



MNP Rapport 500083006/2006

**Duurzame viskweek voor behoud van de visvoorraad**

Evaluatie van transitie op basis van systeemopties

G.A. Rood, D. Nagelhout, J.P.M. Ros, H.C. Wilting

Contact: G.A. Rood

Nationale Milieubeleidsevaluatie en Duurzaamheid

Trudy.Rood@mnp.nl

© MNP 2006

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: 'Milieu- en Natuurplanbureau, de titel van de publicatie en het jaartal.'

## Abstract

### **Future fish supply dependent of alternatives for fish oil and fishmeal**

Meeting the conditions for sustainable aquaculture in time will continue to be a great challenge according to the conclusion of the Netherlands Environmental Assessment Agency. Fish demand is growing, but increasing the fish catch is not an option in view of overfishing; this leaves us with the possible solution of expanding aquaculture. Fishmeal and fish oil are important ingredients in the fish feed used for aquaculture. These ingredients are especially favourable for salt-water fish, partly because of their omega3-fatty acid content. However, since production of fishmeal and fish oil is based on the fish catch, availability of these is limited as well. So alternative fish feed will have to be developed in due time. The amount of fish in feed can be reduced by replacing fishmeal and fish oil by minerals of vegetable origin, small organisms, and worms or algae, but these have either limitations in their application or side-effects. Higher costs sometimes form an impediment. The Dutch government's contribution to the development of alternative feed has, to date, been small, so under current circumstances development is going to take more time. Global transition to more aquaculture is, however, already in full motion.

This report is one in a series on evaluating the management of transitions in environmental policy directed to fundamental system innovations relevant for the environment in the long term, as mentioned in the Dutch National Environmental Policy Plan 4.

Key words:

System innovation, assessment, aquaculture, fish



# Inhoud

<b>Samenvatting</b> .....	<b>7</b>
<b>1 Inleiding</b> .....	<b>11</b>
1.1 Evaluatie van transitiebeleid .....	11
1.2 Systeemoptie ‘Duurzame viskweek voor behoud van de visvoorraad’ .....	12
1.3 Werkwijze .....	13
1.4 Leeswijzer .....	14
<b>2 Beschrijving van de systeemoptie ‘Duurzame viskweek voor behoud van de visvoorraad’</b> .....	<b>15</b>
2.1 Korte schets van het basisidee .....	15
2.2 Productiestructuur .....	20
2.3 Consumptie en gezondheidsaspecten.....	21
2.4 Instituties.....	23
2.5 Ruimtelijke invulling .....	24
2.6 Belangrijke spelers in Nederland .....	25
2.7 Relatie met andere systeemopties .....	26
<b>3 Beoordeling van de potentiële effecten van aquacultuur met een alternatief dieet</b> .....	<b>27</b>
3.1 Effecten .....	27
3.2 Milieueffecten van alternatieven.....	29
3.3 Gehalte omega-3-vetzuren bij vervanging van visolie .....	31
3.4 Gevangen vis voor kweekvis .....	32
3.5 Vraag naar vis in 2040 .....	33
3.6 Vervanging van vismeel door soja.....	34
<b>4 Resultaten van activiteiten in de voorontwikkelingsfase</b> .....	<b>35</b>
4.1 Ontwikkelen van probleemperceptie .....	35
4.2 Ontwikkeling van een gezamenlijke toekomstvisie.....	37
4.3 Research & Development .....	38
4.3.1 Technologische ontwikkelingen.....	38
4.3.2 Institutionele vernieuwing.....	42
4.4 Experimenten in de praktijk.....	43
4.4.1 Technologische experimenten .....	43
4.4.2 Institutioneel experiment .....	45

---

4.5	Samenhang van activiteiten in de voorontwikkelingsfase .....	46
<b>5</b>	<b>Motivatie voor daadwerkelijke systeemverandering .....</b>	<b>49</b>
5.1	Viskwekerijen in Nederland.....	49
5.2	Veranderingen in visvoer in de praktijk.....	50
5.3	Productie van nieuwe visvoercomponenten.....	51
5.4	Nieuwe institutionele arrangementen in de praktijk .....	53
<b>6</b>	<b>Conclusies.....</b>	<b>55</b>
6.1	Potentiële effecten van de systeemoptie .....	55
6.2	Mondiale ontwikkelingen .....	56
6.3	Ontwikkelingen in Nederland en de rol van het beleid.....	56
	<b>Literatuur .....</b>	<b>59</b>
	<b>Bijlage 1 Omega-3-vetzuren.....</b>	<b>63</b>

## Samenvatting

De vraag naar vis zal de komende decennia sterk toenemen. Het MNP concludeert in dit rapport dat het nog een lastige opgave zal zijn om aan deze vraag te kunnen voldoen. De visvangst kan niet verder groeien zonder de visvoorraden uit te putten. Viskweek kan wel een oplossing zijn, mits de voersamenstelling wordt gewijzigd. Het huidige voer bevat namelijk een flink aandeel gevangen vis.

De huidige jaarlijkse visconsumptie is wereldwijd circa 100 miljoen ton, waarvan 60 miljoen ton gevangen vis en ruim 40 miljoen ton gekweekte vis. Daarnaast gaat nog eens 30 miljoen ton gevangen vis naar voornamelijk viskwekerijen als voer. Afhankelijk van de groei in bevolking en welvaart zal in 2040 de visconsumptie gestegen zijn tot 150 à 200 miljoen ton. Als het uitgangspunt is aan deze vraag te kunnen voldoen, dan betekent dit een verdubbeling tot bijna verviervoudiging van de kweekvisproductie. Er kan echter niet veel meer voer voor de viskweek uit visvangst worden geproduceerd zonder de visvoorraden uit te putten. Kortom, viskweek kan voor voldoende aanbod zorgen mits de voersamenstelling wordt gewijzigd. Daarnaast is beheer van de visvoorraden belangrijk.

### Relevante langetermijndoelstellingen

- *Aquatische biodiversiteit*: Het EU-doel is de achteruitgang van de biodiversiteit in 2010 te stoppen. De mariene-ecosystemen zullen behouden moeten blijven.
- *Visvoorraden*: De voorraad van 75% van de vissoorten is kritiek. In de praktijk is voor de groeiende vraag naar vis, een groeiend aanbod van vis nodig zonder dat dit leidt tot een toename van de visvangst. Ook een toename in de vraag naar visolie en vismeel voor kweekvis mag niet ten koste gaan van de visvoorraad.
- *Millenniumdoel (MDG)*: De VN-lidstaten willen het percentage mensen dat lijdt aan honger halveren in 2015 (één van de Millenniumdoelstellingen). In veel ontwikkelingslanden is vis een belangrijke eiwitbron.
- *Gezondheid*: De Gezondheidsraad beveelt dagelijks 0,2 gram per persoon omega-3-vetzuren aan. Vis is een belangrijke bron van deze gezonde vetzuren (omega-3 vetzuren). De Gezondheidsraad adviseert dan ook twee keer per week vis te eten, waarvan één keer vette vis.
- *Terrestrische biodiversiteit*: Ook hiervoor geldt het EU doel om de achteruitgang van de biodiversiteit in 2010 te stoppen. De Nederlandse overheid geeft in de Toekomstagenda Milieu aan zoveel mogelijk te willen voorkomen dat negatieve gevolgen van ons handelen naar elders worden afgewenteld. Bij vervanging van vis door alternatieven is er extra landgebruik dat in concurrentie gaat met natuur.

- *Economische groei en innovatie*: Een overheidsdoel is een impuls te geven aan regionale economieën in Nederland, zowel aan visserij- als aan agrarischegemeenschappen.

