

Mariene parken: duurzaam in zee

Dr.ir. J. Broeze, Ir. A.E. Simons (Wageningen UR, Agrotechnology and Food Innovations B.V.)

Dr.ir. J.J.M.H. Ketelaars (Wageningen UR, Plant Research International)

Drs.ing. F.H. Bethe, Ing. R.J.W. Olde Loohuis (Wageningen UR, Alterra)



Ir. J. de Graaf, D. Doepel MA (Trans Atlantis)

Trans Atlantis

De rapportage is opgesteld als onderdeel van het thema “Transitie Duurzame Landbouw”, onder begeleiding van Dr.ir. J.G. de Wilt (InnovatieNetwerk) .

InnovatieNetwerk Groene Ruimte en Agrocluster
Postbus 20401
2500 EK Den Haag
tel.: 070 378 56 53
internet: <http://www.agro.nl/innovatienetwerk/>

ISBN: 90 - 5059 - 217 - 1

Overname van tekstdelen is toegestaan, mits met bronvermelding.

Rapportnr. 04.2.070 (serie achtergrondrapporten), Den Haag, maart 2004

Voorwoord

Nederland kent een lange traditie van strijd tegen de zee. Land werd veroverd op de zee en moest soms ook weer worden prijsgegeven. De zee wordt beschouwd als een vijand, die met alle mogelijke middelen moet worden buitengesloten. Onze waterwerken - om de zee in te tomen - zijn wereldberoemd. Onze eetcultuur is landgericht: de consumptie van producten uit zee is in Nederland relatief laag ten opzichte van andere Europese landen. De eens bloeiende scheepsbouw en visserij zijn nu drastisch geslonken.

Een transitie van een landgerichte naar een zeegerichte benadering is dringend noodzakelijk. De steeds groeiende problematiek met betrekking tot overbevissing, uitputting van hulpbronnen en zeespiegelstijging nopen ons na te denken over duurzame oplossingen voor zowel onze voedselvoorziening, energieproductie, kustverdediging, natuur als voor de (milieu)veiligheid van zeetransport. De rijkdom van de zee is ongekend, en de potenties worden slechts minimaal benut.

Transities zoals die hebben plaatsgevonden op het land kunnen ook op of in zee aanzienlijke duurzaamheidssprongen opleveren. Nederland heeft wat dat betreft een uitstekende uitgangspositie: met de kennis en technologie op het gebied van landbouw, waterbouw en energie kan ook de zee worden "veroverd". Om de discussie over werkelijk duurzame ontwikkelingen te voeden worden in dit rapport enkele systemen geschetst die fundamentele oplossingen bieden vanuit combinaties van verschillende functies op zee (energie, voedsel, water).

Onder begeleiding van dr.ir. J.G. de Wilt zijn de auteurs uitstekend geslaagd in hun opdracht. De ontwerpen in dit rapport vormen een rijke voedingsbodem voor de verkenning Ocean Farming, die door InnovatieNetwerk, de Stichting Toekomstbeeld der Techniek (STT) en de Commissie Overleg Sectorraden (COS) wordt uitgevoerd. Het ontwerp Atlantis 2020 uit dit rapport bevat het idee voor "Seawing", dat in een verder uitgewerkte vorm de Juryprijs heeft gewonnen op de Noordzeedagen 2003. Ook zijn er raakvlakken met het project Innofisk van InnovatieNetwerk, een concept voor visteelt aan boord van een schip.

Inmiddels bestaat er concrete interesse vanuit de werelden van energie, waterbouw en landbouw voor het experimenteren met (onderdelen van) de ontwerpen. Dit geeft vertrouwen dat de ontwerpen, samen met de andere genoemde initiatieven, zullen bijdragen aan meer zeegericht denken en doen.

*Dr. G. Vos,
Directeur InnovatieNetwerk
Groene Ruimte en Agrocluster.*

Inhoudsopgave

Voorwoord	i
Samenvatting	1
1. Inleiding	3
1.1. State-of-the-art van voedselproductiesystemen	
1.2. Logistieke functies op zee	
1.3. Recreatie op zee	
1.4. Kustverdediging	
1.5. Op weg naar duurzame oplossingen	
2. Gesloten productiesystemen: Atlantis 2020	9
2.1. Een meervoudige uitdaging	
2.2. Een schets van een ontwerp	
2.3. Omslagen in visproductie	
2.4. Kansen en bedreigingen	
2.5. Ontwerp- en innovatieopgave	
2.6. Landschap 'Atlantis 2020'	
3. Luwteparken: nieuwe functiecombinaties in kalm water	19
3.1. Een meervoudige uitdaging	
3.2. Vaste constructies als bouwstenen voor mariene parken	
3.3. Rustpunten voor kustverdediging en natuurontwikkeling	
3.4. Meervoudige gebruiksmogelijkheden	
3.5. Een marien landschap van formaat: 'Hollands Luwtepark'	
3.6. Kansen en bedreigingen	
3.7. Ontwerp- en innovatieopgave	
3.8. De weg naar ontwikkeling van luwteparken	
4. Drijvende mariene parken	29
4.1. Ontwerp- en innovatieopgave van een flexibel concept	
4.2. De weg naar ontwikkeling van mobiele mariene parken	
5. Hoe verder?	33
Summary	35

Samenvatting

De steeds groeiende problematiek met betrekking tot de zeespiegelstijging en overbevissing van de zeeën zet druk op de ketel om na te denken over duurzame oplossingen voor zowel onze voedselvoorziening, energieproductie, kustverdediging, natuur als (milieu)veiligheid van zeetransport. Gangbare oplossingen (zoals dijkverhoging, inrichting van wetlands of windmolens) zijn vaak eenzijdig gericht op een enkel duurzaamheidsprincipe, bijvoorbeeld op kustverdediging of energieproductie. Om de discussie over werkelijk duurzame ontwikkelingen te voeden worden in dit rapport enkele systemen geschetst die fundamentele oplossingen bieden vanuit juist combinaties van duurzaamheidsprincipes.

Bij het streven naar duurzaamheid biedt een zeewaarts gerichte aanpak grote mogelijkheden. Hierbij wordt afscheid genomen van het paradigma dat het zeelandschap niet of minimaal mag worden veranderd. In plaats daarvan wordt gestreefd naar een zeewaarts gerichte aanpak om oplossingsrichtingen te verkennen die zowel voor mens als natuur, en zowel voor zee als land grote duurzaamheidssprongen betekenen. Ter onderbouwing daarvan worden in dit rapport naast concepten met een accent op productie (voedselproductie in 'Atlantis 2020', logistieke functies in drijvende parken) ook op de natuur gerichte concepten (eilanden met 'kraamkamers voor maritiem leven') gepresenteerd:

- Het ontwerp 'Atlantis 2020' maakt gebruik van stromingsenergie (zoals wind of golfslag) voor de productie van voedsel: door chemo-autotrofe bacteriën (die leven op waterstof en koolzuurgas) kan biomassa worden geproduceerd, die weer kan dienen als visvoer. Door het geheel in afgesloten units op zee te ontwikkelen kan (a) voedsel worden geproduceerd met minimale belasting van de natuurlijke populaties in zee en (b) effectief gebruik worden gemaakt van energie.
- Drijvende constructies kunnen verschillende functies combineren, bijvoorbeeld logistieke functies (overslag, als vooruitgeschoven post van een zeehaven), golfdemping ten behoeve van kustverdediging, energiewinning, onderhoud van Atlantis 2020 modules. Het mobiele karakter maakt het mogelijk om voortdurend te optimaliseren bij veranderende omstandigheden, zoals het zoeken van locaties met gunstige windcondities, en het aanpassen van de locatie bij veranderende logistieke behoeften. Overslag op zee kan belangrijke milieuvoordelen opleveren: grote olietankers kunnen verder uit de kust blijven, en de kans op scheepsrampen wordt daardoor aanzienlijk verkleind.
- Vaste constructies ('Luwteparken') dienen verschillende doelen: (1) het verbeteren van de kustverdediging door het dempen van golfslag en (2) nieuwe natuurontwikkeling (inclusief vispopulaties) in zee stimuleren en eventueel (3) voedselproductie als alternatief voor visteelt. Dit concept biedt volop ruimte voor de ontwikkeling van recreatiefuncties. Ook andere functies zoals genoemd in het vorige punt kunnen hiermee worden geïntegreerd. Deze ontwerpen kunnen worden gecombineerd met geplande constructies in zee (zoals windmolenparken).

Ontwikkeling van dergelijke grootschalige concepten in zee zal naar verwachting stuiten op maatschappelijke weerstanden. Daarnaast vragen ze om technologische doorbraken en aanzienlijke investeringen. Door aan te sluiten op nu al lopende ontwikkelingen in zee, ligt met beperkte aanpassingen van de plannen de winst voor het oprapen, met name bij de ontmanteling van boorplatforms en bij de ontwikkeling van windmolenparken in zee. Zo worden in Denemarken en Duitsland momenteel grootschalige parken ontwikkeld in zee; ook enkele windmolenparken voor de Nederlandse kust zijn inmiddels in ontwikkeling. Door nu reeds na te denken over meervoudige gebruiksvormen kunnen toekomstige projecten een duurzamer karakter krijgen.

Rondom de verschillende ontwerpen wordt aansluiting gezocht bij partijen die nu reeds met concrete ontwikkelingen in zee bezig zijn, om de mogelijkheden voor een praktijkexperiment in kaart te brengen.

1. Inleiding

In de geschiedenis van de mens is het vergaren van voedsel in de vorm van jagen en verzamelen geleidelijk aangevuld en voor een steeds groter deel vervangen door landbouw. Deze ontwikkeling betekende een substantiële verbetering van de exploitatie van de natuurlijke hulpbronnen en een aanzienlijke verbetering van de voedselvoorziening.

Voedsel uit zee wordt nog voor een groot deel gewonnen door jagen en verzamelen. Dit systeem krijgt steeds meer het karakter van roofbouw, met name door de toegenomen technologische mogelijkheden. De afgelopen jaren wordt steeds duidelijker dat deze exploitatievorm niet duurzaam is: teruglopende vispopulatie, aantasting van biodiversiteit, etc. Onlangs is door de Europese Commissie geconcludeerd dat 20 jaar Gemeenschappelijk Visserijbeleid niet heeft geresulteerd in duurzame exploitatie van de visserijgronden; oplossingen lijken nog ver weg te liggen¹.

Ook op andere vlakken is onze relatie met zee nog verre van duurzaam en optimaal. Scheepsrampen leiden geregeld tot grote ecologische rampen; de efficiëntie van scheepstransport kan nog aanzienlijk worden verbeterd door extra overslagpunten (bijvoorbeeld op zee). En de problematiek van kustverdediging wordt steeds groter.

Transities zoals die hebben plaatsgevonden op het land kunnen ook op of in zee aanzienlijke duurzaamheidssprongen opleveren. Dit roept de vraag op of bijvoorbeeld voor de mariene omgeving productiemogelijkheden bestaan die het niveau van de verzamelcultuur overstijgen. Is het mogelijk om deze opties direct te realiseren zonder alle tussenstadia die de ontwikkeling op het land kenmerken? Is het daarmee mogelijk om de zee te benutten als productieomgeving voor de mens met respect voor de zeebiotoop? Kan deze biotoop door menselijk handelen zelfs nog worden verrijkt? Kunnen we in de mariene omgeving zeecultuurlandschappen doen ontstaan die in waarde de huidige – door overbevissing met sleepnetten gevormde – ‘zeewoestijnen’ in rijkdom overstijgen?

