- is belangstelling en waardering voor deze producten te ontwikkelen bij consumenten, en bij afzetkanalen zoals de verwerkende industrie, de groothandel en supermarkten;
- is maatschappelijk draagvlak voor deze activiteiten op te bouwen.

De ideeën achter en de uitdagingen van het concept Zee-op-land worden in dit hoofdstuk geïllustreerd door zeven interviews met pioniers en verder uitgewerkt in twee ontwerpen.

De zeven pioniers proberen nieuwe markten te ontwikkelen voor gekweekte mariene producten (of componenten uit mariene organismen) en vormen een voorhoede die nieuwe vormen van mariene bedrijvigheid van de grond probeert te tillen.¹¹ De aquacultuursector in Nederland richt zich tot dusver vooral op vis en dan met name zoetwatervis als paling en meerval (extensieve cultuurs van schelpdieren uitgezonderd). Zowel de kweek van zeevis in gesloten systemen, maar ook de kweek van andere mariene organismen in intensieve productiesystemen staan ook internationaal nog in de kinderschoenen. Het eerste ontwerp richt zich op een duurzame en gecontroleerde productie

8 STT/Beweton, Den Haag.

9 Op basis van discussies en bijdragen van de deelnemers aan de ontwerpgroep AquaProductiePark (zie hoofdstuk Organisatie).

10 Sectie Proceskunde, Wageningen UR, Wageningen.

11 Behalve de zeven pioniers die in dit hoofdstuk aan het woord komen, zijn er nog een aantal pioniers actief in Nederland. Ocean Desert Enterprises (Ode bv, Amsterdam) kweekt en verhandelt zeekraal. Roelof Hoogland kweekt binnendijks zeeaster (Ferwerd). Kees Koorn en Hugo Versnel kweken mosselen in bassins (Den Helder). Er zijn plannen voor een hatchery/nursery voor mossel- en oesterzaad in Zeeland. Adri Bout kweekt tarbot en zeebaars bij de Oosterschelddedam (Seafarm bv, Kamperland). Het Wellant College in Houten werkt aan polycultures van vis en groenten. De gebroeders Ruhé en Ron Voorbij kweken vis en groenten in een geïntegreerd systeem in een kas in Vinkeveen. Technogrow produceert spirulina in een kas (Made). Ronald Osinga onderzoekt de haalbaarheid van commerciële kweek van sponzen (Porifarma, Ede). Martijn Stevens heeft een zilte jenever en zeechips op de markt gebracht (Breda).

van zeevoedsel (zoals vis en schelpdieren). Op een marien bedrijventerrein staat een pand waar een gesloten **kringloop** van **algen** en vis de basis is voor het product met specifieke gezondheidsclaims. Zowel het voer als het product worden gekweekt in een bedrijf en worden rechtstreeks afgezet aan de supermarkten in stad en omgeving. De consument weet wat hij eet door middel van 'labelling' en certificering.

Het tweede ontwerp stelt een biotechnologische broedplaats voor waar faciliteiten beschikbaar zijn voor wetenschappers en een aantal biotechpioniers die werken aan de ontwikkeling van medicijnen op basis van mariene organismen. Door de aanwezigheid van mariene aquaria staat het lab open voor publiek en voor technieklessen.



ROBERT BAARD: "DE WAARDE VAN WIENEN!"

Robert Baard¹² was werkzaam bij een universitaire instelling als bestrijder van **wieren**¹³ in het oppervlaktewater. Nu is hij directeur van AquaCultura BV, een biotechnologisch bedrijf, dat sinds 2001 probeert de markt van wieren te ontwikkelen. Baard: "Wieren zijn een onuitputtelijke, gezonde en veilige bron van voeding voor mens en dier."

Wieren zijn in Nederland vooral bekend van de waterbloei in het oppervlaktewater als gevolg van **eutrofiëring**. Wanneer er zomers niet gezwommen kan worden, dan heeft dit vaak te maken met overmatige groei van blauwalgen. Volgens Baard hebben mensen daardoor een negatieve associatie bij **algen**. Ze miskennen de waarde nog altijd. Het belang van wieren is echter groot. 3,5 Miljard jaar geleden stonden de blauwgroene wieren aan het begin van het leven op aarde. Wieren zijn de 'groene longen' op aarde, en spelen een belangrijke rol bij het reguleren van de biosfeer op aarde. De voedingswaarde van wieren was al bekend bij de Azteken en de Maya's. Vooral microwieren vormen een rijke, natuurlijke bron met een hoge voedingswaarde. De **voedingsstoffen** uit wieren komen nu vooral via vis en schaaldieren in menselijk voedsel terecht. Baard merkt op dat de productie van wieren tevens een belangrijke bijdrage kan leveren aan het reduceren van de emissie van kooldioxide (CO₂). Wieren zijn een belangrijke bouwsteen voor een CO₂-neutrale samenleving. AquaCultura presenteert zich anno 2003 als grootproducent en leverancier van wieren voor drie toepassingen.

De eerste toepassing is 'aqua-feed' in de agrosector. Door wieren te kweken met natuurlijke mineralen uit dierlijke mest en deze daarna als diervoeder te gebruiken voor bijvoorbeeld varkens, ontstaat een deels gesloten **kringloop** op boerderijniveau. Een wierenkwekerij met een omvang van 9000 m² gebruikt op jaarbasis de mineralen van circa 4000 m³ dierlijke mest. Dit concept stelt de varkenshouderij in staat in evenwicht met de omgeving te produ-

¹² AquaCultura, Arnhem.

¹³ Met wieren doelt Baard op microwieren. In deze publicatie worden microwieren aangeduid als algen.

ceren. Het kan bijdragen aan de versterking en economische ontwikkeling van het platteland. De wieren vormen een plantaardig alternatief voor traditionele veevoeders. Er zijn positieve effecten vastgesteld op de vleesproductie van varkens. Zo wordt het voer zeer efficiënt omgezet in vlees. AquaCultura werkt ook aan toepassingen zoals **visvoer** voor 'aqua-feed'. Op dit moment worden wieren nog niet commercieel toegepast in visvoer. Vismeel en visolie zijn nog te goedkoop. Ook in dit marktsegment speelt het kringloopprincipe een belangrijke rol. De mineralen in de mest uit de viskweek kunnen – verrijkt met CO₂ – worden gebruikt als groeimedium. De wieren kunnen dan weer worden ingezet als visvoer. AquaCultura zal binnen nu en twee jaar drie tot vijf groot-schalige wierenkwekerijen realiseren.

Figuur 1

Productielocatie in Borculo (2002).



De tweede toepassing, 'aqua-food', richt zich op de voedingsmiddelenindustrie. De eerste grootschalige kwekerij voor deze markttoepassing is sinds 2002 operationeel in Borculo (zie Figuur 1). De wierenkwekerij ligt op een voormalig agrarische locatie. De wieren groeien op basis van een specifiek groeimedium ('artificial medium') in **bassins** gevuld met bronwater. De geproduceerde wieren zijn na droging en zuivering bestemd voor hoogwaardige toepassingen in de sector voor menswaardige voeding, als voedingssupplement en nutraceuticals, en als luxe diervoeders (zie Figuur 2). De toepassing sluit aan bij de groeiende vraag naar gezondheidsvoeding. Gedroogde wieren, zoals tabletten met de wierensoort Spirulina, zijn reeds op de markt (zie tekst-kader Fototrofe micro-**algen**). Volgens Baard is het gematigde klimaat in Nederland geschikt voor de grootschalige productie van wieren. Het kweekproces heeft minder last van een te hoge instraling wat de groei van de wieren

Figuur 2

Gedroogde wierenbiomassa.



remt (foto-inhibitie) en van de sterke temperatuurwisselingen tussen dag en nacht. Het is aan AquaCultura om de komende paar jaar te laten zien dat de productie van hoogwaardige voedingsmiddelen ingrediënten rendabel kan zijn.

In het **bassin** te Borculo wordt de wierencultuur via een schoepenrad gemengd zodat de **wieren** niet bezinken en aan het benodigde licht worden blootgesteld. De opbrengst is ongeveer 25 ton droogstof per hectare op jaarbasis. De procesvoering is geautomatiseerd en staat onder dagelijkse controle ('on line') van ervaren procestechnologen van AquaCultura.

AquaCultura ambieert nog een derde product dat ze op de markt willen brengen, namelijk de productie van zeer specifieke wieren ('specialties') in gesloten reactoren. De introductie van deze systemen is anno 2003 nog in ontwikkeling. Een van de knelpunten is de bedrijven te interesseren die de geleverde ingrediënten en componenten kunnen verwerken in hun hoogwaardige producten. Het valt Baard op dat deze bedrijven toch wel erg conservatief zijn. "Het valt niet mee om met een alternatieve bron een plek te verwerven in bestaande markt ketens en bestaande netwerken." Veel afnemers hebben pas belangstelling als een bepaald productieniveau is bereikt. Afnemers hebben ook kwalitatieve eisen en vragen absolute continuïteit in levering. De verwerkers zijn niet zonder meer bereid hun bestaande productieprocessen en activiteiten in de ketens aan te passen. Volgens Baard ligt de bewijslast voor de waarde van het product voor hun specifieke toepassing nu eenmaal bij de pionier.

De weg naar innovatie is er een met veel hindernissen en het kost veel geld. Baard vindt dat deze vorm van biotechnologie mede gezien de enorme potentie ondersteuning verdient, ook vanuit de overheid. Inmiddels zijn er twee financiële participanten, namelijk Biopartner en de Participatiemaatschappij Oost Nederland NV.

Behalve het kapitaal werkt de wet- en regelgeving ook nog wel eens als vertragen-
de factor. Volgens Baard hebben overheden – hoe bereidwillig men ook
vaak is – vaak geen benul van de urgentie waarmee innoverende bedrijven als
AquaCultura te maken hebben. Baard zegt een boekwerk te kunnen schrijven
over de hindernissen die AquaCultura de afgelopen jaren heeft ondervonden.
Aanvankelijk ondervonden we veel scepsis – ‘onbekend maakt onbemind’ –
maar inmiddels heeft AquaCultura zich aanzienlijk verder ontwikkeld. De
belangstelling groeit en het belang van de marktpotentie van wieren dringt
steeds meer door tot de samenleving. De huidige trend van natuurlijk, gezond
voedsel en betrouwbaar veevoer heeft daartoe bijgedragen.

LITERATUUR

- De Twentsche Courant Tubantia (2002). *Een bassin vol groene, supergezonde celletjes*. 15 november 2002. De Twentsche Courant/Tubantia, Enschede
- Stichting HAN (2003). Wieren (algen) van plaag tot waardevolle voedselbron. *Nieuwsbrief Stichting Heidelberg Appeal Nederland*, nr. 2, mei 2003
- Vries, J de (2003). *Bijdrage door het kweken van wieren/algen aan het bewerkstelligen van omega-3 en omega-6 vetzuurbalans in de vetinname*. Presentatie opening project Borculo. Open Universiteit Heerlen, Faculteit Natuurwetenschappen
- Het Brabants dagblad (2003). *Wieren hebben een hoge voedingswaarde*. November 2003



JOOST BOGEMANS: “WAT ER NODIG IS OM LEVERANCIER VAN ZAAD TE WORDEN”

ScropS – Innovation in specialty crops. Deze vier woorden drukken uit waar Joost Bogemans¹⁴ van droomt. Hij wil gespecialiseerd leverancier zijn van zaad voor exclusieve zeegroenten als zeeaster en zeekraal. Voor deze zilte groenten voorziet hij een nieuwe tak van duurzame tuinbouw. Hij was universitair onderzoeker naar de cultivatiereactie en fysiologische processen van planten in een zoute omgeving. Van 1993 tot 1996 was hij betrokken bij een Europees onderzoeksproject dat als doel had zeeaster, zeekraal, zeekeool en zeebiet te domesticeren (zie tekstkader Zilte tuinbouw, hoofdstuk 4). Gezien de toenemende verzilting in kustgebieden, vormen dit soort zoute gewassen een alternatief voor de akkerbouw in deze gebieden. De focus van het EU-project lag op teelttechnisch onderzoek. De resultaten maakten duidelijk dat de variatie in het natuurlijke uitgangsmateriaal (te) groot was. Vooral bij zeekraal was dit het geval. Maar ook de kiemkracht van zeekeool bleek minimaal. Het uitgangsmateriaal was de grote uitdaging. Joost Bogemans was gegrepen door de zeegroenten.

14 ScropS NV, Brussel.

Toen het niet lukte om met de partijen uit het EU-project een demonstratieproject op te zetten, besloot hij om de selectie en vermeerdering van het zaad op te pakken in zijn eigen onderneming. Sinds midden 1999 is Bogemans directeur van ScropS.

Doordat de aanvoer van zeegroenten nu nog grotendeels afhankelijk is van de wildpluk, en de oogstperiode sowieso slechts een paar maanden per jaar is, is de markt voor deze delicatessen nog altijd beperkt. Het wild snijden staat steeds meer onder druk. Veel plekken waar vroeger gesneden werd, zijn inmiddels beschermd natuurgebied. Het snijden van zeekraal en aster vindt juist plaats als de vogels daar broeden. Het terugdringen van het wildsnijden en de eetwens van de consument naar exclusief en gemakkelijk te bereiden eten maken dat de teelt van zilte groenten prachtige economische vooruitzichten heeft. Als het lukt om 'jaarrond' te produceren en zo een continue aanvoer naar de afzetkanalen (en supermarkten) te garanderen, dan passen deze luxe zeegroenten uitstekend in het menu van de consument.

Figuur 3
*Kratjes met zeeaster en met zee-
kraal.*



Om specialist in zaad van zeegroenten te kunnen worden heeft Bogemans als pionier echter wel veel zijsprongen moeten maken. Natuurlijk vraagt het uitgangsmateriaal zelf zijn aandacht. De wilde planten moeten 'getemd' worden. Er moeten selecties gemaakt worden en het zaad moet worden vermeerderd. Hij werkt samen met een Hongaarse collega van de Universiteit van Szeged aan in-vitroreproductie van zeeaster om gemakkelijker tot veredeling van het uitgangsmateriaal te komen. Het perceel in Burgh-Haamstede dat ook gebruikt werd voor het Europese project werd tot de droge zomer van 2003 gebruikt voor de zaadproductie van zeekraal. Maar Bogemans heeft besloten de zaadteelt daar definitief stop te zetten. Hij legt

uit: “Op dat perceel kan ik de productie alleen sturen met zeewater. Door de droogte woekert het onkruid daar tierig en kwijnt de zeekraal weg. Ik heb weer wat kennis verkregen, maar de zaadproductie lijdt eronder.” De zaadproductie van zeekraal wordt nu verlegd naar niet zoute bodems, dan is het gemakkelijker om de groei van onkruid te controleren. Dat is op zich al een nieuwe uitdaging. Maar er moet ook gezorgd worden voor productieareaal. Immers, geen zaadverkoop zonder productie. Bogemans werkt nu met verschillende producenten in verschillende landen. Zij produceren in licentie. Er zijn akkers in Portugal (1 ha), België (0,2 ha) en Marokko (0,2 ha). Het is Bogemans duidelijk geworden dat het belangrijk is aan te sluiten bij de ervaring en kweekpraktijk van producenten. Ervaren telers laten zich niet zo maar door ‘iemand van de universiteit’ voorschrijven hoe het moet. Ook al laten de telers zich niet de les lezen, de kweek van zilte groenten is wel een nieuwe tak van sport. Boeren zijn niet gewend met zoute gronden om te gaan. En zonder de juiste zoutcondities ontberen de groenten de zo typische zilte smaak. Zeekraal is bovendien gevoelig voor de zuurgraad van de bodem. Samen met de telers heeft Bogemans veel energie gestoken in het ontwikkelen van productietechnieken om de bodem te bewerken en van methoden om het zoutgehalte en de zuurgraad te bewaken. Irrigatiesystemen zijn verder doordacht en verbeterd. Het productieareaal bevindt zich nu nog grotendeels op de volle grond, maar Bogemans verwacht dat de kweek in de toekomst in kassen zal gebeuren. Grote voordelen zijn dat de bodem dan niet verzilt en dat het gesneden product gaaf en schoon is. Ook in kassen zullen de gewassen beschermd moeten worden tegen ziektes, maar het is gemakkelijker om daar onkruid en ook predatoren te weren. In de open akkers zorgt zoutminnende kamille voor veel overlast. Ook zien dieren, bijvoorbeeld eenden, een lekker kostje in de verse zee-aar. Maar Bogemans heeft meer dan eens ook koeien uit de Portugese akkers moeten jagen!

Terwijl de zorgen om het zaad en het realiseren van productieareaal al veel tijd en aandacht vragen, moet ook gewerkt worden aan het ontwikkelen van een markt. Geen rendabele kweek zonder markt. Geen rendabele zaadleveranties zonder kweek. En die markt is zoals eerder gemeld nog erg klein. De consument kent het product niet goed – en belangrijker nog – dat geldt ook voor de marktketen. Bogemans sluit op dit moment met al zijn producenten een exclusiviteitslicentie af om voeling met en controle te houden over de marketing en afzet van de zee-groenten. De kwaliteit moet goed zijn om blijvende interesse bij de handelaars op te bouwen. Gelukkig heeft hij voor de distributie een vaste partner.

Ondanks al deze activiteiten en de flexibiliteit die dat vraagt, heeft Bogemans zijn doel nog even helder voor ogen als toen hij in 1999 begon. Hij wil leverancier van zaad worden. De hele keten ‘van zaad tot bord’ moet bewerkt en opgebouwd worden, maar al zijn activiteiten leiden wel tot dat ene doel.

Al zijn andere innovatieve ideeën, bewaart hij in een archiefmap voor later. Als pionierend ondernemer moet je flexibel zijn, maar je moet wel kiezen. Bogemans vindt dat hij met zijn bedrijf balanceert tussen wetenschap en ondernemerschap. De uitdaging is om het oorspronkelijke wetenschappelijke idee te commercialiseren. Als ondernemer heeft hij het wetenschappelijk schrijven moeten afleren. Zijn werk is nu praten, netwerken en telefoneren. Hij zoekt actief contact met anderen. Bogemans is niet bang om te delen, als hij merkt dat anderen ook warm lopen voor de pioniersmarkt die hij probeert te ontwikkelen. Om uiteindelijk succesvol te zijn, moet hij andere enthousiastelingen meekrijgen die ook geloven in zeegroenten. Hij denkt dat intensieve samenwerking ook het beste middel is om met passie en enthousiasme aan een droom te blijven werken. Hij kan niet sterk genoeg benadrukken hoe belangrijk het is een hecht managementteam om je heen te hebben met een diversiteit aan ervaring en capaciteiten. Om deze kern van het bedrijf heeft hij inmiddels een kring van mensen verzameld met wortels in de wetenschap en in de marktketen. Bogemans heeft gemerkt dat hij door zijn wetenschappelijke achtergrond gemakkelijker zijn netwerk in die richting versterkt. Hij is vertrouwd met de taal en de manier van werken. Voor de continuïteit van zijn onderneming is het echter van levensbelang om juist een goed bedrijfskundig en financieel netwerk op te bouwen. Wat zeker helpt is dat Bogemans geschoold is in bedrijfsmanagement. Wat hij vooral heeft moeten leren is geduld hebben. Dingen gaan altijd trager dan je denkt. “Je moet als pionier accepteren dat je altijd voor de meute uitloopt en dat niemand echt van je houdt.”



ANDRIES KAMSTRA: “INZET OP KENNISINTENSIEVE VORMEN VAN BOEREN MET ZEE!”

Andries Kamstra¹⁵ is onderzoeker bij het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (het voormalige RIVO), maar sinds 2002 ook directeur van Solea BV. Dit bedrijf gaat als eerste bedrijf ter wereld tong kweken. Vanuit de kelders van het RIVO heeft Kamstra de stap gemaakt naar de haven van IJmuiden, waar hij een kas van 500 m² overdekt heeft met plastic folie. In die kas staat een **recirculatiesysteem**. Zodra de kweek in de recirculatiesystemen goed loopt, wil Solea zich toeleggen op het pootgoed, de kleine tongetjes, die andere bedrijven dan vervolgens kunnen opkweken tot marktwaardige tong. Kamstra's ambitie is duidelijk: “Juist de kweek van pootgoed is kennisintensief en een activiteit met grote toegevoegde waarde. Daar kun je – ondanks de dure grond, de dure recirculatiesystemen en de dure arbeid – een goede boterham mee verdienen.”

Waarom heeft hij juist voor tong gekozen? Tong laat zich namelijk niet gemakkelijk kweken, het is een echte ‘fijnproever’. Het is echter ook een dure

¹⁵ Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, IJmuiden.

Figuur 4

Het proefbedrijf Solea kweekt tong in een foliekas in IJmuiden.



consumptievis, die bovendien erg belangrijk is voor de Nederlandse visketen. Deze is van oudsher gespecialiseerd in de platvisvisserij met boomkorkotters op de Noordzee. Nederlanders eten dan wel niet veel vis, maar ze eten wel platvissen. Zowel de keten als de consument kennen het product dus goed. Bovendien kan door toenemende problemen met [visquota](#) de huidige vraag naar tong niet bediend worden. Hier ligt dus een uitgelezen marktkans voor de [aquacultuur](#). Kamstra denkt dat de aanvoer van kweektong de markt in eerste instantie weinig zal verstoren, omdat de prijs goed en de vraag aanwezig is.” Veelgegeten vissoorten als haring en makreel worden nog in grote hoeveelheden voor een lage prijs aangevoerd door de trawlvissers. Gezien die marktsituatie kan de kweek in recirculatiesystemen niet concurrerend zijn. Recirculatiesystemen lenen zich bovendien juist goed voor [demersale](#) vissoorten als tong. Deze zijn lastiger te kweken in de kooicultures zoals die gebruikt worden voor de kweek van zalm en kabeljauw.

Kweek in recirculatiesystemen is duur, niet alleen vanwege het technologische karakter van de systemen (o.a. vanwege de waterzuiveringsinstallatie), maar ook vanwege de hoge grond- en arbeidskosten in Nederland. Maar Nederland is goed in dit soort systemen en ze hebben duidelijk voordelen. Er is jaarrond te produceren. Als kweker heb je controle over alle details van het productieproces. Deze kweeksystemen kennen op land geen risico's of negatieve gevolgen voor het **ecosysteem** zoals bijvoorbeeld bij zalm het geval is.

Recirculatiesystemen scoren goed in termen van duurzaamheid. Kamstra ziet de kweek van zeevissen als tong dan ook als nieuwe duurzame, economische activiteit op de akkergronden in de kustzones.

Viskweek als nieuwe duurzame, economische drager? De carnivore tong wordt nu wel gevoerd met vismeel en visolie. Van nature eten tongen echter wormen en schelpdieren en staat vis niet op het menu. Het ligt dus voor de hand om te gaan zoeken naar plantaardige alternatieven. Hier moet nog veel ontwikkelingswerk worden verzet, maar Kamstra is pragmatisch: "Een volledig duurzame aquacultuur op land kan niet in één stap. Kweek in recirculatiesystemen is al een hele verbetering." De door hem gekozen formule is helder: begin met bestaande markten, maak gebruik van bestaande ketens en gebruik 'bestaande' technologie. Voor tong kan hij nu relatief eenvoudig een ketengerichte productie opzetten. Zo kunnen alle schakels in de keten wennen en meegroeien met de mogelijkheden en voordelen van gekweekte vis. "Ik ben als individuele viskweker gewoon te klein om zelf naar een supermarkt te stappen en zelf vegetarisch voer te ontwikkelen. Ik kan gewoon niet alles tegelijk aanpakken."

Figuur 5

De eieren van de tong worden dagelijks onderzocht op kwaliteit.



Hij ziet op dit moment twee belangrijke uitdagingen om de nog altijd geringe bedrijfsmatige activiteit van **aquacultuur** in Nederland verder te stimuleren. Er is behoefte aan (risicodragend) kapitaal en er moet een oplossing komen voor problemen die met de locatiekeuze te maken hebben (i.v.m. met bestemmingsplannen en vergunningen). Kamstra merkt op dat je dan in combinatie met de teelttechnische zaken van een nieuwe kweeksoort als pionier je handen vol hebt. De teelt van vis in recirculatiesystemen heeft mede door slechte ervaringen in paling en meerval een twijfelachtige reputatie bij reguliere financiële instellingen. Bovendien heeft viskweek nog geen eigen plek in de ruimtelijke ordening van de kustzone. Het is onduidelijk of viskweek een agrarische of industriële activiteit in bestemmingsplannen is (dat maakt een verschil in de prijs van grond per m²). Deze twee uitdagingen gelden niet alleen voor hem, maar ook voor andere pionierende kwekers op land zoals voor mosselen of zeegroenten (zie interview met Bogemans) of van zeezagers en zeepieren (zie interview met Meijering).

Kamstra droomt van een marien 'park' waarin hij deze en vergelijkbare ondernemers als burens heeft. De aan- en afvoer van zeewater naar locaties op land is niet eenvoudig. Kamstra: "Het zou handig zijn als dit voor meerdere bedrijven centraal geregeld kan worden." Hij kijkt net als velen naar de Olzendepolder in Yerseke, omdat daar reeds een zoutwaterpijpleiding ligt. Maar ook plekken als Sexbierum (Friesland) of Rilland (Zeeland) bieden goede mogelijkheden. In zo'n 'park' kunnen ondernemers de faciliteiten voor de aan- en afvoer van water en energie delen (en dus de kosten reduceren). Een park biedt ook mogelijkheden om de verschillende cultures te koppelen en kringlopen te sluiten. Het mestafval van bijvoorbeeld een viskwekerij kan gebruikt worden als grondstof voor zeegroenten of zeezagers. Zo'n park zou mogelijkheden moeten bieden voor teelt in de volle grond (zeegroenten), voor vijvers, en voor kassen. Wie weet kan een buurman dan alternatief plantaardig voer leveren, waarop de carnivore vissen net zo goed (of liever nog beter) gedijen. Maar Kamstra kan niet nalaten te herhalen dat er nu eerst verschillende vormen van productie opgezet moeten worden, wil je op termijn naar dit soort geïntegreerde aquaproductieparken toegroeien. Er moet bewezen worden dat **aquacultuur** op land een kwalitatief goed, voedselveilig, maar vooral lekker product kan leveren. Een kritische succesfactor voor dit commerciële avontuur van de collega-onderzoeker is de smaak van de consument. Is de kweekvis wel een alternatief voor de Noordzeevis? En ziet de consument het verschil tussen kweekvis zoals zalm uit **maricultuur** en gekweekte vis uit **recirculatiesystemen**? Er bestaan nog altijd veel vooroordelen over de smaak en de duurzaamheid van kweekvis. "Hopelijk lukt het mij en andere pioniers om maatschappelijk draagvlak te krijgen voor een smakelijk product."



KEES KLOET: “CONTROLE DANKZIJ HET RECIRCULATIESYSTEEM”

Kees Kloet¹⁶ is één van de twee tarbotkwekers in Nederland. Wereldwijd is het aantal ondernemers dat tarbot kweekt in recirculatiesystemen op één hand te tellen. In augustus 2000 is hij begonnen met de bouw van zijn bedrijf. Het pand oogt van buiten als een normale bedrijfshal. In mei 2001 zijn de eerste kleine tarbots de **bassins** ingegaan. Het pootgoed komt uit Frankrijk. Het bedrijf heeft een capaciteit van 100 ton tarbot per jaar.

Fish Farm Yerseke ligt op het bedrijventerrein Olzendepolder in Yerseke, een van de weinige bedrijventerreinen ter wereld met een zoutwaterpijpleiding. Anticiperend op Europese regelgeving voor quarantainebassins voor mosselen en oesters, hebben de gemeente Remmerswaal en de mossel- en oesterbedrijven aan de Korringaweg het initiatief genomen voor deze zoutwaterpijpleiding. Ten noordwesten van Yerseke wordt het zoute Oosterscheldewater ingelaten. De pijpleiding loopt onder de haven door naar het zuidoosten langs de mosselbedrijven die op een rij aan de dijk liggen. De gemeente Reimerswaal heeft de zoutwaterpijpleiding doorgetrokken naar de Olzendepolder met de bedoeling daar (innovatieve) productieactiviteiten voor zout water van de grond te tillen.

Voor Kloet was dit een mooie plek voor zijn bedrijf. Hij kweekt in een **recirculatiesysteem** en heeft daardoor veel belangrijke procesvariabelen onder controle. Hij is wel afhankelijk van de aanvoer van zout water. De leiding voorziet Kloet van schoon Oosterscheldewater met een constante kwaliteit. Het zoute water zuivert hij voor met een mechanisch filter en hij belicht het water met UV (desinfectie). Hij is daarover zeer tevreden. Kloet vermoedt wel dat de beheerders van de zoutwaterinfrastructuur minder blij zijn, omdat hij te weinig water verbruikt. Zij zien natuurlijk liever klanten die veel water afnemen.”

Kloet vervangt in zijn recirculatiesysteem ongeveer 10% van het water per dag. Dit is in vergelijking met Nederlandse kwekers van meerval en paling twee tot drie keer meer, maar de verversingsgraad is laag in vergelijking met tarbotkwekers in Frankrijk en Spanje. In die doorstroomsystemen wordt het water continu doorgevoerd. Per kilogram tarbot betekent dat minimaal 250 keer zoveel water. Daardoor is het voor Kloet gemakkelijker dan voor zijn Franse en Spaanse concurrenten om de temperatuur van het water constant te houden (ongeveer 17 °C). In de controle over het recirculatiesysteem zit volgens Kloet het concurrentievoordeel; hij kan het hele jaar door de voor vis ideale groeiomstandigheden handhaven, waardoor de afnemers op een continue aanvoer van vis kunnen rekenen.” Het stabiele leefklimaat komt ook ten goede aan de weerstand van de vis tegen ziekteverwekkers.

Kloet heeft in Wageningen gestudeerd bij de leerstoelgroep Visteelt en Visserij. Daarna heeft hij een tijd lang bij een van de Nederlandse leveranciers

¹⁶ Fish Farm Yerseke, Yerseke.

van recirculatiesystemen gewerkt. Op basis van zijn ervaring heeft hij zelf het technisch ontwerp voor de kwekerij gemaakt. Hij heeft samengewerkt met onderzoekers van Wageningen Universiteit. Zij hebben een technisch-economisch rekenmodel voor recirculatiesystemen waaraan ook een database hangt met milieumaatregelen. Fish Farm Yerseke is proefbedrijf in een project waarin gewerkt wordt aan een milieulabel voor recirculatiesystemen. Er wordt gestreefd naar het verminderen van mest en van het verbruik van water en energie. Een van de geïmplementeerde maatregelen uit de database is het plaatsen van de zuurstoftanks onder de grond. Het water hoeft hierdoor minder ver opgepompt te worden, zodat er 15% op het elektriciteitsverbruik bespaard wordt.

Het technisch ontwerp van Kloet's kwekerij omvat vier gescheiden watercircuits. In het eerste circuit, een quarantaine-systeem, wordt de pootvis in zes weken opgekweekt tot 300 à 400 gram. Daarna worden ze op maat gesorteerd en overgezet naar de drie andere watercircuits. Hier worden ze verder gemest totdat ze marktwaardig zijn. Dit duurt ongeveer 18 tot 20 maanden. In totaal zijn er 40 bassins met een gezamenlijk oppervlak van bijna 2000 m². Een CV-installatie van 120 kW is voldoende om de benodigde warmte te produceren. De elektriciteit komt gewoon uit het net, maar een noodaggregaat slaat in geval van problemen automatisch aan. De voorraad vis in de bassins is te kostbaar om die zo maar in een keer kwijt te zijn. De pH-waarde, het zuurstofgehalte en de temperatuur van het water worden in alle watercircuits continu bewaakt. Alarmsystemen controleren het gehele productieproces, dat volledig is geautomatiseerd. Dat geldt inmiddels ook voor het voeren. Een voederrobot neemt het voeren vier maal daags over. Dit spaart veel tijd uit en bovendien is

Figuur 6

Een overzicht van de bassins van de tarbotkwekerij in Yerseke.



de dosering van het voeren nu veel gelijkmatiger. Kloet verwachtte dat dit ten goede zou komen aan de conversie van 'visvoer naar vis'. Dit lijkt ook zo te zijn. De retentie van eiwitten uit het voer is nu ongeveer 30% en dus moet het water worden gezuiverd om de ophoping van giftige stoffen zoals ammoniak te voorkomen. De vaste mestdeeltjes worden mechanisch afgescheiden via trommelfilters. Na het uitvlokken wordt de vaste stoffractie opgeslagen in de mestopslag achter het bedrijf. Die mest wordt door akkerbouwers gebruikt in de omgeving. Het is een nutriëntrijke grondstof voor andere gewassen of organismen. Ook Bert Meijering (zie interview met Meijering) heeft wel eens geëxperimenteerd met de mest als voer voor zijn zeeperen.