### **Kunnen de doelen met de systeemoptie worden bereikt?**

- Het uitgangspunt van deze systeemoptie is bij een nagenoeg gelijkblijvende visconsumptie en groeiende wereldbevolking, de visvoorraden te behouden en daarnaast bij te dragen aan verlaging van het aantal mensen met honger. Goede viskweek – oftewel viskweek met minimaal gebruik van gevangen vis voor visvoer – en een goed beheerssysteem voor visvangst voor vismeel en visolie zijn hiervoor noodzakelijk en zullen bijdragen aan het stoppen van de achteruitgang van de aquatische biodiversiteit.
- Het is onzeker of er tijdig voldoende visvoer voor goede viskweek ontwikkeld en geproduceerd kan worden. Er zijn ontwikkelingen gaande op gebied van visvoer met minimaal of zonder gebruik van vis, zoals visvoer uit plantaardige grondstoffen, algen, wormen of methaan. De meeste van deze ontwikkelingen verkeren nog in een beginstadium. Ook hebben ze momenteel alle nog belemmeringen of nadelige effecten.
- Hoewel met onderzoek naar plantaardige grondstoffen in visvoer belangrijke resultaten zijn behaald, lijken er ook grenzen in zicht. Een daling van de hoeveelheid gevangen vis in het voer van zeevis met een factor 2 ten opzichte van 2002 wordt op korte termijn haalbaar geacht. Hogere vervangingsfactoren op de lange termijn zijn nog onzeker. Plantaardige grondstoffen – zoals soja – voor visvoer kunnen in voldoende mate beschikbaar komen. De teelt vraagt meer landbouwgrond en dat concurreert met land voor natuur. Het extra landgebruik kan oplopen tot 0,2 - 0,5% van het huidige mondiale landbouwareaal.
- Plantaardige grondstoffen bevatten van nature weinig gezonde (omega-3-) vetzuren, waardoor het gehalte hiervan in de kweekvis zou kunnen afnemen. Het verlies aan deze gezonde vetzuren kan worden beperkt (tot circa 20%) door gebruik te maken van visolie in de laatste levensfase van de vis. Inzet van genetische modificatie voor de aanmaak van omega-3-vetzuren in planten (en dieren) is een aanvullende optie. Het draagvlak hiervoor is onzeker.
- Risico bij visvoer op basis van kleine organismen is de aantasting van het mariene ecosysteem door de vangst van deze organismen. Het kost ook meer energie dan visvangst. Ontwikkelingen met algenkweek en daarmee ook de productie van omega-3-vetzuren zijn vooralsnog gebaseerd op voedingsstoffen uit afvalwater. De vraag is of voldoende geschikt afvalwater beschikbaar komt. Toepassing van visvoer uit wormen is slechts te verwachten in enkele niches.
- Consumptie van meer zoetwatervis (veelal planteneters) en minder zeevis leidt tot een verlies van de gezondheidkundige voordelen van vis door lagere gehalten omega-3-vetzuren in zoetwatervis.



## Hoe verloopt het proces om de systeemoptie te realiseren?

- De productie van visolie en vismeel is sinds de jaren tachtig stabiel gebleven. Er is minder gebruikt in veevoer en margarines, waardoor meer beschikbaar is gekomen voor viskwekerijen.
- De hogere kosten vormen veelal een belemmering voor visvoeralternatieven. Recent zijn de prijzen van vismeel en visolie gestegen. Hierdoor nemen de kansen voor alternatieven toe.
- Schaarste en hogere prijzen verhogen de kans op illegale vangst voor vismeel en visolie. De Nederlandse overheid heeft het initiatief genomen om de duurzaamheid van de productie van vismeel in ontwikkelingslanden te vergroten. De vismeelindustrie in Peru, mondiaal de grootste exporteur, is tot afspraken over verduurzaming van de visserijsector gebracht.
- De overgang naar meer plantaardige componenten in het visvoer is al gaande. Dit komt mede door de prijsontwikkelingen van de grondstoffen. Daarnaast loopt onderzoek naar verhoging van het aandeel plantaardig voer met minimalisatie van de negatieve effecten op groei en gezondheid van de vis en de gehalten omega-3-vetzuren.
- De kostprijs van wormen (zogenoemde zagers) als alternatieve eiwitbron is zoveel hoger dan die van vismeel dat dit geen alternatief is behalve in enkele niches. Op bescheiden schaal is in de praktijk gestart met de productie met betrokkenheid van landbouwbedrijven en met een financiële bijdrage van de provincie Zeeland.
- Er is met overheidssteun succesvol onderzoek gedaan naar de mogelijkheden van algenkweek voor visvoer en voor de productie van gezonde vetzuren. Optimalisatie op praktijkschaal is nog niet gestart. De prijs van algen – als bron van gezonde vetzuren – is momenteel nog te hoog ten opzichte van visolie. Een kleine inzet van algen in de kweek van jonge vis is wel rendabel, omdat deze kweek specifiek voer vereist.
- Onderzoek naar genetische modificatie in planten en dieren om de aanmaak van gezonde vetzuren te verhogen verkeert nog in een pril stadium en vindt alleen in het buitenland plaats.
- In de afgelopen jaren is subsidie voor viskweek afkomstig geweest van de EU en de regio's, nauwelijks van de nationale overheid.
- Kwekers en visvoerproducenten hebben tot nu toe weinig belang gehad bij alternatief voer. Bij certificering – met eisen aan het voer – kan het gebruik van gevangen vis onaantrekkelijk worden. In geval van certificering kan het rendabel zijn, omdat een meerprijs wordt verkregen. De handel hecht onder druk van maatschappelijke belangenorganisaties wel belang aan 'vis waar niks mis mee is'.
- Ondertussen neemt de vraag naar visvoer snel toe. Het is daarom de vraag of duurzame viskweek op tijd ingericht kan zijn. De Nederlandse overheidsbijdrage aan de ontwikkeling van alternatief voer is klein geweest.



# 1 Inleiding

## 1.1 Evaluatie van transitiebeleid

In 2001 heeft het NMP4 een beleidsimpuls gegeven aan het denken in termen van systeemverandering op de lange termijn om hardnekkige milieuproblemen op te lossen. Het heeft ook diverse beleidsacties in gang gezet en deze hebben invulling gegeven aan het begrip transitie management in de context van duurzame ontwikkeling. In overleg met alle betrokken ministeries is afgesproken, dat het Milieu- en Natuurplanbureau (MNP) in 2006 een evaluatie zal uitbrengen van het proces en de rol van het beleid daarin.

Het werken aan een beter systeem op de lange termijn heeft door het NMP4 weliswaar extra aandacht gekregen, maar het is niet met het NMP4 begonnen. Er liepen al tal van onderzoeksprogramma's en experimenten, er waren veel ideeën over nieuwe institutionele vormgeving en er was al veel beleid dat daar direct of indirect invloed op had. Het heeft geen zin de ontwikkelingen van de laatste jaren te beschouwen zonder deze context. Er is ook afgesproken dat het uitgangspunt voor deze evaluatie de voortgang van de processen in de praktijk zou zijn en dat daarbij wordt aangegeven welke prikkels er vanuit het beleid aan zijn gegeven en hoe effectief die zijn geweest.

In de voorontwikkelingsfase zijn transities doelzoekende processen. Zonder duidelijke doelen is het lastig evalueren, tenzij de evaluator een participerende en faciliterende rol speelt in een leerproces. Laatstgenoemde rol past niet bij de missie van het MNP. Om deze reden is gezocht naar een aanpak, waarin de elementen leren en afrekenen samenhangend kunnen worden beschouwd. Dit heeft geleid tot het stellen van systeemopties als uitgangspunt voor de evaluatie. Een systeemoptie schetst een deel van het mogelijke toekomstige systeem. De evaluatie richt zich op het proces om deze systeemoptie te realiseren. Bij de eindconclusies zal worden bedacht dat het proces zal worden afgestemd op andere processen en opties.