Doel van deze verkenning is een aantal beelden van perspectievolle ontwikkelingen te schetsen. Niet met de bedoeling om deze per direct te realiseren, maar om een discussie aan te jagen om dergelijke ontwikkelingen denkbaar en daarmee bespreekbaar te maken. Aan belanghebbenden en burgers wordt niet gevraagd of men voor of tegen één van de gepresenteerde varianten is, maar welke aspecten van welke varianten aanspreken. Is het bijvoorbeeld acceptabel om in de Noordzee de huidige zeewoestijn (de bodem wordt regelmatig omgeploegd door de sleepnetten van vissers) te ontwikkelen tot een zeecultuurlandschap met een biologische rijkdom vergelijkbaar met de Oosterschelde biotoop, en is deze economisch vitaal te maken? Een andere vraag is bijvoorbeeld of intensieve grondstofproductie (food maar ook non-food) op industriële schaal werkelijk mogelijk is in symbiose met de mariene omgeving.

¹ Green Paper: The future of the common fish policy, European Commission (2001).

Om deze discussie te voeden worden in dit rapport verschillende innovatieve ontwerpen gepresenteerd, met opspanningen in verschillende richtingen:

- ontwikkeling van zowel een voedselproductiesysteem als logistieke voorzieningen, kustverdediging en natuur;
- zowel strikte scheiding van voedselproductie en natuur in monofunctionele systemen als juist integratie van voedselproductie en natuurontwikkeling in multifunctionele ontwerpen;
- zowel kleinschalige als grootschalige ontwerpen.

1.1. State-of-the-art van voedselproductiesystemen

De manier waarop wij nu, wereldwijd, in onze voedselbehoefte voorzien kan in het kort als volgt worden getypeerd:

- Ons voedsel komt in hoofdzaak van terrestrische productiesystemen: wij mensen zijn in hoge mate 'landdieren' met een menu gebaseerd op landplanten die wij direct consumeren of indirect, d.w.z. na omzetting in dierlijke producten (melk, vlees) door landdieren.
- Aquatische systemen leveren maar een klein deel van ons dagelijks voedsel; dit ondanks het feit dat het totale wateroppervlak op wereldschaal veel groter is dan het oppervlak aan landbouwgrond. De meeste vissen, schaal- en schelpdieren die we consumeren zijn uit de zeeën en oceanen afkomstig. Meer 70% van de mondiale flora en fauna is aanwezig in zeeën en oceanen; aquatische systemen bieden daarmee een grote potentie voor voedselvoorziening.
- De groei van de productie van vissen, schelp- en schaaldieren in de afgelopen decennia komt volledig voor rekening van de kweek van aquatische organismen. Zelfvoorzienende aquatische productiesystemen zijn er echter niet of nauwelijks: voedsel voor de aquacultuur wordt ofwel uit zee opgevist (voor de productie van vismeel), of juist weer op land geproduceerd met behulp van landplanten.

Dit systeem is verre van duurzaam:

- De vangsten zijn een vorm van oogsten van een natuurlijk ecosysteem: er is geen sprake van een gecontroleerde productie. Op veel plaatsen heeft de vangst de omvang van vispopulaties gereduceerd tot een fractie van de oorspronkelijke omvang. Onlangs concludeerden onderzoekers op basis van een wereldwijde inventarisatie dat de vispopulatie sinds de industrialisatie met 90% is gereduceerd!²
- Zelfs onze beste voedselproductiesystemen zijn energetisch niet erg efficiënt. Gewassen groeien op basis van zonlicht maar leggen slechts een klein deel van de totale stralingsenergie vast. Bij omzetting in dierlijke producten is het energetisch rendement nog geringer. Om die reden vergt onze huidige manier van voedsel produceren veel ruimte. Wereldwijd is landbouw dan ook een dominante vorm van landgebruik. Uitbreiding van het landbouwareaal is nauwelijks meer mogelijk, simpelweg door het ontbreken van geschikte grond en door gebrek aan zoet water.

² R.A. Myers & B. Worm, 2003. Rapid worldwide depletion of predatory fish communities. *Nature*, 423: 280-283.

Een stap naar een duurzamere productie van aquatische biomassa zal grote aanpassingen vergen. De huidige vorm (vissen) maakt gebruik van de natuurlijke biologische voedselketen; duurzame oplossingen zullen juist buiten die keten moeten worden gezocht.

1.2. Logistieke functies op zee

Zeeschepen vormen mondiaal gezien één van de belangrijkste transportmodulariteiten. De zeehavens Rotterdam en Amsterdam zijn mede daardoor belangrijke aanjagers voor de Nederlandse economie. De belangrijkste duurzaamheidsproblemen bij de huidige inrichtingsvorm van deze transportmodulariteit zijn:

- Ontwikkelingsruimte in havens. Door groei van de economie, steeds verdergaande mondialisering en schaalvergroting is er voortdurend behoefte aan extra en ruimere havens.
- Traagheid. Door de relatief geringe vaarsnelheid en de grote omvang van een scheepslading biedt dit systeem in de huidige vorm weinig mogelijkheden om aan te sluiten bij de steeds snellere marktdynamiek die vraagt om kleinere batches en kortere levertijden. Ecologisch minder duurzame transportmodulariteiten zoals lucht- en wegtransport staan sterker op dit punt.
- Onveiligheid van met name olie- en chemicaliëntransport. Scheepsrampen met olietankers ontaarden vaak in ecologische rampen. De grootste gevaren ontstaan doordat schepen bij het benaderen van havens langdurig in kustwateren moeten varen.

Door het ontwikkelen van logistieke faciliteiten op zee (overslag, mogelijk gecombineerd met verwerkingsprocessen) kunnen tegelijkertijd verschillende behoeften worden ingevuld:

1. nieuwe ontwikkelingsruimte met optimale bereikbaarheid voor de scheepvaart;
2. nieuwe logistieke concepten voor snellere en fijnmaziger bediening van de markt;
3. voorkomen dat olietankers en ander gevaarlijk transport onnodig lang in kustwateren hoeft te varen.

1.3. Recreatie op zee

De zee speelt een belangrijke rol in de recreatie. Vooral de stranden zijn immens populair.

Het grootste deel van de recreatie lijkt zich af te spelen langs de kustlijn; bij een nadere analyse echter blijkt dat juist eilanden heel populair zijn. Deze onderscheiden zich op een aantal punten ten opzichte van het vasteland:

- de concentratie van toeristische functies
- de beperkte dichtheid van industrie en vaste bewoners
- de afwijkende weerscondities: gemiddeld meer zon en wind

Bij de ontwikkeling van nieuwe 'recreatieparken' op zee kan ook juist op deze punten worden gescoord.

1.4. Kustverdediging

Een zandkust zoals de Nederlandse is een zeer dynamisch geheel door het voortdurend verplaatsen van zand. De wind en vooral stroming van het zeewater (door golven, getij en golfstroom) zijn verantwoordelijk voor de vorming, verschuiving en afbraak van duinen, zandbanken en zandstranden. Zandbanken verplaatsen zich onder invloed van golven en getij. Waddeneilanden 'wandelen' naar het oosten. Getijdegeulen verplaatsen zich, diepen uit of verzanden. Wadplaten hogen op of worden afgeslagen.

Kustverdediging is primair gericht op het in stand houden van de kustlijnen en stranden. Daarvoor werden en worden verschillende methoden gebruikt:

- Vroeger werden er vooral dijken en strekdammen gebouwd in de strijd tegen de erosie. In de loop van de tijd echter is het inzicht gegroeid dat deze aanpak alleen lokale problemen oplost. Lokaal wordt zand weggevangen, waardoor elders langs de kust nieuwe tekorten ontstaan. Wetenschappelijk onderzoek toont aan dat juist de grootschalige waterbewegingen (zoals getijdestromingen) verantwoordelijk zijn voor de grote zandverplaatsingen³. Om het effect van getijdestromingen te beïnvloeden zouden zulke grote constructies nodig zijn dat deze stroming langs de kust substantieel wordt veranderd.
- Vanaf de jaren '90 is zandsuppletie de meest gebruikte methode om de kustgebieden te beschermen tegen overstromingen. Door het zand op locaties ver uit de kust te winnen wordt netto zand aan de kustlijn toegevoegd. Hierdoor wordt 'verplaatsing van het probleem' zoals bij de vorige aanpak voorkomen. Van 1991 tot en met 1995 is jaarlijks gemiddeld zeven miljoen kubieke meter zand op de Nederlandse stranden gespoten.

Zonder het extra zand zouden sommige delen van de kust flink terrein verliezen op de Noordzee, soms wel enkele meters per jaar. Tot 1990 gingen er jaarlijks enkele tientallen hectare duingebied verloren maar als gevolg van de zandsuppleties groeit de Nederlandse kust weer. Men schat dat er sinds 1990 weer 250 hectare landaanwas heeft plaatsgevonden.

Bij het stijgen van de zeespiegel zal de noodzaak tot intensivering van kustverdedigingsmaatregelen groter worden. In de afgelopen 3.000 jaar steeg het zeeniveau gemiddeld met 5 cm per eeuw. Volgens de Rijksgeologische Dienst is deze stijging over de laatste honderd jaar toegenomen tot 15 cm en dit proces zet zich in deze eeuw versneld door. Verder daalt de bodem in het westen en noordwesten van Nederland nog steeds (enkele centimeters per eeuw).

³ Van der Molen, J. - *The influence of tides, wind and waves on the net sand transport in the North Sea - Continental shelf research 22 (18-19), 2739-2762 (2002)*

De volgende methoden zijn mogelijk:

1. 'Meegroeien' (de huidige aanpak: zandsuppletie langs de kust, inclusief verhoging van kustverdedigingswerken). Bij continuering van de huidige aanpak zal steeds meer zandsuppletie noodzakelijk zijn om de effecten van zeespiegelstijging en bodemdaling te compenseren.
2. Landwaartse verdediging. Hierbij wordt de kustlinie (selectief) teruggetrokken. Naast kustverdediging kan deze optie ook de natuurwaarde vergroten (bijvoorbeeld in de vorm van zoute kwelders). Deze optie wordt bewust open gehouden bij het huidige beleid⁴. Vanwege de economische en maatschappelijke waarde wordt ze echter niet actief toegepast.
3. Zeewaartse benadering. Hierbij wordt de kustlinie juist meer vooruit geschoven. Een extra brede kustlinie biedt ruimte voor de bouw van een stevige kustverdediging. Deze optie lijkt kostbaar en bedreigend voor de natuur. In een enkele situatie echter is deze optie nu reeds economisch interessant (bijvoorbeeld de tweede Maasvlakte). Bovendien kan de kwaliteit van de natuur ook met dergelijke oplossingen worden verbeterd, zoals in dit rapport zal worden toegelicht⁵. Ook deze optie wordt bewust open gehouden in het huidige beleid.

In de hoofdstukken 3 en 4 van dit rapport worden een ontwerp behandeld die geënt zijn op de zeewaartse benadering, waarvan zowel kustverdediging als natuurontwikkeling duurzaam kunnen profiteren.

1.5. Op weg naar duurzame oplossingen

Onze huidige relatie met de zee levert, zoals betoogd, een aantal duurzaamheidsproblemen op. In het zoekproces naar duurzamere oplossingen kunnen juist radicaal andere benaderingen ten opzichte van de huidige ontwikkelingen leiden tot oplossingen die zowel ecologisch als economisch interessante perspectieven bieden. Dit rapport presenteert daartoe een aantal innovatieve systemen die zijn gebaseerd op een volledig andere relatie met de zee; de gepresenteerde systemen liggen juist niet in het verlengde van bestaande oplossingen. Door ook dergelijke mogelijkheden mee te nemen in het maatschappelijk zoekproces naar duurzame ontwikkelingen hopen we de perspectieven te verbreden.

De volgende hoofdstukken beschrijven twee concepten die voor de hier geschetste problemen multifunctionele oplossingen bieden. In het eerste concept (hoofdstuk 2) wordt de nadruk gelegd op monofunctionele voedselproductiesystemen. Twee andere concepten (hoofdstukken 3 en 4) zijn primair gericht op multifunctionele oplossingen waarin kustverdediging, herstel van het natuurlijke ecosysteem, ruimte voor nieuwe recreatie- en logistieke functies en visproductie kunnen worden gecombineerd.