De afvalstoffen die nog in het water zitten, worden in vier biologische reactoren afgebroken. Bacteriën zetten ammoniak om in nitraat. Na toevoeging van zuurstof wordt het water teruggepompt naar de **bassins**.

Lastiger dan het technische ontwerp voor de kwekerij was om het benodigde kapitaal bij elkaar te krijgen. De overheid heeft ongeveer 10% van de totale investeringskosten bijgedragen. De rest heeft Kloet bij elkaar moeten praten. In dezelfde subsidieronde waren er nog twee of drie aanvragen voor kwekerijen van zeevis, maar dat is die initiatiefnemers niet gelukt. Net als Andries Kamstra (zie interview met Kamstra) constateert Kloet dat de kweeksector geen echt goede reputatie heeft vanwege het grote aantal faillissementen. En als er dan ook nog eens gepioneerd wordt met nieuwe soorten kweekvis wat bijna twee jaar duurt voordat het eerste product verkocht kan worden, dan staan de banken niet te springen om te investeren.

Het kost veel tijd om de tarbotkwekerij goed te laten draaien en draaiend te houden. Toch weerhoudt dit hem er niet van te experimenteren met andere soorten kweekvis. Hij zit samen met het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek in een Europees project voor de kweek van tong. In verloren uren bouwt hij op de zolder een kleine installatie in elkaar. Waarom Kloet meedoet? Hij doet er, mede dankzij de contacten met andere kwekers in Europa, weer nieuwe kweekkennis mee op die van pas komt voor de tarbots. En de investering valt wel mee. Het is gewoon goed om erbij te zitten.

Kloet heeft plezier in het pionieren, ook al was de lijst van te regelen 'procedurale zaken' groot. Omdat de kweek van zeevis in de kinderschoenen staat, zijn veel aspecten in de wet- en regelgeving gewoon nog niet duidelijk en ook nog niet toegespitst op kweekvis. Behalve het regelen van vergunningen voor het onttrekken en lozen van water op de Oosterschelde en het aanmelden van de vissoort op de lijst van geregistreerde soorten, moet voor elke nieuwe soort kweekvis het gebruik van geneesmiddelen opnieuw geregistreerd worden. Er is ook een bestaande kaderwet voor het welzijn van te houden dieren, de Gezondheids- en Welzijnswet voor Dieren. Niet alleen de wetgever vraagt aandacht voor dit soort zaken, met de toenemende aandacht voor kweekvis als nieuwe vorm van intensieve veehouderij neemt ook onder consumenten de

belangstelling voor dierenwelzijn¹⁷ toe. Er is weinig bekend over dierenwelzijn bij vissen. Er zijn grote verschillen per vissoort en op de vraag of vissen pijn ervaren is (nog) geen eenduidig antwoord te geven. Volgens Kloet is aandacht voor dierenwelzijn alleen maar in zijn eigen belang: “Een vis die zich niet goed voelt, eet niet.”

Kloet heeft inmiddels aan den lijve ondervonden dat de afzet van de gekweekte tarbot nog geen bevochten zaak is. Sommige groothandels hebben wel interesse voor de kweekvis, omdat deze continu tegen vaste kwaliteit geleverd kan worden, maar de groothandel blijft scherp op de prijs. “Als ze gevangen tarbot op de afslag goedkoper kunnen krijgen, dan zijn ze weg. De zeevishandel is een vrij conservatieve sector. Wij zijn gedwongen geweest om zelf naar de restaurants toe te stappen om onze vis af te zetten. Inmiddels is wel gebleken dat er interesse is in het product. De restauranthouders zijn te spreken over de continue kwaliteit van de vis en bovendien is de vis altijd gaaf.” Kloet is nu zo ver met het ontwikkelen van zijn directe afzet dat de handelaren op hun beurt naar hem toekomen.

En de smaak van de tarbot? Veel mensen denken dat kweekvis minder lekker is dan wilde vis. De tarbot van Kloet heeft in 2003 deel uitgemaakt van een onafhankelijke proeverij door een panel van negen chefkoks en culinaire journalisten voor het blad Horeca Journaal. De fijnproevers konden geen verschil proeven tussen de kweekvis en de wilde tarbot. Dat kweekvis minder lekker zou zijn, is vooral een kwestie van imago.

Kloet heeft er vertrouwen in. Die markt komt er wel, en niet alleen in Nederland. Hij hoopt alleen dat we in Nederland de boot niet zullen missen. We hebben in een straal van 100 tot 150 km een prima markt om te bedienen, maar die paar pioniers in Nederland zijn toch wel buitenbeentjes. De vissers zien de pioniers als boeren. En ook in Den Haag, bij de directie Visserij van het ministerie van LNV en bij het Productschap, hangt **aquacultuur** er nog altijd een beetje bij. De aquacultuur in Nederland komt aarzelend van de grond in vergelijking met de investeringen die gedaan worden in landen als Spanje (vooral Galicië). De sector wordt daar sterk gestimuleerd door de nationale overheid. Kloet denkt dat als Nederland nog langer wacht met investeren in aquacultuur, de zuidelijkere landen inmiddels een concurrentiepositie opgebouwd hebben die we nooit meer kunnen inhalen. En dat zou toch jammer zijn. De kweek in recirculatiesystemen levert een vers en gaaf product, dat lekker smaakt. De voedselveiligheid kan gegarandeerd worden en het product is duurzaam ten opzichte van andere kweeksystemen.

.....
¹⁷ Onder dierenwelzijn worden de volgende vrijheden verstaan: de dieren moeten vrij zijn van honger en dorst; vrij van alle ongemakken; vrij van pijn, letsel en ziektes; vrij om natuurlijk gedrag te vertonen; vrij van angst, kwelling en chronische stress.



LATERVEER EN HENKEMANS: “SCHOON EN ‘LEVEND WATER’ IN AQUARIA VOOR KORAALEN EN SPONZEN”

Het lab van Michaël Laterveer¹⁸, marien bioloog, bevindt zich in het Oceanium in Diergaarde Blijdorp in Rotterdam. Naast de reguliere taken zoals de controle van zoutgehalte, zuurgraad en sporenelementen in het water van de publieksaquaria, wordt er onderzoek gedaan. Labtafels, zuurkasten en meterslange, boven elkaar geplaatste kweekbassins vullen de ruimte. Verder zijn er twee klimaatkamers (op dit moment vol met kwalen en zeepaardjes) en een microscoopkamer.

Michaël Laterveer zit in zijn kantoor met Peter Henkemans¹⁹, directeur van EcoDeco, een biotechstarter. Ze praten over een plastic buis die Laterveer in zijn kantoor heeft liggen. Henkemans kan dat stuk wel gebruiken voor een opstelling die hij in elkaar aan het zetten is. Dit klinkt amateuristisch, maar toch illustreert het wat deze twee mannen bindt. Ze hebben beiden een mentaliteit van ‘doen en uitproberen’. Ze pionieren en willen hetzelfde, namelijk de kweek van exotische mariene organismen als sponzen en koralen.

Beiden waren op zoek naar een beter kweekstelsel voor deze kwetsbare mariene soorten. Laterveer – als marien bioloog toch een beetje een buitenbeentje in de dierenwereld van technici, verzorgers, projectontwikkelaars en architecten – vermoedde dat de gangbare aquariumtechniek niet zou werken voor deze soorten. Henkemans was ervan overtuigd dat hier een ander stelsel nodig is dan bijvoorbeeld de [recirculatiesystemen](#) die in de [aquacultuur](#) in Nederland worden gebruikt.

De doelstelling van Diergaarde Blijdorp is het behoud van het natuurlijk erfgoed. Dieren worden zo veel mogelijk in hun natuurlijke [habitat](#) geplaatst, waardoor de bezoeker kennis maakt met de veelheid aan levensvormen en de variatie aan omgevingen. Blijdorp zet zich in voor soorten waarmee het in hun natuurlijke leefgebied slecht gaat. Er worden fokprogramma’s opgezet voor de eigen dierenpopulatie, maar ook om de dieren uiteindelijk te kunnen terugplaatsen in hun leefgebied. Voor mariene soorten zijn er niet veel van dit soort fokprogramma’s. De bestandspopulatie is voor veel dieren en planten uit zee nog minder kritiek dan van voor dieren en planten van land. Daarbij komt dat het houden van mariene organismen in een aquarium niet gemakkelijk is. Van heel veel onderwatersoorten weet men niet goed aan welke eisen het biotoop moet voldoen. Het is ook niet gemakkelijk om een veelheid aan verschillende organismen in één en hetzelfde aquarium levend te houden. Ook hebben we voor veel zeedieren en planten de voortplanting gewoon niet ‘in de vingers’. Er zijn nog te veel vragen. Lukt het om organismen als koralen en sponzen zich te laten voortplanten in gevangenschap? Zijn de waterkwaliteit, de voeding, het (gesimuleerde) seizoensritme en de temperatuurschommelin-

¹⁸ Diergaarde Blijdorp, Rotterdam.

¹⁹ EdoDeco, Oegstgeest.

gen goed genoeg om tot afzet van eieren te komen? Lukt het vervolgens om die eieren te laten uitkomen en de jongen te laten opgroeien? Is het juiste voedsel beschikbaar? Of moet dat ook zelf gekweekt worden? Laterveer denkt dat het niet de bedoeling kan zijn om steeds mariene organismen uit het wild te halen om de aquaria mee te vullen. In de publiksaquaria van Oceanium zitten mede daarom sinds de opening in juli 2000 nog altijd kunstkorallen en kunstkelp.

Figuur 7

Het haaienbassin in het Oceanium van Diergaarde Blijdorp in Rotterdam.



Laterveer ziet het Oceanium dan ook als een groot onderzoeksproject. Volgens hem zou de hoofdtaak het zoeken naar het 'kweekrecept' van vissen en ongewervelde dieren als garnalen, zeesterren, kwallen, anemonen en koralen moeten zijn. De kwallen die nu de klimaatkamers bevolken leven maar kort. Om ze permanent in de publieksaquaria te kunnen tonen moet er een goed lopende kweek worden opgezet. De voortplanting gaat inmiddels goed, maar er zijn nog wel enkele technische problemen. De tere kwallenlijfjes worden heel gemakkelijk door de zuiveringsfilters of door overloop van de aquaria aangezogen. Er is nog veel technologisch onderzoek nodig om dit op te lossen. En juist daarvoor hebben Laterveer en Henkemans dezelfde belangstelling. Henkemans heeft namelijk een kweekstelsel ontwikkeld voor kwetsbare organismen als sponzen en koralen. Hij pakte deze uitdaging aan toen hij voor de kust van Venezuela een gezond rif zag wegwijnen. Hij wilde koraal kunnen kweken om de riffen te restaureren. Hiervoor is hij in 1998 begonnen met het ontwikkelen van een heel nieuw type kweekstelsel. Recirculatiesystemen zijn te vergelijken met volledig afgetrainde systemen. Er zit geen randje vet meer aan. Het stelsel dat EcoDeco heeft ontwikkeld, is robuuster en veel 'molliger' van aard. Henkemans begon in de garage in zijn achtertuin en heeft daar 7 prototypen in elkaar geknutseld. In het eerste prototype van 500 liter zat 23 meter pvc-pijp verwerkt. Na veel uitproberen en met hulp van anderen – Stork en Wavin gaven hem materialen – heeft hij inmiddels een stukje gepatenteerde technologie tot zijn beschikking dat het prima doet. Waar het om draait is dat het zeewater zeer schoon moet blijven om kwetsbare zeedieren als koralen en sponzen in het kweekstelsel in leven te houden. Tegelijkertijd moet er voldoende plankton aanwezig zijn voor de groei en voortplanting. De Dymico[®]-technologie is gebaseerd op een aantal natuurlijke, elkaar versterkende processen die het water zuiver met toch voldoende plankton houden. In de natuur wordt alles wat dood gaat opgegeten en wordt het organische materiaal afgebroken. Boven een pH van 8 worden gebonden stoffen vastgelegd in het sediment. In het kweekstelsel gebeurt dit ook. De in deze lagen opgeslagen stoffen vervuilen het water niet meer, maar vormen wel een voedingsbodem voor het plankton. Er staat een speciale pomp op het stelsel waar het plankton levend doorheen kan. Het plankton houdt het water schoon, omdat het afvalstoffen als stikstof en fosfaat vastlegt – koralen en sponzen kunnen niet tegen een overmaat aan dit soort **nutriënten** – en het is tegelijkertijd een bron van voedsel voor kweekorganismen. Hierdoor is het 'levende' water rijk aan voer, maar arm aan afvalstoffen. Net als in de natuur worden niet alle afvalstoffen omgezet door het plankton. Er vallen resten voer op de bodem. In de actieve bodem van het kweekstelsel worden deze stoffen omgezet in sediment en slib en in stikstofgas. In die laag worden nitrificatie en denitrificatie gecontroleerd. Het stikstofgas verlaat het kweekstelsel.

Een filter verwijdert het sediment uit het water en slaat het gecontroleerd op. De actieve bodem wordt zo gestuurd dat zowel de aërobe als de anaërobe processen plaatsvinden. Henkemans vertelt dat de Dymico[®]-technologie in staat is om in zowel zee- als zoet water de hoeveelheid nutriënten nauwkeurig te controleren. Tegelijkertijd kan het water 'levend' gehouden worden en wordt het sediment gescheiden van het plankton zonder gebruik van filters. Het systeem is voorzien van volledig geautomatiseerde meet- en regelsystemen – vervuiling wordt on line gemeten en er wordt een signaal verstuurd middels sms als er iets mis is – en van een voedersingssysteem. Henkemans had zelf geen biologische achtergrond toen hij met dit project begon. Dit is een barrière om anderen die wel die achtergrond hebben, te overtuigen van je verhaal en de mogelijkheden van het kweekstelsel. Zowel bij Diergaarde Blijdorp als bij Wageningen Universiteit hadden ze wel die biologische kennis. Bovendien hadden ze mensen die er belang bij hadden om de uitdaging samen met hem aan te gaan. Laterveer werkte aan de geslachtelijke voortplanting van steenkoraal en was op zoek naar een filtersysteem voor de publieksaquaria. René Wijffels en Ronald Osinga van Wageningen Universiteit probeerden al jaren sponzen in leven te houden en te kweken. In bestaande aquaria lukte dat niet, omdat het water te vaak verversst moest worden om het schoon te houden. Daardoor verdween ook het plankton uit het water en wilde de sponzen niet groeien, laat staan zich vermenigvuldigen. Wijffels en Osinga willen sponzen kweken vanwege de ontwikkeling van medicijnen tegen kanker. Zij denken dat met het kweekstelsel van Henkemans de invloed van parameters als zoutgehalte, pH, zuurstof, stikstof en licht op de groei van

Figuur 8
Kweekbassin voor sponzen.



sponzen kan worden onderzocht. Daarnaast zou er geëxperimenteerd kunnen worden met verschillende voedingsbronnen.

Dankzij een investeringssubsidie van bijna € 2 ton staan er nu twee grote bakken van 3000 liter van EcoDeco in het lab van Laterveer en drie van 1000 liter bij Wageningen Universiteit. Een van de twee bakken in Diergaarde Blijdorp is voor Caribische sponzen en koralen. De andere wordt gebruikt voor vissen en andere zeedieren.

Zowel Laterveer als Henkemans hielden stug vol, ook al was hun omgeving niet altijd overtuigd van hun werkzaamheden. De kunst is om er zelf in te blijven geloven en niet gefrustreerd te raken als het allemaal tegenzit.

Henkemans denkt dat pioniers die missionarissen worden niet ver komen. Zij zien de kansen die zich in hun omgeving voordoen niet meer. EcoDeco had wel het geluk dat de kweek van sponzen en koralen tot de verbeelding spreekt. Maar de kunst is andere serieuze enthousiastelingen te zoeken en elkaar scherp te houden!

Henkemans en Laterveer hebben het plan in het Oceanium een ‘aquarium van de toekomst’ te openen. In dit publieksaquarium moeten zowel hogere als lagere dieren gehuisvest worden. Alle dieren (dus ook de koralen) zullen kweek zijn. Met de nieuwe waterfiltertechniek van EcoDeco kunnen de dieren in leven gehouden worden. Het bewijs dat dit kan is geleverd. En Laterveer kan inmiddels twee soorten steenkoralen geslachtelijk laten voortplanten. Nu gaat het dus nog om de financiële middelen om het aquarium te bouwen. Henkemans zal vanaf nu moeten gaan produceren om de commerciële haal-

Figuur 9
Overzicht van de doorstroombassins.



baarheid van zijn avontuur waar te maken. Laterveer droomt ook van een commercieel avontuur. Hij weet dat het ‘not done’ is in diertuinen, maar hij zou het liefst zien dat de diertuin in de toekomst ‘commercieel’ leverancier wordt van kwetsbare mariene organismen voor privé-aquaria. En waarom eigenlijk niet? Het is toch zonde als de kennis van Diergaarde Blijdorp niet gebruikt wordt en dat ten koste gaat van het mariene milieu?



BERT MEIJERING: “DE SUCCESVOLLE KWEK VAN ZEEZAGERS”

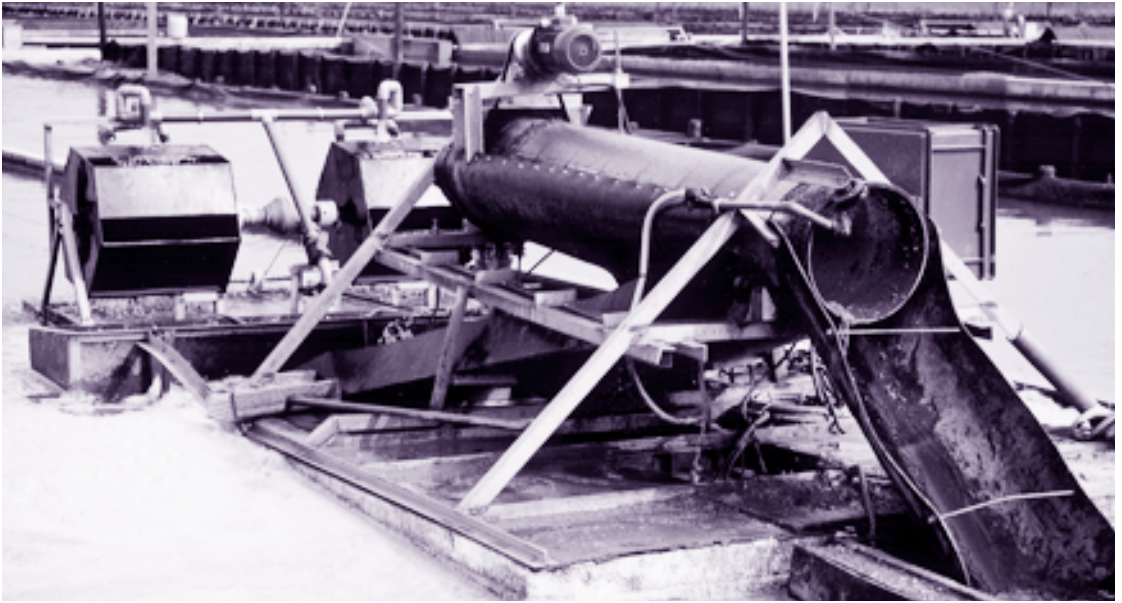
In het hoekje aan de Oosterschelde bij Kattendijke aan de noordrand van Zuid-Beveland ligt het bedrijf Topsy Baits van Bert Meijering²⁰. Vanuit de lucht zijn de 17 hectare met 100 doorstroombassins prachtig te zien (zie Figuur 9). Hij heeft zich sinds 1985 toegelegd op de commerciële kweek van zeezagers (*Nereis virens*). Zagers worden gebruikt als aas door sportvissers. Omdat het spitten van zagers in de Zeeuwse Delta aan banden werd gelegd, vatte Meijering destijds het plan op voor de kwekerij.

Zagers behoren tot de wormen, een groep van ongewervelde dieren. Ze maken een belangrijk deel uit van de bodemfauna van zee en wad. Ze leven in gangen in het zand tot op een halve meter diepte en bij voorkeur onder schelpenbanken. De zager kan leven van bodemdieren, **algen** en **wieren** en **detritus**. De zager is een belangrijke voedselbron voor wadvogels en voor veel vissoorten. Het is dus niet verbazingwekkend dat het een zeer gewaardeerd aas is voor hengelsporters. Eén nacht in het jaar, tegen eind april, kruipen de zagers bij volle maan uit de bodem en zwemmen massaal naar de oppervlakte om te paren.

Volgens Meijering zijn de vlakke polders in Nederland bijzonder gunstig voor de kweek van zagers, want de temperaturen zijn hier niet te hoog en niet te laag. Meijering heeft de technologie die nodig is om de zagers te oogsten en levend te verpakken zelf ontwikkeld (zie Figuur 10). Tot voor twee jaar kwam het broed uit het wild, maar inmiddels heeft Meijering ook vermeerdering in de vingers. 90% Van de ouderdieren komt uit speciale broedbedden. Er vindt nog geen veredeling of selectie plaats.

Voor de 100 **bassins** wordt 500 m³ water per uur opgepompt. Het water wordt gefilterd over een membraan van 70 micron om alle parasieten en predatoren eruit te halen. De belangrijkste ‘afvalstroom’ van het productiesysteem is schoon water. De mest van de wormen wordt in de vijvers gemineraliseerd. Het water kan ongezuiverd geloosd worden op de Oosterschelde. Er zitten nog wel veel **algen** in het water die als voedsel zouden kunnen dienen voor cultuures van bijvoorbeeld schelpdieren. Meijering experimenteert op kleine schaal met **polycultures** van mossels en kokkels.

²⁰ Topsy Baits, Wilhelminadorp.



Figuur 10 (boven)
Oogstmachine voor de zeezagers.

Figuur 11
Opkweken van jonge zagers.

Hij voert de zagers nu nog met commercieel **visvoer**. Dit is de enige kunstmatige invoer in het productiesysteem. Er is 0,37 kilogram voer nodig om 1 kilogram wormen te oogsten. Vergeliken met vis is dat 2,7 keer zo efficiënt. Per hectare water wordt ongeveer 10.000 kilogram aan zagers geproduceerd. Maar ook hier experimenteert Meijering. Hij wil af van het commerciële visvoer en is op zoek naar duurzame ingrediënten, zoals gisten van brouwerijen. De zager is een omnivoer en zou hiervan waarschijnlijk prima kunnen leven en groeien. De lage marktprijs van commercieel visvoer vormt is niet de prikkel

om te zoeken naar duurzame alternatieven volgens Meijering. Maar hij wil graag dat het voer duurzaam is. Zo heeft hij pas ook de beluchtingsystemen met frequentieregelaars uitgerust om het elektriciteitsverbruik minimaal te halveren. Verder heeft hij plannen voor een eigen windmolen op zijn terrein. In eerste instantie richtte de bedrijfsafzet zich op de binnenlandse markt, maar door de tekorten aan 'wild' aas in het buitenland kwamen er steeds meer landen bij. Op dit moment exporteert hij ongeveer 55 ton levend verpakte zagers naar 12 landen waaronder Japan en de VS.

Sinds enkele jaren levert hij ook zagers aan de aquacultuursector voor met name hatcheries voor garnalen. In potentie is deze markt voor visvoer veel groter dan de nichemarkt voor aas. Alleen al voor de garnalenhatcheries is deze 2000 ton per jaar. In de praktijk blijkt het lastig om een plek in zo'n nieuwe afzetmarkt te veroveren. Toch stappen steeds meer garnalenhatcheries in Mexico, Brunei, Venezuela en op Aruba over op wormen. De zagers bevatten speciale eiwitten die de ouderdieren nodig hebben om eieren te kunnen afzetten.

Meijering werkt aan verschillende soorten visvoer op basis van zagers voor andere mariene soorten. De resultaten van de eerste testen op een visshatchery in Engeland zien er veelbelovend uit. Het zou echt een revolutie zijn als het lukt zeezagers als voer voor de aquacultuur te gebruiken; het is een potentieel duurzame bron van voer voor deze (groeierende) sector. Meijering heeft het voer voor de rijping van vissen beschermd door een wereldwijd patent. In 2003 is gestart met de bouw van een voerfabriek om het eerste voer voor vis en garnalen te produceren. Eind juni 2004 zal de fabriek opgeleverd worden. Het productieproces is gebaseerd op koude extrusie, een proces waarbij de eigenschappen van de eiwitten niet veranderen. Ook kunnen de zagers verwerkt worden in 'grow-out' voer, waarbij de zagers als drager zullen werken. Mogelijk worden daarmee dan plantaardige eiwitten (soja, alfalfa) aantrekkelijk voer voor het afmesten van vissen en garnalen. Om een serieus duurzaam alternatief te zijn voor de aquacultuur, zal een enorme hoeveelheid zagers gekweekt moeten worden. Meijering heeft het doel binnen 10 jaar 15.000 ton zagers te kweken, waarmee zo'n 500.000 ton visvoer gemaakt zou kunnen worden.

Ambitieuw? Ja, maar niet onmogelijk. Het zou een belangrijke impuls kunnen geven aan de noodlijdende landbouw en een voortrekkersrol kunnen vervullen voor de aquacultuur op land. De afval(water)stromen van deze kwekerijen zullen bovendien een grote schelpdierkweek op land kunnen voeden. Meijering kan en wil dus verder groeien. Hij is een kwekerij gestart in Port Talbot in Wales (Dragon Baits, 50 hectare) en hij is nog op zoek naar een locatie van 60 hectare in Zeeland.

Naast het verbreden van de afzetmarkten voor zagers en het vergroten van de kweekcapaciteit is Meijering sinds enkele jaren bezig met de kweek van de

zeepier (*Arenicola Marina*). Ook de zeepier behoort tot de ongewervelden. De meesten strandbezoekers kennen de ‘tandpastahoopjes’ wel die de zeepier op het strand maakt. De zeepier leeft in een U-vormige buis. Aan de ene kant van de buis eet het dier zand. De restanten worden aan het andere uiteinde uitgerst. De zeepier eet grote hoeveelheden zand en verteert de organische bestanddelen die met het zand meekomen (benthische diatomeeën, bacteriën en dergelijke). De zeepier is een bron van voedsel voor wadvogels en vooral ook voor platvissen. Deze eten voornamelijk de staarten, op het moment dat de pieren de zandhoopjes aan het oppervlak maken.

Meijering kweekt de pieren anno 2003 nog niet commercieel, maar hij voorziet drie interessante toepassingsmogelijkheden. Ook de zeepier is een populair aas voor sportvissers. De markt voor pieren is groter dan die van de zagers. Daarnaast kan de zeepier ook worden verwerkt in het duurzame alternatief voor visvoer dat Meijering ontwikkelt. Ten slotte kan de zeepier op termijn mogelijk worden gebruikt voor de productie van kunstbloed. In Bretagne in Frankrijk wordt in het Biologisch Station Roscoff reeds enkele jaren onderzoek gedaan naar het gebruik van zeepierenbloed als vervanger van donorbloed. De voordelen zijn duidelijk: er is geen kans op ziekten als HIV en ook geen kans op ziekten waarop donorbloed nu niet wordt getest of kan worden getest. Het kunstbloed is reeds getest op zoogdieren (muizen, honden en apen). Er zijn geen allergische en of afweerverschijnselen geconstateerd. Het zal duidelijk zijn dat deze laatste toepassing niet morgen gerealiseerd zal zijn, maar de kweek van zeepieren onder gecontroleerde omstandigheden zou een prima bron kunnen zijn voor betrouwbaar en zuiver kunstbloed.

Meijering is inmiddels zo ver dat hij een commerciële zeepier-kwekerij zou kunnen starten. Hij denkt nu aan een oppervlak van 10 tot 20 ha. Ook voor pieren is de productie ongeveer 10.000 kilogram per hectare. Net als de zager wordt de pier gekweekt in ondiepe doorstroombassins. Zagers en pieren kunnen niet in een en hetzelfde bassin, ook al komen ze in de natuur wel naast elkaar voor. In de kwekerij eet de zager de pieren op. Zeepieren kunnen beter tegen hogere temperaturen en zouden dus ook in zuidelijkere landen gekweekt kunnen worden. Meijering denkt dat hij, met zijn ervaring in de zagers en door de eerste te zijn, een sterke marktpositie kan veroveren ondanks dit voordeel in zuidelijke landen. Hij wil niet weg uit Zeeland, hij houdt van de Oosterschelde. De kweek van pieren is niet afhankelijk van commercieel visvoer. De zager graast actief harde oppervlakten schoon. De zeepier groeit goed op een organische reststroom zoals de mest van vissen (uit de aquacultuur). Meijering kan de mest van Kloet's tarbotkwekerij bijvoorbeeld prima gebruiken (zie interview met Kloet). Ook is de zeepier in staat om algen uit het water te filteren. Het afvalwater van de zagerkwekerij (of van een viskwekerij of van andere natuurlijke reststromen) zou dus door de pieren gezuiverd kunnen worden. Meijering ziet mogelijkheden om verschillende vormen van aquacultuur te

koppelen hoewel een volledige **kringloopsluiting** zal lastig zijn. In de praktijk is de schaalomvang van de verschillende productiesystemen niet op elkaar afgestemd. Hij denkt dat kringloopsluiting makkelijk wordt als de gehele kringloop in één bedrijf zit. Maar wat hem betreft pakken onafhankelijke ondernemers samen de handschoen op: “Het zou erg stimulerend zijn om met andere ondernemers te zoeken naar onderlinge synergie. Misschien kan de overheid deze samenwerking stimuleren met subsidies?”



.....

LOLKE SIJTSMA: “MARIENE ALGEN UIT EEN BIOREACTOR ALS ALTERNATIEF VOOR VISOLIE”

Lolke Sijsma²¹ is trots. De afgelopen zes jaar heeft hij samen met collega's van Agrotechnology & Food Innovations (A&F) en de industrie – Normferm, een Noors fermentatiebedrijf en Nutreco, 's werelds grootste producent van kweekzalm – gewerkt aan een alternatief productieproces voor DHA-rijke olie uit algen. DHA is een meervoudig onverzadigd vetzuur, behorende tot de omega-3 groep, dat onder andere wordt toegepast in **visvoer** voor zalm. Visolie wordt nu geproduceerd uit in het wild gevangen vis als wijting, makreel, ansjovis en sardine. Sijsma verwijst naar een studie van het Wereld Natuur Fonds (WNF) waarin gesteld wordt dat door de toename van viskwekerijen in 2010 de vraag naar visolie het aanbod zal overtreffen. Ook de voedingsmiddelenindustrie is in toenemende mate geïnteresseerd in deze **meervoudig onverzadigde vetzuren** in verband met de positieve gezondheidsaspecten. Visolievetzuren als DHA spelen mogelijk een rol bij preventie of bestrijding van hart- en vaatziekten, trombose, artritis en verschillende vormen van kanker.²² DHA is ook van belang voor een goede visuele en neurologische ontwikkeling van te vroeg geboren en van jonge kinderen. Bij A&F voorzagen ze een markt en dus is Sijsma op zoek gegaan naar een duurzaam productieproces.

DHA wordt geproduceerd door een mariene DHA-rijke **alg** in een fermentor. De **heterotrofe** dinoflagellaat *Cryptocodinium Conii* kan DHA-rijke olie produceren in het pikkedonker onder zuurstofrijke omstandigheden bij temperaturen tussen de 25 en 30 °C (zie Figuur 12). Doordat gewerkt wordt met een fermentor, is de productie licht- en klimaatonafhankelijk en kan jaarrond plaatsvinden. De heterotrofe alg heeft een koolstofrijke bron (denk aan glucose, melasse, azijnzuur of ethanol), een stikstofbron en zout water nodig als **voedingsstoffen**. Deze stoffen worden voor zo'n 15 tot 45% omgezet in biomassa.