De evaluatie van de systeemoptie 'Duurzame viskweek voor behoud van de visvoorraad' is onderdeel van een reeks van zes systeemopties, die worden geanalyseerd. De andere systeemopties, waarvan de evaluaties eveneens in 2006 worden gepubliceerd, zijn:

- vloeibare biobrandstoffen voor transport;
- biograndstoffen voor de chemische industrie;
- markt voor groene diensten;
- micro-warmtekrachtkoppeling;
- brandstofcelauto's op H<sub>2</sub> verkregen uit zonthermische krachtcentrales.

Ook wordt op basis van deze zes rapporten een samenvattend evaluatierapport opgesteld.

## 1.2 Systeemoptie ‘Duurzame viskweek voor behoud van de visvoorraad’

Dit rapport beschrijft de systeemoptie ‘Duurzame viskweek voor behoud van de visvoorraad’, waarbij het visvoer in de kwekerijen centraal staat. Een duurzame viskweek zal kunnen bijdragen aan het realiseren van de volgende langetermijndoelstellingen:

- *Aquatische biodiversiteit*: Het EU-doel is de achteruitgang van de biodiversiteit in 2010 te stoppen. De mariene-ecosystemen zullen behouden moeten blijven.
- *Visvoorraden*: De voorraad van 75% van de vissoorten is kritiek. In de praktijk is voor de groeiende vraag naar vis, een groeiend aanbod van vis nodig zonder dat dit leidt tot een toename van de visvangst. Ook een toename in de vraag naar visolie en vismeel voor kweekvis mag niet ten koste gaan van de visvoorraad.
- *Millenniumdoel (MDG)*: De VN-lidstaten willen het percentage mensen dat lijdt aan honger halveren in 2015 (één van de Millenniumdoelstellingen). In veel ontwikkelingslanden is vis een belangrijke eiwitbron.
- *Gezondheid*: De Gezondheidsraad beveelt dagelijks 0,2 gram per persoon omega-3-vetzuren aan. Vis is een belangrijke bron van deze gezonde vetzuren (omega-3 vetzuren). De Gezondheidsraad adviseert dan ook twee keer per week vis te eten, waarvan één keer vette vis.
- *Terrestrische biodiversiteit*: Ook hiervoor geldt het EU doel om de achteruitgang van de biodiversiteit in 2010 te stoppen. De Nederlandse overheid geeft in de Toekomstagenda Milieu aan zoveel mogelijk te willen voorkomen dat negatieve gevolgen van ons handelen naar elders worden afgewenteld. Bij vervanging van vis door alternatieven is er extra landgebruik dat in concurrentie gaat met natuur.
- *Economische groei en innovatie*: Een overheidsdoel is een impuls te geven aan regionale economieën in Nederland, zowel aan visserij- als aan agrarischegemeenschappen.

Viskweek zou een oplossing kunnen zijn om de combinatie van deze doelstellingen in te vullen. Mondiaal is al een transitie gaande van vis uit vangst naar meer vis van kwekerijen. Veel kwekerijen hebben echter wilde vis nodig als voer, meestal in de vorm van visolie en vismeel. Dat zou de druk op de visstand alleen maar vergroten. Daarom wordt gezocht naar alternatieven voor het gebruik van gevangen vis in het voer.

De evaluatie omvat overigens geen beschouwing van de activiteiten in de visserij. Alleen enkele institutionele aspecten van de visvangst voor visvoer worden behandeld. De gegevens in dit rapport zijn gebaseerd op literatuur- en internetonderzoek en interviews met vertegenwoordigers uit wetenschap en bedrijfsleven.

### 1.3 Werkwijze

Er is gebruik gemaakt van de door het MNP opgestelde evaluatiemethodiek voor transitie en de daarin aangegeven bouwstenen (Ros et al., 2006).

In de eerste plaats is een beschrijving en vooral de afbakening van de beschouwde systeemoptie van belang. Het gaat om een samenhangend geheel van technieken, processen, instituties en structuren. Hoewel de evaluatie in de eerste plaats betrekking heeft op het transitieproces en niet zozeer op de mogelijke effecten als het eindresultaat wordt bereikt, kunnen deze zaken niet los van elkaar worden gezien. De mogelijke effecten bepalen immers mede de houding van diverse actoren. Daarom wordt in dit rapport ook kort ingegaan op de effecten.

Een ex-postevaluatie wordt gebaseerd op monitoring. Bij duidelijke doelen voor milieudruk of kwaliteit op een redelijk korte termijn ligt de basis van de evaluatie in de monitoring van emissies, milieukwaliteit of effecten. In geval van lopende transitieprocessen zal de daadwerkelijke verandering pas op de lange termijn worden gerealiseerd en hebben de huidige ontwikkelingen vooral het karakter van het voorbereiden van de veranderingen. Monitoring van milieudruk of kwaliteit biedt in dit geval geen basis.

Om de evaluatie enig houvast te geven zijn door MNP systeemopties gedefinieerd. De bedoeling van een systeemoptie is een mogelijk einddoel te schetsen, maar zonder dit einddoel exact te definiëren. Het kan niet hét einddoel zijn. Een transitieproces is immers nog doelzoekend en flexibel. In het proces worden opties opgehouden en wordt diversiteit gecreëerd. Uiteindelijk wordt er geselecteerd; een evolutionair proces. Een systeemoptie is een mogelijk einddoel ofwel een stuk van een nieuw systeem.

Het beleid dient zich eerst te richten op het voorbereiden van het veranderingsproces. Daarin zijn vier typen activiteiten verondersteld:

- het ontwikkelen van een gevoel van urgentie op basis van een probleemperceptie;
- het ontwikkelen van een gezamenlijke toekomstvisie;
- onderzoek en ontwikkeling van nieuwe technologie en nieuwe instituties;
- experimenten in de praktijk met onderdelen van het nieuwe systeem of inrichten van niches.

De monitoring richt zich op deze activiteiten. Naast databestanden zijn literatuur, internet, interviews en symposia of conferenties belangrijke informatiebronnen geweest om de activiteiten in beeld te brengen. Wat is er op die punten de afgelopen jaren gebeurd? Welke beleidsacties zijn daarop gericht? Daarin staat Nederland niet los van de rest van de wereld, zeker niet bij deze systeemoptie. Daarom wordt ook de internationale context geschetst. Vervolgens wordt de samenhang in de feitelijke ontwikkelingen van de afgelopen jaren geanalyseerd. Hierbij wordt vooral beschouwd, in hoeverre de cyclus van visievorming→Research&Development→experimenten gericht op de lange termijn spoort met de cyclus van actiegerichtheid→creëren van markten→niches op de korte termijn.

De resultaten van deze activiteiten in de voorontwikkelingsfase moeten de motivatie vergroten om tot daadwerkelijke systeemverandering over te gaan. Met gerichte

beleidsinstrumenten kan deze motivatie nog verder worden versterkt. Echter, het bestaande systeem met de daarin gecreëerde belangen kan tegenwerken. Nagegaan wordt hoe de motivatie zich de afgelopen jaren heeft ontwikkeld. Enkele cruciale acties worden daartoe geïdentificeerd. In bijvoorbeeld een krachtenveldanalyse worden al deze factoren samengebracht. Op basis hiervan worden conclusies getrokken over de voortgang van het proces en de effectiviteit van de prikkels van het Nederlandse beleid.