⁴ Derde Kustnota, Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2000) (http://www.rijkz.nl/thema/kust_en_veiligheid/bestanden/3ekustnota.pdf).

⁵ Zie ook het plan 'Not afraid of red, yellow and blue' van Grontmij Noord-Holland. In dit plan wordt voorgesteld een systeem van pieren, kribben en een stuifdijk te ontwikkelen ter vervanging van de steeds terugkerende zandsuppletie en als startpunt voor de ontwikkeling van een lagunair ecosysteem en recreatie. (zie ook www.kustopdekaart.nl).

2. Gesloten productiesystemen:

Atlantis 2020

2.1. Een meervoudige uitdaging

De toekomstige voedselvoorziening van een groeiende wereldbevolking met een toenemende vraag naar dierlijk eiwit stelt ons voor een meervoudige uitdaging. Kunnen we efficiënte voedselproductiesystemen ontwikkelen die tegelijkertijd ecologisch duurzaam zijn?

De noodzaak van ecologische duurzaamheid en efficiëntie resulteert in een aantal ontwerpeisen voor toekomstige systemen:

1. onafhankelijk van fossiele hulpbronnen en met een minimale impact op de omgeving;
2. aquatisch gesloten (dat betekent: geen uitwisseling van water met de omgeving), dus niet afhankelijk van zoet water;
3. veerkrachtig en veilig, d.w.z. bestand tegen incidentele verstoringen (zoals vervuilingen en overbevissing) en veilig voor mens en natuur;
4. efficiënt, hoogproductief en compact (een grootschalig aquatisch gesloten systeem is duur en moeilijk te realiseren).

2.2. Een schets van een ontwerp

Het ontwerpen van voedselproductiesystemen die voldoen aan alle eisen vergt inzicht in de specifieke kansen en bedreigingen van het produceren in een marien milieu, inzicht in de mogelijkheden van technologie en biologie, en creativiteit.

Compacte systemen op basis van instralende zonne-energie zijn niet in staat tot hoge productiviteit. Maar licht is niet de enige bron van energie: naast de zon is er juist in het mariene milieu volop stromingsenergie, de kinetische energie, aanwezig in de beweging van lucht en water. Deze energiebronnen kunnen we met relatief kleinschalige structuren efficiënt oogsten.

Om deze kinetische energie te kunnen benutten voor biologische productie zijn conversieroutes noodzakelijk: geen enkel organisme leeft van de wind. Enkele veelbelovende conversieroutes zijn bekend. Kinetische energie is met behulp van turbines om te zetten in elektrische energie en hiermee kunnen we chemische energie produceren, bijvoorbeeld in de vorm van waterstof uit de elektrolytische splitsing van water. Met deze eenvoudige vorm van chemische energie hebben we de basis voor nieuw te ontwikkelen voedselketens die vis, schelp- en schaaldieren kunnen produceren.

Het voorliggende ontwerp heeft een platform als uitgangspunt dat energie - aanwezig onder, aan en boven het wateroppervlak - opneemt en omzet in een vorm van energie die geschikt is voor biologische productie.

Door te kiezen voor een drijvend (en dus mobiel) platform kunnen steeds locaties met een hoge energiedichtheid worden opgezocht; anderzijds kunnen plekken worden gemeden die door een te hoge turbulentie de structuur zouden kunnen schaden⁶.

Atlantis 2020 in het kort

De kern van het ontwerp van Atlantis 2020 bestaat uit mobiele, drijvende platforms gericht op het omzetten van verschillende energiebronnen, in het bijzonder stromingsenergie, en de conversie hiervan via nieuw te ontwerpen bio-fysische voedselproductiesystemen. Atlantis 2020 moet dan ook het resultaat zijn van een gezamenlijk ontwerpproces van deskundigen op het gebied van mariene infrastructuur, energiewinning, en biologie.

Functie	gesloten systeem voor productie van vis uit wind, getijdestroming en golfslag.
Producten	<ul style="list-style-type: none"> • vis • energie
Sense of urgency	overbevissing
Motor	visteeltbedrijven en/of vissers en bijbehorende ketenpartijen
Ruimtegebruik	direct ruimtebeslag: enkele hectares
Winstkansen	<ul style="list-style-type: none"> + duurzame productie van vis + geen belasting van natuurlijke vispopulaties + duurzame energieproductie + drijvend, dus verplaatsbaar + exporteerbaar concept
Bedreigingen	- verstoring van zeehorizon

Een vaarsnelheid van 10 km/u is onvoldoende om een lagedrukgebied te kunnen volgen (dit verplaatst zich gewoonlijk met snelheden van tientallen kilometers per uur), maar wel voldoende om in enkele dagen de Noordzee te doorkruisen. Door gebruik te maken van de steeds betrouwbaarder wordende weersvoorspellingen is winst dan heel reëel. Binnen een maand kan de afstand tussen twee continenten worden overbrugd; daarmee kan ook over de seizoenen worden gekozen voor mondiaal gezien optimale locaties.

'Energy scavengers' of 'ocean scavengers' lijkt een toepasselijke term voor deze platforms. De energie die ze opslurpen uit hun omgeving zetten ze om in elektrische energie en chemische energie, i.c. waterstof. Daarmee hebben we een substraat voor een voedselketen: voedselketens die net zo uitbundig kunnen zijn als de voedselketens die worden aangedreven door het licht van de zon. Daarvan getuigt immers

⁶ Het rendement van een windturbine wordt uitgedrukt met de capaciteitsfactor: het gemiddeld rendement als percentage van het maximale vermogen. Voor een turbine met een vaste standplaats bedraagt deze in de regel slechts tussen 25 en 35% met name door het optreden van windstille perioden. Een turbine die actief de wind opzoekt kan zijn capaciteitsfactor dus meer dan verdubbelen.

'het leven in het donker': de ecosystemen op de bodem van de oceanen die buiten het bereik van het daglicht worden aangedreven door de chemische energie die in de vorm van gasen uit de oceaانبodem omhoog borrelt. Deze systemen functioneren chemo-autotroof in tegenstelling tot onze gewassen die foto-autotroof zijn.

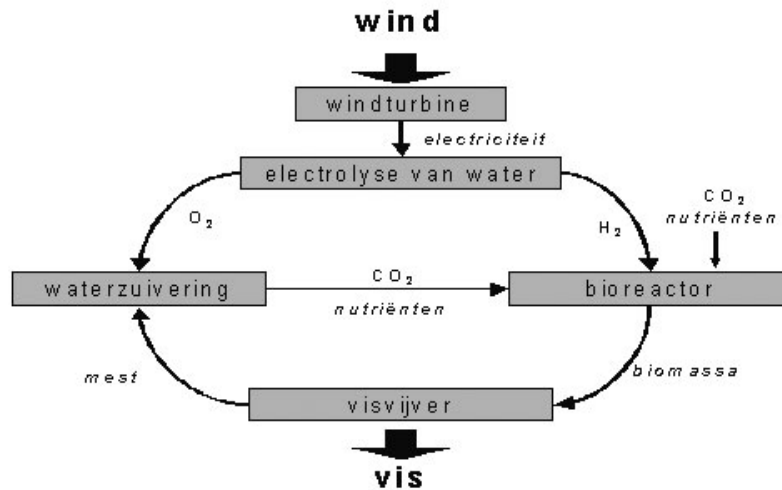
De productie van voedsel via de route die we hier voorstellen is een imitatie van een voedselkringloop die aan het einde van de vorige eeuw (in 1977) werd ontdekt. Toen daalden geologen voor het eerst af tot de bodem van de diepzee en zagen tot hun stomme verbazing dat nabij de Galapagos-eilanden op 2.500 m diepte buiten het bereik van het zonlicht een ecosysteem floreerde met onbekende levensvormen: tapijten van micro-organismen, anderhalve meter lange wormen, mosselen, krabben en vissen. Deze gemeenschap bleek te leven van gereduceerde chemische verbindingen (met name zwavelwaterstof en waterstof) die uit de zeebodem opstijgen. Deze energiedragers worden in de aardkorst geproduceerd door geochemische processen. Kortom, zoals in de natuur zonlicht en groene planten aan de basis staan van leven in het licht, zo staan waterstof en waterstofbacteriën aan de basis van leven in het donker. Begin vorig jaar publiceerden Amerikaanse onderzoekers over de ontdekking van een microbiële gemeenschap gedomineerd door waterstofbacteriën in een onderaardse bron in Idaho.

Doordat opwekking en benutting van energie in ons ontwerp in één drijvende structuur worden ondergebracht, is het platform niet gebonden aan één vaste plek (er hoeft geen stroomkabel naar de vaste wal) en evenmin zijn er uitgebreide voorzieningen nodig voor de opslag van energie (in de vorm van waterstof onder hoge druk).

Het volgende kader illustreert in meer detail hoe we stromingsenergie potentieel kunnen benutten voor de productie van vis.

Het principe van 'Atlantis 2020'

Onderstaand schema toont een voorbeeld van een systeem voor visproductie aangedreven door stromingsenergie, i.c. wind. Het totale systeem bestaat uit een windturbine, een installatie voor de elektrolyse van water, een bioreactor, een visvijver en een waterzuiveringsinstallatie.



De windturbine produceert elektriciteit waarmee water ontleed wordt in waterstof, chemisch gezien een krachtige reductor, en zuurstof, een krachtige oxidator. Waterstof wordt naar een bioreactor geleid waarin chemo-autotrofe bacteriën waterstof en koolzuurgas omzetten in bacteriële biomassa. Deze biomassa dient als visvoer. De vis benut een deel van de biomassa en scheidt de rest als vissenmest in het water uit. Deze meststoffen worden met behulp van de geproduceerde zuurstof gezuiverd en gemineraliseerd (tot koolzuurgas, minerale stikstof en zouten) om weer als voedingsstoffen te dienen voor de bacteriën in de bioreactor.

Om een idee te krijgen van de schaal en potentiële productiviteit van het nieuwe systeem zullen we rekenen met windturbines van het type zoals NoordzeeWind, een samenwerkingsverband van Shell en Nuon, voor de kust van Egmond-aan-Zee gaat bouwen. Deze hebben een vermogen van 2,75 MW. Ze zijn daarmee de grootste windturbines die momenteel gebouwd worden. De energie-opbrengst zal naar verwachting zo'n 6 GWh per turbine per jaar bedragen. Dit is gelijk aan 21.600 GJ.

Deze elektrische energie kan technisch gezien met een rendement van 80% in waterstof omgezet worden en levert dan dus 17.280 GJ chemische energie op. Stel dat we waterstof met een rendement van 50% om kunnen zetten in bacteriële biomassa (visvoer) en dat deze biomassa een energiewaarde heeft van 20 MJ per kg drogestof, dan levert dit jaarlijks 432 ton drogestof aan visvoer op. Bij een voederconversie van 1 zouden we hiermee per jaar ruim 400 ton verse vis kunnen produceren. De kweek van vis is mondiaal gezien nu een factor 100.000 groter. Hoe groot moet nu de bioreactor zijn om deze biomassa te produceren? Als we uitgaan van een productiviteit van 90 kg drogestof per m³ per dag, is de vereiste omvang 13 m³. Bij een reactordiepte van 2 m betekent dit een vloeroppervlak van 6,5 m². Een landbouwgewas zou voor dezelfde voerproductie zeker zo'n 40 ha (400.000 m²) nodig hebben. Ook de ruimte nodig voor de visvijver in ons voorbeeld is zeer bescheiden. Voor de teelt van zalm gelden opbrengsten van 300 kg per m² per jaar bij een vijverdiepte van 6 m. Voor een jaarproductie van 400 ton verse vis zou dus een vijver met een oppervlak van minder dan 1500 m² toereikend zijn. Nemen we aan dat de vis een eiwitgehalte heeft van 15%, dan is de eiwitproductie van ons chemo-autotrofe systeem op jaarbasis 60 ton. Voor eenzelfde output aan dierlijk product heeft de grondgebonden melkveehouderij in Nederland gemiddeld 160 ha nodig, een factor duizend maal meer dan het oppervlak van de visvijver.