.....

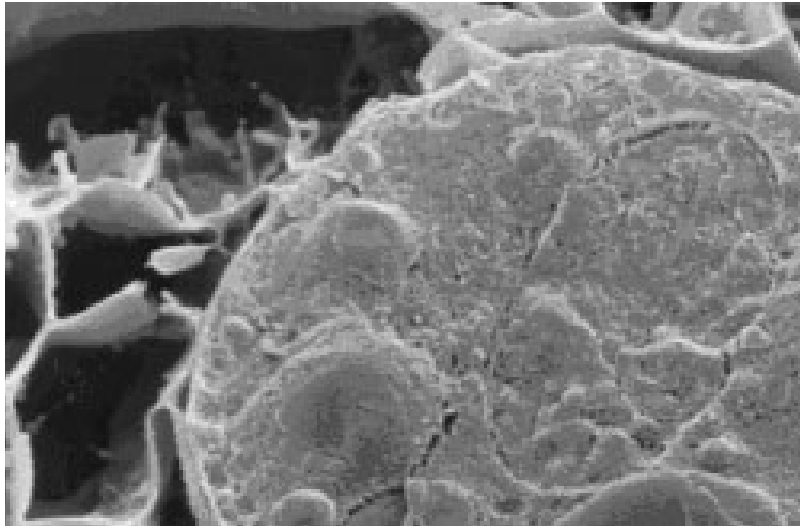
²¹ Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen UR, Wageningen.

²² [Dyerberg, 1986; Mehta, 1987; Urakaze, 1986; Kremer, 1985; Braden, 1986; Reddy, 1986].

Het proces functioneert nu in reactievaten van 150 liter en levert grofweg 80 gram droge stof per liter reactorvat (zie Figuur 13). Veertig tot vijftig procent van het gewicht bestaat uit vetten, waarvan weer dertig tot vijftig procent uit

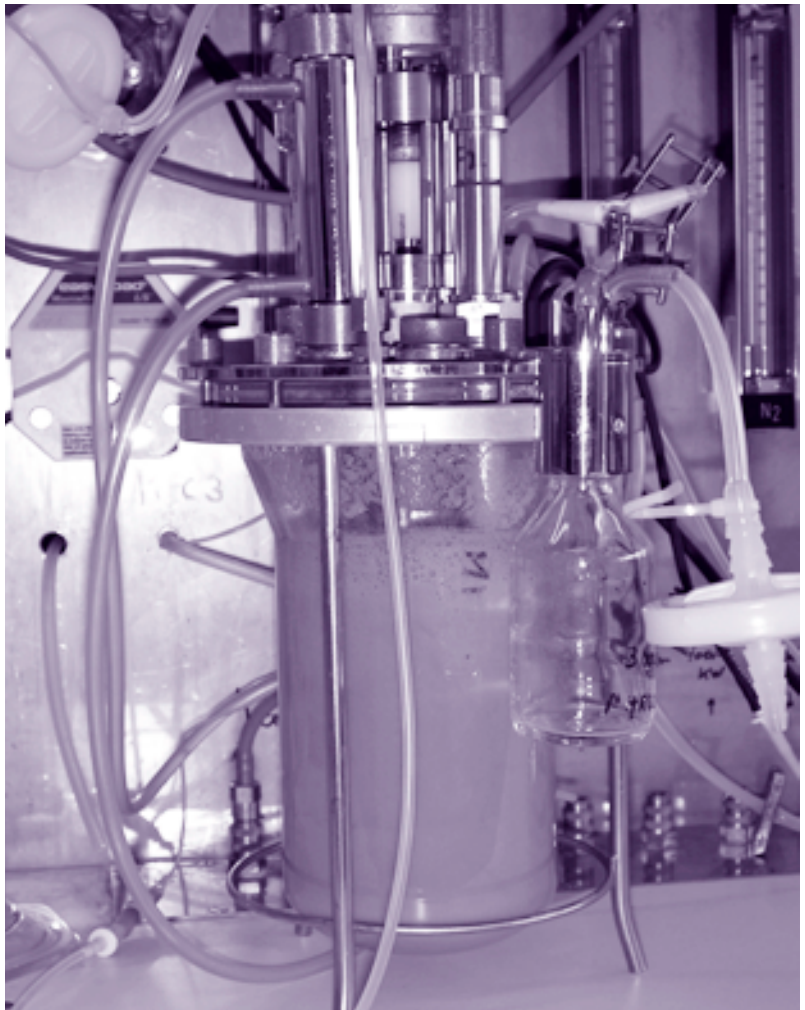
Figuur 12

*De heterotrofe dinoflagellaat
Cryptecodinium Conii.*



Figuur 13

Een pilot-opstelling van een bioreactor.



het gewenste DHA. De opbrengst is dus 10 tot 16 gram vetzuur per liter. De microbiële biomassa kan direct worden geoogst en toegepast in visvoer of in kippenvoer (om zo het omega-3 gehalte in eieren te vergroten). Voor toepassing in humane voeding, babyvoeding of in de farmacie is een extra extractiestap nodig.

Dat algenolie relatief veel DHA bevat is een groot marktvoordeel vindt Sijtsma. Het DHA is betrekkelijk eenvoudig te zuiveren door de beperkte hoeveelheid aan andere meervoudig onverzadigde vetzuren. Er zitten bijvoorbeeld geen omega-6 vetzuren in en ook bevat het weinig of geen cholesterol. Bij DHA uit visolie moet door middel van micro-encapsulatie de oxidatie beperkt worden. Bij algenolie is dit niet of minder nodig. De voedingsmiddelenindustrie heeft hier wel oren naar. Men is bereid meer te betalen als de olie vrij is van bepaalde geuren en smaken. De microbieel geproduceerde olie bevat ook geen EPA. Dit meervoudig onverzadigd vetzuur dat wel aanwezig is in commerciële visolie, vormt juist een probleem in babyvoeding. Dat is dus ook gunstig.

Mogelijk bevat de alg naast de besproken vetzuren ook nog andere waardevolle componenten (bijv. anti-oxidanten), zodat de kostprijs verder gereduceerd kan worden. Ten slotte is de DHA-olie uit de alg bij kamertemperatuur zeer stabiel, stabielere dan commerciële visolie, waardoor ze gemakkelijker toepasbaar is in industriële verwerkingsprocessen zoals sproeidrogen.

In het project is vanaf het begin de fundamentele kennisopbouw gekoppeld aan een gezond potentieel marktperspectief. De kennis op het gebied van fermentatie en technieken op moleculair-biologisch en biotechnologisch gebied konden hier toegepast worden. Sijtsma is realist genoeg om te weten dat de prijs van zijn DHA-olie nu nog minstens een factor 10 te duur is voor toepassing in visvoer. De commerciële prijs van visolie is laag, ongeveer 1 euro per kg. Daardoor ligt de toepassing van microbiële vetzuren in 'dure' producten met een hoge toegevoegde waarde (zoals kindervoeding) het meest voor de hand. Het zal nog wel even duren, voordat visvoer uit algen de visolie in de aquacultuur volledig kan vervangen. Sijtsma denkt dat het bijmengen of het gebruik van de algen als voer voor jonge vissen (in hatcheries en in nurseries) al wel interessant zouden kunnen zijn.

Het fermentatieproces voor DHA-olie is nieuw in Europa. Sijtsma vertelt dat in de VS inmiddels het bedrijf Martek²³ is opgericht dat de DHA-rijke algenolie commercieel op de markt brengt. Ook zij werken met *Cryptocodinium Conii* in fermentorvaten van 150.000 liter. Hun afzet bestaat voornamelijk uit babyvoeding. Sijtsma verwacht dat het door hen ontwikkelde productieproces de kostprijs sterk kan reduceren, zodat meer toepassingen mogelijk worden.

De heterotrofe algen kunnen een belangrijke schakel zijn in geïntegreerde productiesystemen waarin kringlopen gesloten worden. Uit de bioreactor komt naast het product namelijk warmte en CO₂. De warmte kan worden hergebruikt, bijvoorbeeld in recirculatiesystemen voor de aquacultuur. De CO₂ kan

dienen als voedingsbron voor fototrofe algen. De O₂ die wordt geproduceerd door de fototrofe algen kan weer gebruikt worden in het reactorvat. Sijtsma is op de hoogte van alternatieve innovatieve productieprocessen voor DHA. Er wordt bijvoorbeeld gewerkt aan de productie van **meervoudig onverzadigde vetzuren** in planten en natuurlijk ook in fototrofe algen. Hij schat in dat de ontwikkeling van deze processen voor commerciële toepassingen nog lang duurt. Het ‘donkersysteem’ is deze lichtafhankelijke processen dus een stapje voor. Zijn proces heeft nog een voordeel: de voedingsmiddelenindustrie is vertrouwd met deze fermentatietechnologie. Er is ook al veel (industriële) ervaring met opschaling en het eigenlijke productieproces.

En daar komt het nu op aan! De nieuwe technologie moet opgeschaald worden en zich gaan bewijzen in de praktijk. Natuurlijk moet er nog gezocht worden naar manieren om de kostprijs verder te reduceren. De productiesnelheid moet verhoogd worden door de fermentatiecondities te optimaliseren. Ook inzichten in de **metabole routes** van de vetzuursynthese (zowel biochemisch als moleculair-biologisch) kunnen nog winst opleveren. Daarnaast kan gezocht worden naar andere, sneller groeiende micro-organismen, die de vetzuren ophopen en die in de fermentor gedijen. Op de iets langere termijn kunnen de voor de vetzuursynthese relevante genesequenties overgeplaatst worden in een sneller groeiende ‘gastheer’ (een ander micro-organisme). Bij dit laatste moeten de maatschappelijke gevoeligheden niet uit het oog verloren worden. Ook zou Sijtsma graag meer inzicht willen krijgen in de receptuur van algenolie in tal van voedselproducten en hoe effectief deze is voor de gezondheid. Als er echt gezondheidsclaims gemaakt kunnen worden en die claim valt in een groeiemarkt voor een specifiek bedrijf, dan is de kostprijs namelijk opeens een stuk minder belangrijk. Bij toepassing in humane voeding moet wel voldaan worden aan de geldende regelgeving (wat de kosten van toepassing kan vergroten).

Nutreco is actief betrokken bij het project. Nutreco realiseert zich dat de beschikbaarheid van visolie in de toekomst tot problemen kan leiden. Binnen dit project houden zij zich bezig met visvoederexperimenten. In verband met de gezondheidsbevorderende eigenschappen van DHA zouden op de korte termijn echter juist voedingsmiddelenbedrijven (en misschien zelfs farmaceutische bedrijven) voordeel kunnen hebben bij het onderzoek naar mariene micro-organismen. Behalve de financiering voor het pilotonderzoek is het nu belangrijk dat de verwerkende industrie belangstelling toont.

REFERENTIES

- Braden, LM, KK Carroll (1986). Dietary Polyunsaturated Fat in Relation to Mammary Carcinogenesis in Rats. *Lipids*. (21), pp. 285-288
- Dyerberg, J (1986). Linolenate-Derived Polyunsaturated Fatty Acids and Prevention of Atherosclerosis. *Nutr. Rev.* (44), pp. 125-134

- Kremer, JM, J Bigauaoette, AV Michalek, MA Timchalk, L Lininger, RI Rynes, C Huyck, J Zieminsky, LE Bartholomew (1985). Effects of Manipulation of Dietary Fatty Acids on Clinical Manifestations of Rheumatoid Arthritis. *Lancet*, pp. 184-187
- Mehta, J, LM Lopez, T Wargovich (1987). Eicosapentaenoic Acid: its Relevance in Atherosclerosis and Coronary Artery Disease. *The American Journal of Cardiology* (59), pp. 155-159
- Reddy, BS, H Maruyama (1986). Effect of Dietary Fish Oil on Azoxymethane-Induced Colon Carcinogenesis in Male F344 Rats. *Cancer. Res.* (46), pp. 3367-3370
- Urakaze, M, T Hamazaki, Y Soda, M Miyamota, F Ibuki, S Yano, A Kumagai (1986). Infusion of Emulsified Trieicosapentaenoyl-Glycerol into Rabbits – the Effects on Platelet Aggregation, Polymorphonuclear Leukocyte Adhesion, and Fatty Acid Composition in Plasma and Platelet Phospholipids. *Thromb. Res.* (44), pp. 673-682

LITERATUUR

- Sijtsma, L (2003). Algae Culture Reduces Overfishing and Makes Fish Healthier. *Wageningen Water Solutions Brochure*. September 2003. Wageningen
- Sijtsma, L, J Springer, PAEP Meesters, ME de Swaaf, G. Eggink (1998). Recent Advances in Fatty Acid Synthesis in Oleaginous Yeasts and Microalgae. *Recent Research Developments in Microbiology*, vol. 2, pp. 219-231
- Swaaf, ME de, JT Pronk, L Sijtsma (2003). Fed-Batch Cultivation of the Docosahexaenoic Acid Producing Marine Alga *Cryptocodinium Conii* on Ethanol. *Applied Microbiology and Biotechnology*
- Swaaf, ME de, L Sijtsma, JT Pronk (2003). High-Cell-Density Fed-Batch Cultivation of the Docosahexaenoic-Acid Producing Marine Alga *Cryptocodinium Conii*. *Biotechnology and Bioengineering*, vol. 81, issue 6, pp. 666-672
- Swaaf, ME de, TC de Rijk, G Eggink, L Sijtsma (1999). Optimisation of Docosahexaenoic Acid Production in Batch Cultivations by *Cryptocodinium Conii*. *Journal of Biotechnology*, vol. 70, pp. 185-192
- Swaaf, ME de, TC de Rijk, P van der Meer, G Eggink, L Sijtsma (2003). Analysis of Docosahexaenoic Acid Biosynthesis in *Cryptocodinium Conii* by ¹³C Labelling and Desaturase Inhibitor Experiments. *Journal of Biotechnology*, vol. 103 (1), pp. 21-29

Broed voor vis en schelpdieren

Hans Komen²⁴, Paulien Kamermans²⁵

Voor de aquacultuur is het belangrijk de voortplanting en groei van het jonge broed onder gecontroleerde omstandigheden te kunnen laten plaatsvinden.

Vermeerdering en opgroei gebeurt respectievelijk in **hatcheries** en **nurseries**.

Vis

Vissoorten zijn pas geschikt voor commerciële kweek als a. onder gecontroleerde omstandigheden fertiele eieren en sperma verkregen kunnen worden, b. daarmee levensvatbare larven geproduceerd kunnen worden, c. deze larven succesvol grootgebracht kunnen worden.

In (zee)water planten bijna alle vissen zich voort door eieren en sperma af te zetten. Het water activeert het sperma dat vervolgens de eieren bevrucht. De bevruchting moet snel gebeuren, omdat het water niet alleen het sperma maar ook de eieren activeert. Natuurlijke voortplanting is derhalve een riskant proces. De meeste vissen zetten daarom grote hoeveelheden eieren af om zo het succes op voortplanting te vergroten, maar ook om de aanzienlijke sterfte onder de larven door predatie van andere vissoorten of volwassen soortgenoten te compenseren. Kabeljauw en tong zetten bijvoorbeeld miljoenen eieren af.

Vanaf 1970 is veel onderzoek gedaan naar de voortplanting van commercieel interessante vissoorten. In hatcheries kunnen door manipulatie van daglengte en temperatuur seizoenswisselingen worden nagebootst, zodat vissen in voortplantingsconditie worden gebracht. Wanneer de ovulatie niet spontaan optreedt, wordt het Gonadotropine-Releasing Hormoon (GnRH, analoog aan het menselijk voortplantingshormoon LHRH) geïnjecteerd om de ovulatie te induceren. De eieren kunnen vervolgens handmatig naar buiten worden gedrukt door over de buik te wrijven (het zgn. afstrijken). Op dezelfde wijze wordt sperma gewonnen van mannelijke dieren. Bij kunstmatige bevruchting worden de eieren en het sperma afzonderlijk opgevangen. De bevruchting vindt plaats door eieren en sperma samen te voegen en daarna wordt water toegevoegd. Op deze wijze kan het percentage eieren dat zich tot vislarve ontwikkelt zeer hoog zijn. Soorten als zalmachtigen (Atlantische zalm, regenboogforel), karperachtigen (sierkarper, graskarper), meervallen (Amerikaanse, Afrikaanse, Europese), zeebaars, zeebrasem, tarbot, heilbot en tong worden op deze manier voortgeplant. Het succespercentage van het uitbroeden van de eieren is voor veel soorten nog laag.

Veel mariene larven zijn moeilijk op te kweken (zeebrasem, kabeljauw). Wanneer de larven van bijvoorbeeld kabeljauw uit het ei komen, zijn ze zes maal zo klein als de larven van zalm (4 millimeter). Ook is hun spijsverteringsorgaan nog niet goed ontwikkeld. Daarom moeten de larven van de kabeljauw eerst gevoerd worden met 'levend voer' (mengsels van algen die rijk zijn aan meervoudig onverzadigbare vetzuren). Vervolgens krijgen ze rotiferen ('droogvoer'). Als de larven groot genoeg zijn,

.....
²⁴ Leerstoelgroep Visteelt en Visserij, Wageningen UR, Wageningen.

²⁵ Centrum voor Schelpdieronderzoek, Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, Yerseke.

kunnen ze verder opgekweekt worden met verrijkte pekelkreeftjes (*Artemia salina*).

Omdat de aquacultuur nog een jonge sector is, zijn veel gekweekte vissoorten nog min of meer 'wild'. De ouderdieren die gebruikt worden, zijn afkomstig uit het wild (tarbot, heilbot, kabeljauw) of worden pas sinds enkele generaties in de kwekerij gehouden (onder andere zeebaars, zeebrasem). Uitzonderingen hierop zijn de Atlantische zalm (selectie op groei sinds 1975), forellen (gekweekt sinds de Napoleontische tijd) en karpers (in Europa sinds de Middeleeuwen in cultuur, in China al veel langer).

Door doelgerichte selectie toe te passen, kan men de overleving van pootvis en de groei van kweekvis aanmerkelijk verbeteren. Veel grote internationale viskweekbedrijven zetten momenteel fokprogramma's op. De investeringen kunnen alleen door zulke grote concerns gedaan worden, omdat het uitvoeren van een fokprogramma duur is en de tijd tussen twee generaties bij veel vissen tamelijk lang is (gemiddeld 2-4 jaar).

Een groot probleem bij het opzetten van fokprogramma's voor vissen is de individuele herkenning. Bij landbouwhuisdieren zijn individuen makkelijk te herkennen. Van elk dier kunnen de afstamming en de fokwaarde bepaald worden. Bij vissen kan dat alleen door grote aantallen dieren te merken (kostbaar!) of door massaselectie toe te passen, dat wil zeggen vissen te selecteren op grond van hun eigen prestatie zonder rekening te houden met afstamming. Het nadeel van deze methode is dat verwante dieren geselecteerd kunnen worden, waardoor het risico op inteelt toeneemt. Bij verbeterde massaselectiemethoden wordt daarom van elke familie (alle nakomelingen van een paar ouders) slechts een beperkt aantal nakomelingen voor teelt aangehouden om de kans op inteelt te reduceren.

De belangrijkste kenmerken waarop de vissen geselecteerd worden zijn groei, filet-rendement en vleeskwiteit (kleur en samenstelling van de filet). Selectie op groei heeft vaak een verbetering van de voederconversie tot gevolg, wat gunstig kan zijn voor de milieubelasting van (zee)kwekerijen. Het filet-rendement is een belangrijk kenmerk, omdat het merendeel van de gekweekte vis als filet wordt verkocht. Bij de soort tilapia lijkt selectie op groei positief gecorreleerd te zijn aan filet-rendement. Daarnaast wordt voor selectieprogramma's gescoord op vetgehalte, de verdeling van het vet in de filet, en de kleur (rood bij zalm en wit bij soorten als tilapia). Ook geslacht en steriliteit zijn belangrijke fokdoelen. Wanneer vissen geslachtsrijp worden, leidt dit vaak tot vermindering van de vleeskwiteit. Vrouwelijke vissen groeien over het algemeen sneller en worden later geslachtsrijp dan mannelijke vissen. Door vissen èn vrouwelijk èn triploid (plant of dier waarvan de chromosomen in drievoud aanwezig zijn) te maken, worden ze steriel. Hiermee krijgt men dieren die beter groeien en voorkomt men kwaliteitsverlies. Ook bieden ze de kweker een zekere bescherming tegen misbruik van fokmateriaal door concurrenten. Het merendeel van de regenboogforellen die in Europa gekweekt worden, zijn vrouwelijk en (triploid) steriel.

Ziekteresistentie wordt niet vaak als fokdoel meegenomen, aangezien de selectie een planning op lange termijn vergt door de lengte tussen twee generaties. Fokken op ziekten is lastig, omdat niet goed voorspeld kan worden welke ziekten over tien jaar belangrijk zullen zijn.

De grote internationale bedrijven fokken ook niet gericht op de mogelijkheid om vissen eiwitten en vetten van plantaardige oorsprong te voeren (in verband met de potentiële schaarste aan visvoer). Er wordt vanuit gegaan dat continue selectie op groei bij een gelijktijdige geleidelijke verandering van voersamenstelling naar meer plantaardige ingrediënten (zoals soya) vanzelf het gewenste resultaat zal opleveren. Dat worden vissen die plantaardige ingrediënten kunnen consumeren, een goede voederconversie hebben en optimaal groeien.

Doordat de aquacultuur nog zo'n jonge sector is, is het nog onduidelijk of het belangrijk is vissen te selecteren op het type kweekstelsel. De condities in verschillende soorten kweeksystemen verschillen aanzienlijk (denk aan kooien, open bassins, of volledig gesloten systemen). Tot op heden zijn er weinig aanwijzingen dat een dergelijke interactie in het genotypemilieu bij vissen belangrijk is. Dit komt waarschijnlijk, omdat men nog steeds met relatief wilde soorten werkt. Bij de karpers – een van de weinige vissoorten die al eeuwen lang gefokt worden – zijn er duidelijke aanwijzingen dat het adaptief vermogen wel degelijk kan verschillen als gevolg van selectie op verschillende kweeksystemen.

Schelpdieren

Cultures van mosselen (*Mytilus edulis*) en oesters zoals de kromme oester (*Crassostrea gigas*) en de platte oesters (*Ostrea edulis*) kennen in Nederland een lange traditie. Voor de larven, het zaad, is men nog altijd afhankelijk van de natuurlijke zaadval.

Schelpdieren vermenigvuldigen zich, doordat de ouderdieren spermacellen en eicellen loslaten in het water. Deze cellen vinden elkaar en vormen vrij zwevende larven. Alleen bij de platte oester vindt de bevruchting van de eieren plaats in de schelpholte van de moeder. Na een tot twee weken beginnen ook deze larven aan het zwevende stadium. Schelpdierlarven bereiken na maximaal zes tot acht weken de grootte waarbij ze zich laten zakken naar de bodem of in het geval van mosselen en oesters zich naar een ander hard oppervlak begeven. Dit wordt de broedval van de larven genoemd. Nederlandse mossel- en oestervissers vissen het broed op en plaatsen dit uit op zogenaamde bodempercelen.

In het buitenland gebeurt de productie van het jonge broed in [hatcheries/nurseries](#). De uitgroei tot consumptieformaat vindt echter ook plaats in het buitenwater.

De natuur voert immers gratis de voedingsstoffen aan die de schelpdieren door hun schelpen filteren.²⁶ Een kweekstelsel van een hatchery/nursery voor schelpdieren omvat:

- een broodstock met ouderdieren voor de larven;
- een algenkweek bestaande uit een aantal monocultures (als voer voor de larven);

.....

26 Het tijdstip van overbrenging naar het buitenwater bepaalt dus de oppervlaktebehoefte voor de kweekbassins op land. Een literatuurstudie [Kamermans, 2002] laat zien dat voor de kweek van 1 miljoen zaaioesters een bassin van ruim 300 m² nodig is om natuurlijke algen te kweken. Indien de oesters tot consumptieformaat zouden worden doorgekweekt, neemt deze oppervlakte toe tot 25.000 m².

- een algenkweek gebaseerd op natuurlijke soorten voor het broed en de ouderdieren.

De kweek van monocultures vindt plaats in grote flessen, cilinders of plastic zakken en de kweek van natuurlijke soorten in ondiepe bassins. De schelpdierlarven groeien op in langwerpige of trechtervormige cilinders met water waaraan algen worden toegevoegd en beluchting voor waterbeweging zorgt. Nadat de larven zich gevestigd hebben, worden de schelpdieren opgekweekt in opstroomsystemen waarin de dieren in bassins op gaas liggen en het water van onder naar boven door het gaas wordt gepompt. Zaaimosselen kunnen in een paar maanden worden geproduceerd, maar voor zaaioesters is een periode tot een jaar nodig.

In een hatchery/nursery kan door natuurlijke selectie een beter ras worden ontwikkeld (snellere groei, minder ziekten). Daarnaast kan de techniek worden ingezet voor soorten waarbij het zaad schaars is (zoals bij mosselen) of soorten waarop nu alleen gevist wordt (strandschelpen en zwaardschedes) en die door de visserij onder druk staan (kokkels). Een Nederlandse hatchery/nursery biedt voordelen boven een buitenlandse combinatie, omdat met lokale ouderdieren kan worden gewerkt.

Referenties

- Kamermans, P (2002). *Verkenning binnendijkse kweek van platte oesters in de Olzendepolder*. RIVO Rapport Co72/01

Fototrofe micro-algen

Robert Baard²⁷, Hans Reith²⁸, René Wijffels²⁹

Algen

Algen zijn meestal in het water zwevende microscopisch kleine foto-autotrofe organismen. Micro-algen zijn interessant om drie redenen.

Allereerst zijn algen uiterst efficiënt in het omzetten van zonlicht in biomassa. Ze hebben een zeer hoge drogestofproductie per tijds- en oppervlakte-eenheid.

Planten hebben een energetisch rendement van 0,1-1%. Theoretisch is het mogelijk 10% van de energie van zonlicht om te zetten in biomassa. In commercieel toegepaste kweeksystemen voor algen (open bassins) is het rendement 2%. Voor Nederland komt dit neer op ongeveer 30 ton droge stof aan biomassa per hectare per jaar [Braun, 1993]. Het meest efficiënte kweekstelsel is een vlakke-plaatfotobioreactor met een rendement van 8%. Micro-algen zijn productief (ten opzichte van andere primaire producenten³⁰) en bevatten op basis van droge stof meer dan 50% hoogwaardig eiwit. Daarmee zijn ze rijker aan eiwit dan wieren (ca 10-12% eiwit op basis van droge stof).

Ten tweede is de variatie aan algen ongeëvenaard in het plantenrijk, zowel qua aantal als qua functionele diversiteit.³¹ Deze diversiteit (bijv. in fotosynthetiserende

27 AquaCultura, Arnhem.

28 Unit Biomassa, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten.

29 Sectie Proceskunde, Wageningen UR, Wageningen.

30 De productiviteit is per oppervlakte-eenheid een factor 5 tot 10 hoger dan traditionele landbouwgewassen.

31 De taxonomie van algen is nog niet volledig bekend. Vele malen is geprobeerd een goed systeem voor de indeling van algen te maken, maar geen enkel systeem is tot dusverre bevredigend. Zo is van veel algen de seksuele reproductie niet of onvolledig beschreven.

Componenten	Toepassingen	Algenstam	Concentratie van de component in de alg	Fase van ontwikkeling
isotopen	– ‘labelling’ in medisch onderzoek	Vele	> 5%	commercieel
phycobili-eiwitten (phycocyaninen, phycoerythine)	– ‘labelling’ in onderzoek op moleculair niveau (luminiserende eigenschappen) – kleurstof	Vele (o.a. <i>Spirulina</i>)	1-5%	commercieel
β-caroteen	– voedingssupplement (pro-vitamine A/anti-oxidant) – kleurstof (o.a. aquacultuur en kippenvoer)	<i>Dunaliella</i> <i>Spirulina</i>	5%	commercieel
‘single cell protein’/ eiwitrijke biomassa	– (biologisch) voedingssupplement (natuurvoeding o.a. tabletten) – diervoer	<i>Chlorella</i> <i>Spirulina</i>	100%	commercieel
astaxanthine	– kleurstof (o.a. aquacultuur) – voedingssupplement (pro-vitamine A/anti-oxidant)	<i>Haematococcus</i>	1-5%	commercieel
eiwitrijke biomassa	– voer voor schelpdieren (aquacultuur)	<i>Diatomeen</i> <i>Chrysophytes</i>	100%	commercieel
bemesting	– biologische pesticiden en conditionerende meststoffen	<i>Chlamydomonas</i> stikstofbindende soorten	100%	onderzoek
bioactieve componenten	– medicijnen (anti-kanker, antibiotica, ontstekingsremmers)	vele	0,1-1%	onderzoek
xanthophyl	– kippenvoer	vele	0,5%	onderzoek
vitaminen (A, B ₁ , 2, 6, 12, C, E, H)	– voedingssupplementen, toegevoegde vitamines (anti-oxidant)	groene algen	<1%	onderzoek
polysacchariden	– verdikkingsmiddelen	<i>Phorphyridium</i> e.a.	50%	onderzoek
aminozuren (zoals proline, arginine, aspartaat)		blauwgroene algen <i>Chlorella</i>	10%	onderzoek
waterstof H ₂	– energie	<i>Chlamydomona</i> en vele anderen		onderzoek
meervoudig onverzadigde vetzuren (o.a. EPA en DHA)	– visvoer, diervoer, voedingssupplementen, babyvoeding	<i>Cryptocodium conii</i> (heterotrofe alg)		commercieel onderzoek
planten- en mariene oliën	– voedsel en veevoer (supplement)	groene algen <i>Diatomeeën</i>	30%	onderzoek

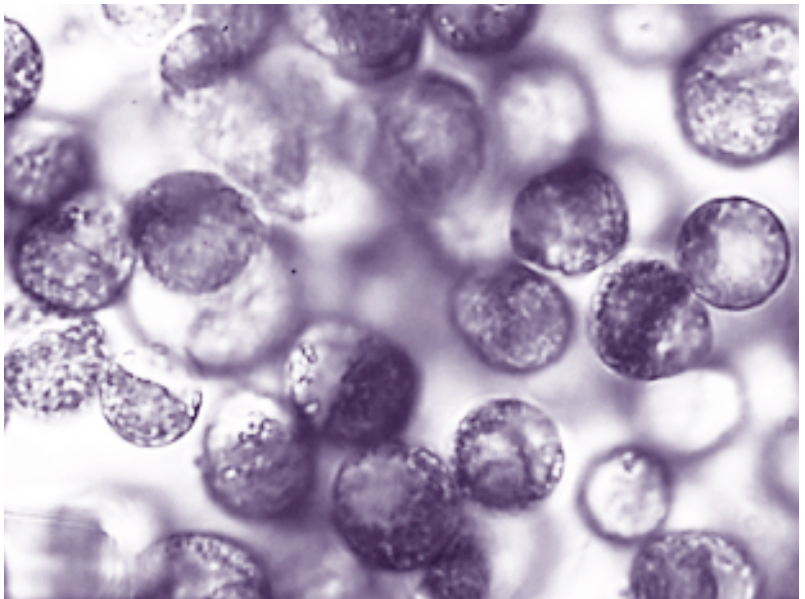
Tabel 1

Producten geproduceerd door micro-algen.

systemen) maakt dat algen opvallend veel verschillende (secundaire) metabolieten aanmaken. Veel van deze stoffen zijn (in potentie) interessant voor toepassing in onder andere geneesmiddelen en voedingssupplementen (zie Tabel 1). Tot dusver is slechts een gering aantal van deze componenten uit algen op de markt gebracht. Ten derde vormen algen een belangrijke 'schakelcultuur' in **polycultures** van nieuwe organismen of in het sluiten van **kringlopen**. Algen kunnen afvalwater zuiveren (stikstof en CO₂ vastleggen uit bijvoorbeeld rookgassen). Ze vormen een organische voedingsbron voor andere cultures of kunnen worden ingezet (eventueel na extractie van hoogwaardige componenten) als koolstofrijke biomassa-bron voor de productie van duurzame energie. Algen groeien prima op mineraalrijke (organische) afvalstromen uit de agrarische sector, uit de levensmiddelenindustrie en uit de aquacultuur. De **mineralisatie** van de organische stoffen vindt in het algenbassin eerst plaats door bacteriën (of eventueel in een separaat bassin als vorm van aërobe waterzuivering). Met algen als *Dunaliella*, *Chaetoceros*, en *Skeletonema* (maar ook met macro-algen als *Ulva*, *Gracillaria*, *Laminaria*) is reeds enige ervaring opgebouwd. Ze vormen echter slechts een kleine greep uit het scala aan algen dat kan dienen om kringlopen te sluiten.