## 1.4 Leeswijzer

Dit rapport evalueert de voortgang in het proces om een duurzame viskweek te realiseren voor het behoud van de visvoorraden. Vervanging van het visvoer voor kweek staat centraal, omdat de huidige viskweek gebruik maakt van voer van gevangen vis dat niet duurzaam wordt geproduceerd. Duurzame viskweek is een systeemoptie. Het schetst een deel van het toekomstige systeem, zoals dat zou kunnen worden.

Hoofdstuk 2 geeft een beschrijving van de systeemoptie ‘duurzame viskweek’ met alle bijkomende aspecten. Een beoordeling van de systeemoptie aan de hand van duurzaamheidsindicatoren komt in hoofdstuk 3 aan de orde. Binnen de systeemoptie bestaan nog varianten, waardoor een exacte beoordeling niet mogelijk is. De beoordeling geeft wel een eerste indruk. Enkele aspecten, zoals de effecten op bepaalde emissies, landgebruik en gezondheid zijn dieper geanalyseerd.

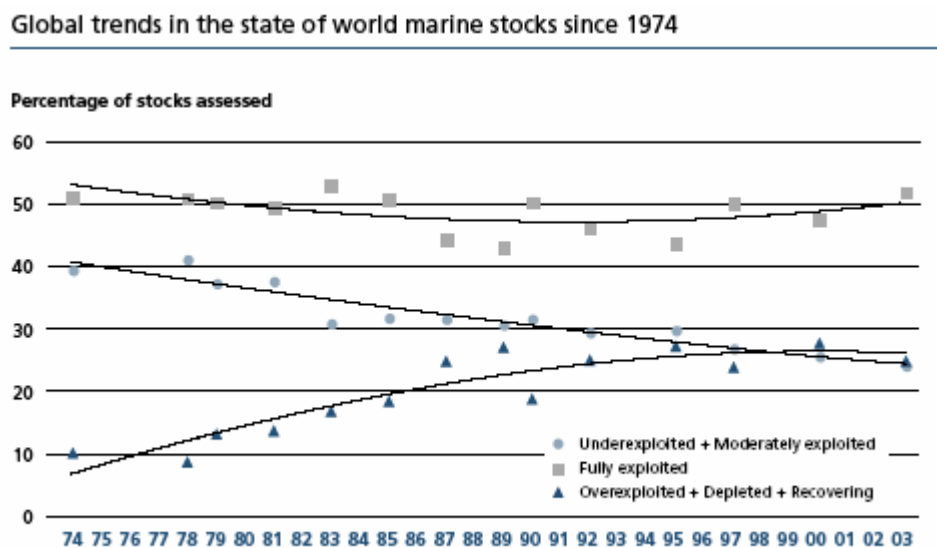
Hoofdstuk 4 geeft aan welke ontwikkelingen er vooral in de laatste jaren zijn geweest in de probleemperceptie die aan de verandering ten grondslag ligt, in de toekomstvisie van de betrokkenen, in Research&Development (R&D) en bij experimenten in de praktijk of niches. Aan het eind van hoofdstuk 4 wordt de samenhang geschetst in deze activiteiten, die als de voorontwikkelingsfase van de transitie worden beschouwd.

Hoofdstuk 5 richt zich op het krachtenspel en de ontwikkelingen daarin om daadwerkelijke systeemverandering te realiseren. Resultaten van de voorontwikkeling, de kenmerken van het bestaande systeem en specifieke beleidsimpulsen worden in dit hoofdstuk in samenhang geanalyseerd. In hoofdstuk 6 worden conclusies getrokken over de mogelijke effecten, de voortgang van het proces en de invloed van het Nederlandse beleid daarop.

## 2 Beschrijving van de systeemoptie ‘Duurzame visweek voor behoud van de visvoorraad’

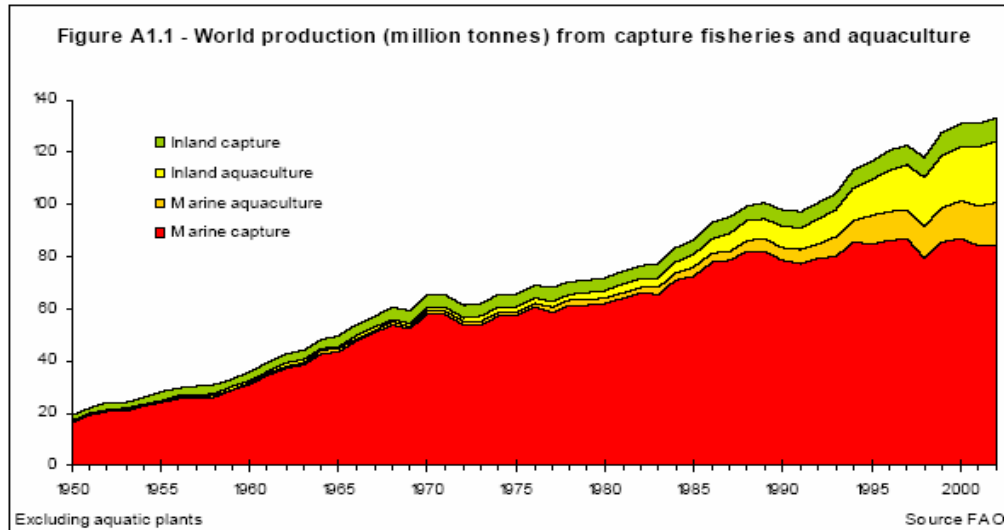
### 2.1 Korte schets van het basisidee

Hoewel de visvoorraden op aarde vernieuwbaar zijn, kunnen ze bij ongelimiteerde vangsten snel uitgeput raken. Probleem is de internationale overbevissing van zeeën, waardoor soorten en ecosystemen in gevaar komen, vissers in zowel rijke als arme landen worden bedreigd in hun voortbestaan en vis voor bepaalde bevolkingsgroepen te duur wordt. De visvangst is de laatste jaren min of meer gelijk gebleven en kan niet veel meer groeien zonder de visvoorraden uit te putten. Recente FAO-schattingen van de visvoorraden geven aan dat 52% volledig geëxploiteerd wordt, terwijl 25% ofwel overgeëxploiteerd is (17%) of uitgeput (7%) of herstellend van uitputting (1%) (Figuur 2.1)(FAO, 2006). Tal van beheersmaatregelen leggen de visvangst daarom beperkingen op.



Figuur 2.1 Ontwikkelingen in visvoorraden (bron: FAO, 2004)

Tegelijkertijd neemt de vraag naar vis toe. Vis is van belang als eiwitbron en als bron van diverse essentiële voedingsstoffen. Het is ook veelal een smakelijke component van de maaltijd. Vis levert 16% van de wereldwijde consumptie aan dierlijke eiwitten. In sommige ontwikkelingslanden is vis de belangrijkste eiwitbron. Westerse overheden stimuleren een groter aandeel vis in het voedingspatroon vanwege de positieve effecten op de gezondheid. Er is daarom een toename te verwachten in de visconsumptie per persoon. Daarnaast groeit de wereldbevolking.



\* FAO, Marine Resources Service, Fishery Resources Division

Figuur 2.2 Mondiale visvangst en aquacultuur productie, inclusief vangst voor vismeel en visolie (bron: FAO)

Mondiaal is al een transitie gaande van visproductie uit vangst naar een systeem met vangst en kweek. Onder voorwaarden kan hiermee aan de stijgende vraag worden voldaan. Aquacultuur is in de afgelopen twee decennia snel gegroeid (Figuur 2.2). In de jaren negentig is de mondiale productie verdubbeld tot circa 35 miljoen ton in 2000 en doorgegroeid naar 42 miljoen ton in 2003 (FAO, 2004). In deze periode is de opbrengst uit visserij ongeveer gelijk gebleven. De bijdrage van viskwekerijen aan de mondiale visproductie is gestegen tot ruim 30%. Tabel 2.1 geeft een overzicht van de hoeveelheden gevangen, gekweekte en geconsumeerde vis. China heeft daarin een grote bijdrage.