Kortom, een chemo-autotroof systeem aangedreven door een windturbine heeft een netto-ruimtebeslag dat vele malen kleiner is dan een foto-autotroof gewas. Wel is het natuurlijk zo dat de windturbine de windenergie oogst van een bepaald oppervlak. De bruto ruimtebehoefte van een turbine met een vermogen van 2,75 MW ligt vermoedelijk op zo'n 30 ha per turbine.

2.3. Omslagen in visproductie

Het hier gepresenteerde ontwerp wordt gekenmerkt door drie omslagen:

1. het principe van voedselproductie op land wordt toegepast op zee;
2. aquatische voedselvoorziening verschuift van visserij naar kweek, zonder gebruik van vismeel;
3. foto-autotrofe productie wordt vervangen door een chemo-autotroof systeem.

2.4. Kansen en bedreigingen

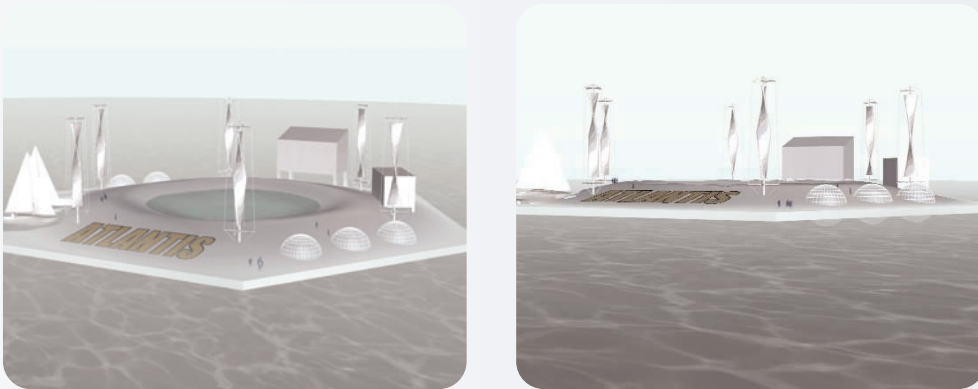
Voedselproductiesystemen, gebaseerd op de benutting van de chemische energie die aanwezig is in waterstof – zoals hiervoor gepresenteerd – bestaan nog niet ⁷.

Ontwikkeling van succesvolle voorbeelden van chemo-autotrofe productiesystemen biedt perspectief aan voedselproductie op plekken die nu hiervoor ongeschikt zijn. Onze huidige voedselproductiesystemen – gebaseerd op foto-autotrofe landplanten – stellen namelijk hoge eisen aan de omgeving: gewassen floreren alleen op plaatsen waar een vruchtbare bodem en voldoende zoet water aanwezig zijn, en die voorts niet te koud en niet te warm zijn. Voor chemo-autotrofe voedselproductiesystemen is de beschikbaarheid van energie essentieel maar dat kan zowel stromings- als licht-energie zijn. Zoet water is evenmin kritisch, getuige het feit dat chemo-autotrofe voedselketens op de bodem van de oceaan voorkomen.

Kortom, de teelt van vis in de woestijn, op basis van overvloedig aanwezige zonne-energie en een beperkte hoeveelheid zout water, is even denkbaar als visteelt op basis van windenergie midden op de oceaan.

De neveneffecten van het huidige ongebreidelde gebruik van fossiele energie dwingen ons over te schakelen op duurzame energiebronnen: zon, wind en water. Algemeen wordt verwacht dat bij die overgang nieuwe energiedragers zullen worden geïntroduceerd. Nieuwe energiedragers zullen de rol van de huidige transportbrandstoffen overnemen. Waterstof wordt als een belangrijke kandidaat gezien, omdat waterstof een schone CO₂-vrije brandstof is en productie op duurzame wijze kan gebeuren. Als zich een economie ontwikkelt waarin waterstof overal vrij beschikbaar is, dan biedt dit kansen om waterstof ook voor productiedoeleinden in te zetten. Biologische productie behoort dan tot de mogelijkheden, zoals nu waterstof wordt gebruikt voor de chemische synthese van bijvoorbeeld ammoniak, waterstofperoxide en methanol. Ontwikkeling van chemo-autotrofe voedselproductiesystemen is risicovol: we hebben er immers geen ervaring mee en weten niet welke risico's eigen zijn aan deze nieuwe systemen. We mogen verwachten dat ook deze nieuwe systemen last zullen hebben van ziekten en plagen. Voorts is aannemelijk dat de nieuwe systemen voorlopig niet kunnen concurreren met bestaande systemen: zoals duurzaam geproduceerde energie tegen de huidige prijs niet kan concurreren met fossiele energie.

⁷ In het verleden is ten behoeve van de ruimtevaart geëxperimenteerd met waterstofbacteriën als voedsel maar dit heeft niet geleid tot praktische toepassingen. Methaan (van fossiele herkomst) en methaanbacteriën worden wel benut voor de industriële productie van vee- en visvoer, o.a. door het Noorse bedrijf Norferm.



Figuur 1. Artist impressions van een 'energy scavenger' in rustig water: een drijvend platform dat meerdere functies combineert: winning van windenergie, winning van golfenergie, en productie van vis in de drijflichamen met behulp van een bio-fysisch productiesysteem, zoals uitgelegd in het eerder getoonde schema. De kern van het hier geschetste ontwerp bestaat uit een dubbelwandig drijvend bassin. De randen van dit bassin zijn zo vorm gegeven dat golven over de rand worden gestuwd. De overslaande golven vullen de bak met water. Dit zorgt voor een niveauverschil met het omringende zee-oppervlak. Het water verlaat de bak via turbines in de bodem van het bassin. De potentiële energie van het water in de bak wordt op deze manier omgezet in kinetische energie, die op zijn beurt via waterturbines elektrische energie levert. De kweek van vis gebeurt in de dubbele wand van het drijvende bassin. De bassinrand dient tevens als verankering voor windturbines: op deze manier wordt tegelijkertijd de stromingsenergie aan en boven het zee-oppervlak geoogst.

2.5. Ontwerp- en innovatieopgave

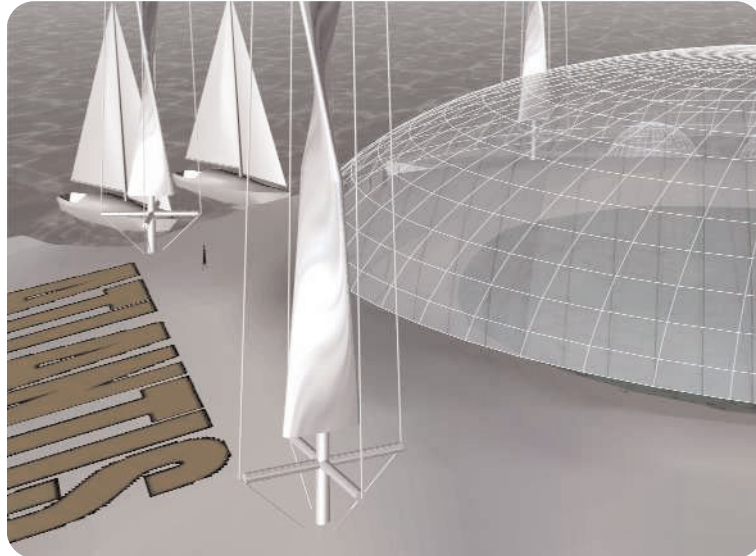
De ontwikkeling van een infrastructuur voor duurzame mariene productie is een grote uitdaging, met vraagstukken zowel op het vlak van de bouw van dergelijke platforms als op het vlak van de verdere ontwikkeling van de fysische en biologische conversieprocessen:

- Op dit moment bestaan er nog geen voorbeelden van drijvende constructies die – vrij beweeglijk – in open zee stromingsenergie vergaren. De eerste ontwerpen voor drijvende windturbines liggen al wel op de tekentafel. Ze zijn echter niet mobiel maar aan één locatie gebonden. Het zijn feitelijk windturbines zoals we die op land toepassen maar nu geplaatst op een drijvend platform. Berekeningen laten zien dat de meerkosten van de drijvende structuur de kosten van de geproduceerde energie behoorlijk opdrijven⁸. Het ontwerp moet dus efficiënter. Mogelijk kan daarbij tegelijkertijd energie uit wind en waterkracht worden aangesproken en kunnen de voordelen van de aanwezigheid op water verder worden benut⁹. Wellicht vereist de toepassing op open zee een geheel ander turbine-ontwerp dan de nu gangbare turbine met horizontale as¹⁰. Daarbij speelt ook de vraag of we met dezelfde structuur zowel uit wind als uit water en zon energie kunnen verzamelen.

⁸ A.R. Henderson, G.M. Watson, M.H. Patel & J.A. Halliday, 2000. Floating offshore wind farms – an option? http://www.windenergy.citg.tudelft.nl/content/research/pdfs/owemes00_arh.pdf

⁹ In Denemarken wordt momenteel een prototype van een drijvende golfcentrale getest: zie voor uitgebreide informatie www.wavedragon.net.

¹⁰ Mogelijk zijn dit turbines van het Darrieus-type met een verticale as met parallel daaraan bladen. Dit turbine-type wordt ook toegepast in de WindWall, een Nederlandse uitvinding. Finland produceert met succes (kleinschalige) turbines met een verticale as die zich bewezen hebben onder extreme weersomstandigheden (zie bijv. <http://www.windside.com>).



Figuur 2. Mogelijk zijn turbines met een verticale as geschikter voor maritieme condities dan de traditionele turbines met een horizontale as.

- Ook het ontwerp van een dergelijk multifunctioneel platform verdient aandacht: hoe vertaalt zich de meervoudige functie in een vorm met een optimale combinatie van functionaliteit, stevigheid, wendbaarheid en mobiliteit?
Het is niet zeker dat de volledige productieketen ruimtelijk geïntegreerd kan worden in één structuur. Mogelijk is een compartimentering nodig, waarbij de productie door een deel van de keten gescheiden wordt van de benutting van de biomassa door een ander deel van de keten. In het meest extreme geval betekent dit productie van microbiële visvoer in één compartiment en benutting hiervan in een ander compartiment. Zelfs de productie van chemische energie zou kunnen worden losgekoppeld: sommige platforms zouden slechts één functie kunnen hebben, namelijk die van 'energy scavenger', terwijl op andere platforms waterstof kan worden omgezet in visvoer en nog weer andere platforms worden ingericht als drijvende visvijvers. Een dergelijke specialisatie van platforms doet denken aan de taakverdeling binnen sociaal georganiseerde gemeenschappen, zowel bij dieren als mensen.
- De productie van waterstof met behulp van stromingsenergie is technisch wel mogelijk, maar veilige handling van waterstof vereist nog grote innovaties. Waarschijnlijk kan voor deze vraag worden aangesloten bij lopende ontwikkelingen, gericht op de 'waterstofeconomie'.
- De genoemde chemo-autotrofe processen voor omzetting van waterstof in bacteriële biomassa zoals aangetroffen in de diepzee zijn ook bekend, maar zijn nog nooit procesmatig toegepast voor voedselproductieprocessen. Nader onderzoek is nodig naar de voedselketen van bacteriën tot vis: zowel het ontwerp van de 'keten' als afstemming en beheersing van de afzonderlijke processen en de fysieke inpassing in één gesloten ecosysteem.