De potentiële toepassingsmogelijkheden van componenten uit algen, het gebruik van algen als vis- of veevoer of als koolstofrijke bron van biomassa voor de opwekking van duurzame elektriciteit zijn pas een paar decennia geleden ontdekt. Sindsdien is men begonnen met de ontwikkeling van productietechnologie. In de tweede helft van de 20e eeuw is men in eerste instantie open bassins gaan gebruiken. Pas later is men ook gesloten systemen (zoals fotobioreactoren voor fototrofe algen en fermentoren voor heterotrofe algen) gaan ontwikkelen.

Figuur 14
Fototrofe micro-algen.



Algen in open bassins

Algen worden op dit moment vooral toegepast in voedingssupplementen voor mensen. De bedrijven die commercieel micro-algen kweken in open bassins bevinden zich voornamelijk in tropische en subtropische gebieden. In Australië, Mexico, de VS, Israël en Oost-Azië worden *Spirulina*, *Chlorella* en *Dunaliella* gekweekt. *Spirulina* en *Chlorella* zijn rijk aan eiwit, ze bevatten respectievelijk 60-70% en 53-66% ruw eiwit. Het aminozuurpatroon van *Spirulina* bezit een hoge voedingswaarde, indien het vergeleken wordt met andere plantaardige producten en het 'ideale' eiwit van de WHO (World Health Organization). De koolhydraten in *Spirulina* en *Chlorella* komen beschikbaar bij vertering.

In Nederland is Aquacultura actief op dit gebied (zie interview met Baard).

Omdat de lichtintensiteit afneemt met de diepte, zijn open bassins in het algemeen niet dieper dan 30 cm. Dit soort cultures vragen grote oppervlaktes. Door de hoge lichtintensiteit aan het oppervlak, de lange lichtweg in de bassins en de beperkte menging is het niet mogelijk de ingevangen hoeveelheid licht maximaal om te zetten in biomassa of producten. Ook kunnen slechts enkele soorten algen in monocultures gekweekt worden. Alleen bij soorten met specifieke kweekcondities kan de cultuur zuiver worden gehouden door middel van procescondities (monocultuur). *Dunaliella* gedijt bijvoorbeeld bij hoge zoutconcentraties en *Spirulina* doet het goed bij een hoge pH-waarde en bij hoge temperaturen (35 °C tot 40 °C). *Chlorella* kan een voorsprong houden op infecties, doordat het een zeer snelgroeïende soort is.

Nieuwe toepassingen vereisen onderzoek

Om te zorgen voor meer toepassingen van componenten uit algen in commerciële producten (zie Tabel 1), is naast andere zaken ook fundamenteel onderzoek nodig aan:

- het vergroten van inzicht in de functionele diversiteit en het **metabolisme** van algen;
- de ontwikkeling van procestechologie (productie-, concentratie- en extractietechnologie), waarin zuivere cultures gekweekt kunnen worden.

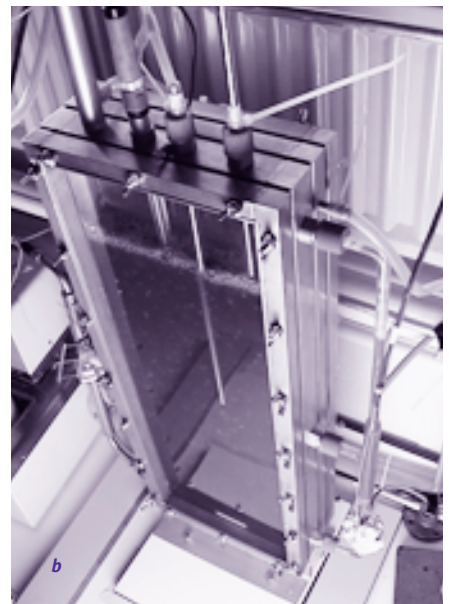
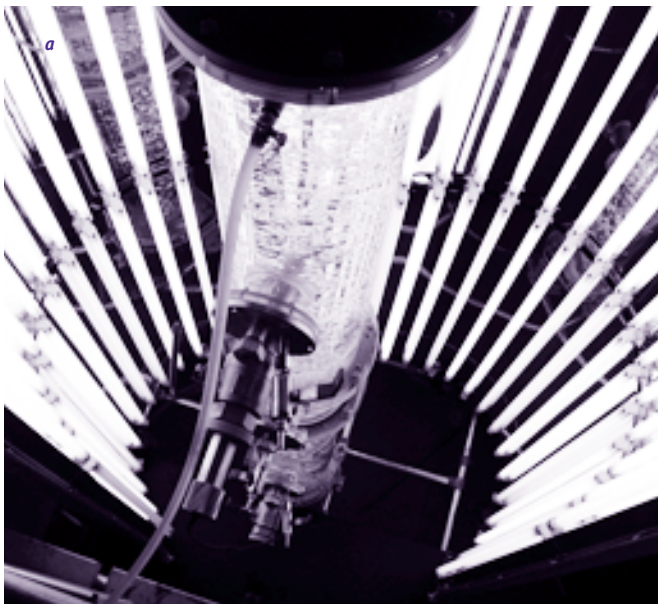
De functionele diversiteit en het metabolisme van algen en wieren vragen om nader onderzoek. Welke eiwitten hebben welke functie in metabole routes en in de vorming van verschillende componenten? Wat zijn de sleutelgenen? Het is bekend dat de samenstelling van algenbiomassa te beïnvloeden is via kweekcondities, maar welke stress leidt tot een accumulatie van de gewenste componenten? Hoe zijn de metabole routes te beïnvloeden? Genetisch onderzoek naar de genensamenstelling, de functionaliteit van eiwitten (proteomics) en de omstandigheden waaronder genen tot expressie komen (metabolomics), maar ook onderzoeksvelden als de bioinformatica en data mining (bijv. voor het screenen van componenten in microarrays) zijn hiervoor van belang.

Op basis van dit inzicht kan vervolgens een selectie van algenstammen gemaakt worden om de algen te 'veredelen'. Positieve massaselectie en eventueel genetische modificatie kunnen aangewend worden om de productiviteit van algen voor bepaalde componenten te vergroten. In tegenstelling tot landplanten staat het selectie- en veredelingswerk van algen nog in de kinderschoenen.

Figuur 15

- a** Bellenkolommen met kunstmatige belichting, Wageningen Universiteit.
- b** Vlakke plaatreactor, Wageningen Universiteit.
- c** Bellenkolom bij het bedrijf Mera Pharmaceuticals (Hawaii).
- d** Vlakke plaatreactor bij de Ben Gurion University (Israël).

Voor veel van de toepassingen in Tabel 1 is het noodzakelijk monocultures beschikbaar te hebben. Voor specifieke toepassingen moeten de cultures zelfs vrij zijn van bacteriën. Er wordt wereldwijd onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van fotobioreactoren (vooral door universiteiten en door een beperkt aantal ondernemingen). Dit zijn gesloten productiesystemen met een hoge fototrofe efficiëntie. Door de grotere controle over de procescondities kunnen meer soorten algen in monocultures gehouden worden. Er bestaat een grote diversiteit aan systeemontwerpen. Figuur 15 laat verschillende typen fotobioreactoren zien.



De voordelen van fotobioreactoren boven de open bassins zijn:

- Het is mogelijk een hogere productie per volume en per oppervlakte te krijgen door de hogere celdichtheden.
- Infecties kunnen gemakkelijker worden voorkomen of geminimaliseerd.
- Er is betere procescontrole mogelijk (pH, CO₂, O₂, temperatuur enz.).
- De verdamping van water en het verlies van CO₂ kunnen worden voorkomen.

Het nadeel van fotobioreactoren ten opzichte van fermentoren (waarin geen fototrofe algen kunnen groeien, maar wel heterotrofe algen die mogelijk dezelfde componenten kunnen leveren) is de afhankelijkheid van lichtinvang om tot hoogproductieve systemen te komen (zie interview met Sijsma).

De dichtheden van algen in de verschillende fotobioreactoren verschillen nog aanzienlijk en daarmee ook de opbrengsten. In het onderzoek streeft men naar een zo hoog mogelijke volumetrische productiviteit om de reactoren zo klein mogelijk te houden en zo de investeringskosten te reduceren.

Toch zijn de huidige fotobioreactoren nog altijd erg duur zowel in aanschaf als in onderhoud. Dit komt door de noodzakelijke koeling van de systemen, het mixen van de nutriënten, de CO₂ en algen om fotosynthese te optimaliseren (turbulentie), de optimale aanvoer van lichtenergie, de gecontroleerde afvoer van het geproduceerde O₂ en het tegengaan van vervuiling in de systemen. Door het relatief kleine volume van de systemen wordt de controle van het proces kostbaar. De ontwikkeling van fotobioreactoren is dan ook gericht op een combinatie van hoge productiviteit en kosteneffectiviteit.

Een van de belangrijke aandachtspunten is het inbrengen van licht in de fotobioreactor in combinatie met een optimaal lichtregime in de fotobioreactor. In de gesloten bioreactoren kan door een korte lichtweg en intensieve menging het ingevallen licht maximaal worden omgezet in biomassa. Maar het is onmogelijk gebleken om het licht in dergelijke systemen volledig in te vangen. Een maximale lichtinvang en maximale fotosynthetische efficiëntie zijn te bereiken door licht in te vangen met behulp van zonnecollectoren, het licht te transporteren en in de fotobioreactor weer te dissiperen door middel van optische vezels. In de overgang van zonnecollector naar glasvezels treedt nog te veel verlies van licht op. Hierdoor is de economische haalbaarheid van deze toepassing beperkt. Op dit moment wordt onderzoek gedaan om zo alle voordelen op een meer economische manier met elkaar te combineren.

Het is belangrijk om bij de ontwikkeling van fotobioreactoren te komen met een robuust ontwerp waarin de cruciale parameters voor een hoge productiviteit geïntegreerd zijn. Opschaling is namelijk noodzakelijk. De ervaring in de afgelopen 30 jaar heeft geleerd dat dit zeker geen triviale zaak is.

De verwachting van onderzoekers is dat onder Nederlandse condities fotobioreactoren een productiviteit kunnen halen van 100 ton per hectare per jaar.³² Dit vraagt

.....
³² Op kleine schaal is in Nederland reeds een productie gehaald van 60 ton droge stof per hectare per jaar (data voor kweek van *Chlorella* in fotobioreactor bij ECN in Petten van april tot en met oktober 2002).

om optimalisatie van het reactorontwerp (met aandacht voor menging van algenmassa's, lichtpad en lichtinbreng), om verbetering van de temperatuurcontrole, en om toevoer van CO₂ in combinatie met een stammeselectie van algen. Dit zou de productie van zowel hoogwaardige componenten als van bulkproducten mogelijk maken (zoals β-caroteen).

Er wordt ook gewerkt aan technologie om de gewenste componenten te extraheren uit de algen. Zo kunnen algen bijvoorbeeld 'gemolken' worden in een simultaan proces van de productie van lipofiele componenten door micro-algen en de extractie van die componenten uit de algen. De geëxtraheerde componenten hebben een bepaalde functie in de organismen en worden na extractie weer aangevuld door die algen. Dit proces is getest voor de extractie van carotenoïden (met dodecaan). De algen konden continu aan stresscondities blootgesteld worden, terwijl de cellen wel bleven leven. Ze groeiden niet, maar vervingen wel continu de carotenoïden die geëxtraheerd werden. Dit proces zou ook toegepast kunnen worden voor de productie van astaxanthine (zie Tabel 1) door *Haematococcus*.

Meer dan onderzoek

Op dit moment zijn in de wereld maximaal tien ondernemingen actief die micro-algen kweken in fotobioreactoren (o.a. Cyanotech Corporation, AquaSearch, Mera Pharmaceuticals en Micro Gaia Inc. in Hawaii, BioProcess in IJsland, Necton in Portugal en AIF in Klotze, Duitsland). De aandacht van veel van deze bedrijven gaat uit naar het product astaxanthine, een carotenoïde die in relatief hoge concentraties wordt geproduceerd door de alg *Haematococcus pluvialis*. De astaxanthine wordt geëxtraheerd uit de micro-algen en bewerkt. Op dit moment wordt astaxanthine vooral toegepast als kleurstof (in visvoer). Er zijn echter in toenemende mate aanwijzingen dat astaxanthine gezondheidsbevorderende eigenschappen heeft. Het is een bijzonder effectieve anti-oxidant, die qua werking vergelijkbaar is met vitamine A, maar een activiteit heeft die tot 50 maal groter is. Als zodanig kan het de gezondheid van de mens verbeteren.

De ervaring van Miguel Olaizola, directeur onderzoek van het biotech bedrijf Mera Pharmaceuticals en een van de pionierende ondernemers die nu ongeveer vijf jaar actief is in deze markt, is dat er wel groei in de markt zit, maar dat deze veel kleiner is dan hij verwacht had. Zijn conclusie³³ is als volgt: "Die langzame groei wordt echter niet zozeer veroorzaakt door gebreken in de technologie, maar zit vast op de marketing en de vraagkant. Wij zouden de producten van micro-algen wat 'lekkerder' en 'aantrekkelijker' voor het publiek moeten maken. Alle bedrijven die micro-algen produceren zijn ervan overtuigd dat de producten een goede bijdrage kunnen leveren aan gezondheidsvoeding, maar wij hebben dat tot nu toe niet goed vermarkt. Veel van de pionierende ondernemers besteden geen geld aan goed markt-onderzoek. Wij moeten echt meer middelen besteden aan de marketing van onze gezonde producten."

.....
33 Uit een interview van Maite Alcaïme van Radio Nederland Wereldomroep ter gelegenheid van het wetenschappelijk congres 'Marine Biotechnology: Basics and Applications' in februari-maart 2003 in Matalascañas in Spanje.

Referenties

- Braun, AR (1993). *Algen in de Nederlandse energiehuishouding*. NOVEM en Braun consultants, Utrecht/Hengelo



34 Leerstoelgroep Visteelt en
Visserij, Wageningen UR,
Wageningen.

35 Sectie Proceskunde,
Wageningen UR, Wageningen.

Hans Komen³⁴, René Wiffels³⁵, Pauline Kamermans³⁶, Esther Luiten³⁷



UITDAGING

De FAO (Food and Agricultural Organisation) heeft onder andere als doelstelling om de kweek van vis en schelpdieren voor menselijke consumptie in het jaar 2010 te verdubbelen tot ruwweg 32 miljoen ton per jaar. Dat zal onmogelijk blijken op basis van de huidige **aquacultuur**, die zich voornamelijk afspeelt in de **ecologisch** kwetsbare randen van oceaan en zee: beschutte baaien, fjorden, riviermondingen en estuaria. De kwekerijen daar staan in 'open' verbinding met zee en oceaan.

De aquacultuur in deze kustwateren heeft te maken met hevige concurrentie van andere functies die de mens aan deze gebieden gegeven heeft zoals toerisme, oliewinning, visserij, industrie in de kuststrook en havenfaciliteiten. De kustwateren worden bovendien vervuild door afvloeiing van land (kunstmest), ongezuiverd rioolwater, industrieel koel- en afvalwater met zware metalen en pcb's en door niet-inheemse vissoorten, aangevoerd in het ballastwater van schepen. De aquacultuur is daardoor aangewezen op nog relatief schone gebieden, maar vervuult deze zelf met de mest van de vissen en de antibiotica die gebruikt worden om ziekten in de in hoge dichtheid gekweekte vis te bestrijden. Infectieziekten die in de **aquacultuur** optreden, besmetten bovendien de in het wild levende

soorten. Ook de effecten van eventuele genetische modificatie in gekweekte vis hoeven zich niet te beperken tot de kwekerij. Ontsnapte kweekvissen kunnen inheemse soorten verdringen.

De open verbinding met zee en oceaan levert wel voedsel (plankton) op voor het gekweekte product, maar maakt de kwekerijen ook uiterst gevoelig voor giftige algenbloei, visziekten (bacteriën, schimmels), parasieten als zeeluis en

³⁶ Centrum voor Schelpdieronderzoek, Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, Yerseke.

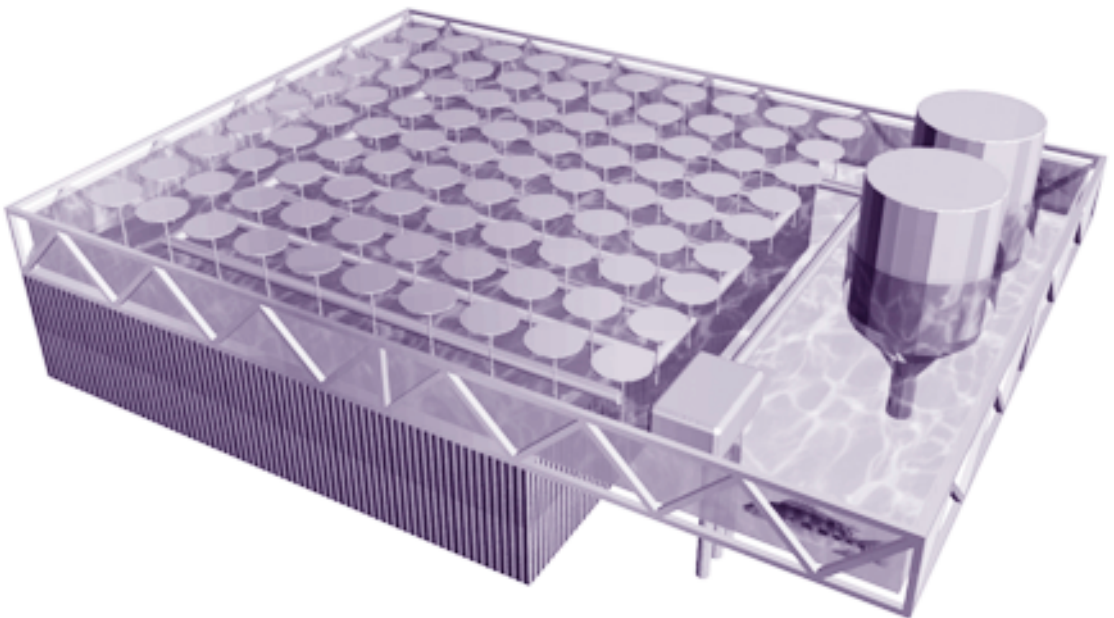
³⁷ STT/Beweton, Den Haag.

watervervuiling. De controle op de kwaliteit van het gekweekte product is zeer moeilijk. Bovendien is viskweek afhankelijk van vismeel en visolie als voornaamste voedselbron. Ruwweg eenderde van de door visserij aan land gebrachte vis (ca. 30 miljoen ton per jaar) wordt verwerkt tot vismeel. Door een verdubbeling van de productie van de aquacultuur zal vismeel schaarser worden en de druk op visbestanden in zee zal toenemen.

In Nederland kweekt men vis in 'gesloten systemen' op land, waarbij het water van afvalproducten en mest wordt gezuiverd, voordat men het naar de kweekbassins terugvoert. De zuivering in deze **recirculatiesystemen** is gebaseerd op de biologische afbraak van ammonium en nitraten. Dergelijke systemen zijn relatief eenvoudig en robuust en hebben het voordeel dat ze het milieu minder vervuilen. Ook wordt de controle op het product groter, zeker ook op het gebied van ziektebestrijding. Het nadeel van deze systemen is dat ze het fosfaat dat in het **visvoer** aanwezig is en niet door vissen wordt opgenomen, niet kunnen verwijderen.

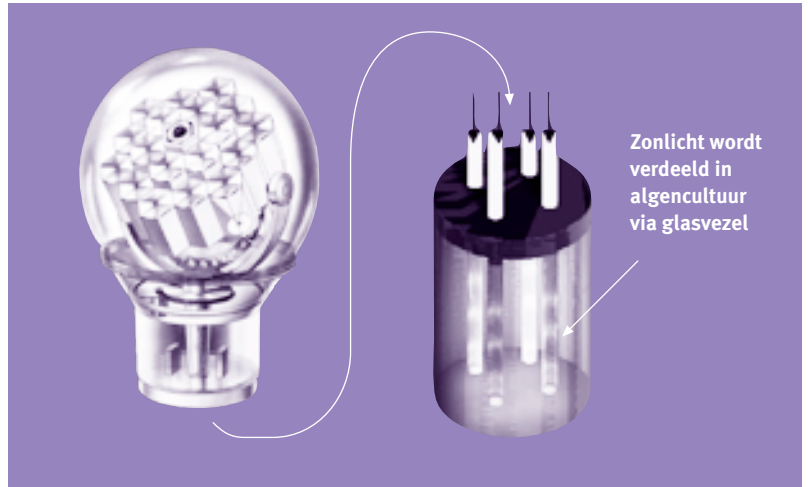
De uitdaging is nu de aquacultuur geheel op land te brengen, dus ook de productie van het voer. Door het contact tussen kwekerij en open water te verbreken en vismeel en visolie uit de industrievisserij als voer uit te bannen, wordt volledige controle tijdens iedere stap in het kweekproces mogelijk. De voedselveiligheid kan daardoor worden gegarandeerd, en kwetsbare kustzeeën kunnen worden gespaard.

Figuur 16
De zonnellenen op het dak van de onderneming. Bron: ADD, Rotterdam.



Figuur 17

De kweek van algen in fotobioreactoren met zonnellenzen.



HET IDEE

Door **algen** te kweken als voer voor de kweek van vis of schelpdieren ontstaat een geïntegreerd productiesysteem waarin kringlopen gesloten worden en waarbij het voer (door een uitgekiende samenstelling) een specifieke gezondheidsmeerwaarde aan het product kan geven. De **+** van Vis⁺PLUS staat voor de toegevoegde waarde van het product, de gegarandeerde kwaliteit en homogeniteit van het product en de duurzaamheid.

In dit ontwerp wordt uitgegaan van de kweek van **algen** in fotobioreactoren met zonnellenzen. De zonnellenzen worden buiten op het dak geplaatst van het bedrijfsgebouw dat de fotobioreactoren en het recirculatiesysteem huisvest (zie Figuur 16). Uitbreiding van het aantal zonnellenzen (bijv. door plaatsing ervan op daken van nabijgelegen bedrijfspanden of geluidswallen) behoort tot de mogelijkheden.

Figuur 17 geeft een schematische voorstelling van een zonnellenzenstelsel. Het licht wordt ingevangen en via glasvezelkabels naar de reactor gebracht. De zonnellenzen volgen de zon met een motortje dat wordt aangestuurd door een kleine computer met een lichtsensor.

In de bioreactor worden glazen staven (melkglas) geplaatst, waarop de glasvezelkabels van de zonnellenzen worden aangesloten. Het licht wordt homogeen over de staven verdeeld en de staven zorgen voor een volledige verstrooiing van het licht in het zoute water van de bioreactor. In Nederland is de lichtintensiteit het hele jaar ook voor fotobioreactoren met alleen oppervlaktebelichting voldoende voor de kweek van algen. Met een systeem van zonnellenzen kan de productiviteit verder worden opgevoerd.

Voor algenkweek in de buitenlucht zijn de temperaturen in Nederland tussen september en april te laag. Door de zonnellenzen buiten te plaatsen en de bio-

reactor binnen kan de temperatuur in de bioreactor het hele jaar door op de optimale temperatuur van 25 °C worden gehouden. Dat kan bijvoorbeeld door de warmte van industrieel koelwater (energiecentrales) via warmtewisselaars in de reactor te brengen. Ook de lichtintensiteit in de bioreactor is regelbaar. Bij een lage lichtintensiteit is de efficiëntie waarmee licht wordt gebruikt voor de productie van biomassa ongeveer 90% van het theoretisch maximum. Hierdoor is de ambitie van een productie van 100 ton **algen** per hectare per jaar haalbaar.

De bioreactoren waarin algen in monocultures worden gekweekt, dienen tevens als zuiveringsinstallaties voor viskweek. Zo ontstaat een gesloten waterkringloop (zie Figuur 18). Het door de algen met zuurstof verrijkte, algenrijke water wordt naar een compartiment voor algenscheiding gepompt. Van daaruit wordt het algenkweekwater doorgepompt naar de kweekbassins. Uit de kweekbassins gaat met kooldioxide en ammonium verrijkt water terug naar de fotobioreactor. Bij het kweken van vis worden CO₂, mest en in wateroplosbare afbraakproducten als fosfaat en het voor vissen giftige ammonia geproduceerd, die in de bioreactor worden omgezet in biomassa. De vrije fosfaten worden opgenomen door de algen. De belangrijkste eis die aan deze **kringloop** dient te worden gesteld, is dat de kweek van zowel algen als vis onder strikt hygiënische condities plaatsvindt, waardoor ook de voedselveiligheid wordt gegarandeerd.

Per ton geproduceerde algen wordt 2,8 ton CO₂ gefixeerd. Voor de productie van honderd ton algen per hectare per jaar zal dus 280 ton CO₂ nodig zijn. Als de algen voor **visvoer** worden gebruikt, wordt per kilogram algen (bij 45% eiwit) 250 gram zuurstof geconsumeerd en 320 gram CO₂ geproduceerd. Voor 100 ton algenvoer zou dit neerkomen op ongeveer 25 ton zuurstof en 32 ton CO₂, oftewel 10% van de voor algenkweek benodigde CO₂. De overige 90% CO₂ zal moeten worden betrokken van de industrie (bijv. van elektriciteitscentrales). Aan de algenkweek zal ook extra nitraat en fosfaat dienen te worden toegevoegd.

Algen zijn rijk aan eiwitten (50-60%), koolhydraten (40%) en vetten (10%). Deze drie componenten zijn naast vitaminen, mineralen, pigmenten en vezels belangrijke onderdelen van het dieet van kweekvis. Door de vis geselecteerde algemengsels te voeren, kan een specifieke smaak, vleeskleur en voedingskwaliteit worden ontworpen. Ook zijn veel algen rijk aan vitaminen (E, B12) en biotine (vitamine B8) of bevatten belangrijke hoeveelheden **meervoudig onverzadigde vetzuren**. Tevens bevatten algen pigmenten met anti-oxidante werking (astaxanthine) en belangrijke hoeveelheden thiamine, niacine, foliumzuur en β-carotenen. De vissoorten die gevoed worden met dergelijke algen (er kan gedacht worden aan mariene soorten als *Nannochloropsis*, *Dunaliella*, *Tertraselmis*, *Isochrysis*, *Phaeodactylum* en *Pavlova*) kunnen voor groepen consumenten een belangrijke bron van vitaminen, onverzadigde vetzuren en

anti-oxidanten vormen. In Frankrijk worden oesters al afgemest met speciale mengsels van diatomeeën, waardoor het vleesgewicht en glycegeengehalte in dertig dagen meer dan verdubbelt en de marktwaarde significant toeneemt.

Samengevat

De missie van Vis⁺PLUS is het leveren van een gegarandeerd veilig en duurzaam visproduct, waarbij het product voor bepaalde groepen consumenten een belangrijke gezondheidsmeerwaarde ten opzichte van wilde vis heeft. Uitgebalanceerde algenvoeders zijn de dragers (het functionele dieet) voor deze meerwaarde. Algen maken het sluiten van stofkringlopen mogelijk en zetten zonlicht direct om in visvoer.

VARIANTEN

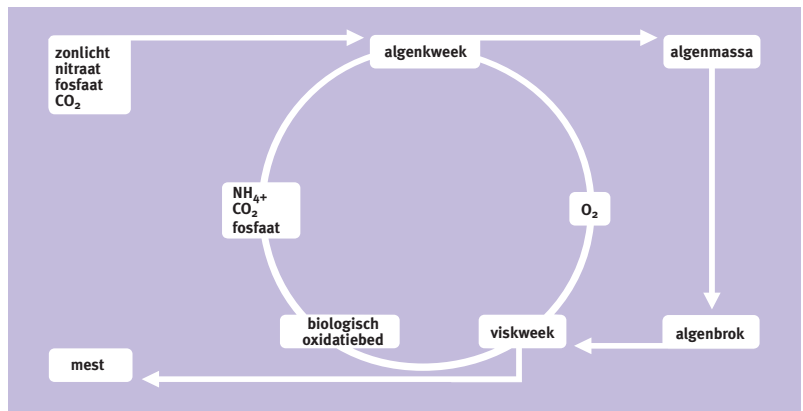
In dit ontwerp worden drie varianten nader uitgewerkt. In de eerste variant worden oesters en mosselen gekweekt in hetzelfde water waarin algen worden geproduceerd. In de tweede variant wordt tilapia gekweekt op een dieet van speciaal geselecteerde algen. Door de bijzondere voedingswaarde van tilapia kan het product exclusief in de markt gezet worden. In de derde variant wordt een carnivore vis gekweekt op basis van een vegetarisch dieet.

Variant 1

Schelpdieren filteren eencellige organismen als algen uit het water. In deze variant kunnen de geproduceerde algen zonder enige bewerking gevoerd worden aan schelpdieren. Schelpdieren als oesters, tapijtschelpen, jakobsschelpen en mosselen zijn commercieel belangrijke soorten.

In de natuur filteren deze dieren niet selectief, maar nemen ze behalve algen ook levend of dood organisch materiaal op. Als we aannemen dat 20% van het schelpdiergewicht vlees is, en dat de voederconversie van fytoplankton naar schelpdiervlees 10% is, dan kan men met 100 ton algen (droge stof) ongeveer 500 ton schelpdieren kweken (waarvan 100 ton schelpdiervlees).

Figuur 18
Gesloten waterkringloop voor
Vis⁺PLUS. Bron: ADD, Rotterdam.



Schelpdieren gedijen het beste bij een lagere temperatuur dan algen. De uitdaging is dan ook om door selectie (eventueel genetische verbetering) **algen** en of schelpdieren zo te veranderen dat zij optimaal groeien bij dezelfde temperatuur.

Variant 2

Er zijn slechts weinig voor menselijke consumptie geschikte vissen die algen kunnen verteren. Een voorbeeld van een dergelijke vis is de Nijl-tilapia (*Oreochromis niloticus*). Deze soort tilapia, waarvan ook vertegenwoordigers in zee zwemmen, heeft een zeer lage zuurgraad in het maagdarmsstelsel (pH 1), waardoor hij in staat is de celwanden van algen open te breken, zodat de inhoud van de cel voor de vis beschikbaar komt. Ook wordt aangenomen dat tilapia een deel van de in algen aanwezige koolhydraten kan verteren en door fermentatie kan omzetten in vetzuren.

Nijl-tilapia is een van oorsprong tropische vissoort, die goed in gevangenschap te kweken is. Wereldwijd wordt ongeveer evenveel tilapia als zalm geproduceerd.³⁸ Een belangrijk deel van de gekweekte tilapia vindt in toenemende mate zijn weg naar supermarkten in Noord-Amerika en West-Europa. De consument waardeert tilapia: de filets zijn wit, de vis bevat **meervoudig onverzadigde vetzuren** en heeft relatief weinig 'vissmaak'.

Door de tilapia te voeden met een combinatie van een aantal soorten **algen** die samen een ideaal voedingsprofiel geven (aminozuursamenstelling, ω -3 vetzuren, pigmenten en **anti-oxidanten**) wordt de voederconversie belangrijk verbeterd en kan het product zich onderscheiden in de markt. Wanneer wordt uitgegaan van 100 ton algen per hectare per jaar, moet het mogelijk zijn per jaar 75 ton tilapia te kweken.

Het is niet mogelijk algen rechtstreeks aan tilapia te voeren. Algen worden gekweekt als eencellige organismen en tilapia is geen '**filter-feeder**'. Daarom dient het voer te worden toegediend in de vorm van grotere korrels of pellets (hapklare brokken). Een stap die tussen de kweek van algen en het voeden van de vis genomen dient te worden, is het oogsten en drogen van algen zonder verlies aan essentiële **voedingsstoffen** en het maken van hapklare brokken van de zo verkregen grondstof (pelletiseren).