Tabel 2.1 Productie en gebruik van vis

	<b>2003 miljard kg</b>	<b>2003, exclusief China miljard kg</b>
Productie	132	87
Vangst	90	74
waarvan zeevis	81	67
Zoetwatervis	9	6
Kweek	42	13
waarvan zeevis	17	5
Zoetwatervis	25	8
Gebruik	132	87
Consumptie (direct)	103	67
Visolie en vismeel	29	20

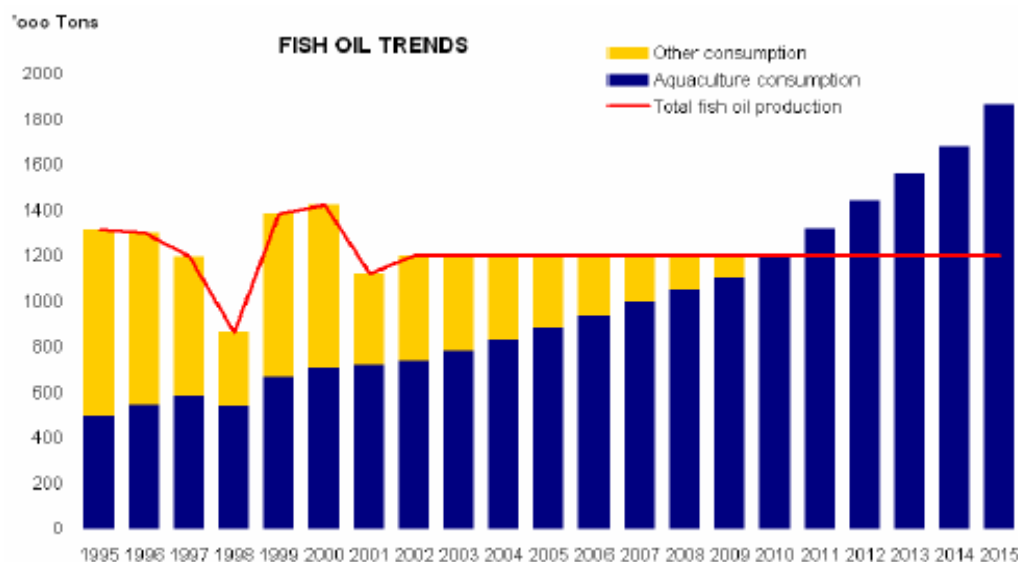
Bron: FAO, 2004



Een deel van de vangst – 29 miljoen ton – wordt gebruikt om vismeel en visolie te produceren (Tabel 2.1). Van deze 29 miljoen ton is naar schatting tweederde deel als visvoer ingezet. De jaarlijkse productie van vismeel is circa 6,5 miljoen ton en van visolie circa 1,2 miljoen ton (FAO). Daarbij wordt naast gevangen vis ook visafval ingezet. Deze cijfers liggen al lange tijd op ongeveer hetzelfde niveau.

Aquacultuur heeft rond 2000 circa 70% van de mondiale visolieproductie en 34% van de vismeelproductie verbruikt (IFFO, 2002). Het aandeel neemt toe. De rest van het vismeel wordt vooral gebruikt voor veevoer. Visolie wordt ook ingezet voor margarine en vetten.

Gezien de groei in de aquacultuur en het grotere belang van visolie en vismeel voor viskwekerijen dan voor veehouderijen, zal de toepassing als veevoer waarschijnlijk verder afnemen (Figuur 2.3). Ondanks dat kan een tekort aan visolie en vismeel ontstaan.



Figuur 2.3 Mondiale productie en consumptie van visolie (bron: FAO, 2002)

De diëten van vissen in kwekerijen verschillen aanzienlijk. De ene vis is de andere niet. Er zijn carnivoren (vleeseters, in feite vaak viseters ofwel piscivoren), herbivoren (planteneters) en omnivoren (alleseters). In Tabel 2.2 staan voorbeelden genoemd. Carnivoren in kwekerijen krijgen vis gevoerd, meestal visvoer op basis van een groot aandeel vismeel en visolie.

Tabel 2.2 Indeling van vissoorten

	Carnivoor	Omnivoor	Herbivoor
Zoetwater	Snoekbaars	<b>Meerval</b> <b>Paling</b> <b>Forel</b> Karper	<b>Tilapia</b> Graskarper Melkvis
Zoutwater	<b>Tarbot</b> <b>Tong</b> <b>Zeebaars</b> Heilbot	Zalm Kabeljauw	

bron: Consumentenplatform en de Goede Visgids

- Vetgedrukt zijn soorten die in Nederland worden gekweekt.
- Paling wordt ook wel tot de carnivoren gerekend en tong wordt ook wel gezien als omnivoor.
- Paling en zalm bevinden zich een deel van hun leven in zoet en een ander deel in zout water.

Het gebruik van visolie en vismeel heeft niet eerder tot grote problemen geleid doordat een groot deel van de mondiaal gekweekte vis herbivoor is (zoetwatervis, zie Figuur 2.2 Inland aquaculture). Deze kweek is vooral met plantaardig voer. Zo worden in China, het land met verreweg de grootste productie in aquacultuur – ruim 30% van de mondiale productie – vooral herbivore karpersoorten gekweekt (Tabel 2.1). Daarnaast is het aandeel plantaardig voer van omnivoren en carnivore vissen toegenomen. Ligt hierin dan ook de oplossing voor het mogelijke probleem met de visvoorraden? Ja, maar met de nodige beperkingen.

In de eerste plaats vinden veel mensen herbivore vis minder smakelijk dan carnivore vis. Dat geldt zeker ook voor Nederlanders. Het mag niet worden uitgesloten dat de vraag naar carnivore vissoorten stijgt in landen die momenteel een hoge consumptie aan herbivore vis kennen, wanneer daar de welvaart toeneemt.