Omzetting van kinetische en stralingsenergie in stroom en chemische energie kan vermoedelijk met bestaande techniek. Voor de toevoer van waterstof aan een biologisch systeem moeten we een beroep doen op materiaaltechnologie: er zijn materialen nodig die doorlatend zijn voor waterstof en deze gecontroleerd beschikbaar maken in een aquatische productieomgeving. Voorbeelden uit de experimentele waterzuivering laten zien dat zich op dergelijke materialen microbiële tapijten kunnen ontwikkelen¹¹. Daarbij dringen zich vragen op als:

- welke organismen gaan deze tapijten bevolken en hoe kunnen we de soorten-samenstelling gericht beïnvloeden;
 - hoe productief kunnen dergelijke microbiële tapijten zijn;
 - hoe is de productiviteit gerelateerd aan de beschikbaarheid van andere groeifactoren;
 - welke hogere organismen zijn geschikt voor deze omgeving;
 - en kunnen zich rechtstreeks voeden met deze tapijten;
 - hoe kunnen we de biologische efficiëntie meten;
 - hoe kunnen we de structuur van deze experimentele voedselketens zodanig beïnvloeden dat het energetisch rendement zo hoog mogelijk is;
 - wat zijn de risico's van invasies met ongewenste of mogelijk zelfs toxische organismen;
 - hoe stabiel zullen de nieuwe voedselketens zijn afhankelijk van hun opbouw en diversiteit?
- Hoe organiseren we een seriematige productie? En hoe organiseren we de operationele controle over een hele vloot van platforms?
 - Wat zijn de neveneffecten van een grootschalige aanwezigheid van drijvende turbines op de omgeving? Om in de toekomst werkelijk van betekenis te kunnen zijn is opschaling noodzakelijk, met daarbij te verwachten grote effecten op het zeelandschap. Een maatschappelijke discussie over de vraag of die ontwikkeling wenselijk is en, zo ja, onder welke voorwaarden, is daarbij op zijn plaats.
 - Ook op juridisch gebied liggen er vragen:
 - wie heeft het recht op de wind van zee;
 - hoe voorkomen we conflicten over eigendomsrechten;
 - hoe vermijden we conflicten tussen de nieuwe exploitatievorm van het zee-oppervlak en bestaande zoals scheepvaart en visvangst?
 - Tenslotte is er de vraag naar de maatschappelijke acceptatie:
 - willen we als consument zeevoedsel dat op de nieuwe manier wordt geproduceerd;
 - hoe garanderen we dat het nieuwe voedsel veilig en gezond is?

¹¹ Zie bijvoorbeeld: K-C. Lee & B.E. Rittman, 2000. A novel hollow-fibre membrane biofilm reactor for autohydrogenotrophic denitrification of drinking water. *Water Science and Technology*, 41: no.4-5, 219-226.

De ontwerp- en innovatieopgaven strekken zich uit tot verschillende vakgebieden: van werktuigbouw, energiewinning, biologie, microbiologie, chemie, procestechnologie, waterzuivering, visteelt, aquatische ecologie en systeembouw, tot het werkterrein van juristen en maatschappijwetenschappen.

De meest voor de hand liggende partijen om deze ontwikkeling op te pakken zijn vissers, viskwekers en daaraan gerelateerde ketenpartijen. Door de steeds afnemende visquota zal de omzet afnemen, een belangrijke reden om nieuwe vormen van visproductie te exploreren. Anderzijds zal door de toenemende schaarste de prijs van vis stijgen, een extra argument om dit soort nieuwe mogelijkheden te exploreren. Overkoepelende organisaties zouden een eerste stap kunnen zetten: het concreter in beeld brengen van de technisch-economische mogelijkheden en knelpunten. Ook scheepsbouwers van bouwers van andere maritieme constructies zouden in deze ontwikkeling kunnen participeren.

Het feit dat door deze ontwikkeling ook de druk door visserij op de natuurlijke vispopulatie kan worden beperkt, is een belangrijk motief voor de overheid om deze ontwikkelingen te steunen.

2.6. Landschap 'Atlantis 2020'

Om in de toekomst werkelijk van betekenis te zijn zal het oplossen van de hierboven genoemde technische, juridische en maatschappelijke vraagstukken niet voldoende zijn. Er zullen vele drijvende platforms moeten worden gebouwd. Dat stelt ons voor nieuwe uitdagingen. Hoe komen we tot een seriematige productie analoog aan de fabricage van auto's; moeten we denken aan een modulaire bouw; wat is een geschikte productielocatie (op land of juist op zee in de vorm van drijvende fabrieken)?

De drijvende platforms zullen kunnen opereren als een nieuwe (super)structuur: een nieuwe vloot die - mits goed gecoördineerd - het zeeoppervlak op een efficiënte wijze benut. Zonder coördinatie zullen ze elkaar letterlijk de wind uit de zeilen nemen. De grote aantallen maken dat de vloot als geheel nieuwe functies kan krijgen. Formaties kunnen bijvoorbeeld gericht de dynamiek aan het zeeoppervlak dempen. Dat kan van nut zijn in het kader van kustverdediging. Ook vele andere duurzame ontwikkelingen zullen mogelijk worden¹².

¹² Volgens Stephen Salter van de Universiteit van Edinburgh zou een vloot van drijvende windturbines zelfs gebruikt kunnen worden om de verdamping van oceaanwater te stimuleren en daarmee elders, boven land, neerslag te bevorderen (New Scientist, 25 mei 2002).

3. Luwteparken: nieuwe functiecombinaties in kalm water

3.1. Een meervoudige uitdaging

Zoals geschetst in hoofdstuk 1 levert onze relatie met de zee een aantal grote duurzaamheidsproblemen op maar biedt ze tegelijkertijd grote kansen:

- Door klimaatverandering wordt de komende decennia een zwaardere belasting van onze kwetsbare kust verwacht. Op het gebied van kustverdediging zullen keuzes moeten worden gemaakt. Geven we land op of intensiveren we onze kustverdediging? Verhogen en verzwaren we dijken, verbreden we kustverdedigingslijnes, accepteren we incidentele overstromingen of kiezen we voor zeewaartse kustverdediging? En, als we kiezen voor zeewaartse kustverdediging, kunnen we die systemen dan ook gebruiken voor andere functies?
- Het natuurlijke ecosysteem wordt door de huidige vorm van visserij te zwaar belast. Juist het continentaal plat (waar de Noordzee onderdeel van is) is van nature zeer visrijk. Is het mogelijk om de belasting op het ecosysteem te compenseren door de ontwikkeling van zeereservaten in dit gebied? En kan daardoor het regenererend vermogen van de natuur voldoende worden versterkt om de huidige visvangst duurzaam te handhaven of mogelijk zelfs te vergroten?
- Kunnen nieuwe recreatieve functies worden ontwikkeld in zee?
- Kan de zeevaart verder worden verduurzaamd door het creëren van nieuwe functies voor de kust?

Luwteparken in het kort

Functie	multifunctioneel concept voor zowel kustverdediging, natuurontwikkeling, productie van vis, recreatie en havenfuncties op zee.
Producten	<ul style="list-style-type: none"> • nieuwe natuur • vis, mosselen, en andere producten • recreatie in zee • woonruimte
Sense of urgency	kustverdediging
Motor	Rijkswaterstaat, in samenwerking met baggerbedrijven, vernieuwende vissers, energiebedrijven zoals Shell, Nuon, etc.
Ruimtegebruik	direct ruimtebeslag: enkele hectares
Winstkansen	<ul style="list-style-type: none"> + kustverdediging + gunstige groeicondities voor vis + duurzame visteelt in zee + cultuurelementen in zee + multifunctioneel ruimtegebruik + stimulering natuurontwikkeling in zee + veiliger scheepvaart + efficiëntiewinst scheepvaart
Bedreigingen	<ul style="list-style-type: none"> - mogelijke verstoring van het natuurlijke zeelandschap - hoge kosten

De vraag rijst of we duurzame oplossingen kunnen ontwikkelen die tegelijkertijd:

1. adequate bescherming bieden tegen de zee;
2. natuur in stand laten, of liever nog: compenseren voor onze ingrepen in het maritieme systeem en extra natuurontwikkeling stimuleren;
3. leefcondities voor vis verbeteren;
4. aansluiten bij bestaande en beoogde ontwikkelingen in zee.

3.2. Vaste constructies als bouwstenen voor mariene parken

Vanwege de grote belasting door het zeewater dient een zeewaartse verdedigingslinie voor onze kust te bestaan uit vaste constructies, zoals pieren, dijken en kunstmatige eilanden. Hierdoor kan zeestroming en golfslag op bepaalde kustlocaties worden beperkt (waardoor mogelijk zelfs de kustlijn wordt beïnvloed).

Dergelijke constructies kunnen tegelijkertijd worden benut om omstandigheden te creëren waarin marien leven optimaal kan gedijen. Economisch waardevolle productie (lees: vergroting van de vispopulatie) kan daarmee zelfs worden gecombineerd met versterking van het natuurlijke ecosysteem. Dergelijke kustverdedigingswerken bieden tevens ruimte voor nieuwe recreatiefuncties (condities zijn zeer geschikt voor o.a. surfen, parasailing, duiken, etc.).

Andere beoogde nieuwe functies in zee (meest bekend zijn windmolenparken en een vliegveld) kunnen prima met dergelijke kustverdedigingswerken worden gecombineerd.

De keuze voor vrijstaande constructies (eilandjes) ligt het meest voor de hand; met het oog op het gemeenschappelijke doel van kustverdediging noemen we ze hier 'luwteparken'.

Zoals de duinen in het verleden het achterliggende gebied afschermden voor grote dynamische belastingen kunnen ook constructies in zee in de toekomst een beschermende functie verzorgen, zeker voor de kwetsbare plekken in onze kustverdediging.

Een luwtepark bestaat uit een vaste constructie (mogelijk van zand, zoals dat momenteel wordt gebruikt voor kustverhoging, of uit beton). Deze constructie heeft een zodanige omvang dat golfslag op onze kust substantieel wordt gedempt, zodat kustafslag wordt beperkt.

Door een adequate vormgeving kan een 'rustgebied' (met beperkte golfslag en stroming) aan de kustzijde van de constructie ontstaan. Een voor de hand liggende vorm van de elementen is een hoefijzervorm. Door enkele ondieptes in dit 'rustgebied' te bouwen ('zandbanken') worden geschikte condities gegenereerd voor natuurontwikkeling.

3.3. Rustpunten voor kustverdediging en natuurontwikkeling

Luwteparken dienen primair voor kustverdediging. Daarnaast kunnen ze ook voor andere toepassingen worden gebruikt.

Kustgebieden en beschutte plekken in zee bruisen van marien leven. Door de variaties in condities kunnen verschillende plant- en diersoorten op een relatief klein gebied leven; soorten die elkaar nodig hebben krijgen daardoor volop kansen. In de Noordzee worden deze voordelen gecombineerd met de aanwezigheid van een aantal estuaria en een warme golfstroom. De Noordzee is dan ook relatief rijk aan marien leven. Ten gevolge van menselijk handelen wordt het leven echter in toenemende mate verstoord. Nu kunnen we in positieve zien iets terugdoen door het creëren van gebieden waar de ontwikkeling van marien leven nieuwe kansen krijgt: "luwteparken".

Haagse Courant, 12 feb 2004

Meer windmolens, minder regen

DEN HAAG | Goed nieuws voor strandpaviljoenhouders en zón-aanbidders. Als er grote windmolenparken in zee komen, zoals nu het plan is, valt er minder regen aan de kust.

Dat is de belangrijkste ontdekking van wetenschappers, die de effecten van de aanleg van windmolenparken in de Noordzee hebben bestudeerd. Volgens hen zijn de veranderingen in het weer door grote windmolenparken te vergelijken met de invloed die bergen op het weer hebben. Door de hoge molens komt er meer bewolking en valt er meer neerslag in de directe omgeving van het windpark, dus op zee. De lucht die de kustplaatsen bereikt is hierdoor droger, waardoor daar de zon guller schijnt en buien schaarser worden. Onderzoekers van de Universiteit van Utrecht en Wageningen Universiteit hebben dat allemaal ontdekt aan de hand van een modelstudie. Meer zon en minder regen zijn niet de enige effecten. Zo komt er – iets dat voor de hand ligt – minder wind voor

zeezeilers. Ook verwachten de onderzoekers gevolgen voor de golfbewegingen en getijden.