Variant 3

Het menu van de consument bestaat hoofdzakelijk uit carnivore zeevis. Deze vissen zoals tong en kabeljauw eten eigenlijk alleen algen in het larvale stadium. Met Vis⁺PLUS zouden uiteindelijk ook vissen als tong, tarbot, kabeljauw en zeebaars moeten kunnen groeien op een vegetarisch dieet.

Fokprogramma's voor vis staan nog in de kinderschoenen (zie tekstkader Broed voor vis en schelpdieren). De selectie en veredeling van carnivore vis moet zich dan ook richten op de productiviteit op basis van een plantaardig

.....
³⁸ Beide ongeveer 1 miljoen ton per jaar.

dieet. Door ook het voedsel aan te passen, is genetische modificatie van de vis niet nodig om dit doel te bereiken (genetische modificatie die alleen in het voordeel van de producent werkt, wordt maatschappelijk minder gemakkelijk geaccepteerd). Het eiwit- en vetzuurprofiel van algen kan vergelijkbaar gemaakt worden met een 'traditioneel visdieet' door een juiste combinatie van algen en of door de kweekomstandigheden van de algen aan te passen.

ONTWERP- EN ONDERZOEKSOPGAVE

Vis⁺PLUS combineert concepten uit zeer verschillende vakgebieden, de procestechnologie, de viskweek, de milieu- en waterzuiveringstechnologie, de moleculaire **biologie**, voedingstechnologie en optische technologie. De ontwikkeling van dit systeem is dus bij uitstek een multidisciplinaire zaak. Daarom is de eerste uitdaging het bij elkaar brengen van een team dat deskundigheid combineert op alle genoemde gebieden. De tweede stap is het definiëren van een gezamenlijk plan, bestaande uit modulen die elk expertisegebied tot zijn recht laten komen. De derde stap is het maken van een haalbaarheidsstudie.

Essentiële modulen voor het ontwerp zijn:

Fotobioreactoren (ambitie: 100 ton droge stof per hectare per jaar):

- a De ontwikkeling van fotobioreactoren.
- b De ontwikkeling van de optiek voor efficiënt transport van ingevangen licht naar de bioreactoren, en de regulatie van dat licht in de bioreactoren.

Koppeling van algen- en viskweek:

- a De ontwikkeling van uitgebalanceerd en verteerbaar vis- en schelpdiervoer. Een belangrijk onderdeel van de ontwerpopdracht bestaat uit het technisch koppelen van het vis- of schelpdierkweekgedeelte met het algenkweekgedeelte. Uiteindelijk zal een succesvolle koppeling afhangen van een nauwkeurig op elkaar afstemmen van de voedingsbehoefte van de algen en die van de algenconsument, de vis of het schelpdier. De kwaliteit van het **visvoer** in termen van de beschikbaarheid van eiwit, de verteerbaarheid en het aminozuurprofiel kan gestuurd worden door verschillende algensoorten te combineren. Ook is onderzoek nodig naar de verteerbaarheid van plantaardig voedsel en de invloed van het dieet op het welzijn van carnivore vissen. Het hagedrag van de vissen is een eerste maat voor welzijn, maar tevens zal onderzoek nodig zijn naar de sensorische en textuureigenschappen van het plantaardige dieet.
- b De sluiting van de waterkringloop.
Water is de bindende factor in het geïntegreerde productiesysteem. De kwaliteit van het water heeft grote invloed op de kwaliteit van het product. Continue kwaliteitscontrole en specifieke meet- en regeltechniek is van

groot belang. Voordat het water uit de kweekbassins van vis teruggeleid wordt naar de fotobioreactoren, dienen de vaste deeltjes eruit te worden gefilterd en als mest afgevoerd. Bovendien dienen niet opgenomen eiwitten en koolhydraten in deze fase te worden afgebroken tot componenten die voor de kweek van **algen** geschikt zijn. Dit kan door biologische oxidatie. Een tweede minstens zo belangrijke ontwerp eis is dat de bacteriële groei in het systeem (van heterotrofe bacteriën en nitrificeerders) tot het uiterste beperkt wordt om concurrentie met algen te voorkomen. Hier ligt een belangrijke uitdaging.

c De regulering van de temperatuur in de verschillende eenheden van het geïntegreerde productiesysteem door opslag en hergebruik van restwarmte.

d De ontwikkeling van beschikbaar **visvoer** (de scheiding van water en pelletisering).

Op dit moment bestaan er nog geen goede methoden om eencellige algen efficiënt van water te scheiden. Toch is dit nodig om van de algen(mix) toegankelijk voer voor vis als tilapia of carnivore vissen te maken. Eencellige algen moeten tot grotere deeltjes worden samengebracht die voor de vis wel verteerbaar zijn. Bestaande technieken maken gebruik van carrageen of agar agar als immobilisatiemedium. Door een goede keuze van het medium kan de voedingswaarde van de algen mogelijk verder worden verbeterd.

e De beschikbaarheid van 'reststromen' als input en het vinden van toepassingen voor de geproduceerde mest ('externe' kringloopsluiting).

Verder is nodig:

– Selectie en veredeling, dan wel genetische verbetering van algen, vis en schelpdier.

De vis of het schelpdier zullen zich moeten aanpassen aan het speciale milieu van het gesloten systeem. De vis zal geselecteerd moeten worden op het vermogen goed te groeien op een dieet van algen. Tevens zal men moeten zoeken naar dieren die ook in staat zijn de specifieke kwaliteiten van het **visvoer** te laten terugkomen in de kwaliteit van het visvlees.

Hierbij moet men denken aan het vermogen met bepaalde pigmenten het visvlees te kleuren (zoals dat bij zalmen gebeurt) of het vermogen van linolzuur en linoleenzuur om **meervoudig onverzadigde vetzuren (EPA)** en docosahexaeenzuur (DHA) te maken. Omdat het om complexe kenmerken gaat, zal men bij de selectie vooral gebruik moeten maken van genetische technieken. Zo kan men bijvoorbeeld met microarrays toetsen of het voeren van een bepaald product ook tot veranderingen in het visvlees leidt en of er daarbij verschillen bestaan tussen individuen naar gelang de voeding. Deze microarray-informatie wordt omgezet naar merkerinformatie, die vervolgens wordt gebruikt in selectieprogramma's.

- Ontwikkeling van systemen voor het permanent bewaken van de hygiëne in de kweeksystemen voor de viskweek ter wille van de kwaliteit van het visproduct en de voedselveiligheid.

Behalve deze technische modules moet er ook marktonderzoek gedaan worden naar doelgroepen, en naar de specifieke functionele eigenschap of voedingswaarde in het product vis die deze doelgroepen wensen. Op basis hiervan kunnen specifieke product-marktcombinaties geselecteerd worden met een hoge toegevoegde waarde.

Een van de aandachtspunten voor ontwikkelingen in de vraag is de acceptatie van genetische modificatie voor de functionele eigenschappen van vis voor de consument. De vraag is of het genetisch modificeren van visproducten – zodat ze in het voordeel werken van de gezondheid van de consument – maatschappelijk acceptabel is. Hierbij kan bijvoorbeeld gedacht worden aan een allergie voor de aminozuursamenstelling van viseiwit. Door genetische modificatie zou vis op de markt kunnen komen met een ander aminozuurprofiel dan de wilde vis, zodat deze doelgroep ook gezonde vis kan eten. Dit kan op lange termijn nieuwe product-marktcombinaties voor Vis⁺PLUS opleveren.

LITERATUUR

- Hefpher, B (1990). *Nutrition of Pond Fishes*. 2nd edition. Cambridge University Press
- Silva, SS de, TA Anderson (1998). *Fish Nutrition in Aquaculture*. 2nd edition. Chapman and Hall Aquaculture series, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht
- Borowitzka, MA (1997). Microalgae for Aquaculture: Opportunities and Constraints. *Journal of Applied Phycology* (9), pp. 393-401
- Richmond, A (2003). *Handbook of Microalgal Cultures*. Blackwell Publishing
- Janssen M, J Tramper, LR Mur, RH Wijffels (2003). Enclosed Photobioreactors: Light Regime, Photosynthetic Efficiency, Scale-Up and Future Prospects. *Biotechnology and Bioengineering* (81), pp. 193-210
- Hackett, PB, MC Alvarez (2000). The Molecular Genetics of Transgenic Fish. *Recent Advanced Marine Biotechnology* (4), pp. 77-145

Zuivering, cascades en clustering

Joost Bogemans³⁹, Henno van Dokkum⁴⁰, Pauline Kamermans⁴¹, Arjo Rothuis⁴², Frank Verheijen⁴³, Esther Luiten⁴⁴

Mariene organismen kunnen ingezet worden om nutriëntrijke afvalstromen, vervuilde reststromen of agrarische of industriële reststromen te zuiveren, vast te leggen of om te zetten in waardevolle producten. De interesse voor dit soort natuurlijke zuivering en voor **polycultures** en het sluiten van **kringlopen** door verschillende activiteiten te verbinden of te clusteren, is de laatste tien tot vijftien jaar toegenomen. Het motto is: “*the solution to pollution is not dilution but conversion*” [Verreth, 2001]. De aandacht voor polycultures en het sluiten van kringlopen neemt echter ook toe door eisen aan de waterkwaliteit en door het minimaliseren van afval en negatieve milieueffecten (zie o.a. [EAS, 2003]).

Waterzuivering

Er bestaan verschillende mariene organismen die water kunnen zuiveren. Er is sinds de jaren vijftig van de vorige eeuw bijvoorbeeld gewerkt aan afvalwaterzuiveringssystemen op basis van algen [Braun, 1993]. Er is in Zeeland geëxperimenteerd met de macro-alg zeesla (*Ulva*) om het geëutrofiëerde Veerse Meer te zuiveren. De productie bleek echter te sterk afhankelijk van het seizoen en er waren geen (goedkope) technieken om de zeesla te oogsten. Ook is in Nederland geëxperimenteerd om het afvalwater van een tarbotkwekerij te zuiveren met *Ulva*. De optie is in vergelijking met andere waterzuiveringstechnieken kostbaar, mede omdat de oppervlakte voor de kweek van *Ulva* relatief groot is.

Er wordt ook gewerkt aan de inzet van mosselen als biologisch filter. In het Volkerak- en Zoommeer wordt geëxperimenteerd met driehoeksmosselen (*Dreissena polymorpha*) om blauwalgen te filteren.⁴⁵ De mosselen gaan de algenoverlast tegen door zwevende stoffen uit het water te verwijderen.

Driehoeksmosselen dragen zo bij aan een toename van het doorzicht en een beperking van de algengroei. Daarnaast wordt geëxperimenteerd met het storten van hard substraat om de groei van driehoeksmosselen te stimuleren en zo de zuiverende werking in het water te vergroten.⁴⁶ In het buitenland worden mossel filters ingezet in de nabijheid van open kweeksystemen voor zalm⁴⁷ (zie Internationale voorbeelden voor Zee-op-land, Integrated Aquaculture Systems). In (ontwikkelings)landen waar garnalen gekweekt worden, kunnen zoutwaterbomen als mangroven het effluent zuiveren. Ook worden schelpdieren ingezet als biologisch filter (voor resultaten over de efficiëntie, zie [Buter, 2002]).

Bioremediatie

Bioremediatie is de afbraak of transformatie van schadelijke stoffen door middel van levende organismen. De levende organismen kunnen zowel dieren, planten als micro-organismen zijn. Wanneer vervuild (bagger)slib op een natuurlijke manier

39 ScropS NV, Brussel.

40 TNO-MEP, Den Helder.

41 Centrum voor Schelpdieronderzoek, Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, Yerseke.

42 Directie Visserij, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag.

43 Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen UR, Wageningen.

44 STT/Beweton, Den Haag.

45 Behalve de zuivering van water kunnen mariene organismen ook ingezet worden als bioindicator om de waterkwaliteit te bewaken.

46 Om het principe en de filter-efficiëntie van de mosselen te onderzoeken, voert TNO-MEP (Apeldoorn) in samenwerking met Bureau Waardenburg (Culemborg) in opdracht van Rijkswaterstaat een experiment uit.

47 Mariene organismen kunnen ook gebruikt worden voor ziektebestrijding. In de zalmteelt wordt de ‘lip fish’ ingezet als biologisch bestrijdingsmiddel tegen luizen.

gezuiverd en geconcentreerd zou kunnen worden, hoeft dit niet langer in zee gestort te worden. Er zijn zoutplanten bekend die zware metalen uit het zoute milieu kunnen accumuleren. In natuurlijke zoute bodems zijn exotische bodembacteriën beschreven die zich kenmerken door hun capaciteit om complexe, organische ringmoleculen af te breken [Bogemans, 2003]. In de VS loopt een proef om in een oude mijn-groeve met behulp van algen en schimmels de vervuiling te concentreren. Algen die in het verzuurde mijnwater leven, absorberen de metalen. Schimmels leven vervolgens weer van de metaalabsorberende algen, waardoor verdere concentratie optreedt [TW, 2001].

Door toepassing van biotechnologie zouden bepaalde bacteriën (en algen) zodanig aangepast kunnen worden dat zij ook andere stoffen fixeren. Denk aan sommige koolwaterstoffen, zware metalen (zoals kwik en lood), en zelfs dioxines. Idealiter zijn dit soort natuurlijke schoonmaaktechnieken een schakel in het recycleren van bijvoorbeeld zware metalen. Bij deze zuiveringstechnieken treedt opeenhoping op van de zware metalen of van andere stoffen. Deze biomassa moet daarna verder te bewerken zijn of (gemakkelijker) zijn op te slaan. Er wordt heel wat geëxperimenteerd met bioremediatie, maar veel werk blijft in de experimentele fase hangen. Bodemsaneerders kiezen liever voor een technische oplossing. Er is koudwaterrees voor nieuwe natuurlijke technieken. De techniek is ook lastig toepasbaar. Veel organismen groeien immers niet het hele jaar door. Het duurt vaak (te) lang, voordat de bodem schoon is.

Gelijktijdige kweek van verschillende producten — voorbeelden

Door polycultures ontstaat de mogelijkheid om (tegen geringe meerkosten) een tweede (of derde) product te oogsten, en zo te besparen op de kosten van bijvoorbeeld verontreinigingsheffing voor afvalwater, of op de kosten voor voer van een van de cultures. Het onderzoek dat (internationaal) plaatsvindt naar dit soort natuurlijke waterzuiveringssystemen neemt toe, maar is bescheiden van omvang. Er is weinig praktijkervaring in een commerciële omgeving.

Een 'klassiek' voorbeeld van polycultures zijn de traditionele vijversystemen in Zuidoost-Azië (zie Internationale voorbeelden voor Zee-op-land, Integrated Aquaculture Systems). Over het algemeen zijn dit soort vijversystemen vrij extensieve vormen van aquacultuur. De productie varieert tussen de 4000-8000 kilogram per product per hectare. Er is veel ervaring met zoetwatervissen zoals karpers.⁴⁸ Verschillende soorten vissen en andere organismen zoals schaaldieren maken in een en dezelfde vijver gebruik van verschillende ecologische niches (zie verder [Bardach, 1972; Edwards, 1988]).

Een ander voorbeeld van polycultures zijn mariene 'planten' zoals algen, de macroalg zeesla of eendekroos, die groeien op nutriëntrijk afvalwater en die dienen als voer voor een andere cultuur. In Israël wordt gewerkt aan een proef met de kweek van goudbrasem (*Sparus auratus*), zeeoor (*Haliotis tuberculata*) en of schelpdieren. Zeesla en algen nemen de nutriënten op uit het afvalwater van de brasem.

.....
48 Israël: gewone karper, zilverkarper, tilapia en of mullet. India: catla, roghu, mrigal en of calbasu. China: gewone karper, zilverkarper, 'bighead' karper, graskarper, 'mud carp' en 'black carp'. Hongarije: gewone karper, zilverkarper, bighead karper en graskarper.

Vervolgens dienen ze samen met het in het water aanwezige organisch materiaal als voedsel voor zeeoeren, kromme oesters (*Crassostrea gigas*) en venusschelpen (*Tapes semidecussatus*). De hoeveelheid af te voeren mest is hierdoor met 80% verminderd.⁴⁹

Een ander voorbeeld komt uit Frankrijk, waar algen de nutriëntenkringloop van de kweek van zeebaars (*Dicentrarchus labrax*) sluiten en gevoerd worden aan kromme oesters. 59% Van de stikstof en 56% van het fosfaat uit het afvalwater van de zeebaars werd verwijderd.⁵⁰ De Israëliërs en de Fransen werken nu samen in een Europees onderzoeksproject genaamd GENESIS (zie Internationale voorbeelden Zee-op-land, Integrated Aquaculture Systems).

In Nederland wordt in Wageningen onderzoek gedaan naar een polycultuur van tilapia en eendekroos (*Lemna*), waarbij de eendekroos bestemd is als voer voor (vegetarische) vissen. Eendekroos is productief (40-50 ton droge stof per hectare) en eiwitrijk. De reductie van de gebruikelijke (dure) meststoffen voor deze teelt kan op deze wijze 60 tot 70% bedragen.

Ook kunnen koppelingen gemaakt worden tussen vormen van aquacultuur met activiteiten als zilte tuinbouw, reguliere landbouw of industrie. Weer vormen fototrofe algen een belangrijke schakel. Zo kweekt Aquacultura algen op verdunde varkensmest in een open vijversysteem in Barchem (zie interview met Baard). Recent is een EET-project⁵¹ afgesloten waarin een algencultuur de belangrijke schakel vormde in een kringloopsysteem waarin elektriciteit en warmte worden geproduceerd en hoogwaardige voedingscomponenten worden gewonnen.

Er zijn koppelingen te bedenken tussen visteelt en andere activiteiten. De vaste mestfractie die geproduceerd wordt in recirculatiesystemen kan ingezet worden in de akkerbouw (zie interview met Meijering). Ook is er wel eens gekeken naar de groei van zilte groenten als zeekraal op basis van het effluent van een tongkwekerij [Bogemans, 2003].

Het Wellantcollege in Houten heeft ervaring met de koppeling van visteelt en groenten als paprika en tomaten. Ook hebben ze daar sinds 2001 een systeem staan voor siervis en groenten. In Vinkeveen richt een ondernemer zich op de teelt van vis en groenten in een kas. Een van de problemen voor deze ondernemer (naast teelttechnische zaken) is dat het bedrijf niet 'past' in het bestemmingsplan. Zij zijn noch vis (veehouderij), noch groenten (glastuinbouw) en dat wringt (zie ook interview met Andries Kamstra) [Scheerboom, 2001]. Bij het Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek wordt onderzoek verricht naar de mogelijke koppelingen van viskweek met de teelt van kasgroenten zoals tomaten. In deze koppeling kunnen een aantal stromen worden uitgewisseld zoals verwarming van de tomatenkas met de in de ventilatielucht van de viskwekerij aanwezige warmte, CO₂-bemesting van de tomatenplanten, irrigatie van de kasteelt met spuiwater uit viskweek, bemesting van de tomaten met stikstof uit spuiwater van de viskweek en de opslag van overtollige warmte uit de tomatenteelt in het viskweekwater (zie Figuur 19).

.....

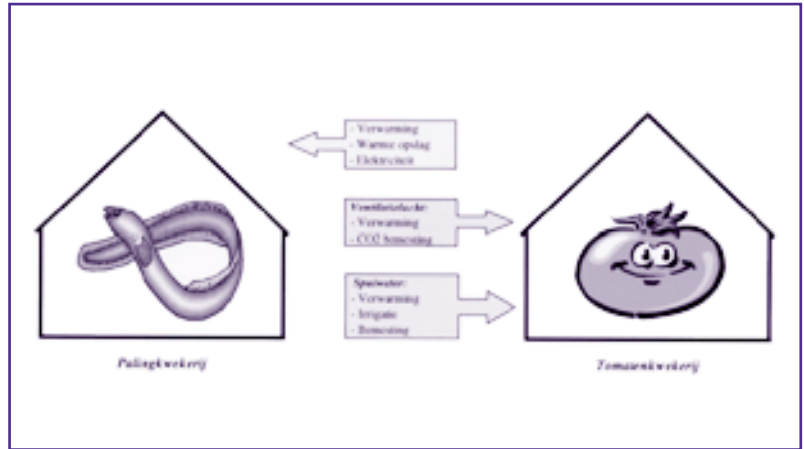
49 10 m² Ulva (1 kilogram per 600 liter water) kan 90% van de ammoniak verwijderen die wordt geproduceerd door 75 kilogram brasem (*Sparus auratus*). 10 m² Ulva produceert 2,5 kilogram Ulva per dag. Dit levert 105 gram zeeoer op. 2 kilogram visvoer levert 1 kilogram goudbrasem en 2 kilogram venusschelpen in het sedimentatiebassin en 5 kilogram zeesla (*Ulva*). Dat is voer voor de productie van 0,2 kilogram zeeoer [Cohen, 1991; Shpigel, 1996]. Er wordt 90% van de ammoniak verwijderd met een volume van 1790 liter voor de brasem en 6390 liter voor de zeesla. Er vindt per dag 30% doorstroom plaats [Krom, 1995]. Ulva verhoudt zich tot 17,5 m³ zeeoeren (*Haliotis*) en 70 m² brasem [Shpigel, 1996].

50 In deze 11,8 m² grote vijver werd gebruik gemaakt van de natuurlijke algensamenstelling (zeewier en algen). De verblijftijd van het water in de algenvijver was 3,6 dagen [Pagand, 2000].

51 Het programma Economie, Ecologie, Technologie was een gezamenlijk programma van de ministeries van EZ, OC&W en VROM (1996-2003) en gaf ondersteuning aan ontwikkelingsprojecten.

Figuur 19

Koppelingen van visteelt en groenteteelt. Bron: Kamstra, IJmuiden.



De financiële voordelen van dit soort koppelingen tussen twee bedrijven die op zich zelfstandig opereren in een eigen markt, blijken echter vaak gering te zijn, terwijl de technische uitvoering niet eenvoudig is [Schram, 2001].

Realisatie

Ook al zijn de ideeën voor polycultures en het sluiten van kringlopen vanuit het oogpunt van duurzaamheid elegant, de technisch-economische haalbaarheid is tot dusverre een grote barrière:

- technisch kunnen er knelpunten zijn;
- de koppeling tussen bedrijven moet wel iets opleveren;
- het combineren van cultures in één onderneming is lang niet altijd rendabel (meestal is met een van de twee producten meer geld te verdienen);
- het risico van afhankelijkheid tussen bedrijven (wat ten koste kan gaan van individuele bedrijfsvoering).⁵²

Er wordt nu ongeveer twintig jaar onderzoek verricht naar polycultures en het sluiten van kringlopen. De toepassingen zijn zoals gezegd nog gering. Sommigen vinden ook dat cultures en activiteiten in economisch opzicht rendabel moeten zijn, voordat er nagedacht wordt over het koppelen van cultures en het sluiten van kringlopen. Anderen vinden juist dat koppelingen en cultures die vanuit de ondernemerspraktijk niet of nauwelijks aantrekkelijk zijn, aandacht verdienen in onderzoek. Ongeacht de opvatting is er onderzoek nodig om de teelttechnische en biologische aspecten van het sluiten van kringlopen nader te bekijken. Hoe groot moeten plantaardige (biologische) filters zijn om de hoeveelheid geproduceerde mest van bijvoorbeeld vissen vast te leggen? Hoe kan omgegaan worden met de onregelmatigheid (seizoensafhankelijkheid) in de groei van cultures? Welke nieuwe koppelingen zijn te bedenken? Wat zijn de risico's van ziekten in polycultures en kunnen ziekten bestreden worden zonder dat andere cultures daarvan de nadelige gevolgen ondervinden?

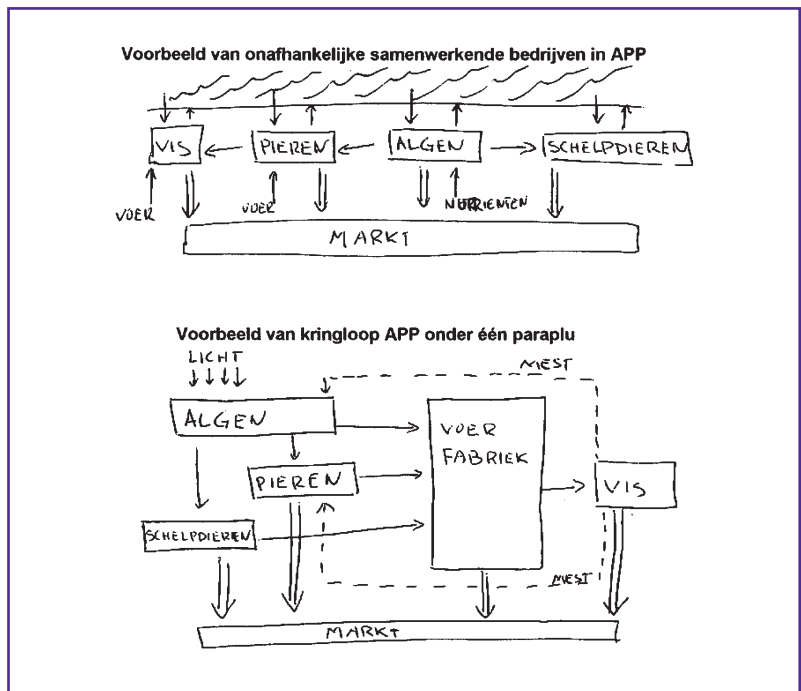
⁵² Een kweker van zeezagers wilde voor het hergebruik van het warme afvalwater van de elektriciteitscentrale in Borssele een garantie op de toevoer, maar die kon de elektriciteitscentrale niet geven [Meijering, 2003].

Maar het is absoluut noodzakelijk om in dit soort onderzoek voeling te houden met de toepassingsmogelijkheden (en de eventuele alternatieve technologieën waarmee de polycultures moeten concurreren). Voor veel van de polycultures of kringloopsystemen die nu bestudeerd worden, bestaat er voor een van de twee (of drie) producten simpelweg nog geen afzetmarkt (zie Internationale voorbeelden Zee-op-land, Integrated Aquaculture Systems). Gelijktijdig met deze ontwikkeling zal aandacht moeten worden besteed aan marktontwikkeling.

De technische infrastructuur voor de aanvoer van water en het ontwerp voor de verschillende cultures en activiteiten (denk aan een stuurbaar systeem voor de waterkwaliteit en waterkwaliteit, de optimalisering van de afstanden en de interne kwaliteitscontrole, en de reinigingsstappen van het water) zijn van belang voor het succes. Er is technologie nodig om de samenstelling van het water (o.a. voedingsstoffen), de temperatuur, eventuele verontreinigingen en ziektekiemen of restanten van geuren en smaken in het water te bewaken. Meet- en regelsystemen om belangrijke parameters binnen bepaalde kritische waarden te houden, kunnen veel belemmeringen wegnemen.

De complexiteit van management en beheer neemt toe, wanneer verschillende activiteiten en cultures worden geïntegreerd. Het is de vraag welk managementmodel het beste past bij polycultures en kringloopsystemen. Moeten alle verschillende activiteiten in één (ondernemers)hand blijven of kunnen verschillende bedrijven samenwerken en tot een gezamenlijke beheersovereenkomst komen (zie Figuur 20)?

Figuur 20
Nieuwe managementmodellen voor productieparken? Bron: [Meijering, 2003].



Wet- en regelgevingsaspecten moeten ook aandacht krijgen. Wanneer reststromen en afval hergebruikt worden in de voedselketen van mens of dier, zijn er vaak eisen van de overheid. Na een aantal incidenten in het recente verleden staat voedselveiligheid hoog op de politieke agenda (zowel op nationaal niveau als in de EU). In de beleidsnotitie 'Grondstof voor vertrouwen' van het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit staan de Nederlandse beleidsvoornemens voor diervoer. Uitgangspunt is dat elke schakel in de voedselketen van onbesproken kwaliteit moet zijn. Het Nederlandse beleid wil de betrouwbaarheid van voedsel voor de mens vergroten door te vermijden dat er ongewenste stoffen via diervoer in het voedsel komen. Ook op Europees niveau zijn er richtlijnen voor diervoer dat uiteindelijk in de humane voedselketen terechtkomt.⁵³ De huidige eisen in wet- en regelgeving sluiten potentieel interessante hergebruikmogelijkheden van afval uit. Algen die groeien op mest mogen niet zonder meer als visvoer of veevoer gebruikt worden. Het sluiten van kringlopen of het cascadegebruik van water mag niet leiden tot een ophoping van bijvoorbeeld (lipofiele) chemicaliën of (zware) metalen, pathogene organismen, diergeneesmiddelen of gewasbeschermers in het voedsel.

Behalve de formele wetgeving speelt ten slotte ook het maatschappelijke draagvlak een rol voor producten op basis van 'afval'. Accepteert de consument voedsel en andere producten die op deze wijze gekweekt worden?

Referenties

- Bardach, JE, WO Ryther, J McLarney (1972). *Aquaculture, the Farming and Husbandry of Freshwater and Marine Organisms*. Wiley & Sons, New York, USA
- Bogemans, J (2003). *Persoonlijke communicatie*. ScropS NV, Brussel
- Braun, AR (1993). *Algen in de Nederlandse energiehuishouding*. NOVEM en Braun consultants, Utrecht/Hengelo
- Buter, E, AJ Rothuis (2002). *Use of Mangroves as a Biofilter for the Treatment of Shrimp Farm Effluent*. (World Bank, in press)
- Cohen, I, A Neori (1991). Biofilters for Marine Fishpond Effluents. I Ammonia Uptake Kinetics and Nitrogen Content. *Botanica Marina*, vol. 34, pp. 475-482
- EAS (2003). *Beyond Monoculture. Abstracts and Extended Communications of Contributions Presented at the International Conference Aquaculture Europe 2003*. Trondheim, Norway. Special Publication no. 33. European Aquaculture Society, Brussel
- Edwards, P, RSV Pullin, JA Gartner (1988). *Research and Education for the Development of Integrated Crop-Livestock-Fish Farming Systems in the Tropics*. ICLARM Technical Reports (47), vol. 16
- Krom, MD, S Ellner, J van Rijn, A Neori (1995). Nitrogen and Phosphorus Cycling and Transformations in a Prototype 'Non-Polluting' Integrated Mariculture System. Eilat, Israel. *Marine Ecology Progress Series* (118), pp. 25-36
- Meijering, B (2003). *Persoonlijke correspondentie*. Topsy Baits, Wilhelminadorp

.....

53 De richtlijn 1999/29/EG over ongewenste stoffen en producten in diervoeding geeft een goed overzicht van de eisen die de (Europese) wetgever stelt. In deze richtlijn 1999/29/EG is de definitie van dieren zeer breed gegeven: "dieren die behoren tot de soorten die gewoonlijk door de mens worden gevoederd en gehouden of gegeten, alsmede in de vrije natuur levende dieren, voorzover hun voeding uit diervoeders bestaat." De definitie van diervoeders omvat alle producten van plantaardige of dierlijke oorsprong, bestemd voor dierlijke voeding langs orale weg. Ook mariene organismen vallen onder deze richtlijn.