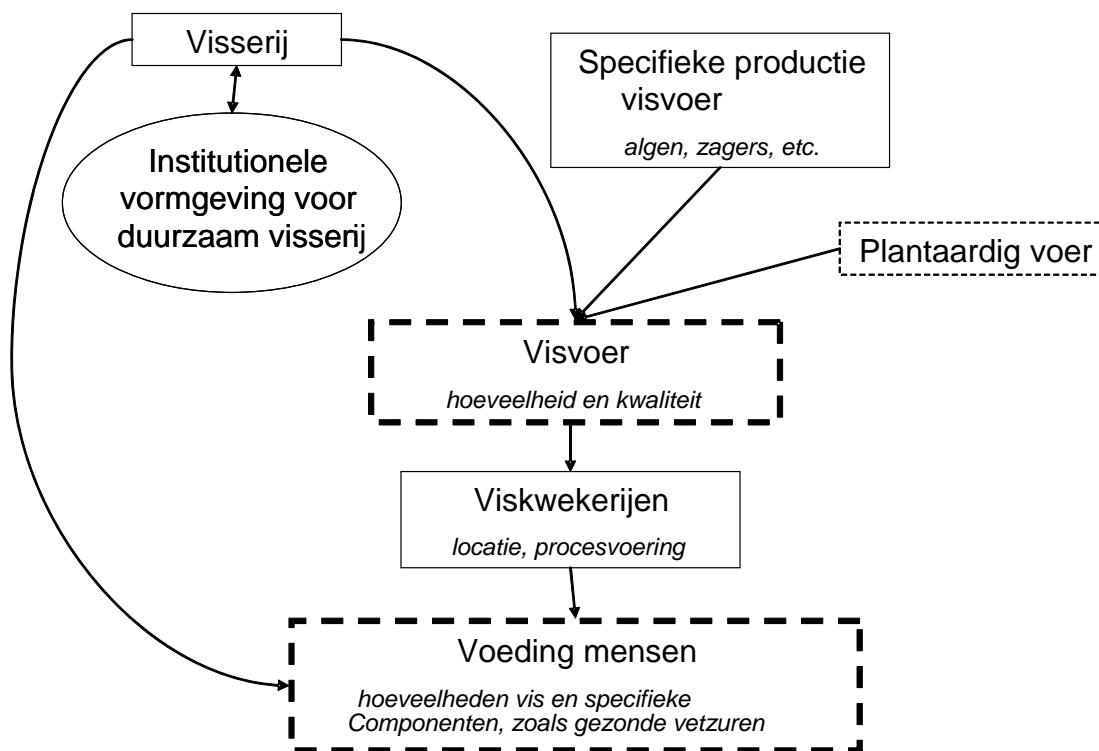
In de tweede plaats zijn er enkele gezondheidskundige voordelen bij consumptie van carnivore en vooral vette vis. Vis bevat veel nuttige stoffen, onder meer de omega-3-vetzuren (ook wel aangeduid met  $\omega$ 3-vetzuren of n-3-vetzuren). Deze worden vooral aangemaakt door algen in zoute wateren en komen zo in de voedselketen en in zeevissen. Zeevissen slaan de omega-3-vetzuren op in hun vet. Vette vis en schelpdieren zijn de belangrijkste externe bron voor omega-3-vetzuren voor mensen waarvan is aangetoond dat ze het risico op plotse harddood bij hartpatiënten aanzienlijk verminderen (Hooper, 2006); (zie ook Bijlage 1). Als carnivore vissen vooral plantaardig voer – zonder omega-3-vetzuren – krijgen, kan de gezondheidskundige betekenis voor de mens van die vis afnemen. Ook groeien de vissen minder goed op plantaardig voer en is de overlevingskans in vooral het larfstadium kleiner.

De uitdaging is een systeem te vinden waarin:

- viskweek een grote bijdrage aan de eiwitbehoefte van de mensen kan leveren en specifieke positieve effecten op de gezondheid kan blijven bieden;
- zoveel mogelijk wordt ingespeeld op de voorkeur van de consumenten;
- overbevissing ten behoeve van meer vismeel en visolie wordt tegengegaan;
- afwentelen van negatieve effecten van zee naar land (door de extra teelt van plantaardig voedsel) en naar kuststroken wordt voorkomen.

De processen in de aquacultuur brengen ook diverse andere aandachtspunten met zich mee zoals vermesting, dierenwelzijn en invloed van ontsnapte kweekvissen op het natuurlijke systeem. Hier wordt slechts zijdelings aandacht aan geschonken in dit rapport.

Figuur 2.4 schetst de beschouwde systeemoptie systematisch. Visvoer voor de kwekerijen staat centraal.



Figuur 2.4 Schets van de systeemoptie 'duurzame viskweek'

De systeemoptie omvat diverse alternatieven voor het gebruik van vismeel en visolie in visvoer, zoals:

- Meer plantaardige componenten, zoals plantaardige olie.
- Microalgae (algen, wieren, plantaardig plankton (fytoplankton)); zij zijn de belangrijkste primaire producenten in mariene-ecosystemen, maar ze kunnen ook worden gekweekt.

Bepaalde algen hebben hoge eiwitgehalten en omega-3-vetzuren en sommige bevatten essentiële aminozuren in de juiste verhouding voor vis.

- Zoöplankton, zoals copepoden (roeipootkreeftjes), rotiferen (radardiertjes).
- Artemia (pekelkreeftje).
- Zagers zijn al bekend in de sportvisserij, maar zijn ook te kweken voor afzet in viskwekerijen.
- Kweek van plantenetende vissen voor productie van vismeel en visolie.
- Kweek van nieuwe soorten plantenetende vissen met karakteristieken die de westerse consument wenst.
- Single Cell Protein (SCP); deze mogelijkheid is gebaseerd op fermentatie van een bacterie die groeit op methaangas. Deze bacterie levert een eiwit dat gebruikt kan worden in visvoer. De EU is in 1995 akkoord gegaan met het gebruik van dit soort producten in voer voor zalm (Norferm DA).

In principe zouden visafval en bijvangst nog bronnen zijn voor de productie van vismeel en visolie zonder dat dit leidt tot extra visvangst. Het beleid is echter gericht op het verminderen van bijvangst door ander scheepstuig of door regulering van de visserij als bijvangst worden verwacht.

## 2.2 Productiestructuur

De productie van visvoer start met de vangst of oogst van biomassa. Daarna vindt veelal een voorbereiding van de biomassa plaats. Zo wordt vismeel en visolie geproduceerd uit wilde vis en visafval. Een plantaardig alternatief als soja wordt verwerkt tot sojaolie en eiwitkoek.

Enkele bedrijven – bijvoorbeeld Nutreco en ADM – hebben zich toegelegd op de productie van visvoer. Vanaf de producent gaat het voer naar de viskwekers, waarna dezen het doseren in de bakken met vissen.

De keuze voor het type voer is afhankelijk van het levensstadium van de vis. Vislarven, jonge vis (vingerlingen), volwassen dieren en ouderdieren vragen ieder ander voer. De zogenaamde ‘startervoeders’ voor jonge vis bevatten vaak een relatief hoog eiwitgehalte. De meeste vissoorten eisen in het begin levend voer, zoals artemia (pekelkreeftje), copepoden (roeipootkreeftjes), rotiferen (radardiertjes) of cyclopsen. Vervolgens kan worden overgegaan op droogvoer.

Het voer van carnivore en omnivore soorten in kweeksystemen bevat hoge percentages vismeel en visolie, aangevuld met vezelarme plantaardige stoffen als sojameel en sojaolie. Herbivore vissen worden grotendeels gevoed met plantaardige stoffen. Zij krijgen in veel gevallen ook wat vismeel, omdat het een goede eiwitbron is. Vismeeel en visolie vormen een kleiner bestanddeel (Tyedmers, 2000). Carnivore of piscivore vis heeft veel vetten en eiwitten nodig en weinig koolhydraten. Vetten geven energie en essentiële vetzuren die de vis niet zelf kan synthetiseren. Eiwitten voorzien in energie en essentiële aminozuren. In traditioneel

visvoer zijn vismeel en visolie de belangrijkste bron van eiwitten (meel) en vetten (olie). Sommige kwekers in vooral ontwikkelingslanden voeren ook nog kleine vis ('trash fish') direct aan kweekvissen. Het betreft hier echter een klein percentage.

Ook het aanbod van grondstoffen en de prijs daarvan bepalen de samenstelling van het voer. Er worden echter veel eisen aan het voer gesteld. Belangrijke eisen zijn een goede voederconversiefactor (groei per kg voer), geschiktheid voor soort vis, passend bij het groeistadium en minimale vervuiling van de kweekbak. Daardoor zijn er veel beperkingen in het vervangen van de ene voercomponent door een andere.

## 2.3 Consumptie en gezondheidsaspecten

Verandering in de visconsumptie, zowel qua hoeveelheid als soorten vis, kan invloed hebben op de gezondheidseffecten. Intentie is dat – ondanks voeraanpassingen bij de kweek – het gezondheidseffect, de smaak en de bite (structuur) van de vis hetzelfde blijven.

Vis is een bron van eiwitten, vitamines, mineralen en vetzuren. Het overgrote deel van de Nederlandse visconsumptie bestaat uit carnivore vis. Dit is al deels kweekvis. Tegenover mogelijke voordelen van meer vis eten staan risico's door verontreinigingen zoals kwik, dioxines en PCB's in de vis. In de praktijk speelt het echter bij de gemiddelde consumptie waarschijnlijk geen grote rol. Consumptievis bevat circa 15% eiwitten (14–18%) en 8% vet (5-17%) (gemeten bij 9 veel gegeten vissoorten) (FAO,1986).