In Zweden is onlangs aangetoond dat windmolens in zee een weldaad zijn voor het zeeleven. De energieleveranciers, die daar in de Oostzee op betonnen platforms staan, vormen een 'kunstmatig rif', waaromheen het goed toeven is voor duizenden vissen en weekdieren.

In Nederland is het overigens voorlopig nog niet zo ver. Eerst moeten de kleine windmolenparken in zee bij Egmond en IJmuiden nog bewijzen dat molens in zee lonend en rendabel zijn. Deze parken komen in 2005 in productie. Maar de overheid streeft binnen twintig jaar wel naar een park met een mogelijke omvang tot 10.000 vierkante kilometer, met vijf- tot tienduizend windmolens.

Een windmolenpark van een dergelijke omvang zal volgens de wetenschappers zeker de geschetste gevolgen hebben.

Het basisidee bestaat eruit, dat er door het wegnemen van windenergie en zee-stroomenergie (door bijvoorbeeld kelpteelt, oesterteelt aan verticale lijnen) er een rustgebied ontstaat, gunstig voor de teelt van een rijkdom aan wiergewassen en daarvan afgeleid zeeleven, dat zijn weerga niet kent. Door daarbij uitgekende ecobalansen mogelijk te maken (met de Oosterschelde als referentie) ontstaat er een rijk cultuur zeelandschap. Intensieve kweekvisteelt is ongewenst, daar deze moeilijk inpasbaar is in het concept en bovendien een externe eiwitbron nodig heeft. Het resultaat is feitelijk een gemengd zeebedrijf, dat zijn eigen ecobalansen creëert en een verrijking betekent voor zijn directe omgeving. Bovendien levert het op een duurzame wijze voedsel (dierlijk en plantaardig), energie, natuurverrijking (zeecultuur) en een platform voor toerisme. Tegelijkertijd zal dit een kennisintensief en kennisverrijkend initiatief zijn, dat wereldwijd een antwoord zou kunnen geven op de huidige zeeroofbouw op een eco-sensitieve manier (tegenover de extensieve of intensieve wijze manier van produceren).

3.4. Meervoudige gebruiksmogelijkheden

De mogelijke functiecombinaties zijn sterk afhankelijk van de gekozen vorm, materiaal en grootte. Enkele voor de hand liggende mogelijkheden:

- Natuurontwikkeling, zowel op een eiland als in het luwtegebied in zee (mogelijk in symbiose met viskweek of andere maritieme productievormen). In het maritieme ecosysteem bruisen juist overgangsgebieden tussen de diepzee en ondiepten van leven. Het ontwikkelen van veilige gebieden zorgt ervoor dat het maritieme ecosysteem zich kan herstellen, zodat kernpopulaties kunnen ontstaan. In de luwtegebieden kunnen naast het zeeleven ook zeevogels floreren.
- Kweken van schelpdieren zoals mosselen en oesters. Naast de bekende kweekpercelen in de Zeeuwse wateren en de Waddenzee kunnen hier nieuwe kweekpercelen worden ontwikkeld.
- Viskweek, zeewierproductie, en andere vormen van voedselproductie. Het luwtegebied kan fungeren als 'kraamkamer' voor vis, als direct resultaat van de natuurontwikkeling. De benodigde ingrediënten (water en voer) zijn lokaal volop beschikbaar.
- Energiewinning uit wind, golfslag en stroming³³.
- Havenfuncties, zoals overslag van zeeschepen op coasters en binnenvaartschepen of het lossen van de lading van vissers. Dit kan aanzienlijke tijdswinst opleveren. Lossen van deelladingen wordt daarmee veel interessanter. Cross-docking kan zeer efficiënt worden uitgevoerd. Vervoer via infrastructurele netwerken op land kan worden ontlast, met als middel short sea shipping. De transportwijze van de kustvaart (kustvisserij is deels ook vistransport), die een animator is van een 'Noordzeecultuur', maakt een fijnmazig distributiesysteem mogelijk. Deze functie versterkt het concept 'Nederland distributieland'.
- Visverwerking. In aanvulling op de havenfunctie kan ook een deel van de visverwerking op zee plaatsvinden. Visafval kan mogelijk weer in de viskweek worden ingezet.

³³ zie ook: P.C. Scheijgrond, A. Schaap & E.A. Sjerps-Koomen: Kansen voor energiewinning uit getijden in de Oosterschelde, Ecofys rapport E 45074.1 (2000).

- Verschillende recreatiefuncties, inclusief recreatieparken. Het concept biedt interessante recreatie- en educatiemogelijkheden. Er kunnen prachtige vaarroutes worden gecreëerd. Het bewustzijn van de recreant wordt vergroot omdat de parken verschillen van de hedendaagse parken op land. Aan de parken kunnen verschillende recreatieve nevenfuncties worden gekoppeld: restaurants, infocentra, educatie, watersport, etc. Om het nieuwe cultuurlandschap dicht bij de mens te plaatsen kunnen op strategische plekken wooneenheden worden gecombineerd met het mariene park.
- Combineren van windmolens met rustgebieden voor vogels levert een duidelijk dilemma op; dit is momenteel één van de grootste bezwaren tegen windmolens langs de kust.
- Grondgebonden functies zoals bijvoorbeeld 'volkstuintjes bij of in zee' of bloembollenteelt. Voor bloembollenteelt worden momenteel nieuwe teeltgebieden ontwikkeld door het bezanden van akkerbouwgronden. Ontwikkeling van bollengrond op een luwtepark kan een ecologisch aantrekkelijk alternatief zijn voor deze dure en drastische ingreep in de akkerbouwgronden.

3.5. Een marien landschap van formaat: 'Hollands Luwtepark'

Voor kustverdediging van de kwetsbare Nederlandse kust zullen te zijner tijd grootschalige ingrepen nodig zijn, vooral voor de kwetsbare punten in onze kustlijn. Een aaneengeregen rij 'luwteparken' kan feitelijk een 'kustverdedigingslinie' vormen. De eilanden die daarbij ontstaan herbergen een eigen landschap en veranderen daardoor de omgeving.

Uitgangspunt – ook omdat het hier om een groot project gaat – is dat het een groeimodel is. Vanuit losstaande vaste elementen wordt passief en actief gezorgd voor de ontwikkeling van grotere eenheden.

Langs de Nederlandse kust bevinden zich in totaal drie locaties met een hoge urgentie voor wat betreft extra maatregelen in de sfeer van kustverdediging:

1. de Hondsbossche Zeewering bij Petten/Camperduin
2. het gebied tussen Callantsoog en Den Helder
3. het gebied tussen Hoek van Holland en Scheveningen

In het vervolg van de beschrijving concentreren we ons vooral op de eerste twee locaties omdat luwteparken daar het beste kunnen worden ingepast. De derde locatie omvat een aantal drukbevaren scheepsroutes; oplossingen op of aan het vasteland liggen daar meer voor de hand.

Luwteparken zijn geschikte oplossingen voor de twee eerstgenoemde locaties om meerdere redenen:

- de plekken liggen dicht bij elkaar en kunnen dus gemeenschappelijk worden aangepakt;
- er zijn geen drukke vaarroutes; ontwikkelingen in zee leveren geen praktische problemen met de scheepvaart op;

- de nabijheid van de Waddenzee biedt kansen voor vergroting van dit natuurgebied;
- de locatie is nabij het centrum van de bloembollenteelt en een groeiend toeristisch centrum waardoor gemakkelijk koppelingen zijn te realiseren;
- de kans om via windenergie, bloembollengrond en versterking van recreatie aanvullende financiers te vinden.

Uitgangspunten van het ontwerp

Specifieke uitgangspunten bij het ontwerp zijn:

- de nadruk ligt op het opwerpen van vaste elementen in zee;
- er wordt gezocht naar mogelijkheden om het park te koppelen aan het aanwezige estuarium in de Waddenzee;
- er wordt gezocht naar het accentueren in het landschap van de bewegingen die de zee ter plaatse kent: getijden, golfstroom en golfslag;
- op de eilanden worden functies ontwikkeld op het gebied van recreatie, energiewinning en mogelijk agrarische productie met hoge toegevoegde waarde, zoals bloembollenproductie.

Voorgesteld wordt dat het totale ontwerp bestaat uit twee verschillende onderdelen met uiteenlopende functies. Daarin is gezocht naar relaties met de regionale kwaliteiten op het vasteland. Dat biedt perspectieven om ruimtelijk relaties te ontwikkelen, waardoor de eilanden geen zelfstandige eenheden blijven maar worden opgenomen in grotere contexten. Ter hoogte van de Hondsbossche Zeewering komen de accenten te liggen op rust – ruimte – natuur – extensieve recreatie – kraamkamer. Ter hoogte van Julianadorp/Den Helder komt het accent vooral te liggen op de ontwikkeling van enige productie-units voor bloembollenteelt op zandgrond. Typerende verschillen tussen beide ontwerpen:

Hondsbossche Zeewering	Julianadorp/Den Helder
Rust en ruimte	Beweging en clustering
Stationair	Dynamisch
Meervoudig landgebruik	Kustverdediging + productielandschap
Selfsupporting	Satellieten signatuur

Ontwikkeling in de tijd

Voorgesteld wordt om te beginnen met het 'kraameiland' en daaropvolgend eilanden voor bloembollenproductie te ontwikkelen.

Startpunt voor de ontwikkeling van het kraameiland is het in een maanvorm plaatsen van een grote eenheid windmolens op bijvoorbeeld daarvoor af te zinken caissons. Wellicht, maar die uitwerking moet nog plaatsvinden, is aanvullend zand opspuiten en/of afstorten van basaltblokken wenselijk om een goede basis voor het eiland te creëren. Aan het eiland wordt aan de zuidzijde een redelijke kustverdediging geconstrueerd (duinen met daarin een stevige damwand). Door de kuststroom zal deels daarachter op natuurlijke wijze het eiland ontstaan. Desondanks is het noodzakelijk dat het eiland op dezelfde locatie blijft (vanwege de

functie als kustverdediging) en er is dus een stevige constructie/verankering nodig. De noordzijde van het eiland mag een meer natuurlijke basis hebben en iets meer dynamiek vertonen. Er zullen daar verlandingsprocessen en tegelijkertijd afkalvingen optreden. Door de maanvorm ontwikkelt zich een relatief rustige binnenzee, een situatie die zich goed leent als kraamkamer voor diverse zoutwaterdieren (vissen, schelpdieren) of voor extensieve vormen van mariene landbouw. Het eiland kent een combinatie van een actieve en een passieve zeestroom, een interessant landschap voor recreatie. In potentie kan het eiland daarmee een aanvulling vormen op de recreatieve waarde van het bestaande duingebied. Gezien temperatuur en kwetsbaarheden zal het vooral gaan om seizoensgebonden activiteiten en wordt niet gekozen voor uitgebreide permanente bebouwing van het eiland, ook al niet om het eiland vooral een natuurlijke uitstraling te geven.

Nadat een goede basis is gelegd voor het kraameiland kan werk worden gemaakt van de bolleneilanden. Gedachte daarachter is een actueel nijpend tekort aan goede bollengrond: diverse studies spreken van een behoefte tussen 400 en 1.000 hectare¹⁴. Aardig lijkt het om het principe van de reizende bollenkraam daarbij mee te nemen: tijdelijkheid op eilanden met stationaire basis op het vaste land. Dat kan door de eilanden minder vast te ontwerpen en verlandingen/afkalvingen te accepteren.

Figuur 3. Impressie van een Hollands Luwtepark



¹⁴ Bethe, F.H. et al. (2002). Duurzame bloembollenteelt op zandgrond, Alterra, LEI, PPO, interne notitie.