- Pagand, P, JP Blancheton, J Lemoalle, C Casellas (2000). The Use of High Rate Algal Ponds for the Treatment of Marine Effluent from a Recirculating Fish Rearing System. *Aquaculture Research*, vol. 31, pp. 729-736
- Scheerboom, J (2001). Maatschappelijke waardering voor 'Hydroponics'. *AquaCultuur*, nr. 1, pp. 8-10
- Schram, E, K Kloet (2001). De combinatie van glastuinbouw en visteelt in Nederland. *AquaCultuur*, nr. 1, pp. 18-27
- Shpigel, M, A Neori (1996). The Integrated Culture of Seaweed, Abalone, Fish and Clams in Modular Intensive Land-Based Systems: I. Proportions of Size and Projected Revenues. *Aquacultural Engineering*, vol. 15, pp. 313-326
- TW (2001). De giftige erfenis van een Amerikaanse kopermijn. *Technisch Weekblad*, 14 november
- Verreth, JA (2001). *Vissen op het droge*. Inaugurele rede. Wageningen Universiteit

Literatuur

- EAS (2001). *New Species, New Technologies. Abstracts of Contributions Presented at the International Conference Aquaculture Europe 2001*. Trondheim, Norway. Special Publication no. 29. European Aquaculture Society, Brussel
- Kerepeczki, E, D Gal, F Pekar (2002). *Studies on the Utilization of Discharged Nutrients from an Intensive Fish Production Plant* (in press). Hungary
- Lefebvre, S, J Hussenot, N Brossard (1996). Water Treatment of Land-Based Fish Farm Effluents by Outdoor Culture of Marine Diatom. *Journal Applied Phycology* (8), pp. 193-200
- Neori, A, M Shpigel, D Ben-Ezra (2000). A Sustainable Integrated System for Culture of Fosh, Seaweed and Abalone. *Aquaculture*, vol. 186, pp. 279-291
- Scheerboom, J (2002). *Persoonlijke communicatie*. Wellantcollege, Houten

Risicodragend kapitaal

Hans Grande⁵⁴

Veel pioniers hebben problemen met het verkrijgen van risicodragend kapitaal, ook wel aangeduid als 'Venture Capital'. Bij reguliere financiële instellingen komen zij door de 'onbewezen prestaties' van hun activiteiten sowieso niet aan bod. 'Venture Capitalists' (VC's) voorzien starters van kapitaal in ruil voor een belang in de onderneming. Tussen de VC en de starter bestaat een bijna principiële tegenstelling die financiering bemoeilijkt.

Een investeerder van Venture Capital wil een zo groot mogelijke investering doen om de overhead- en managementkosten per project relatief klein te houden. Veel kleine investeringen kosten veel meer tijd, omdat de tijd voor de voorfase van een project onafhankelijk is van de omvang van een project. De tijd die nodig is voor begeleiding is ook relatief duur. De starter heeft in principe op de langere termijn

54 BioGrande, Maartensdijk.

wel behoefte aan een groter investeringskapitaal, maar ziet liever een gefaseerde financiering van zijn activiteiten. Bij grote bedragen moet hij immers in de eerste fase al relatief veel aandelenbelang inleveren aan de VC, omdat dan het risico van het project hoog is.

VC's investeren bij voorkeur in een bedrijf met een goede opbouw en willen dus een goede 'Chief Executive Officer' (en liefst ook een 'Chief Financial Officer'). Dit wordt vaak belangrijker geacht dan het idee. De pionier is vaak nog niet toe aan echte bedrijfsvoering en wil eerst bewijzen dat zijn idee werkt. Pioniers werken vaak met een deeltijdstaf. Dit is een risico voor de VC, want als het idee faalt, dan kan de VC niet rekenen op een ondernemer die het idee bijstelt en op een andere manier geld maakt.

Het gevolg van een en ander is dat starters voor risicokapitaal eerst vaak aangewezen zijn op andere kanalen zoals 'informal investors', 'business angels' en bijvoorbeeld overheidsinitiatieven als BioPartner Start up Ventures⁵⁵. Met een financiering van ongeveer 1 miljoen euro kunnen veel pioniers vaak 'proof-of-principle' bereiken, zodat het bedrijf serieus kan worden opgezet. Toch is dit nog niet genoeg voor een VC om geïnteresseerd te zijn. Daarvoor is drie tot vijf keer zoveel geld nodig. Het gat tussen proof-of-principle en het moment dat de VC's de zaak oppakken, wordt in tijden van economische teruggang steeds groter. Als de VC wel bereid is om te investeren, dan is de koers vaak onvoordelig waardoor het voor de al betrokken 'informal investors' niet interessant meer is. Deze worden immers bij een relatief grote vermindering van hun belang in de onderneming niet of te weinig beloond wordt voor het risico (dat zij al gelopen hebben).

Er zijn dan twee alternatieve modellen denkbaar om aan aanvullende financiering te komen. Ten eerste kunnen starters en pioniers langer blijven werken bij een kennisinstelling. De universiteit treedt op als mede-investeerder. Tevens is het verstandig een strategische partner te zoeken, die een deel van het onderzoek wil betalen en eventueel wil mee-investeren. Deze partij vormt een soort automatische 'due diligence' voor een VC dat het idee waardevol is. Informeel geld, strategisch geld en geld uit overheidsprogramma's kunnen dan voldoende zijn om waarde te creëren, zodat vervolgens bij de VC tegen een betere koers geld kan worden verkregen. Ten tweede kunnen starters en pioniers op de korte termijn een ander product op de markt brengen waarmee cashflow wordt gegenereerd, zodat uit die opbrengsten zelf geïnvesteerd kan worden in het langetermijnproject. Ook hier is een strategische partner waardevol, omdat die weer een due diligence vormt voor kapitaal van de VC's.

De normale rekenwijze voor risicofinanciering berust op het converteren van virtueel geld naar reëel geld voor de investeerder. Om tot een schatting te komen van de huidige reële waarde worden de volgende vuistregels gehanteerd:

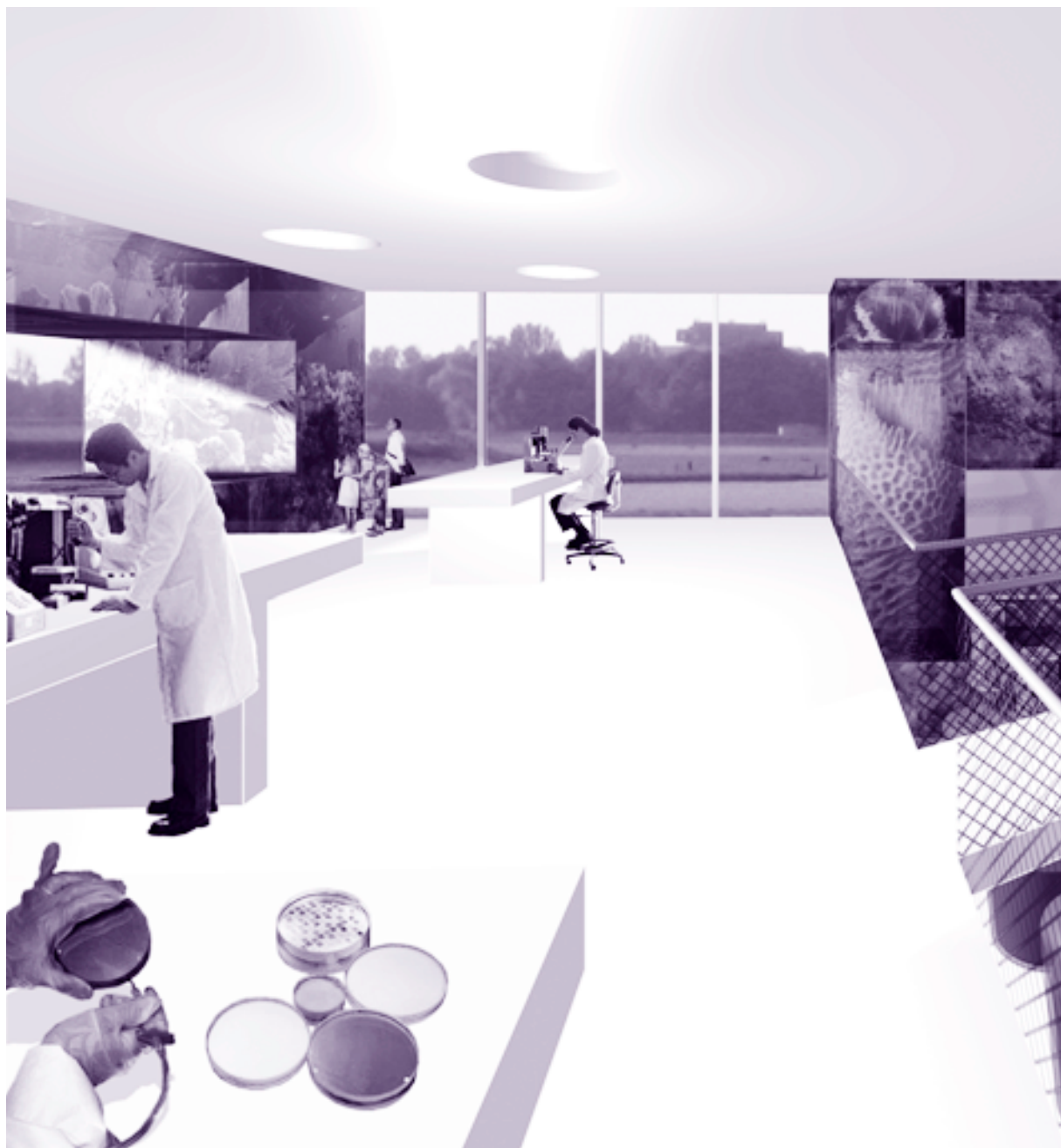
⁵⁵ BioPartner Start up Ventures is een onderdeel van Mibiton, een financieringsfonds dat in 1994 gestart is onder auspiciën van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap voor investeringen in Life Sciences.

- Een aangevraagd maar nog niet verkregen octrooi is niet meer dan 2 ton euro waard.
- Een toegekend octrooi is tenminste 1 miljoen euro waard.
- Vervolgens schat men de waarde van de knowhow, die onder andere berust op de tijd en de kennis die nodig was om zover te komen.
- De hoeveelheid geïnvesteerd geld, direct en indirect (bijv. de waarde van het participeren en de opdracht van een strategische partner).

Hoe deze vuistregels doorwerken, is duidelijk: hoe meer er reeds bewezen is, hoe hoger de reële waarde, hoe lager het risico. Dit wordt afgezet tegen de gevraagde investering. De som van de huidige waarde en de gevraagde investering vormen de basis voor een percentageberekening van het te verwerven aandelenbelang door de VC.

Een betere methode om de waarde van het project te bepalen, is met behulp van de Discounted Cash Flow-methode (DCF) of de Real Options Valuation-methode (ROV). Deze berekeningen kunnen door een financieel deskundige worden uitgevoerd. Aan de basis van beide methoden ligt een financieel model van in- en uitgaande geldstromen, waarin aannames zijn verwerkt over onder andere de duur van de verschillende stadia in het ontwikkelingstraject, de slagingskansen, de noodzakelijke kosten voor R&D en andere kosten en de hoogte van de mogelijke opbrengstcurven. Bij de DCF-methode wordt eenmalig een vastgesteld financieel model doorgerekend. In de ROV-methode wordt rekening gehouden met strategische keuzes die het management gedurende de levensduur van het project kan maken.

Het is in het belang van de starter en de pionier om een goed onderbouwde schatting van de waarde van de onderneming te hebben. Dit verbetert de uitgangspositie voor de onderhandelingen met VC's. Hoe beter de starter zijn financieel model onderbouwt (bijv. door een marktonderzoek of het inhuren van een deskundige Chief Financial Officer), hoe sterker hij staat in de onderhandelingen en hoe minder aandelen hij kwijtraakt. Het heeft geen zin exorbitant te overvragen, want dan valt de basis onder de onderhandelingen weg en wordt het aanbod van een VC een bijna willekeurig aanbod waarmee uiteindelijk niemand gelukkig is.



56 Sectie Proceskunde,
Wageningen UR, Wageningen.

57 Leerstoelgroep Visteelt en
Visserij, Wageningen UR,
Wageningen.

René Wijffels⁵⁶, Hans Komen⁵⁷, Albert Koulman⁵⁸, Michaël Laterveer⁵⁹,
Esther Luiten⁶⁰



UITDAGING

Hoewel over het aantal soorten levensvormen op aarde slechts grove schattingen bestaan, overheerst de gedachte dat de biodiversiteit in oceanen en randzeeën (die samen meer dan 70% van het aardoppervlak bedekken) zeker niet onderdoet voor die op land. Er zijn zelfs theorieën waarbij men ervan uitgaat dat in het mariene milieu de biodiversiteit vele malen groter is dan op land, ondanks de extreme omstandigheden als eeuwige duisternis in het grootste deel van het mariene milieu, de hoge tot zeer hoge druk in de diepzee, de zeer lage temperaturen in de poolzeeën en het ontbreken van insecten. Volgens het Global Biodiversity Assessment van het Environment Programme van de VN zijn er 43 mariene phyla of stammen en slechts 28 terrestische stammen.

Net als op land is de rijkdom aan soorten in de oceaan zeer ongelijk verdeeld. Op land is die het grootst in de (voedselarme) tropische regenwouden. In het mariene milieu is tijdens de evolutie het aantal soorten geëxplodeerd in de voedselarme, ondiepe tropische wateren met een gemiddelde watertemperatuur boven de 18 °C en een sterke lichtinval. Deze oligotrofe wateren zijn de **habitat** voor koralen en een groot deel van de (tienduizend nu bekende) soorten sponzen.

58 Basiseenheid Farmaceutische Biologie, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen.

59 Diergaarde Blijdorp, Rotterdam.

60 STT/Beweton, Den Haag.

De farmaceutische industrie heeft voor de ontwikkeling van geneesmiddelen tot voor kort vrijwel uitsluitend bioactieve stoffen uit terrestrische organismen (vooral planten) gebruikt. De veronderstelling ligt voor de hand dat het mariene milieu – en vooral deze oligotrofe wateren – een rijke bron kan zijn voor talloze, geheel nieuwe bioactieve stoffen. Er is zelfs een aanwijzing dat die bron veel rijker zou zijn dan de terrestrische bron. Dit komt door de aanwezigheid

van halogenen zoals chroom, jodium en chloor die door mariene organismen worden gebruikt in hun metabolisme.

Zo is bij mariene organismen in 2% van de geteste dieren cytotoxische activiteit gevonden tegen 0,5% bij terrestrische planten, dieren en micro-organismen. In sponzen vond men zelfs in 10% cytotoxische activiteit. Sponzen vormen daarmee bij de huidige kennis de rijkste mariene bron aan bioactieve componenten. Er zijn allerlei verschillende stoffen aangetroffen, waaronder cytotoxische stoffen, antibiotica, componenten met virusdodende capaciteit en ontstekingsremmers. Deze kunnen worden gebruikt voor de ontwikkeling van nieuwe geneesmiddelen.

Toch is de belangstelling van de farmaceutische industrie voor bioactieve stoffen uit het mariene milieu niet bijster groot. Dat is alleszins verklaarbaar. De stoffenbanken met bioactieve stoffen uit terrestrische organismen zijn allereerst uitgeput; het identificeren van tegen ziekten werkzame bioactieve stoffen daarin vergt nog veel onderzoek, tijd en geld. Werkzaam gebleken bioactieve stoffen kunnen vaak worden gesynthetiseerd, waardoor het productieproces wordt vereenvoudigd en versneld. Een waarschijnlijk tijdelijke trend is vooral om voort te bouwen op deze gesynthetiseerde stoffen en door combinatie en verandering op basis van opgedane ervaring nieuwe, zuiver chemische composities te vervaardigen.

Een klassiek voorbeeld van de voorkeur van de farmaceutische industrie voor chemische synthese levert de geschiedenis van de pijnstiller aspirine. Al in de Oudheid (Hippocrates, 400 voor Christus) was bekend dat pijn kon worden bestreden door te kauwen op wilgenbast. In 1763 vermaalde Edward Stone de bast tot een wit poeder. Pas in 1897 identificeerde en synthetiseerde de chemicus Felix Hoffman in dienst van de Duitse fabrikant Friedrich Bayer de werkzame stof acetylsalicylzuur. De structuur van deze stof is relatief simpel en makkelijk te synthetiseren, waarna de aanvoer van wilgenbast naar de fabriek van Bayer kon worden gestaakt. Daarmee werd het fundament gelegd voor de farmaceutische industrie Bayer, algemeen erkend als eerste in zijn soort ter wereld. Inmiddels onderzoekt Bayer naarstig de werkzaamheid van aspirine – al dan niet in combinatie met andere gesynthetiseerde bioactieve stoffen – bij andere aandoeningen (zoals hart- en herseninfacten).

De farmaceutische industrie laat in toenemende mate het zoeken naar veelbelovende bioactieve stoffen over aan speciale biotechnologische bedrijven en bedrijfjes. Daarbij stellen zij wel de eis dat de regelmatige aanvoer van deze stoffen in voldoende hoeveelheden tegen een redelijke prijs wordt gegarandeerd, òf dat zij eenvoudig zijn te synthetiseren. Deze eisen vormen een enorme barrière voor de introductie van bioactieve stoffen uit het mariene milieu in de farmaceutische industrie.

De uitdaging is om op land een BioTechOceanLab in te richten om deze barrières te slechten. In dit laboratorium dient het mariene milieu in aquaria te worden nagebootst om zo continu te kunnen worden bestudeerd. Daarmee wordt de zee 'op land' gebracht.

ONTWIKKELING VAN MEDICIJNEN

De farmaceutische industrie bouwt het liefst voort op de voor hen bekende route van chemische synthese, omdat het ontwikkelen van een nieuw geneesmiddel een moeizaam, kostbaar en tijdrovend proces is. Eerst moet worden vastgesteld of een organisme een interessante bioactieve stof bevat, waarna de stof moet worden geïsoleerd en chemisch gekarakteriseerd. Daarna wordt de activiteit van de stof eerst in celculturen (in-vitro) en daarna in dierproeven bepaald. Het gaat daarbij om de effectiviteit, de selectiviteit en de giftigheid (bijwerkingen). Deze preklinische fase vergt vijf tot tien jaar. Slechts een klein percentage van de bioactieve stoffen blijkt de juiste activiteit te hebben om als geneesmiddel te kunnen dienen.

Nog eens eenzelfde periode is nodig voor de klinische proeven. In drie fasen moet nu in proeven met steeds grotere groepen mensen (dubbelblind en placebo-gecontroleerd) de effectiviteit, selectiviteit, giftigheid en de meest effectieve dosering worden vastgesteld. Opnieuw blijft slechts een percentage van de onderzochte stoffen over. Daarna moet worden aangetoond dat het nieuwe geneesmiddel beter is dan reeds bekende therapieën en continu kan worden geproduceerd in dezelfde kwaliteit.

Dit hele proces wordt bewaakt door strenge instanties als het Nederlandse College ter Beoordeling van Geneesmiddelen en de Amerikaanse Food and Drug Administration. Pas als deze instanties het nieuwe geneesmiddel hebben goedgekeurd en geregistreerd, mag het op de markt worden gebracht. De kosten zijn dan opgelopen tot gemiddeld 250 miljoen euro per nieuw geneesmiddel.

Het is voor de farmaceutische industrie van groot belang de ontwikkeling van nieuwe medicijnen goed op gang te houden. De bedrijven screenen grote hoeveelheden stoffen op biologische activiteit voor nieuwe geneesmiddelen die passen in hun specifieke markten. Zij betrekken deze stoffen van biotechnologische bedrijven die zich specialiseren in dit soort stoffenbanken⁶¹. De farmaceutische industrie heeft zeker interesse voor stoffen uit de natuur, juist omdat de biologische activiteit daarvan bovengemiddeld groot is. Maar de industrie wil dan wel dat zowel de aanvoer in voldoende hoeveelheden als de kwaliteit van deze natuurstoffen zijn gegarandeerd. Het liefst wil zij de bioactieve stof zelf kunnen synthetiseren.⁶²

Aanvoer en kwaliteit van bioactieve stoffen uit natuurlijke mariene organismen zoals sponzen is nu vaak nog niet te garanderen. De kennis van het mariene milieu is beperkt. De werkzame stof is vaak als sporenelement in natuurlijke

⁶¹ Bijvoorbeeld het bedrijf Specs te Rijswijk.

⁶² Er zijn drie medicijnen op de markt, die chemische analoog zijn aan een splitsingsproduct van een nucleïnezuur en die in de jaren vijftig werden ontdekt in de spons *Cryptotethia crypta*. Ara-A lijkt sterk op het originele spongothimide en is als anti-viraal middel op de markt tegen herpes. Later volgden het kankerremmende Ara-C en het antivirale AZT.

spons aanwezig. Er zijn dan grote hoeveelheden spons nodig om voldoende van deze stof te winnen. Natuurlijke oogst veroorzaakt een te grote verstoring van het **ecosysteem** en levert bovendien geen voldoende zuiver product op dat voor de ontwikkeling van een nieuw geneesmiddel vereist is (door meteorologische en oceanologische invloeden, vervuiling, onregelmatige groei).

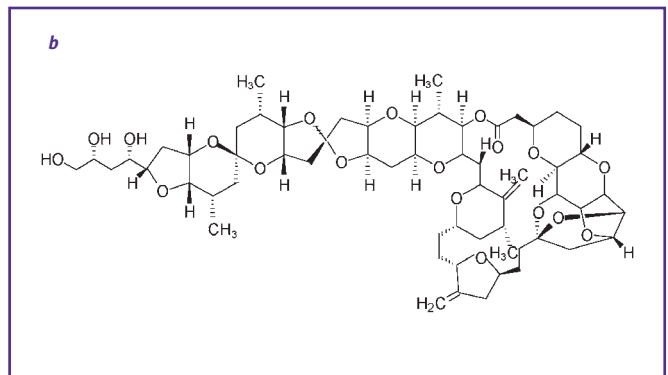
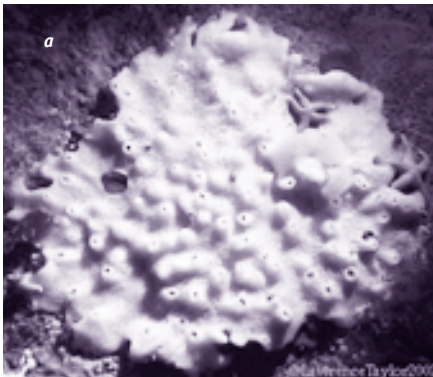
Een typisch voorbeeld is ook het tumorremmende Halichondrine B uit de spons *Lyssodensoryx sp.* Om 25% van de patiënten te behandelen, zou 1,7 kilogram Halichondrine B beschikbaar moeten zijn. De concentratie van deze stof in de spons is echter zo laag (350 µg per kilogram natte spons) dat er circa 5000 kilogram spons nodig zou zijn om deze hoeveelheid te produceren. De totale hoeveelheid van deze spons in de natuur wordt geschat op 300 ton. Het is mogelijk Halichondrine B chemisch te synthetiseren. Maar dat proces vergt tweehonderd chemische stappen en is daarom economisch niet haalbaar voor de farmaceutische industrie. Er is op dit moment niet genoeg materiaal beschikbaar om de voor goedkeuring en registratie noodzakelijke preklinische en klinische testen uit te voeren.

Figuur 21a

De spons Lyssodensoryx is potentiële leverancier van medicijnen voor typen kanker als melanoma (een soort huidkanker), leukemie (bloedkanker), longkanker en baarmoederkanker.

Figuur 21b

De chemische structuur van Halichondrine B.



63 Wereldwijd is een zeer beperkt aantal bedrijven actief in de ontwikkeling van medicijnen uit mariene organismen zoals PharmaMar (Madrid, Spanje), CalBioMarine Technologies Inc. (Encinitas, CA, USA) en Mera Pharmaceuticals (Hawaii, USA).

64 Bedrijven als DSM investeren nu dan ook in biotechnologische routes voor de productie van medicijnen. Het bedrijf gebruikt cellen van bacteriën, gisten of zoogdieren als productie-eenheid.

De farmaceutische industrie laat het pionierswerk over aan de paar mariene biotechnologiebedrijven, die actief zijn op dit gebied. Ze kan het zich veroorloven af te wachten of medicijnen op basis van mariene organismen een succes worden.⁶³ Bij gebleken succes kan de industrie zich nog altijd inkopen, bijvoorbeeld via licenties. En als de farmaceutische industrie dan uiteindelijk zelf met de chemische modificatie van natuurlijke stoffen aan de slag gaat, resulteert dat vaak in veel effectievere medicijnen.

Toch wordt de farmaceutische industrie wel steeds afhankelijker van de biotechnologie voor het gevuld houden van de 'pijplijn'.⁶⁴ Inmiddels bevindt 75% van de 4000 stoffen die wereldwijd op bioactiviteit worden getest zich in de laboratoria van biotechnologische bedrijven. Hier ligt een kans voor chemisch moeilijk te synthetiseren, mariene medicijnen.

HET IDEE

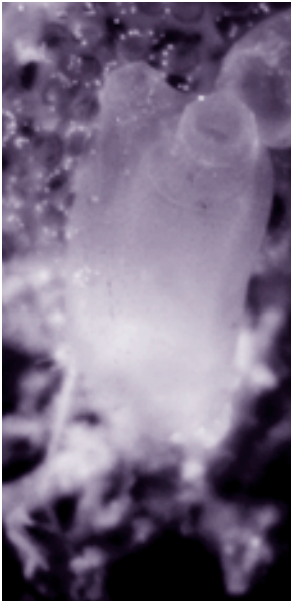
Omdat het onvoldoende beschikbaar hebben van zuivere componenten uit mariene organismen de productie van 'medicijnen uit zee' vertraagt, is er behoefte aan efficiënte, controleerbare productiemethoden. Als die er zijn, behoeft het **ecosysteem** niet te worden verstoord door het oogsten van grote hoeveelheden organismen uit het natuurlijke milieu en kan worden voldaan aan de eisen van gegarandeerde aanvoer en zuiverheid, die de farmaceutische industrie en de toezichthoudende organen stellen.

Dit ontwerp omvat het voorstel voor het oprichten van een BioTechOceanLab, waarin kennis wordt ontwikkeld over het vooralsnog oligotrofe mariene milieu om mariene organismen in cultuur te houden. Metabolisme, genetica en fysiologie kunnen worden bestudeerd voor de ontwikkeling van medicijnen. De kennis wordt tevens gebruikt voor het herstel van aangetaste natuurlijke **habitats** en kan ter beschikking worden gesteld aan dierentuinen met mariene aquaria. Ook heeft het Laboratorium een educatieve en publieksfunctie, omdat het kan bijdragen aan de interesse voor het mariene milieu en de publieke bewustwording van de waarde ervan.

Het Laboratorium is een broedplaats waar wetenschappelijk onderzoekers, starters en biotechnologische bedrijven die zich op het winnen van mariene biologisch actieve stoffen voor de farmaceutische industrie hebben toegelegd, samen kunnen experimenteren. Hierdoor ontstaat een hechte samenwerking tussen mariene biologen en biotechnologen met een meer commerciële achtergrond, die zeer vruchtbaar kan blijken. De risico's van een te sterk technologiegedreven aanpak worden door deze opzet geminimaliseerd. Het Laboratorium stimuleert onderzoek en innovatief ondernemerschap op basis van mariene organismen.

Het BioTechOceanLab krijgt de beschikking over drie zeer grote (oligotrofe) zeeaquaria als levende soorten- en genenbibliotheek en een uitgebreide digitale genenbibliotheek. In een groot aantal kleinere aquaria en kweeksystemen dienen organismen met veelbelovende bioactieve stoffen te worden gekweekt en deze stoffen (die zuiverder zullen moeten zijn dan die men vindt in de natuurlijke habitats) dienen te worden geïdentificeerd. Het Laboratorium beschikt in ruime mate over onderzoeksapparatuur en pilot-biotechnologische productiemethoden voor zuivere componenten. Het kweken van de geselecteerde organismen dient vervolgens te kunnen worden opgevoerd tot een grootschalig productieniveau.

Aanbevolen wordt zich allereerst te richten op organismen uit mariene habitats met de grootste biodiversiteit: de ondiepe tropische zee met voedselarm water. Sponzen vormen een interessant organisme. Later kunnen de onderzoekers zich ook richten op extreme leefgebieden in de diepzee (hoge druk) en de poolzeeën (lage temperatuur). Opnieuw eerst op sponzen, die overal op de



Figuur 22
Een tropische zakpijp (Ecteinascidia turbinata).

bodem van de oceaan van de Arctische tot de Antarctische wateren voorkomen. En daarna ook op andere organismen als slakken, zakpijpen, bacteriën en schimmels en de vele organismen die ‘chemische wapens’ hebben ontwikkeld ter zelfverdediging of om prooi te vangen.

Het Oceaan Laboratorium krijgt een eigen staf en management waarin zowel wetenschappelijke ervaring, industriële ervaring, als ervaring met de start van biotechbedrijven aanwezig is. De staf is verantwoordelijk voor de rendabele exploitatie van het gebouw, de aanwezige faciliteiten en de publieksactiviteiten. Ook beheert zij een pot met ‘zachte’ leningen aan starters. Biotechnologische bedrijven, starters, en onderzoekers die verbonden zijn aan universiteiten worden in staat gesteld kleinere aquaria, kweeksystemen en onderzoeksapparatuur te huren voor hun eigen experimenten en activiteiten. Ook kunnen zij feedback krijgen van het management (of van door het management betrokken derden) op projectvoorstellen en ondernemersplannen. Het ervaren managementteam adviseert de ‘huurders’ in de broedplaats desgewenst op het gebied van bijvoorbeeld financiële aspecten (cashflow), patenten en veranderingen in benodigde competenties, wanneer activiteiten in een verder gevorderd stadium zijn. Kortom, de staf biedt ondersteuning in alle fasen van ontwikkeling. Bovendien staan de afzonderlijk kleine huurders samen sterk, omdat ze in directe interactie de kennis en ervaring van anderen kunnen gebruiken die in het Laboratorium is verzameld, en omdat ze daaraan zelf ook bijdragen. Zo wordt vermeden dat de individuele onderzoeker of ondernemer steeds het wiel opnieuw uitvindt.

UITWERKING

De marine **biologie** staat voor een enorme taak. Dat geldt alleen al bij het bouwen en onderhouden van de drie grote aquaria. Mariene ongewervelde dieren zoals sponzen en koralen blijven in gevangenschap alleen in leven, als zij in een oligotroof milieu worden geplaatst. Er is op dit moment te weinig over dit milieu bekend om deze dieren in aquaria te kunnen kweken (zie interview met Laterveer/Henkemans).

Voedselketens in een oligotrofe gemeenschap zijn gebaseerd op schaarste. Toch dienen talrijke planktonachtige voedseldiertjes en **algen** als voedsel aanwezig te zijn. De geringste verstoring in dit delicate evenwicht tussen eten en gegeten worden leidt tot overbesteding en het afsterven en verdwijnen van soorten. Het is tot nu toe onbekend hoe sponzen en koralen leven. Het is bekend dat zij samenleven met andere soorten, maar onbekend is hoe belangrijk die symbioten zijn voor de groei van mariene organismen. Uit de **ecologie** zijn wel gegevens beschikbaar over de voedselkwaliteit en -kwantiteit van de spons. Maar de diversiteit aan ongedefinieerde micro-organismen waarmee de sponzen in zee samenleven, is moeilijk over te brengen naar aquaria en pro-

ductiesystemen. Ook is onbekend hoe de soorten zich reproduceren en waarom sponzen in sommige gevallen in gevangenschap wel in leven blijven, en in andere niet. De betekenis van afzonderlijke stoffen in het menu van de spons is onbekend, maar wel van doorslaggevend belang. Net als de rol die de stroming van water speelt.

De eerste ambitie van het BioTechOceanLab zou het ter beschikking krijgen van oligotrofe aquaria moeten zijn, waarin kwetsbare soorten als sponzen en koralen leven, groeien en zich voortplanten. Daaruit moet ook de kennis voortvloeien over de manier waarop bioactieve stoffen worden geproduceerd.

Het is nu vaak niet duidelijk welke organismen welke stoffen maken, of wat de genetische basis van deze stoffen is. Zijn het de sponzen die deze stoffen produceren? Of zijn het de organismen waarmee de sponzen zijn geassocieerd? Van sommige stoffen is aangetoond dat zij van symbioten afkomstig zijn. Maar hoe verlopen dan de interacties tussen de soorten? Waarom worden die stoffen geproduceerd en onder welke (stress)omstandigheden kan de productie worden gestimuleerd?

Door in pilotweekecosystemen de productieomstandigheden nauwkeurig onder controle te brengen, kan inzicht worden verkregen in de vraag welke organismen onder welke omstandigheden bepaalde bioactieve componenten produceren. Fysische factoren als temperatuur en zuurgraad, maar ook de stroming van het water en de lichtinval kunnen onder controle worden gehouden, waardoor gericht kan worden geëxperimenteerd met de stresscondities waaronder de gewenste metabolieten worden aangemaakt. Er dient dan tevens naar de structuur van componenten te worden gekeken. Alleen op basis van kennis van en inzicht in deze vraagstukken kan worden gewerkt aan methoden om de mariene biomassa of specifieke componenten onder beheersbare condities te vervaardigen.