### Omega-3-vetzuren

Vooraf vette vis bevat omega-3-vetzuren (voorbeelden van vette vis staan in Tabel 2.3). Vanuit gezondheidkundig perspectief is het voor mensen belangrijk voldoende omega-3-vetzuren binnen te krijgen, met name van de varianten EPA (eicosapentaenzuur) en DHA (docosahexaenzuur). De Gezondheidsraad beveelt een hoeveelheid van circa 0,2 gram EPA+DHA per dag aan (Gezondheidsraad, 2002). Een korte beschouwing van de wetenschappelijke kennis over de gezondheidsaspecten van vis is gegeven in bijlage 1.

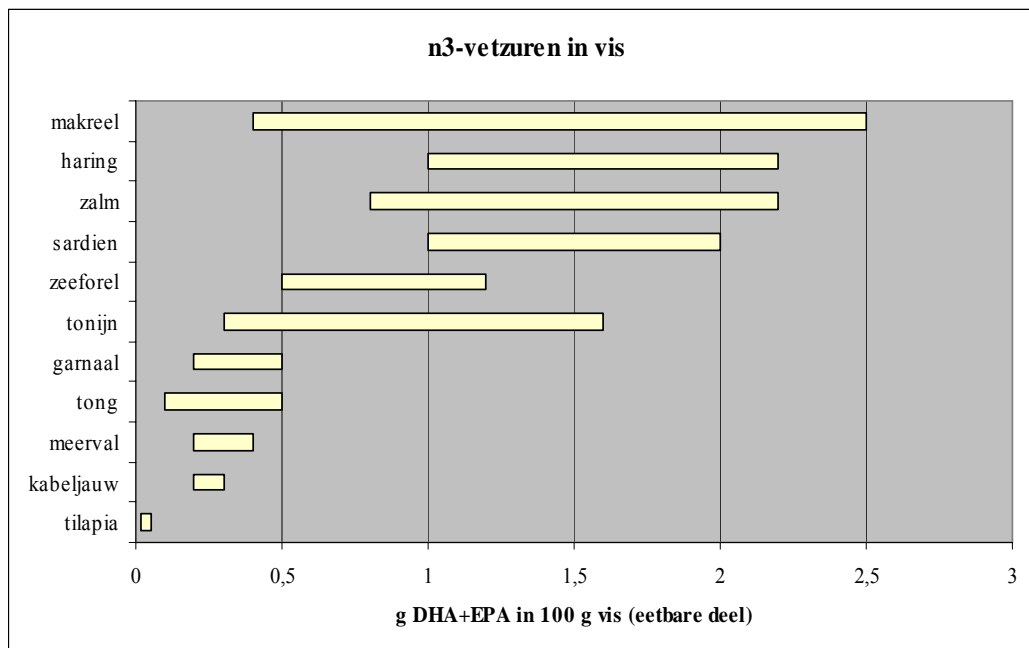
Tabel 2.3 Vette en vetarme vissoorten

Vette vis	Vetarme vis
Paling	Schelvis
Haring	Schol
Makreel	Tong
Zalm	Kabeljauw
Sprot	Koolvis
Heilbot	
Sardientjes	

De vetzuursamenstelling van vis is grotendeels een reflectie van wat de vis gegeten heeft (Refstie et al., 2002). Zoetwatervissen bevatten overigens ook omega-3-vetzuren, ondanks dat

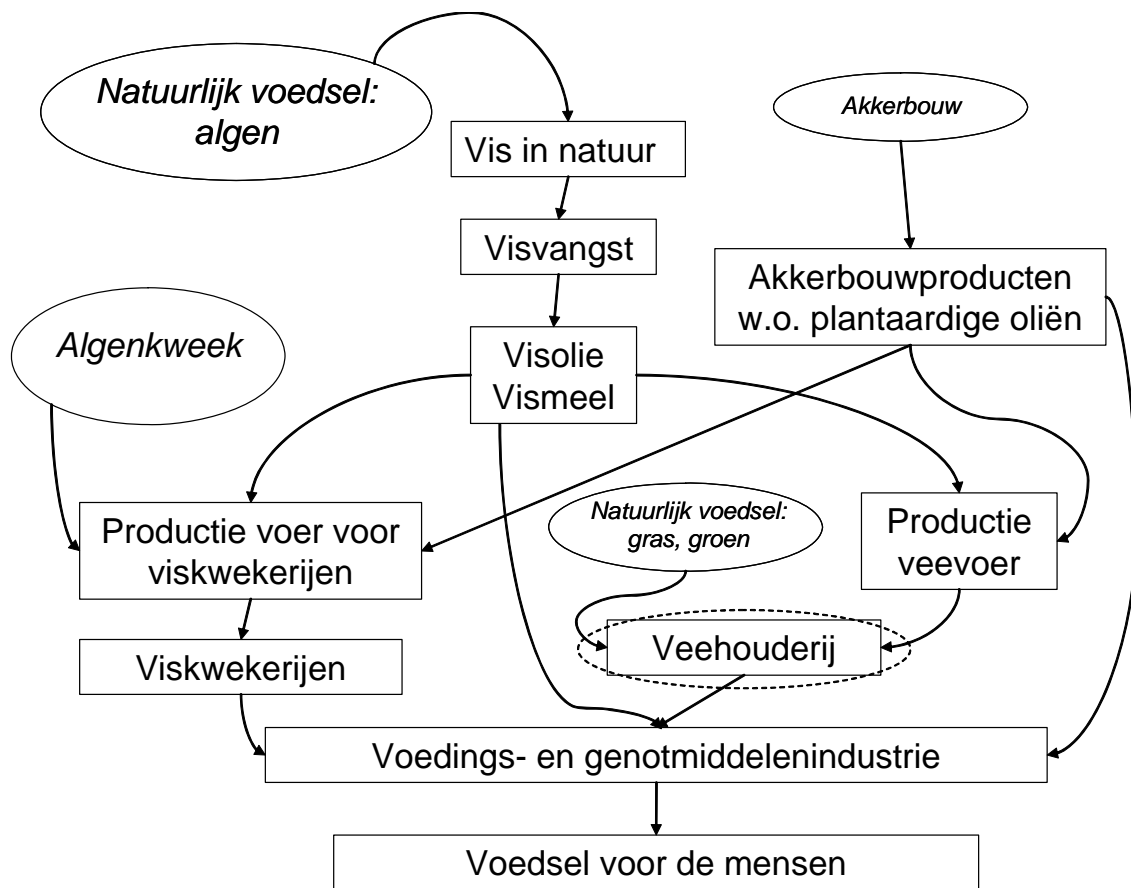
deze niet of nauwelijks in hun natuurlijke voedsel voorkomen. Zoetwatervissen kunnen ze zelf in zekere mate aanmaken (Verreth, 2006). Het gehalte in zoetwatervissen is echter veel lager dan in vette zeevis (Figuur 2.5).

In de huidige situatie voorziet visvangst in de behoefte aan de gezonde vetzuren EPA en DHA. Op basis van een geschat gemiddeld gehalte van circa 1,5 g omega-3-vetzuren in vette zeevis zal in 2040 de behoefte aan deze vetzuren (uitgaande van 0,2 g per persoon per dag) ongeveer gelijk zijn aan de huidige zeevisvangst (te weten circa 80 miljoen ton). Het is echter onduidelijk hoeveel daarvan tijdens de productie tot eetbare vis verloren gaat. Bovendien gaat de berekening uit van een optimale verdeling over mensen die er in de praktijk niet is.