3.6. Kansen en bedreigingen

Realisatie van een luwtepark zal een aanzienlijke prijs hebben; het ontwerp en onderhoud moet worden afgestemd op zware zeegang. De betekenis voor kustverdediging is echter groot; investeringen in andere kustverdedigingsmaatregelen kunnen worden beperkt (dit geldt met name voor zandsuppletie). Ook kan actief worden gewerkt aan de kustmorfologie: zandverplaatsingen door zeestromen kunnen worden beïnvloed.

Vanwege de aard van ingrijpen in de natuur zijn kritische reacties vanuit de maatschappij niet ondenkbaar. Alleen de ernst van de kustverdedigingsproblematiek kan daarom deze vorm van ingrijpen rechtvaardigen. Andere genoemde functies kunnen daarbij als spin-off worden ontwikkeld.

3.7. Ontwerp- en innovatieopgave

De ontwikkeling van een luwtepark roept vragen op zowel ten aanzien van de primaire beoogde functie (kustverdediging) als ten aanzien van de andere functies. Een aantal van de vragen heeft betrekking op:

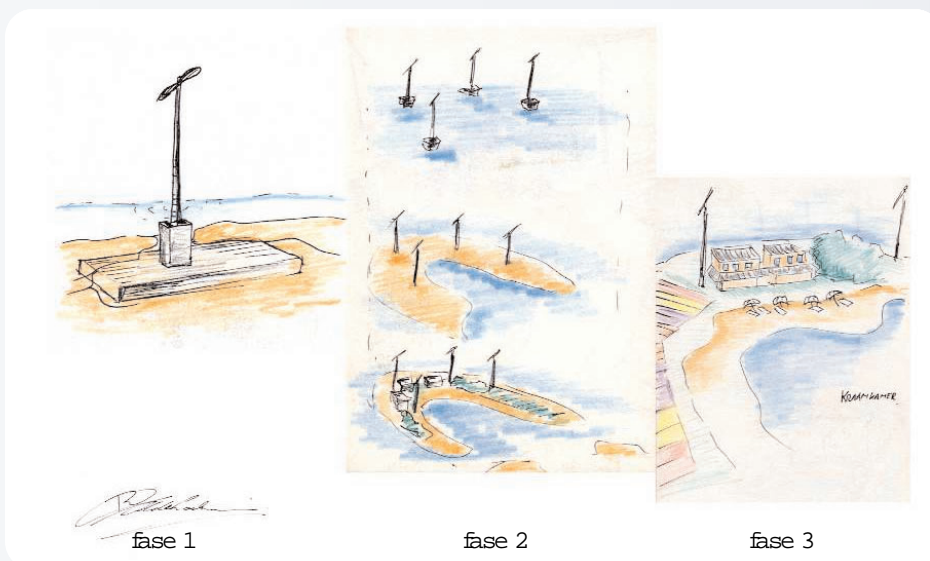
- vormgeving en dimensionering van de fysieke constructie met het oog op:
 - mate van afscherming van het luwtegebied tegen golven en stroming in zee
 - het effect op aantasting van de kust door golfslag
 - effectiviteit voor natuurontwikkeling en productiefuncties
- locaties:
 - voorwaarden aan locaties
 - wenselijke locaties met het oog op kustverdediging en andere functies
- natuurontwikkeling:
 - autonome processen en stuurbaarheid van natuurontwikkeling
 - mogelijkheden voor combinaties met verschillende teeltvormen
- economische facetten:
 - besparingen ten opzichte van andere kustverdedigingsconstructies
 - potentie voor viskweek en andere productiefuncties
 - recreatieve waarde

3.8. De weg naar ontwikkeling van luwteparken

Vanwege de vooraanstaande positie van het Nederlandse bedrijfsleven op het gebied van kustverdediging en offshore engineering zou Nederland een leidende rol kunnen spelen bij het ontwikkelen van nieuwe concepten. En hoewel theoretisch onderzoek een goede basis vormt, kunnen we niet zonder praktijkexperimenten. Ontwikkeling van een luwtepark kan daarbij een welkom experiment vormen, bijvoorbeeld door het ontwikkelen van een eerste windmolenpark in zee te combineren met aansprekende andere functies.

Bij het eerste ontwerp liggen locaties bij zwakke punten langs de kust het meest voor de hand (de Hondsbossche Zeewering of de kuststrook tussen Callantsoog en Den Helder of tussen Hoek van Holland en Scheveningen), of aansluiten bij het beoogde windmolenpark voor de kust van Egmond.

Ook een windmolenpark kan dienen als ankerpunt voor de ontwikkeling van een luwtepark. Voor de kust van Noordwijk heeft men het plan opgevat om een windmolenpark ver uit de kust neer te zetten. Vergelijkbare ideeën bestaan er ook in andere West-Europese landen. Dit windmolenpark beslaat een oppervlak van 16 of meer vierkante kilometers. Daarmee wordt een ankerpunt gecreëerd voor een luwtepark. Dit gebied wordt onttrokken aan de normale zeeactiviteiten zoals de zeevaart en visvaart. Tegelijkertijd kan het zo ingericht worden, dat er een marine cultuur zeelandschap ontstaat dat vele malen rijker is dan de huidige invulling (feitelijk een uitgemergelde zeewoestijn). Er mag verwacht worden dat het als kraamkamer zal gaan fungeren voor het omringende gebied en dat het een biorijkdom zal creëren vergelijkbaar met die van de Oosterschelde.



Figuur 4. Ontwikkeling van een luwtepark: een windmolenpark vormt het ankerpunt voor een 'kunstmatig eiland' dat geleidelijk uitgebouwd wordt tot een multifunctioneel park in zee.

De ontwikkeling van luwteparken zal vanwege de brede impact in zee, de verschillende exploitatiemogelijkheden en de hoge kosten, door een combinatie van partijen opgepakt moeten worden. Daarbij moet worden gedacht aan:

- Rijksoverheid/Rijkswaterstaat: vanwege het belang in experimenteerruimte voor kustverdediging en de ecologische effecten. Vanwege de impact moeten de planning, ligging en functionele inrichting van bovenaf worden gecoördineerd.
- Baggerbedrijven.
- Bedrijfsleven: kansen voor verschillende vormen van waardecreatie, variërend van recreatie tot vis- en mosselteelt.
- Consument: belang bij natuurbehoud en recreatiemogelijkheden.

4. Drijvende mariene parken

Drijvende (en dus mobiele) systemen voegen een extra dimensie toe aan het concept van de luwteparken¹⁵ zoals beschreven in het vorige hoofdstuk. Bovendien zijn drijvende mobiele systemen op zee gemakkelijker te realiseren dan vaste constructies. Naast veel van de functies zoals omschreven in het vorige ontwerp zijn aanvullende functies voor drijvende mariene systemen denkbaar, zoals:

- *De Veilige Haven*

Dit model is gericht op een bestaande urgentie op kortere termijn, te weten de noodzaak de veiligheid op zee drastisch te vergroten. Hoe kan een (wereldwijd) netwerk van mobiele voorzieningen worden geschapen dat in geval van nood aan schepen een veilig heenkomen biedt? Enerzijds met als doel bemanning, schip en lading te behouden, anderzijds om te voorkomen dat zee en kust als fragiele ecosystemen schade oplopen die pas na decennia en tegen hoge maatschappelijke kosten kan worden hersteld.

In historisch opzicht past het concept ook bij het maritieme verschijnsel 'quarantaine eiland', al dan niet in de concrete gedaante van een echt eiland, zoals eertijds Tiengemeten. Kern was en is afzondering/isolement maar dan op tijdelijke basis: quarantaine.

- *Productie in volle vaart*

Door bewerkingen uit te voeren tijdens transport kan bijvoorbeeld de afzetketen voor vis nog verder worden verkort, met als resultaat een snellere marktrespons en een verser product. Speciale platforms kunnen vis van trawlers bij bijvoorbeeld Groenland naar IJmuiden vervoeren en onderweg de vis bewerken.

- *Mariene docking stations*

Voorzieningen voor bouw en onderhoud van vaste en grote mobiele constructies in zee, zoals boortorens en de productie-units voor Atlantis 2020.

Drijvende mariene parken in het kort

Functie	flexibel multifunctionele units voor haven-, bouw- en andere productiefuncties op zee.
Sense of urgency	logistiek en milieuveiligheid van olietransport
Motor	Rijkswaterstaat, offshore bedrijven.
Ruimtegebruik	direct ruimtebeslag: ongeveer een hectare per unit
Winstkansen	+ verbetering milieuveiligheid zeetransport + vooruitgeschoven zeehaven + logistieke innovatiekansen + efficiëntiewinst scheepvaart + productiefuncties op zee + cultuurelementen in zee + hergebruik van oude maritieme constructies
Bedreiging	- mogelijke vervuilers op zee

¹⁵ Drijvende parken zijn ook voor de eerder genoemde functies voor luwteparken geschikt, zoals kustverdediging. Het RIKZ is bijvoorbeeld bezig met een studie naar drijvende constructies bij Den Helder om de erosie van dijklichamen ten gevolge van brekende golven te beperken.

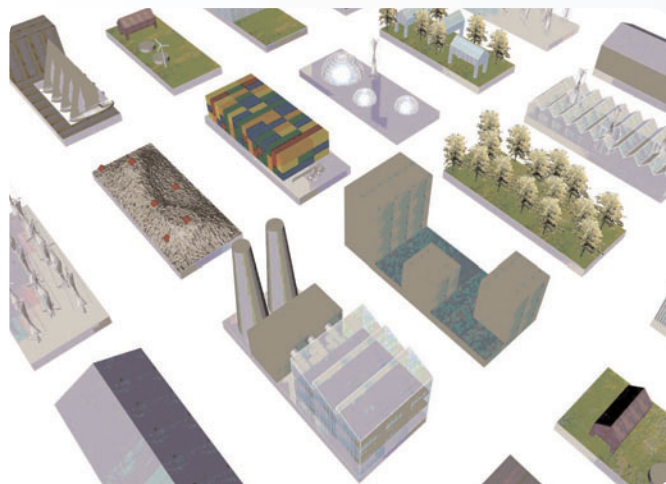
- *Hergebruik van verouderde infrastructuur*

Verouderde constructies zoals boortorens en olietankers kunnen in het concept van mariene parken worden omgebouwd tot waardevolle 'bouwblokken' voor een 'mariene landschap van formaat'.

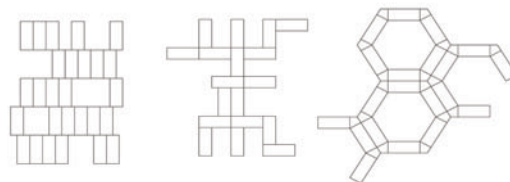
4.1. Ontwerp- en innovatieopgave van een flexibel concept

Een systeem van drijvende mariene systemen kan dynamisch worden samengesteld. Het is een 'drive en drive-in docking station, permanent in verandering, voortdurend onderweg en onophoudelijk aan het werk. Vooral nog is de bouwtechnische hypothese dat drijvende pontons, vergelijkbaar met bijvoorbeeld het systeem van containers, de gestandaardiseerde componenten zijn van een compositie die telkens koppelt, aanhaakt, ontkoppelt, afhaakt. Wellicht dat een kavelmaat van 50 bij 20 meter handzaam is.

Nader onderzoek is nodig naar de technische aspecten van de koppelstukken, vooral ook naar de programmatische baten die kunnen worden behaald. Hoe kunnen systeemketens zo worden geschakeld dat er kwantitatieve en kwalitatieve (schaal)voordelen ontstaan?