De tweede ambitie van het BioTechOceanLab is de ontwikkeling van productiemethoden voor bioactieve stoffen. Behalve het screenen van organismen op bioactieve stoffen, kan in de kleinere kweekbakken en onderzoeksfaciliteiten worden gewerkt aan verschillende productieroutes. De productiviteit van sponzen in [aquacultuur](#) op land is naar het zich nu laat aanzien te laag om perspectief te bieden, maar er zijn drie potentiële, interessante productieroutes.

Eerste route – celkweek

Sponscellen kunnen mogelijk geïsoleerd gekweekt worden in bioreactoren. Dit proces is wel reeds ontwikkeld voor planten- en dierencellen (bijv. voor zoogdiercellen en insectencellen), maar het is nog niet gelukt een continu delende cellijn voor sponzen te ontwikkelen, omdat zij in symbiose leven met microorganismen. Bovendien is de celdeling traag en is er maar weinig bekend over

de genetica van sponzen. Celkweek vormt daardoor pas een optie, zodra meer elementaire kennis beschikbaar is voor de ontwikkeling van methoden voor celidentificatie en voor viabiliteitsassays.

Tweede route — Semisynthetische productie met microbiële fermentatie

Een tweede route is het produceren van halffabrikaten van sponsmetabolieten via microbiële fermentaties om die vervolgens via een beperkt aantal chemische (of enzymatische) stappen om te zetten in het eindproduct. Zo kan het aantal syntheseschappen worden verkleind. Er zijn componenten uit schimmels en cyanobacteriën geïdentificeerd, die als halffabrikaat zouden kunnen dienen voor bijvoorbeeld Halichondrine B.

Derde route — Semisynthetische productie met genetisch gemodificeerde organismen

Bij de derde route wordt de hulp ingeroepen van genetisch gemodificeerde organismen. Een groot deel van bijvoorbeeld het Halichondrine B-molecuul is een zogenaamde polyketide. Verschillende micro-organismen produceren vergelijkbare polyketides via bekende **metabole routes**. Ook zijn er genetisch gemodificeerde micro-organismen die bepaalde polyketides kunnen maken. Hiertoe is het belangrijk de clusters van genen die de codes voor de enzymen uit de polyketide routes dragen, te identificeren en deze clusters te klonen in bacteriën.

De opschaling naar industriële schaal vraagt speciale aandacht. Deze stap staat in geen enkel handboek beschreven en is vaak gebaseerd op ervaringskennis. Daarbij komt dat de (mariene) biotechnologie nog maar een jonge discipline is, die nog weinig ervaring heeft met de (grootschalige) productie van bioactieve stoffen.

Aan zowel productiemethoden op laboratoriumschaal als op industriële schaal moeten vier belangrijke criteria worden gesteld. Het productiesysteem moet eenvoudig en controleerbaar zijn, de kweekfaciliteit betrouwbaar, de kosten laag en de opbrengst aan bioactieve stoffen voldoende en gegarandeerd.

OPGAVE

Het moge duidelijk zijn dat het produceren van mariene bioactieve stoffen voor de ontwikkeling van nieuwe geneesmiddelen geen eenvoudige opgave is. Het model van een zich daarin specialiserend BioTechOceanLab als kennis- en experimenteel centrum voor oligotrofe aquaria en als broedplaats voor nieuwe medicijnen sluit aan bij bewegingen in de markt. Verschillende gezondheidsorganisaties (zoals de World Health Organisation en het US National Cancer Institute) hebben een strategische keuze gemaakt en werken samen met kleinere bedrijven om nieuwe geneesmiddelen op de markt te brengen.

Ook zijn er steeds meer bedrijven die zich specialiseren in een bepaald segment van het goedkeuringstraject dat een nieuwe medicijn moet doorlopen zoals het klinisch testen. Eveneens zijn er bedrijven die proberen een bibliotheek op te bouwen van extracten uit organismen, zodat andere bedrijven uit die bibliotheek stoffen kunnen betrekken voor hun screeningsactiviteiten. Onderzoekers proberen spin-off biotechbedrijven op te zetten.

PharmaMar

PharmaMar⁶⁵ is wereldwijd het belangrijkste biofarmaceutische bedrijf dat anti-tumormedicijnen ontwikkelt op basis van stoffen die oorspronkelijk geproduceerd worden door mariene organismen. PharmaMar, opgericht in 1986, zag een niche voor deze mariene organismen in relatie tot anti-kankermedicijnen. Sánchez Puelles: “Er zijn veel producten van natuurlijke oorsprong die gebruikt worden als medicijn. Je kan hierbij denken aan antimicrobiële producten als antibiotica (bijv. penicilline). Vanaf de Tweede Wereldoorlog heeft de zoektocht naar nieuwe medicijnen zich vooral gericht op het land, terwijl dit slechts 30% van de aarde betreft. PharmaMar richt zich op die andere 70%, de zee. We waren ervan overtuigd dat daar interessante producten te vinden zouden zijn. Niet alleen omdat de zee als bron nog onontgonnen was, maar ook omdat de evolutie in zee anders verliep dan op land. Wij verwachtten daarom dat we in die mariene organismen stoffen konden vinden met een andere structuur en wij zijn juist op zoek naar dit soort andere structuren, die werken tegen kanker.” Pescanoa, een van de oprichters van PharmaMar, heeft een grote vissersvloot. PharmaMar sloot contracten met vissers om zo in de regionen waar zij visten de mariene organismen te kunnen bemonsteren. Al snel werd duidelijk dat zakpijpen, sponzen en koralen veelbelovend zijn. De onderzoeksresultaten van andere groepen bevestigden dit. PharmaMar begon met de aanleg van een bibliotheek van mariene organismen en is nog steeds bezig om die bibliotheek verder uit te breiden.

Tot op heden heeft PharmaMar zich vooral beziggehouden met wetenschappelijk onderzoek. Er is in die tijd gewerkt aan de ontwikkeling van verschillende producten. Op dit moment heeft PharmaMar drie producten die in klinisch onderzoek op mensen getest worden. Een ervan, YondelisTM, heeft een uniek werkingsmechanisme, maar is recent afgewezen in de registratiefase (ET-743, de stof komt uit een tropische zakpijp, *Ecteinascidia turbinata*). AplidinTM, een stof die ook uit een zakpijp komt (*Aplidium albicans*), bevindt zich in de tweede klinische testfase. Het derde product, Kahalidide F dat geproduceerd wordt door een weekdier (*Elysia refescens*), zit in de eerste fase die is gericht op de effecten en de toxiciteit. Behalve deze producten heeft PharmaMar ongeveer 15 producten in preklinische testfases om de continuïteit in de ontwikkeling van medicijnen te garanderen.

PharmaMar heeft bewust gekozen om zich te concentreren op een nichemarkt van bepaalde anti-kankermedicijnen. Er zijn 200 tot 300 verschillende soorten kanker en elke vorm heeft zijn eigen specifieke behandeling. Maar wanneer je een potentieel

.....
⁶⁵ bewerking van een interview dat Maite Alcaime van Radio Nederland Wereldomroep hield met Jose Maria Sánchez Puelles ter gelegenheid van het wetenschappelijk congres ‘Marine Biotechnology: Basics and Applications’ in februari-maart 2003 in Matalascañas in Spanje. Vertaling: René Wijffels. Bewerking: Esther Luiten.

nieuw medicijn hebt gevonden dat zijn effectiviteit in fase 2 van de klinische testen heeft doorlopen, en er is voor een ander kankertype versneld een medicijn nodig, dan kun je voor dat andere type versneld fase 3 doorlopen en zo de marktintroductie versnellen. Sánchez Puelles: “We hebben veel geld moeten investeren in de ontwikkeling van deze producten. Tot nu toe hebben wij als onderneming geen cent verdiend met de verkoop van medicijnen. Door deze strategie vergroten wij de kans om een medicijn op de markt te brengen, zodat we aan de verwachtingen van onze investeerders kunnen voldoen.”

De activiteiten van PharmaMar strekken zich uit van het screenen van organismen uit de bibliotheek tot het in detail bestuderen van de werking van componenten, en het ontwikkelen van productiemethoden. PharmaMar richt zich vooral op semisynthetische productiemethoden. De activiteit van de componenten en het productieproces worden natuurlijk beschermd via patenten. Het beschikbaar krijgen van voldoende materiaal voor de preklinische en klinische testen via een opschaalbaar productieproces is geen triviale zaak. PharmaMar zoekt samenwerking met academische onderzoekers. Wereldwijd is maar een beperkt aantal groepen actief. Sánchez Puelles: “Het is voor een pionierende onderneming als PharmaMar van belang contact te hebben en samen te werken met excellente onderzoekers die ook actief zijn in deze hoek. De activiteiten zijn nog te prematuur om arrogant de ogen te sluiten voor wat anderen doen. We hebben elkaar nodig. Strikt genomen is het potentieel van de zee als leverancier van medicijnen nog altijd niet bewezen. Ook wij hebben nog geen product op de markt. De weg van het ontwikkelen van een molecuul tot een medicijn dat op de markt gebracht kan worden, is lang.”

LITERATUUR

- Bindseil, KU, J Jakupovic, D Wolf, J Lavayre, J Leboul, D van der Pyl (2001). Pure Compound Libraries; a New Perspective for Natural Product Based Drug Discovery. *Drug Discovery Today*. vol. 6 (16), pp. 840-847
- Fusetani, N (2000). *Drugs from the Sea*. Karger Publishers, Basel
- Mendola, D (2003). Aquaculture of Three Phyla of Marine Invertebrates to Yield Bioactive Metabolites: Process Developments and Economics. *Biomolecular Engineering*. vol. 20 (4-6), pp. 441-458
- Murray, H, MHG Munro, JW Blunt, EJ Dumdei, SHJ Hickford, RE Lill, S Li, CN Battershill, AR Duckworth (1999). The Discovery and Development of Marine Compounds with Pharmaceutical Potential. *Journal of Biotechnology*. vol. 70 (1-3), pp. 15-25
- Olaizola, M (2003). Commercial Development of Microalgal Biotechnology: from the Test Tube to the Marketplace. *Biomolecular Engineering*. vol. 20 (4-6), pp. 459-466
- Osinga, R, J Tramper, JG Burgess, RH Wijffels (1999). Marine Bioprocess Engineering: from Ocean to Industry. *Trends in Biotechnology*. vol. 17 (8), pp. 303-304

- Piel, J, C Hertweck, PR Shipley, DM Hunt, MS Newman, BS Moore (2000). Cloning, Sequencing and Analysis of the Enterocin Biosynthesis Gene Cluster from the Marine Isolate '*Streptomyces Maritimus*': Evidence for the Derailment of an Aromatic Polyketide Synthase. *Chemistry & Biology*, vol. 7 (12), pp. 943-955
- Pomponi, SA (1999). The Bioprocess-Technological Potential of the Sea. *Journal of Biotechnology* (70), pp. 155-161
- Rinkevich, B (1999) Cell Cultures from Marine Invertebrates: Obstacles, New Approaches and Recent Improvements. *Journal of Biotechnology*, vol. 70 (1-3), pp. 133-153
- Rocha, AB Da, e.a.(2001). Marine Organisms as a Source of New Anticancer Agents. *The Lancet Oncology*. vol. 2, pp. 221-225
- Rocha, AB da, RM Lopes, G Schwarysmann (2001). Natural Products in Anticancer Therapy. *Current Opinion in Pharmacology*. vol. 1 (4), August 2001, pp. 354-369
- Tramper, J, C Battershill, W Brandenburg, G Burgess, R Hill, E Luiten, W Müller, R Osinga, G Rorrer, M Tredici, M Uriz, P Wright, RH Wijffels (2003). What to Do in Marine Biotechnology? *Biomolecular Engineering* (20), pp. 467-471

Trefwoordenlijst

Algen

Een grote groep lagere planten die hoofdzakelijk voorkomen in zeewater en in zoet water. Sommige soorten zijn terrestisch. Algen vertonen weinig celdifferentiatie en kennen ook geen differentiatie van bladeren, stengels en wortels. Algen zijn in staat zonlicht te gebruiken als energiebron om koolzuur (CO_2) en water (H_2O) om te zetten in koolstofrijke biomassa en zuurstof (O_2). Ze zetten hierbij anorganische nutriënten (zoals NH_4 , NO_3 , PO_4) om in organische stoffen (foto-autotroof).

Algen kunnen eencellig of meercellig zijn. In deze publicatie wordt de term alg gebruikt voor microalgen, de ééncellige plantaardige organismen (ook wel aangeduid als fytoplankton). Al het leven in zee is direct of indirect afhankelijk van algen voor voedsel en zuurstof. Algen worden onderverdeeld in verschillende groepen. Diatomeeën (kiezelwieren) en dino-flagellaten zijn twee belangrijke groepen algen.

Wieren of macroalgen zijn algen, die gedurende een belangrijk deel van hun levenscyclus meercellig zijn. Wieren behoren tot de primitiefste plantensoorten. Wieren brengen het eerste deel van hun levenscyclus door als eencellig organisme, maar vestigen zich op een bepaald moment op plekken waar nog voldoende zonlicht doordringt en groeien dan uit tot planten. Ze hebben hechtorganen, waarmee ze zich aan rotsen, stenen of schelpen kunnen verankeren. De meeste wieren zijn taai maar buigzaam. Dit soort wieren bepalen vaak het uiterlijk van de vegetatie van ondiepe kustwateren, rotskusten en dijken.

Anti-oxidanten

Anti-oxidanten zijn 'nutriceuticals' die toegepast worden in [gezondheidsvoeding](#). Anti-oxidanten maken vrije radicalen onschadelijk. Vrije radicalen ontstaan bij verbrandingsprocessen in het lichaam en worden gezien als belangrijke schakel bij het ontstaan van bijvoorbeeld kanker, arteriosclerose, hart- en vaatzieken en veroudering. Enkele bekende anti-oxidanten zijn: allylsulfiden (in knoflook en ui), carotenoïden (onder andere in tomaat, sinaasappel, spinazie, wortelen en broccoli), catechinen (groene thee), flavonoïden (groene thee, uien en appels), glucosinolaten (kool), limonoïden (citruschillen), phenolen (in druiven, bessen en aubergine) en sterolen (o.a. in een groot aantal groenten en soja).

Aquacultuur

De Food and Agricultural Organisation (FAO) van de Verenigde Naties definieert aquacultuur als het kweken van aquatische organismen, waarbij enige vorm van menselijk ingrijpen plaatsvindt in het natuurlijke groeiproces van het organisme met het doel de productie te vermeerderen (denk aan het toedienen van voedsel, het beschermen tegen natuurlijke vijanden en het regelmatig uitzetten en op voorraad hebben van het organisme).

Aquacultuur omvat een veelheid aan organismen: zoetwatervis, zeevis, schaal- en schelpdieren, [halofyten](#), [wieren](#) en [micro-algen](#).

Aquacultuur kan plaatsvinden op verschillende plekken in verschillende productiesystemen. Aquacultuur in zee wordt ook wel aangeduid als [maricultuur](#).

Denk hierbij onder andere aan de [kooiconstructies](#) die gebruikt worden voor de kweek van zalm of aan de extensieve [bodemcultures](#) voor schelpdieren.

Aquacultuur kan ook plaatsvinden in afgesloten productiesystemen op land. Vissen worden bijvoorbeeld gekweekt in [recirculatiesystemen](#), in doorstroombassins of in traditionele vijversystemen (die vooral gebruikt worden in ontwikkelingslanden). Organismen als algen worden gekweekt in [bassins](#) of fotobioreactoren.

Er bestaan intensieve en extensieve vormen van aquacultuur. De FAO definieert extensief als kweek zonder artificiële bron van voeding. Intensief is kweek die volledig afhankelijk is van artificiële voeding. Extensieve vormen leiden vaak tot lage productie (typisch 0,05-1,0 ton per hectare per jaar). Aquacultuur van schelpdieren vormt hierop een uitzondering. Vormen van intensieve aquacultuur kennen een hoge input en leiden tot een hoge productie (typisch 10-1000 ton per hectare per jaar). Belangrijke kanttekening vanuit het oogpunt van duurzaamheid bij intensieve vormen van kweek (zoals van vis) is het gebruik van vismeel en visolie als [visvoer](#).

Autotroof, autotrofie

Een organisme is autotroof als het in staat is organische verbindingen te

maken uit anorganische **nutriënten**. Autotrofe organismen zijn niet afhankelijk van organische voedselbronnen. Er bestaan twee vormen van autotrofie. In foto-autotrofe processen is zonlicht de energiebron. In chemo-autotrofe processen is de energiebron voor de aanmaak van de organische verbindingen van chemische aard.

Bentisch, benthos

Gebonden aan de (zee)bodem (mosselen, wormen enz.).

Biologie

De wetenschap van het leven (flora en fauna).

Bodemcultuur

Mosselen en oesters worden vaak gekweekt op afgeschermden percelen in open zeewater. Deze vorm van **maricultuur** wordt aangeduid als bodemcultures. In Nederland wordt het opgeviste mosselzaad bijvoorbeeld op kweekpercelen in de Waddenzee en in de Oosterschelde opgekweekt tot 'halfwas'-mosselen. Deze mosselen worden vervolgens op meer beschutte percelen opgekweekt tot consumptiemosselen.

Demersaal

Vrij zwemmend vlak boven de bodem van zee. Onder de zogenaamde demersale vissoorten vallen vissen als tong, schol en tarbot.

Detritus

Zie **dood organisch materiaal**.

Dood organisch materiaal (DOM), detritus

Dood organisch materiaal (DOM) is belangrijk voor de productiviteit van de zee door de rol van het materiaal in de microbiologische kringloop. Vroeger werd gedacht dat de opgeloste organische deeltjes een verliespost waren voor de **voedselpiramide** in zee. Bacteriën breken deze stoffen namelijk af. De Engelse planktononderzoeker Pomeroy ontdekte echter dat de bacteriën die het detritus eten op hun beurt weer gegeten worden door **algen**, de basis van de voedselpiramide. De microbiologische kringloop verloopt veel sneller dan de kringlopen in normale voedselketens, omdat deze zich op zeer kleine schaal afspeelt en omdat bacteriën en eencellige algen een hele snelle stofwisseling hebben. Eenderde tot de helft van de stofomzettingen in het open water vinden plaats als gevolg van deze microbiologische kringloop.

Bassins

Productiesysteem voor aquacultuur van onder andere **algen**, zeezagers en

zeepieren. De bassins zijn ondiepe vijvers waar het verbruik van water dat wordt ingelaten of opgepompt, is geminimaliseerd. Dit in tegenstelling tot doorstroombassins waarin water continu wordt ingelaten en weggepompt.

DHA

Zie **meervoudig onverzadigde vetzuren**.

Discard

Ongewenste bijvangst van de visserij die na het sorteren op **doelsoorten** overboord gaat. Discard kan bestaan uit ondermaatse commerciële vissoorten, commerciële vis die niet mag worden aangeland in verband met **quota**, niet-commerciële vissoorten en ongewervelde organismen.

Doelsoort

Zie **discard** en **quota**.

Dynamiek

De reactie van een **ecosysteem** op veranderingen wordt dynamiek genoemd. Een ecosysteem wordt beïnvloed door omringende ecosystemen en door factoren die niet constant zijn. Er zijn voorspelbare vormen van dynamiek zoals getijdendynamiek, seizoensdynamiek en min of meer toevallige dynamiek zoals de toestand van het weer. Ook de invloed van de mens veroorzaakt dynamiek, bijvoorbeeld door de verhoogde aanvoer van **nutriënten** en meststoffen of door de visserij.

Ecologie

De wetenschap van de betrekkingen van organismen tot elkaar en tot hun leefmilieu, of **habitat**, waarbij zowel het organisme als het leefmilieu centraal kunnen staan.

Ecosysteem

Een ecosysteem is het geheel van alle levende en levenloze componenten in een bepaald gebied die elkaar beïnvloeden en materiaal uitwisselen. Het concept ecosysteem verschilt van het concept levensgemeenschap, omdat ook alle a-biotische factoren worden meegerekend. In ecosystemen circuleren grote hoeveelheden (organische en anorganische) stoffen en energie door middel van ecologische processen. Ecosystemen in zee zijn geen moment hetzelfde, maar kennen vaak een grote **dynamiek**.

Exclusieve Economische Zone

De Exclusieve Economische Zone (EEZ) omvat een strook zee en zeebodem tot 200 zeemijl grenzend aan de kust, waarin kuststaten soevereine rechten kun-

nen claimen. Het Zeerechtverdrag van de Verenigde Naties (1982) legt algemene regels neer ten aanzien van de EEZ in Deel V. In Art. 56 van Deel V wordt bepaald dat de kuststaat:

- a soevereine rechten heeft ten behoeve van de exploratie en exploitatie, het behoud en beheer van de natuurlijke rijkdommen (levend en niet-levend), van de wateren boven de zeebodem, en van de zeebodem en de ondergrond daarvan, en met betrekking tot andere economische activiteiten voor de economische exploitatie en exploratie van de zone zoals de opwekking van energie uit het water, de stromen en de winden;
- b rechtsmacht heeft zoals bepaald in de desbetreffende bepalingen van het Verdrag inzake het recht van de zee ten aanzien van:
 - i de bouw en het gebruik van kunstmatige eilanden, installaties en inrichtingen (Art. 60);
 - ii wetenschappelijk onderzoek (Deel XIII van het Zeerechtverdrag);
 - iii de bescherming van het mariene milieu (Deel XII van het Zeerechtverdrag). Andere staten dan de kuststaat genieten in de EEZ de vrijheid van scheepvaart en overvliegen, het leggen van onderzeese kabels en pijpleidingen en andere internationaal rechtmatige soorten van gebruik van de zee, samenhangend met deze vrijheden. Nationale wetgeving moet van toepassing worden verklaard op de EEZ.

Eutrofiëring

Eutrofiëring (of overbemesting) is de ontwrichting van de voedselketens in een **ecosysteem** door de overmatige toevoer van voedingsstoffen. De verschillende voedingsstoffen kennen verschillende bronnen (o.a. landbouw, lozingen industrie en huishoudelijk afvalwater en het wegvervoer). In een waterig milieu kan eutrofiëring leiden tot een explosieve groei van specifieke soorten **micro-algen** en **wieren**. Hogere soorten waterplanten kunnen verdwijnen als de algen het water troebel maken en het licht niet meer tot op de bodem komt. Wanneer de algenmassa afsterft, kan het water tijdelijk zuurstofloos worden, waardoor sterfte optreedt onder dieren.

EPA

Zie **meervoudig onverzadigde vetzuren**.

Filter-feeder

Filter-feeders zijn zeeorganismen die grote hoeveelheden water verwerken teneinde zuurstof op te nemen en **micro-algen** af te zeven als bron van voedsel. Schelpdieren zoals mosselen zijn filter-feeders. Mosselen verzamelen voedseldeeltjes op het met trilharen bedekte oppervlak van hun kieuwen. Het voedsel wordt met die trilhaartjes naar de mond vervoerd. Niet alle schelpdieren zijn filter-feeders. Zandkokerwormen, ook filter-feeders, hebben tentakels

met een kleverige vloeistof waarmee ze voedseldeeltjes vangen.

Fytoplankton

Zie [algen](#).

Gezondheidsvoeding

Voedingsmiddelen die door de aanwezigheid van 'nutriceuticals' preventief kunnen werken.

Habitat

Het natuurlijke leefmilieu van een soort en of levensgemeenschap. Een plek met bepaalde abiotische omstandigheden, waardoor het juist geschikt is voor die soort en of die levensgemeenschap (zie ook [ecosysteem](#)).

Habitatrichtlijn

De habitatrichtlijn (92/43/EEG, 21 mei 1992) waarborgt de biologische diversiteit door het in stand houden van de natuurlijke [habitat](#) en de wilde flora en fauna op het Europese grondgebied van de lidstaten. Doel van de richtlijn is het komen tot een Europees netwerk van speciale beschermingszones, Natura 2000 genoemd.

Halofyt

Zoutminnende plant, die op (zeer) zoute plaatsen kan leven, bijvoorbeeld aan de kust.

Hatchery

In een hatchery, of broedhuis, worden ouderdieren aangezet tot geslachtsproductie en broed wordt geproduceerd. Een hatchery wordt meestal gecombineerd met een [nursery](#).

Heterotroof

Heterotrofe organismen betrekken de energie die nodig is voor de aanmaak van noodzakelijke organische verbindingen uit (geconsumeerde) organische verbindingen.

Kooiconstructies

Constructies van kooien of netten waarmee delen van de zee worden afgesloten om (vaak) vissen te kweken, denk aan zalm, zeebaars en zeebrasem. Dit is een vorm van [maricultuur](#), die vooral wordt toegepast in beschutte estuaria, baaien of fjorden.

Er bestaat een grote verscheidenheid aan technische constructies. Er is discussie over de effecten van intensieve vormen van maricultuur in kooien. De

vis is vanwege de intensiteit van de kweek vatbaar voor ziekten en infecties. Dit leidt tot gebruik van bestrijdings- en geneesmiddelen met het risico van verspreiding van deze middelen in het natuurlijke **ecosysteem**. Er bestaat een risico van verspreiding van ziekten van kweekvis naar wilde populaties. Wanneer kweekvissen ontsnappen – bijvoorbeeld door slecht weer of bij een calamiteit – kunnen zij de genetische samenstelling van wilde populaties doorkruisen. Dit wordt problematisch, wanneer fokprogramma's voor kweekvis in de toekomst verder geprofessionaliseerd zullen worden. Vooral door recent Canadees onderzoek naar de genetische modificatie van kweekvis om de groeitijd en de efficiëntie van de voedselconversie van kweekvis te verbeteren, is de discussie over het risico van ontsnappingen opgelaaid. Het toedienen van voer en de uitscheiding van mest kan leiden tot eutrofiëring.

Kringloop

Kringlopen van voedingsstoffen, water en energie kunnen gesloten worden door verschillende activiteiten – industrieel, agrarisch of marien – met elkaar te verbinden. Producten of materialenstromen van de ene activiteit worden gebruikt als grondstof voor de volgende activiteit. Dit leidt tot een besparing op grondstoffen door hergebruik van afvalstoffen.

Kwelder, schorren

Kwelders zijn stukken land die direct zonder duinenrij of dijken aan ondiepe getijdengebieden grenzen. Bij hoge waterstanden worden kwelders overspoeld met zeewater. Met het zeewater meegevoerde zand- en slibdeeltjes kunnen dan bezinken. Afhankelijk van hoe hoog de kwelder ten opzichte van de gemiddelde hoogwaterstand ligt, staat de kwelder elke vloed of alleen bij stormvloeden onder water. In Zeeland gebruikt men de aanduiding schor. In Noord-Nederland gebruikt men de aanduiding kwelder.

Maricultuur

Aquacultuur van mariene organismen (in zee). De meest bekende vormen van maricultuur zijn de kweek van zalm in beschutte baaien in Noorwegen, Chili en Schotland en de kweek van zeebaars en zeebrasem in de Middellandse Zee. Er zijn (in het buitenland) inmiddels ook golfbestendige kweekconstructies ontwikkeld, waardoor het technisch mogelijk is offshore-maricultuur te realiseren.

Meervoudig onverzadigde vetzuren, EPA, DHA

EPA (eicosapentaenzuur) en DHA (docosahexaenzuur) behoren tot de zogenaamde omega-3 vetzuren. Dit zijn meervoudig onverzadigde vetzuren, die een goede invloed hebben op hart en bloedvaten. Deze omega-3 vetzuren worden in het lichaam omgezet in hormoonachtige verbindingen die een rol spelen bij een groot aantal fysiologische processen zoals immuunrespons,

bloeddrukregulatie, trombose en ontstekingsreacties. Wetenschappelijk onderzoek heeft aangetoond dat een hoeveelheid van 0,2 gram omega-3 vetzuren de sterfte aan hart- en vaatziekten met bijna 30% kan verminderen. DHA draagt bij aan de ontwikkeling van het centrale zenuwstelsel, de hersenen en het gezichtsvermogen bij pasgeboren kinderen.

Metabole routes

Metabolisme is de stofwisseling in cellen van organismen. Door metabole reacties blijft een cel in leven. Kenmerkend voor deze reacties is dat ze verlopen in kleine stappen. De reacties vormen zo een metabole route. Metabole reacties betreffen zowel de afbraak van moleculen om energie te leveren (katabolisme) als de opbouw van meer complexe moleculen en structuren uit eenvoudigere moleculen (anabolisme).

Mineralisatie

Het biologische proces waarin **dood organisch materiaal** door schimmels en bacteriën wordt afgebroken tot anorganische verbindingen (bijv. ammonium NH_4^+).

Nursery

In een nursery wordt het broed uit de **hatchery** opgekweekt tot larven (vis) of zaad (schelpdieren).

Nutriënten, voedingsstoffen

Nutriënten zijn anorganische voedingsstoffen zoals fosforverbindingen (fosfaat) en stikstofverbindingen (ammonium NH_4^+ , nitraat NO_3^- en nitriet NO_2^-), kaliumverbindingen en kiezelzuur. Alleen primaire producenten zoals **algen** kunnen deze anorganische stoffen omzetten in organische verbindingen.

Nutriceuticals

Nutriceuticals zijn stoffen die een positieve invloed hebben op de gezondheid, ook al veroorzaakt het ontbreken ervan geen directe deficiëntieverschijnselen.

Pelagisch

Vrij zwemmend in de waterkolom, niet aan de bodem gebonden. Onder de zogenaamde pelagische vissen vallen soorten als haring, makreel, spiering, sprat en horsmakreel.

Polycultuur

De gelijktijdige kweek van verschillende (mariene) organismen (dieren of planten). Dit kan plaatsvinden als mengcultuur, waarbij de organismen gezamenlijk in één vijver of **bassin** worden gekweekt. Of verschillende monocultures

worden geschakeld in afzonderlijke productiesystemen, zodat een gesloten **kringloop**stelsel ontstaat.

Primaire productie

Zie **voedselpiramide**.

Recirculatiesysteem

In de Nederlandse viskweeksector wordt vis gekweekt in recirculatiesystemen (meerval, paling, en zeevis als tong en tarbot). In deze systemen wordt het kweekwater (na zuivering) hergebruikt, zodat de verversingsgraad minimaal is. Het water moet gezuiverd worden om de door de vissen geproduceerde afvalstoffen te verwijderen. Recirculatiesystemen scoren in vergelijking met andere productiesystemen voor **aquacultuur** goed als het om duurzaamheid gaat. De reststroom aan mest is sterk gereduceerd en geconcentreerd, en wordt niet geloosd op het open watersysteem. Bovendien kennen de systemen een hoge mate van 'bio-security' (geen ontsnappingen en kruising met wilde fauna). Het nadeel van recirculatiesystemen is dat ze kapitaalintensief zijn.

Schor

Zie **kwelder**.

Trofisch niveau, trofische

Plaats of voedselniveau in de **voedselpiramide**. Organismen behoren tot hetzelfde trofische niveau, wanneer zij hun voedsel in een gelijk aantal stappen verkrijgen, gerekend vanaf de planten. Het eerste en laagste trofische niveau omvat de primaire producenten (**algen** en **wieren**). Herbivoren bezetten het tweede trofische niveau en zijn primaire consumenten. Op het derde niveau eten de carnivoren de herbivoren (secundaire consumenten). Op het vierde niveau eten de secundaire carnivoren de primaire carnivoren. Veel organismen voeden zich op verscheidene trofische niveaus.

Quota, quotering

Om de visstand in de Noordzee op peil te houden, zijn quota ingesteld voor de vangst van belangrijke commerciële vissoorten. In Europees verband wordt ieder jaar de Total Allowable Catch (TAC) bepaald. Dat is de totale hoeveelheid vis die Europese vissers mogen vangen. Per land wordt dan vervolgens afgesproken welk deel van de TAC ieder land mag opvissen (het zgn. vangstquotum). De EU-lidstaten stellen zelf de voorschriften vast voor het gebruik van, en de controle op de hun toegewezen hoeveelheid. Vangstquota kunnen door landen onderling worden geruild. De Nederlandse quota worden via het Biesheuvelsysteem door de vissers zelf beheerd.