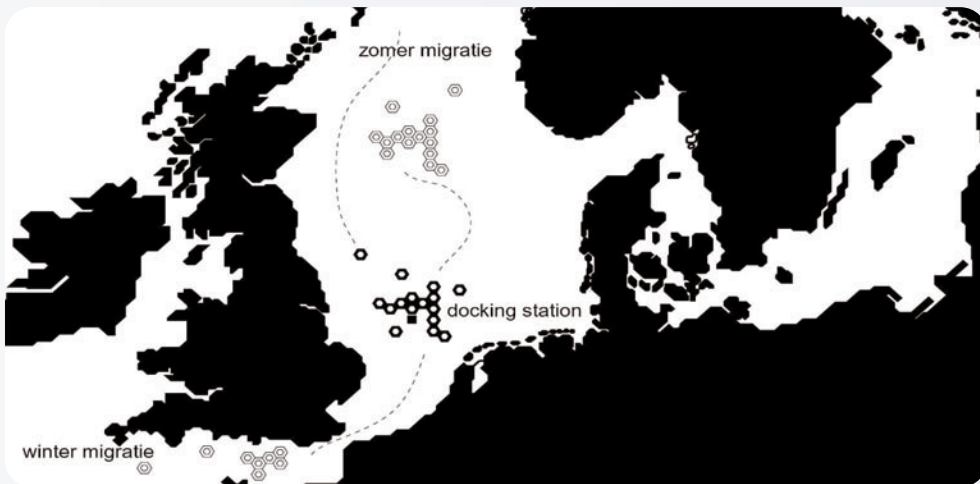
Figuur 5. Catalogus van programma; schakelen en stapelen.'



Figuur 6. Schakel techniek, koppelstuk en pontons.

Een tweede bestanddeel dat afkomstig is uit een oude technologische episode, de fase van de olie- en gaswinning, is het materieel van de boorplatforms. Hoe kunnen deze robuuste bouwsels worden omgevormd tot havens? Op welke manier kunnen zij, soms drijvend, soms wandelend, dienen als relatief vaste knopen in een voor het overige veranderlijk systeem? Welke schakels tussen zee en land kunnen worden benut? Denk aan de locatie van Corus-Hoogovens waar een bundel buizen uit zee aansluit op het landelijke netwerk. Welke rol spelen deze on shore hubs in het netwerk van veilige havens?

Kracht van de constructie is dat telkens kan worden gezocht naar de meest optimale condities. Waar en wanneer waait het het hardst om windenergie op te wekken. Losse pontons, los van vaste kabels en buizen kunnen autarkisch functioneren (zelfvoorzienend op het gebied van energie). Clustering kan voordelen opleveren door het opheffen van de strikte scheidslijn tussen productie, vervoer en verwerking. Afvalstoffen uit afzonderlijke deelprocessen kunnen lokaal worden gebruikt als grondstof voor andere functies. Bijvoorbeeld de reststroom 'warmte' van elektriciteitsproductie uit algen kan worden ingezet bij de visteelt op zee. Mogelijk kan ook voldoende snel worden verplaatst om profijt te trekken van weersveranderingen. Zo varen systemen of elementen bij de overgangen van seizoenen van het ene continent naar het andere. Productie- en rijpingsprocessen kunnen op doordachte wijze worden gekoppeld aan vaartijden.



Figuur 7. Mobiele units in de Noordzee, met verschillende voorkeurslocaties in zomer en winter.

4.2. De weg naar ontwikkeling van mobiele mariene parken

De ontmanteling van boorplatforms zal de olie-industrie voor grote problemen stellen. De commotie rond de Brent Spar heeft aangetoond dat simpelweg afdanken (afzinken) van het platform niet als duurzaam wordt gezien. Het gekozen alternatief (demonteren) is zeer kostbaar. Juist het beschikbaar komen van een groot aantal platforms in de komende decennia kan een goede basis vormen voor de ontwikkeling van nieuwe functies in zee. Deze zouden vervolgens als ankerpunten voor mobiele mariene parken kunnen fungeren.



Figuur 8. Impressie van een landschap van formaat opgebouwd uit vaste en drijvende constructies.

5. Hoe verder?

In dit rapport is een aantal ontwikkelingsrichtingen voor een duurzamere relatie tussen mens en zee geschetst. Duurzaam heeft daarbij tegelijkertijd betrekking op:

- de mens: veiligheid en voedselvoorziening;
- de natuur: beperking van bestaande milieubelasting en het scheppen van condities voor nieuwe natuurontwikkeling.

De steeds groeiende problematiek met betrekking tot zeespiegelstijging en overbevissing zet druk op de ketel om na te denken over duurzame oplossingen. Een zeewaarts gerichte aanpak biedt daarbij interessante mogelijkheden. In plaats van krampachtig vast te houden aan het principe dat 'het zeelandschap niet of minimaal mag worden veranderd', kan deze zeewaarts gerichte aanpak oplossingen bieden die zowel voor mens als natuur, zowel voor zee als land het meest duurzaam zijn. De in de voorgaande hoofdstukken gepresenteerde ideeën en ontwerpen geven enkele ontwikkelingsrichtingen weer.

De gepresenteerde ontwerpen kunnen een fundamentele wending ('paradigma-verandering') bewerkstelligen in de wijze waarop de mens zee en kust 'cultiveert'. Daarbij zijn zowel op de mens gerichte concepten (voedselproductie in 'Atlantis 2020', logistieke functies, en een veilig heenkomen voor schepen en logistieke knooppunten in 'De Veilige Haven') als op de zee en natuur gerichte concepten ('luwteparken') gepresenteerd:

- Het technische ontwerp van 'Atlantis 2020' maakt gebruik van stromingsenergie (zoals wind of golfslag) voor de productie van voedsel: door chemo-autotrofe bacteriën (die leven op waterstof en koolzuurgas) kan biomassa worden geproduceerd, die weer kan dienen als visvoer. Door het geheel in afgesloten units op zee te ontwikkelen kan (a) voedsel worden geproduceerd met minimale belasting van de natuurlijke populaties in zee en (b) effectief gebruik worden gemaakt van energie.
- 'Luwteparken' hebben als primair doel het verbeteren van kustverdediging door het dempen van golfslag. Deze constructies in zee kunnen tegelijkertijd nieuwe natuurontwikkeling in zee stimuleren. Daarnaast kunnen ze worden gebruikt als basis voor beoogde constructies in zee (zoals een windmolenpark of zelfs een vliegveld).
- 'Mobiele mariene parken' zijn gericht op efficiëntie en (milieu)veiligheid van scheepstransport. Hiermee worden overslagfaciliteiten en een veilig heenkomen voor grote schepen geboden. Daarmee wordt voorkomen dat o.a. kwetsbare olietankers in kustgebieden komen, zodat de kans op olierampen en vervuilde kusten sterk wordt verkleind. Ook het concept 'Atlantis 2020' kan hierin worden ingepast.

De presentatie van deze ontwerpen in voorgaande hoofdstukken is gericht op het op gang brengen van het debat over een zeewaarts gerichte aanpak. Deze aanpak dient verder te worden geëxploreerd.

Door de ontwikkelaars van het concept 'Atlantis 2020' wordt gezocht naar financiële middelen om (onder de naam 'SeaWing') het benodigde innovatieve onderzoek en de daaraan gekoppelde praktijkexperimenten te bekostigen. Vanuit de energiewereld bestaat concrete belangstelling om de ideeën op te pakken.

Rondom de concepten van 'Luwteparken' en 'Mobiele mariene parken' worden contacten gelegd met partijen die bezig zijn het ontwikkelen van windmolenparken in zee.

De ontwikkeling van grootschalige concepten in zee zoals hier gepresenteerd zal naar verwachting stuiten op maatschappelijke weerstanden.

Bouwen in zee door het verschuiven van de kustlijn is in Nederland geen utopie meer, zoals ruim 70 jaar geleden is aangetoond door de bouw van de Afsluitdijk en het inpolderen van delen van het IJsselmeer, en meer recent door de plannen voor de ontwikkeling van de tweede Maasvlakte. Zelfs het Wereld Natuur Fonds heeft zich geschaard achter de ontwikkeling van de tweede Maasvlakte, omdat het de ontwikkeling van een nieuw zeereservaat mogelijk maakt.

Daarnaast vragen de ontwerpen om technologische doorbraken en aanzienlijke investeringen. Tegelijkertijd kan – door aan te sluiten op de huidige ontwikkelingen in zee – met beperkte aanpassingen van de plannen al in deze richting worden gewerkt, met name bij ontmanteling van boorplatforms en bij de ontwikkeling van windmolenparken in zee. Zo worden voor de kusten van Denemarken en Duitsland momenteel grootschalige parken ontwikkeld met rond 100 windmolens in zee, gesteund door o.a. Greenpeace. Het gaat daarbij om zowel ontwikkelingen binnen als buiten de territoriale wateren (de grens daarvan ligt op 22 km uit de kust). In Nederland wordt in de Noordzee bij Egmond aan Zee het eerste windmolenpark in zee ontwikkeld.

Bouwen in zee buiten de kustlijn is zeer wel mogelijk, zoals blijkt uit de vele boorplatforms die zijn gerealiseerd. En bijvoorbeeld het plan van ecoboot¹⁶ beschrijft de ontwikkeling van stabiele woonplatforms op zee.

In aansluiting op dergelijke plannen kan met beperkte ingrepen in ons zeelandschap worden geëxperimenteerd, met als doel een duurzame ontwikkeling van het ecosysteem en een duurzaam gebruik van de zee ten behoeve van onze samenleving.

¹⁶ zie: <http://www.ecoboot.nl> en B. Verhoeven: Rustig buiten wonen, De Ingenieur nr.2 - 17 januari 2001

Summary

The growing problems with respect to rising sea levels and overfishing increase the need to think about sustainable solutions to the problems of both our food supply, energy production, coast protection, nature and the – environmental – safety of sea transport. Traditional solutions (e.g. heightening the dikes, designing wetlands or building windmills) frequently have a unilateral focus on a single principle of sustainability, for example, coast protection or energy production. In order to stimulate the discussion about developments that are really sustainable, the present report provides an outline of fundamental solutions based on combinations of sustainability principles.

In seeking sustainability, a seaward approach offers great opportunities. This seaward approach needs to be explored in order to identify quantum leaps in sustainability for both man and nature, sea and land. As a first step in this direction, this report presents both concepts that emphasize production (food production in 'Atlantis 2020', logistic functions in floating parks), and concepts designed to benefit nature (islands with 'nurseries of maritime life'):

- The concept of 'Atlantis 2020' uses current energy (including wind and waves) for the production of food: chemoautotrophical bacteria (living on hydrogen and carbon dioxide) produce biomass, which may then be used as fish feed. By developing the entire system in closed units at sea it is possible (a) to produce food with a minimum impact on natural populations in the oceans and (b) to make effective use of energy.
- Floating constructions may combine several functions, including logistic functions (transshipment, as an advance post of a seaport), wave breaking to improve coast protection, energy production or maintenance of Atlantis 2020 modules. Their mobile character allows constant adjustments to changing conditions, for example, by finding locations with favourable wind conditions or by adjusting locations to changing logistic requirements. Transshipment at sea may have considerable environmental benefits: large oil tankers can remain at greater distances off the coast in order to reduce the risk of shipping disasters.
- Fixed constructions ('Lee Parks') serve various purposes: (1) improving coast protection by reducing the washing of the waves; (2) encouraging new natural developments in the oceans (including fish populations); and, possibly, (3) food production as an alternative to aquaculture. The concept provides ample room for the development of recreational functions. Other functions such as those mentioned under the previous item may also be integrated. These concepts can be combined with planned off-shore constructions, such as windmill parks.

Efforts to develop these types of large-scale off-shore concepts are expected to meet considerable social protest. In addition, they require technological breakthroughs and large investments. By joining up with current developments at sea, huge benefits can be achieved with much lower investments, especially with regard to oil rigs being dismantled or off-shore windmill parks being developed. The development of large-scale off-shore parks in Denmark and Germany and several windmill parks off the Dutch coast are ample opportunities for innovative combinations of various functions. If multi-purpose applications of future projects are anticipated, their sustainable nature may increase.

In exploring the possibilities of practical experiments on the different concepts, alliances are pursued with parties who already have started off-shore activities.