Verzilt, verzilting, zilt

In het spraakgebruik heeft zilt betrekking op zout en zee. Er is sprake van verzilting van de bodem, wanneer chloride in het water zorgt voor een verzouting van die bodem. Daardoor kunnen klassieke vormen van landgebruik die afhankelijk zijn van zoet water ($< 200 \text{ mg Cl}^-$ per liter) niet langer plaatsvinden. Per jaar komt mondiaal 10 miljoen hectare geïrrigeerde landbouwgrond vrij door een toenemende verzilting.

Visvoer

Intensieve vormen van **aquacultuur** (bijv. de kweek van carnivore vis) is afhankelijk van visvoer als externe input. Visvoer wordt gemaakt uit gist, soja, granen, diermeel, vismeel en visolie. Vismeel en visolie zijn belangrijke componenten. Wilde vis zoals sprot, kever, lodde, blauwe wijting, haring en zandspiering wordt verwerkt tot vismeel en visolie. Een gemiddelde kweekvis eet twee tot drie keer zijn eigen gewicht aan wilde vis, voordat hij marktwaardig is.

De industrievisserij op de Noordzee wordt gedomineerd door de Denen met Esbjerg als thuishaven. Op dit moment gaat ongeveer 20 tot 25% van de vismeel uit de industrievisserij naar de aquacultuur. Het visvoer dat de groeiende aquacultuursector zal gaan gebruiken, zal in eerste instantie ten koste gaan van het vismeel dat nu naar de veeteelt gaat. Uiteindelijk zullen vismeel en visolie schaars worden.

De industrievisserij heeft negatieve effecten op het **ecosysteem**. Kleinere vissoorten – die het natuurlijke voedsel vormen voor andere vissen in zee – worden weggevisd. De bijvangst van jong broed van commerciële soorten zoals haring en wijting zijn door het gebruik van fijnmazige netten hoog. De kwaliteit van visvoer staat onder druk. Schadelijke stoffen zoals dioxinen en pcb's die zitten opgehoopt in wildgevangen vis komen via vismeel en visolie in de kweekvis.

Vogelrichtlijn

Deze richtlijn (79/409/EG, 2 april 1979) is gericht op het in stand houden van alle natuurlijke in het wild levende vogelsoorten in Europa. Maatregelen die onderzocht worden, zijn onder andere het instellen van beschermingszones en het onderhoud en de ruimtelijke ordening van de leefgebieden. Bijzondere aandacht is er voor de bescherming van trekvogels.

Wieren

Zie **algen**.

Voedingsstoffen

Zie **nutriënten**.

Voedselpiramide

De basis van een voedselpiramide in een zeemilieu wordt gevormd door primaire producenten zoals **algen** en **wieren**. Zij zetten koolzuurgas en water om in suikers en zuurstof. De geproduceerde biomassa dient als voedsel voor hogere **trofische** niveaus. Elk niveau heeft zijn eigen processen met karakteristieke tijd- en ruimteschalen.

Vorzorgsbeginsel

Het voorzorgsbeginsel houdt in dat een voorgenomen activiteit niet mag worden gepleegd, wanneer er ernstige of onomkeerbare schade dreigt. Het houdt in dat men niet wacht op wetenschappelijke consensus over het oorzakelijke verband tussen verontreinigingen en effecten om een mogelijk probleem aan te pakken. Ernstige aanwijzingen zijn voldoende. Wanneer er onduidelijkheid bestaat over schadelijke gevolgen, dient het ontbreken van volledige wetenschappelijke zekerheid niet als argument te worden gebruikt om kosteneffectieve maatregelen tegen milieuaantasting te voorkomen.

Zoöplankton

Zoöplankton is dierlijk plankton. Dit kunnen microscopisch kleine ééncellige organismen zijn, maar ook veel grotere dieren zoals kwallen. Ook de larven van vissen en andere grotere zeedieren behoren vaak tot het dierlijk plankton. De meeste planktondiertjes kunnen zich wel verplaatsen, maar zijn niet sterk genoeg om tegen de stroom in vooruit te komen. Zoöplankton fungeert in de **voedselpiramide** als een 'doorgeefluik' van de door **algen** aangemaakte grondstoffen naar ander leven in zee.

Organisatie van de verkenning

Deze publicatie is tot stand gekomen dankzij de actieve betrokkenheid en medewerking van tientallen deskundigen, die in hun dagelijkse werkzaamheden betrokken zijn bij de zee. Deze deskundigen, werkzaam bij de overheid, in het bedrijfsleven of als zelfstandig ondernemer, bij maatschappelijke organisaties of bij kennisinstellingen, hebben belangeloos veel tijd en energie in het werktraject van deze verkenning gestopt. We zijn al deze mensen veel dank verschuldigd.

Een stuurgroep werd gevormd om de juiste invalshoek te vinden voor het werktraject en het inhoudelijke gehalte, de actualiteit en de samenhang van de verkenning te bewaken. De deelnemers aan de drie ontwerpgroepen vormen als deelnemers aan de discussies in de ontwerpgroepen, als auteurs van bijdragen aan de publicatie, en als kritisch lezer en commentator op bijdragen van anderen een onmisbare schakel in het tot stand komen van deze publicatie. Behalve deelnemers aan de ontwerpgroepen hebben ook externe auteurs een bijdrage geleverd.

STUURGROEP

prof.dr. J. Dronkers	Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag
drs. W.T. van Gelder (<i>voorzitter</i>)	Commissaris van de Koningin voor de Provincie Zeeland, Middelburg
ir. J. de Graaf	Ruimtelijk Planbureau, ontwerpatelier Naar Zee!, Den Haag
prof.dr.ir. J.L.A. Jansen	Bestuur Stichting de Noordzee, Utrecht
drs. C.J. Kalden	Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag
drs. M.C.Th. Scholten	Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, IJmuiden
prof.dr. J.H. Stel	International Centre for Integrated Studies, Universiteit Maastricht, Maastricht
ir. J.H. van der Veen	STT/Beweton, Den Haag
prof.dr. J.A.J. Verreth	Leerstoelgroep Visteelt en Visserij, Wageningen UR, Wageningen
drs. J.A.C. Vink	Nutreco Aquaculture, Boxmeer
dr.ir. R.H. Wijffels	Sectie Proceskunde, Wageningen UR, Wageningen
dr.ir. J.G. de Wilt	InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster, Den Haag

ONTWERPGROEP DE RIJKE NOORDZEE

mw. dr. C. Absil	Stichting De Noordzee, Utrecht
ir. B.A. Bannink	Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), Bilthoven. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag
ir. E. Berendsen	Waterbouw Innovatie Steunpunt, Rijkwaterstaat, Utrecht
dr. A.R. Boon	Expertisecentrum LNV, Ede. Momenteel Greenpeace, Amsterdam
D. Doepel	Ruimtelijk Planbureau, ontwerpatelier Naar Zee!, Den Haag. Momenteel Atelier Duzan Doepel, Rotterdam
dr. W. Dulfer	Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag
ir. J. de Graaf (<i>voorzitter</i>)	Ruimtelijk Planbureau, ontwerpatelier Naar Zee!, Den Haag
drs. F. Groenendijk	Stichting De Noordzee, Utrecht
W.M. den Heijer	Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek,

mr.drs. H. van den Heuvel	Wageningen UR, IJmuiden
drs. M. Kuijper	Productschap Vis, Rijswijk Waterloopkundig Laboratorium Delft Hydraulics, Delft
dr. C. Laban	TNO-NITG, Utrecht
dr. H.J. Lindeboom	Alterra, Wageningen UR, Den Burg. Nederlands Instituut voor Onderzoek der Zee, Den Burg
ir. M.C. Lok	Directie Natuurbeheer, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag
ir. R. Luijnenburg	Fugro NV, Leidschendam
drs. R.W.A. Oorschot	TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie, Den Helder
G. Oudakker	VolkerWessels, Woerden
ir. D.B.W. Snickers	NUON, Arnhem
drs. I. de Vries	Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag
dr. C. Westra	Unit Windenergie, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten
drs. H. Wilmer	Rijksinstituut voor Kust en Zee, Den Haag

ONTWERPGROEP ZEECULTUURPARK

dr. J. Bogemans	ScropS NV, Brussel
ir. H.P. van Dokkum	TNO Milieu, Energie en Procesinnovatie, Den Helder
ir. J.D. van Duijvenbode	Waterbouw Innovatie Steunpunt, Rijkswaterstaat, Utrecht
dr. A. ten Hoopen	Van Hall Instituut, Leeuwarden
ir. K. Hulsbergen	H ₂ iD, Hulsbergen Hydraulic Innovaton & Design, Emmeloord
ir. R.L.P. Lanthers	Directie Visserij, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag
drs. P. Morsch	Morsch Services, Economie en Ruimtelijke Ontwikkeling, Amsterdam
K. Prins	Prins & Dingemanse, Yerseke
drs. M.C.Th. Scholten (<i>voorzitter</i>)	Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, IJmuiden
ing. P.A. Slim	Alterra, Wageningen UR, Wageningen
dr. A.C. Smaal	Centrum voor Schelpdieronderzoek, Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, Yerseke

M. Stevens mw. ir. C.J.M. Suykerbuyk	Stevenshield International, Breda Ingenieursbureau Gemeentewerken, Gemeente Rotterdam, Rotterdam
drs. M. de Vries	Waterloopkundig Laboratorium Delft Hydraulics, Delft
R.E. Waterman drs. W.A. Wiersinga G. van Zonneveld	Provincie Zuid Holland, Den Haag Expertisecentrum LNV, Ede Zeeuwse Milieu Federatie, Goes

ONTWERPGROEP AQUAPRODUCTIEPARK/ZEE-OP-LAND

ing. R. Baard dr. W.A. Brandenburg	AquaCultura, Arnhem Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen
W.H.B.J. van Eijk mw. dr. P. Kamermans	Productschap Vis, Rijswijk Centrum voor Schelpdieronderzoek, Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, Yerseke
ir. A. Kamstra	Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek, Wageningen UR, IJmuiden
ir. K. Kloet dr. H. Komen	Fish Farm Yerseke, Yerseke Leerstoelgroep Visteelt en Visserij, Wageningen UR, Wageningen
dr. A. Koulman	Basiseenheid Farmaceutische Biologie, Rijksuniversiteit Groningen, Groningen
mw. dr.ir. J.M.J.G. Luyten	Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen UR, Wageningen
B. Meijering drs. T. Oegema drs. J.H. Reith	Topsy Baits, Wilhelminadorp IMSA, Amsterdam Unit Biomassa, Energieonderzoek Centrum Nederland, Petten
dr.ir. A.J. Rothuis	Directie Visserij, Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, Den Haag
dr. L. Sijsma	Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen UR, Wageningen
ir. F.H.M.R. Verheijen	Agrotechnology & Food Innovations, Wageningen UR, Wageningen
dr.ir. R.H. Wijffels (<i>voorzitter</i>)	Sectie Proceskunde, Wageningen UR, Wageningen

OVERIGE AUTEURS

ing. G.A. Beaufort	Waterbouw Innovatie Steunpunt, Rijkwaterstaat, Utrecht
J.T. Bremer	Wieringerwaard
B. Clasié	Stichting de Noordzee, Utrecht
dr. J.C. Dagevos	LEI, Wageningen UR, Den Haag
dr. J.N.M. Dekker	Sectie Natuurwetenschap & Samenleving, Universiteit Utrecht, Utrecht
dr. H.J. Grande	Biogrande, Maartensdijk
dr. D. de Groot	International Centre for Integrated Studies, Universiteit Maastricht, Maastricht
H. van Hanegem	Noordzee Breskens, Breskens
P. Henkemans	EcoDeco, Oegstgeest
dr.ir. J.J.M.H. Ketelaars	Plant Research International, Wageningen UR, Wageningen
drs. M. Laterveer	Diergaarde Blijdorp, Rotterdam
J. Vegter	Stichting Geïntegreerde Visserij, Groningen
E.J. van Well	Stichting de Noordzee, Utrecht

WINNAARS ONTWERPWEDSTRIJD

S. de Bont	Academie voor Bouwkunst, Amsterdam
H. van den Broek	Academie voor Bouwkunst, Amsterdam
M. Ritzen	Bouwkunde, TU Delft, Delft
A. van Tilburg	Bouwkunde, TU Delft, Delft

PROJECTLEIDING

Deze verkenning stond onder leiding van Esther Luiten, projectleider bij STT/Beweton. De inbreng van Annette Potting, projectsecretaresse voor deze verkenning, was onmisbaar. Haar ervaring bij STT/Beweton en haar nuchtere vragen en suggesties waren uitermate waardevol voor de alledaagse beslissingen, die genomen moeten worden om een verkenning tot een goed einde te brengen. Rosemarijke Otten, projectsecretaresse bij STT/Beweton, was flexibel inzetbaar in het werktraject en heeft vakkundig de taalredactie van deze publicatie uitgevoerd. Carolien Klep, tijdelijke kracht bij STT/Beweton ter ondersteuning van het secretariaat, wordt bedankt voor haar positieve en praktische inbreng in de afrondings- en redactiefase van deze publicatie. De stafmedewerkers van het InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster en

de collega-projectleiders bij STT/Beweton hebben bijgedragen aan deze verkenning door hun ervaringen met het organiseren van projecten, waarin deelnemers worden aangespoord tot toekomstgericht en innovatief denken, te delen met de projectleiding.

Samenwerkingspartners voor deze verkenning

In deze verkenning is nauw samengewerkt met het InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster. De samenwerking is tot stand gekomen in het kader van de Commissie van Overleg Sectorraden (COS), waarvan het InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster/NRLO en STT/Beweton beide lid zijn. InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster en de COS hebben de verkenning financieel ondersteund.



COS

De Commissie van Overleg Sectorraden (COS) is het onder de Raamwet Sectorraden voor onderzoek en ontwikkeling opererende parapluorgaan van samenwerkende Sectorraden en andere verkenningsscholleges. De COS is een overlegplatform en heeft tot doel het bevorderen van samenwerking tussen leden bij verkenningen en (programmerings)studies, bevordering van methodiek- en instrumentontwikkeling en gemeenschappelijke belangenbehartiging. De sectorraden, die onder de COS-paraplu functioneren, zijn onafhankelijke verkenning- en programmeringsscholleges. Ze zijn interdisciplinair van opzet en bestaan uit vertegenwoordigers van maatschappij en bedrijfsleven, onderzoekswereld en overheid (adviserend lid). Op basis van bijvoorbeeld middellange- en langetermijnverkenningen en gesignaleerde trends formuleren zij prioriteiten voor het van overheidswege gefinancierde maatschappijgerichte onderzoek. Ook niet-sectorraden kunnen onder bepaalde voorwaarden lid zijn van de COS. COS-leden zijn:

- Raad voor Gezondheidsonderzoek (RGO).
- Raad voor Ruimtelijk, Milieu- en Natuuronderzoek (RMNO).
- InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster/NRLO.
- Raad voor het Wetenschappelijk Onderzoek in het kader van de Ontwikkelingssamenwerking (RAWOO).
- Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT/Beweton).

Voor de volgende terreinen is een sectorraad in voorbereiding of worden de mogelijkheden van het sectorraadsmodel gezien:

- Openbaar bestuur, justitie en veiligheid (2004).
- Onderwijs.
- Verkeer, vervoer en infrastructuur.
- Arbeid.

Meer informatie over de COS-leden en de projecten vindt u op de website: www.minocw.nl/cos



InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster

Nederland heeft te maken met hardnekkige problemen binnen de groene ruimte en de landbouw. Er is weinig ruimte en de behoefte eraan neemt alleen maar toe. Verlies aan omgevingskwaliteit dreigt. Voedselketens zijn onvolgende transparant. De productiewijze staat ter discussie: dierenwelzijn schiet tekort en dierziekten veroorzaken crises in de voedselproductie. Ondernemers worstelen met toenemende eisen van de consument en de retail. Ze krijgen steeds meer te maken met internationale concurrentie, met nationale en Europese wet- en regelgeving en met de WTO. Deze problemen

staan niet los van elkaar; in vele gevallen hangen zij samen en versterken ze elkaar. De urgentie is groot om tot duurzame oplossingen te komen. Deze worden veelal niet bereikt via de vele stapsgewijze vernieuwingen die overal gaande zijn. InnovatieNetwerk wil handen en voeten geven aan ingrijpende vernieuwingen die nodig zijn om dit soort problemen het hoofd te bieden. Dit betekent dat ecologische, economische en sociale ontwikkelingen elkaar moeten versterken. Maar bestuurlijk moet er ook ruimte worden geschapen om te denken en te ontwerpen buiten bestaande kaders. Duurzaamheid is hierbij ons richtsnoer.

InnovatieNetwerk ontwikkelt hiertoe nieuwe concepten gericht op kansen voor ingrijpende doorbraken, of het aanpakken van sleutelbelemmeringen om tot innovatie te komen. Belangrijke instrumenten zijn onder andere verkenningen, creatieve sessies en het ontwerpen van uitdagende streefbeelden. Zoals een kas die energie levert in plaats van verslindt. InnovatieNetwerk organiseert ontmoetingen tussen mensen die elkaar gewoonlijk niet ontmoeten. In meerdere gevallen haken we ook aan bij prille ideeën van vernieuwende ondernemers.

Onze taak zit er echter niet op als er een ontwerp is gemaakt van een concept of een idee. We beschouwen het ook als onze opdracht om die concepten in de praktijk tot realisatie te laten komen, onder andere door al in een vroeg stadium belangrijke partijen te betrekken die daarbij een belangrijke rol kunnen spelen. Ten slotte kunnen ingrijpende gedachten over vernieuwingen ook belangrijke maatschappelijke of politiek-bestuurlijke discussies oproepen. Daar waar mogelijk willen we de discussie daarover aanjagen.

STT-publicaties

Alle publicaties waarbij het ISBN is vermeld, zijn verkrijgbaar via STT/Beweton of via de boekhandel.

De overige publicaties zijn alleen te verkrijgen bij
STT/Beweton
Postbus 30424
2500 GK Den Haag
Telefoon + 31 70 3029830
Fax + 31 70 3616185
E-mail info@stt.nl

De meest recente publicatielijst voor derden is op de homepage te vinden:
<http://www.stt.nl>

- 67 Zee in zicht, zilte waarden duurzaam benut
Redactie: dr. Esther Luiten, 2004 (ISBN 90 804496 8 7)
- 66 Zorgtechnologie, kansen voor innovatie en gebruik
Redactie: dr.ir. Jessika van Kammen, 2002 (ISBN 90 804496 7 9)
- 65 Dealing with the data flood, Mining data, text and multimedia
edited by J.M. Meij, 2002 (ISBN 90 804496 6 0)
- 64 Betrouwbaarheid van technische systemen, anticiperen op trends
Redactie: dr. M.R. de Graef, 2001 (ISBN 90 804496 5 2)
- 63 Toekomst@werk.nl. Reflecties op Economie, Technologie en Arbeid
Redactie: drs. Rifka M. Weehuizen, 2000 (ISBN 90 804496 4 4)
- 62 Vernieuwing in productontwikkeling, strategie voor de toekomst
Redactie: ir. Arie Korbijn, 1999 (ISBN 90 804496 3 6)
- 61 Stroomversnelling, de volgende elektrische innovatiegolf
Redactie: ir. J.M. Meij, 1999 (ISBN 90 804496 2 8)
- 60 Nanotechnology, towards a molecular construction kit
Edited by Arthur ten Wolde, 1998 (ISBN 90 804496 1 X)
- 59 Bouwwijs, materialen en methoden voor toekomstige gebouwen
Redactie: ir. Annemieke Venemans, 1997 (ISBN 90 6155 816 6)
- 58 Gezonde productiviteit, innoveren voor betere arbeidsomstandigheden
Redactie: ir. Arie Korbijn, 1996 (ISBN 90 6155 744 5)
- 57 Digitale leermiddelen in beroepsopleidingen (incl cd-i en samenvatting)
Redactie: dr. A. ten Wolde, 1996 (ISBN 90 6155 730 5)
- 56 Microsystem technology: exploring opportunities
Edited by Gerben Klein Lebbink, 1994 (ISBN 90 14 05088 7)
- 55 Schone kansen, denkbeelden over ondernemerschap en milieu-
management
Redactie: ir. E.W.L. van Engelen, J. van Goor, 1994 (ISBN 90 14 04929 3)
- 54 Goederenvervoer over korte afstand
Redactie: ir. M.J. Venemans, 1994 (ISBN 90 14 04928 5)
- 53 Elektriciteit in perspectief, 'energie en milieu'
Redactie: ir. E.W.L. van Engelen, 1992 (ISBN 90 14 04715 0)
- 52 Inspelen op complexiteit
Redactie: drs. M.J.A. Alkemade, 1992 (ISBN 90 14 03883 6)
- 51 Plantaardige grondstoffen voor de industrie
Redactie: drs. W.G.J. Brouwer, 1991 (ISBN 9014 03882 8)
- 50 Opleiden voor de toekomst: instrument voor beleid
ir. H.B. van Terwisga en drs. E. van Sluijs, 1990 (ISBN 90 14 04506 9)
- 49 Grenzen aan techniek
Redactie: ir. A.J. van Griethuysen, 1989 (ISBN 90 14 03880 1)
- 48 Kennissystemen in de industrie
Redactie: ir. J.J.S.C. de Witte en drs. A.Y.L. Kwee, 1988

- 47 Kennissystemen in de dienstensector
Redactie: drs. A.Y.L. Kwee en ir. J.J.S.C. de Witte, 1987
- 46 Kennissystemen en medische besluitvorming
Redactie: ir. J.J.S.C. de Witte en drs. A.Y.L. Kwee, 1987
- 45 Kennissystemen in het onderwijs
Redactie: ir. J.J.S.C. de Witte en drs. A.Y.L. Kwee, 1987
- 44 Onderhoudsbewust ontwerpen nu en in de toekomst
Redactie: ir. G. Laurentius, 1987
- 43 Nieuwe toepassingen van materialen
Redactie: ir. A.J. van Griethuysen, 1986
- 42 Techniek voor ouderen
Redactie: ir. M.H. Blom Fuhri Snethlage, 1986 (ISBN 90 14 03822 4)
- 41 De toekomst van onze voedingsmiddelenindustrie
Redactie: drs. J.C.M. Schogt en prof.dr.ir. W.J. Beek, 1985
- 40 Bedrijf, kennis en innovatie
Redactie: ir. H. Timmerman, 1985
- 39 De kwetsbaarheid van de stad; verstoringen in water, gas, elektriciteit en telefonie
Samensteller: ir. G. Laurentius, 1984
- 38 Man and information technology: towards friendlier systems
Edited by J.H.F. van Apeldoorn, 1983
- 37 Nederland en de rijkdommen van de zee: industrieel perspectief en het nieuwe zeerecht
Redactie: ir. J.F.P. Schönfeld en mr.drs. Ph.J. de Koning Gans, 1983
- 36 Informatietechniek in het kantoor; ervaringen in zeven organisaties
Samensteller: drs. F.J.G. Fransen, 1983
- 35 Automatisering in de fabriek; vertrekpunten voor beleid
Redactie: ir. H. Timmerman, 1983
- 34 Flexibele automatisering in Nederland; ervaringen en opinies
Redactie: ir. G. Laurentius, ir. H. Timmerman en ir. A.A.M. Vermeulen, 1982
- 33 Toekomstige verwarming van woningen en gebouwen
Eindredactie: ir. A.C. Sjoerdsma, 1982
- 32 Micro-elektronica voor onze toekomst; een kritische beschouwing
Samenstellers: burggraaf E. Davignon e.a., 1982
- 31-9 Micro-elektronica: de belastingdienst
Samensteller: ir. H.K. Boswijk, 1981
- 31-8 Micro-elektronica: het reiswezen
Samensteller: ir. H.K. Boswijk, 1981
- 31-7 Micro-elektronica: het kantoor
Samensteller: ir. H.K. Boswijk, 1981

- 31-6 Micro-elektronica: het bankwezen
Samensteller: ir. H.K. Boswijk, 1981
- 31-5 Micro-elektronica: het ontwerpproces
Samensteller: ir. H.K. Boswijk, 1981
- 31-4 Micro-elektronica: productinnovatie van consumentenprodukten en diensten voor gebruik in huis
Samensteller: ir. H.K. Boswijk, 1981
- 31-3 Micro-elektronica: procesinnovatie in de sector elektro-metaal
Samensteller: ir. H.K. Boswijk, 1981
- 31-2 Micro-elektronica: de grafische industrie en uitgeverijen
Samensteller: ir. H.K. Boswijk, 1981
- 31-1 Micro-elektronica: de rundveehouderij
Samensteller: ir. H.K. Boswijk, 1981
- 31 Micro-elektronica in beroep en bedrijf; balans en verwachting
Samensteller: ir. H.K. Boswijk, 1981
- 30 Biotechnology; a Dutch perspective
Edited by J.H.F. van Apeldoorn, 1981
- 29 Wonen en techniek; ervaringen van gisteren, ideeën voor morgen
Redactie: ir. J. Overeem en dr. G.H. Jansen, 1981
- 28 Distributie van consumentengoederen; informatie en communicatie in perspectief
Redactie: ir. R.G.F. de Groot, 1980
- 27 Steenkool voor onze toekomst
Eindredactie: ir. A.C. Sjoerdsma, 1980
- 26 Bos en hout voor onze toekomst
Redactie: ir. T.K. de Haas, ir. J.H.F. van Apeldoorn, ir. A.C. Sjoerdsma, 1979
- 25 Arts en gegevensverwerking
Redactie: ir. R.G.F. de Groot, 1979
- 24 Toekomstbeeld der industrie
prof.dr. P. de Wolff e.a., 1978
- 23 De industrie in Nederland: verkenning van knelpunten en mogelijkheden
Redactie: ir. H.K. Boswijk en ir. R.G.F. de Groot, 1978
- 22 Materialen voor onze samenleving
Redactie: ir. J.A. Over, 1976
- 21 Stedelijk verkeer en vervoer langs nieuwe banen?
Redactie: ir. J. Overeem, 1976
- 20 Voedsel voor allen, plaats en rol van de EEG
prof.dr. J. Tinbergen e.a., 1976
- 19 Energy conservation: ways and means
edited by J.A. Over and A.C. Sjoerdsma, 1974

- 18 Mens en milieu: kringlopen van materie
Stuurgroep en Werkgroepen voor Milieuzorg, 1973
- 17 Mens en milieu: zorg voor zuivere lucht
Stuurgroep en Werkgroepen voor Milieuzorg, 1973
- 16 Mens en milieu: beheerste groei
Stuurgroep en Werkgroepen voor Milieuzorg, 1973
- 15 Technologisch verkennen: methoden en mogelijkheden
ir. A. van der Lee e.a., 1973
- 14 Techniek en preventief gezondheidsonderzoek
dr. M.J. Hartgerink e.a., 1973
- 13 Communicatiestad 1985: elektronische communicatie met huis en
bedrijf
prof.dr.ir. J.L. Bordewijk e.a., 1973
- 12 Elektriciteit in onze toekomstige energievoorziening: mogelijkheden en
consequenties
dr.ir. H. Hoog e.a., 1972
- 11 Transmissiesystemen voor elektrische energie in Nederland
prof.dr. J.J. Went e.a., 1972
- 10 Barge carriers: some technical, economic and legal aspects
drs. W. Cordia e.a., 1972
- 9 Het voeden van Nederland nu en in de toekomst
prof.dr.ir. M.J.L. Dols e.a., 1971
- 8 Mens en milieu: prioriteiten en keuze
ir. L. Schepers e.a., 1971
- 7 Electrical energy needs and environmental problems, now and in the futu-
re
ir. J.H. Bakker e.a., 1971
- 6 De invloed van goedkope elektrische energie op de technische ontwik-
keling in Nederland
dr. P.J. van Duin, 1971
- 5 De overgangsprocedures in het verkeer
prof.ir. J.L.A. Cuperus e.a., 1969
- 4 Hoe komt een beleidsvisie tot stand?
Ir. P.H. Bosboom, 1969
- 3 Verkeersmiddelen
prof.ir. J.L.A. Cuperus e.a., 1968
- 2 Techniek en toekomstbeeld; telecommunicatie in telescopisch beeld
prof.dr.ir. R.M.M. Oberman, 1968
- 1 Toekomstbeeld der techniek
ir. J. Smit, 1968

Overige uitgaven:

- New applications of materials
edited by A.J. van Griethuysen, 1988 (ISBN 0 95 13623 0 5)
- Mariene ontwikkelingen in de Verenigde Staten, Japan, Frankrijk,
West-Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en Nederland: organisatie, aan-
dachtsgebieden en budgets
Redactie: ir. J.F.P. Schönfeld en mr.drs. Ph.J. de Koning Gans, 1984
- Het belang van STT (toespraak bij het 15-jarig bestaan van STT)
door prof.ir. Th. Quené, 1983
- De innovatienota; een aanvulling
H.K. Boswijk, J.G. Wissema, en W.C.L. Zegveld, 1980

Deze verkenning kwam tot stand dankzij de financiële steun van het bedrijfsleven, de overheid en het Koninklijk Instituut van Ingenieurs (KIVI).

Subsidieverleners STT/Beweton

Aalberts Industries
Akzo Nobel
Arcadis
Atos Origin Nederland
CMG Nederland
Corus Group
CSM
DHV Groep
DSM
Eldim
Fugro
Heineken Nederland
Holland Railconsult
Hollandsche Beton Groep
ING Bank
IQUIP Informatica
KEMA

KIVI
Koninklijke KPN
Lucent Technologies
Micro*Montage
Ministerie van Economische Zaken
Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
Nederlandse Gasunie
Nederlandse Unilever Bedrijven
Océ-Technologies
Philips Electronics
PinkRocade
Rabobank Nederland
Royal Haskoning
Schneider MGTE
Sdu
Shell Nederland
Siemens Nederland
Solvay Nederland
Stichting Energieonderzoek Centrum Nederland
Stork
TBI Holdings
TNO
TPG
Urenco
VNU
Vopak Oil Logistics Europe & Middle East



De zee is rijk en grenzeloos. De diversiteit aan marien leven, zowel planten als dieren, is enorm.

De huidige vormen van oogsten uit zee zijn echter schamel. Zilte groenten en Sint Jakobsschelpen staan niet op ons menu. Maar ook mogelijkheden voor het maken van medicijnen blijven onbenut. Het gebruik is bovendien in veel gevallen weinig duurzaam. De vraag is of en hoe dit anders kan. Kan er niet méér uit zee komen zonder haar schade toe te brengen?

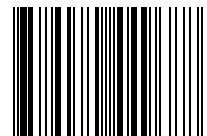
Hoe kan de zee op een innovatieve manier voorzien in behoeften als veilig en gezond voedsel, duurzame energie, industriële grondstoffen en belevingsproducten als natuur, vermaak en ontspanning? Het pleidooi in deze publicatie is dat we – zowel ondernemers, consumenten als burgers – met andere ogen naar de zee kunnen en moeten gaan kijken. Door te (willen) leren van natuurlijke processen en van de diversiteit en productiviteit van het mariene leven in zee ontstaan er mogelijkheden om op een duurzame manier te oogsten uit zee. De zee zèlf als bron van inspiratie voor zilte waarden; producten en diensten die zich uitstrekken van voedsel, gezondheidsvoeding, vis- en veevoer en energie tot de (veelal onzichtbare) natuur.

In deze publicatie wordt deze nieuwe manier van oogsten concreet en voorstelbaar gemaakt door voor drie verschillende gebieden – de Noordzee offshore, de ondiepe overgangsgebieden tussen land en water, en locaties op land – concrete en vernieuwende ideeën uit te werken. Deze publicatie is het tastbare resultaat van een verkenning, waaraan vele (zeeliefhebbende) deskundigen hebben bijgedragen.

Deze publicatie dient om de ideeën verder te dragen. Maar vooral ook om de lezer te inspireren.

STT/Beweton heeft deze verkenning uitgevoerd in samenwerking met het InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster. Deze samenwerking is tot stand gekomen in het kader van de Commissie van Overleg Sectorraden (COS).

ISBN 90-804496-8-7



9 789080 449688 >