*Figuur 2.5 Gehalten van de omega-3-vetzuren DHA+EPA in vis (bron: USDA 2006, Kris-Etherton et al., 2002)*

Verliezen treden niet alleen op bij viskwekerijen, maar ook in veehouderijen (waar een deel van de visolie en vismeel wordt ingezet als veevoer). Hoewel ze niet essentieel zijn als voercomponent, worden er wel positieve effecten aan toegekend en komt ook een deel van de omega-3-vetzuren in dierlijke producten terecht (IFFO). Dieren gebruiken een deel van het vet voor energie, al zijn er aanwijzingen dat vis juist de omega-3-vetzuren daarvoor in mindere mate benut. Mensen krijgen ook via plantaardige en dierlijke producten omega-3-vetzuren binnen (Figuur 2.6), alleen gaat het hierbij vooral om de variant ALA (alfa-linoleenzuur), die in het lichaam kunnen worden omgezet in de werkzame varianten EPA en DHA. Deze omzetting verloopt niet altijd probleemloos.



Figuur 2.6 Ketens van omega-3-vetzuren via zeevis naar de mens. In ellipsen zijn bronnen weergegeven met productie van omega-3-vetzuren.

De aandacht voor omega-3-vetzuren heeft geleid tot een zoektocht naar andere bronnen dan vis. Belangrijke nieuwe technologische elementen in de praktijk (kunnen) zijn:

- Algenkweek als extra bron van omega-3-vetzuren;
- Optimale benutting van omega-3-vetzuurgehalten in grondstoffen (om hoge gehalten in het eindproduct te krijgen) door aanpassing van doseerschema's;
- Genetische modificatie ter verhoging van omega-3-vetzuurgehalten in veehouderijproducten (zoals eieren, melk, vlees);
- Genetische modificatie voor de optimalisatie van de aanmaak van de gewenste omega-3-vetzuren in gewassen.

## 2.4 Instituties

Visvangst wordt steeds meer gereguleerd met quota. Het Europese systeem van beheer van mariene levende hulpbronnen kent drie basisprincipes: het vaststellen van bestanden, het vaststellen van beleid en controle op de naleving. In de afgelopen tien jaar is ook het principe van gedeelde verantwoordelijkheid in de productieketen naar voren gekomen. Daarnaast zijn er tussen de EU en andere landen Visserijakkoorden. Uitgangspunten bij deze partnerschappen zijn dat een surplus ter beschikking van EU-vissers komt, die daarvoor een

marktconforme vergoeding betalen, dat de lokale bevolking zoveel mogelijk wordt betrokken bij de verwerking en dat Europa bijdraagt aan de wetenschappelijke onderbouwing voor het visserijbeleid. Het blijkt nog niet altijd goed uit te werken. Zo wordt in Mauritanië een groot deel van de aanzienlijke Nederlandse vangst (sardinella) op zee overgeslagen en gaat vervolgens naar Spaanse havens (Zeeberg, 2006). Een uitgebreidere beschouwing van de institutionele aspecten staat in het rapport dat Imares hierover in opdracht van het MNP heeft opgesteld (Zeeberg, 2006).

De Europese Commissie DG Vis concludeerde in 2005 dat de Europese visserij voor de productie van vismeel en visolie goed wordt beheerd en – met uitzondering van de blauwe wijting – op een duurzame manier wordt uitgevoerd (Zeeberg, 2006). Grote producenten verbonden aan IFFO (International Fishmeal and Fish Oil Organisation) - die tweederde van de wereldproductie vertegenwoordigen - hebben aangegeven de FAO Code of Conduct na te leven. Het succes van deze beleidsdoelstelling in een gebied verschilt per soort (Zeeberg, 2006).

Regelingen met verbeterde handhaving zijn nodig. De institutionele vormgeving van de lijn visvangst → visvoer → aquacultuur vraagt dan ook aandacht. Certificering of labeling van het eindproduct legt een deel van de verantwoordelijkheid bij de producent van het eindproduct. Voorwaarde is dat de richtlijnen of certificeringschema's de gehele keten omvatten. Waarin niet alleen de visvangst een plaats heeft, maar ook de teelt van de andere grondstofstromen, de productie van het voer en de kwekerijen. Immers gezien de toename van plantaardige grondstoffen spelen ecologische aspecten op het land een rol. Zorg over het verdwijnen van waardevolle natuursystemen, zoals het kappen van stukken tropisch woud, speelt een rol bij de sojateelt.

In Nederland vragen tamelijk nieuwe activiteiten als viskweek en kweek van alternatieve bronnen van visvoer specifieke aandacht in de vergunningverlening en in bestemmingsplannen. Hoewel er een groei van aquacultuur is, zal Nederland naar verwachting een grotere rol spelen in de handelsstructuur en kennisoverdracht (LNV, 2006). Grootschalige viskweek en visvoer van meer plantaardige componenten heeft consequenties voor de handelsstromen. Naast de importstroom van grondstoffen voor de veehouderij zal een stroom van grondstoffen voor viskwekerij ontstaan.

## **2.5 Ruimtelijke invulling**

Het effect van een viskwekerij op de omgeving vraagt inbedding van de bedrijfstak in de leefomgeving met voldoende oog voor het ecosysteem en andere belangen. Een dergelijke geïntegreerde aanpak is vooral belangrijk waar water en land in elkaar overgaan, zoals in moerasgebieden ('wetlands') en in kustzones. Deze gebieden zijn vaak van groot belang voor vissen en andere dieren en planten, maar ook voor grote aantallen mensen die in die gebieden wonen. Kweek van vissoorten als zalm vindt plaats in specifieke kustgebieden. In Nederland



zullen viskwekerijen of kwekerijen van zagers of algen op industrieterreinen komen of in het buitengebied, al dan niet bij landbouwbedrijven.

Belangrijke vismeel en -olie producerende landen zijn Peru en Chili. De visvangst ten behoeve van de productie van visolie en vismeel heeft tal van regionale implicaties.

De productie van visvoer doet een beroep op de ruimte, in het bijzonder de teelt van plantaardige alternatieven vraagt landbouwgrond. Momenteel komen de plantaardige bulkgrondstoffen – zoals soja - voor veevoer al van buiten Nederland. Het landgebruik in het buitenland voor de Nederlandse consument, zal door de inzet van plantaardige grondstoffen in visvoer voor kweekvis, toenemen.

## 2.6 Belangrijke spelers in Nederland

*Voedings- en genotmiddelenindustrie:* een belangrijke mondiale speler is visvoerproducent Nutreco. Deze marktleider van de wereldwijde visvoerindustrie heeft zijn hoofdkantoor in Nederland. Tot 2006 streefde de viskweektak – Nutreco Aquaculture – naar een totaal ketenbeheer binnen de zalmindustrie. Het deed in april 2000 nog een bod op het Noorse Hydro Seafood, producent van Atlantische zalm. Nutreco heeft in 2006 de Aquaculture tak verkocht en heeft zich geheel gericht op onderzoek naar en de productie van vee- en visvoerders.

Een ander bedrijf, Unilever, heeft samen met het Wereldnatuurfonds (WWF) in 1996 het initiatief genomen tot het keurmerk MSC (marine stewardship council) voor vis. Sinds half 2005 is ruim 40% van de Nederlandse marktafzet gecertificeerd (vissticks).

*Viskwekers en organisaties in de visketen:* zij kweken de vis en maken de keuze voor het type voer. Viskwekers komen meestal van buiten de visserij; ‘een echte visser wordt geen kweker’. Belangenorganisatie is de NeVeVi (Nederlandse Vereniging van Viskwekers).

Andere belangrijke organisaties zijn IFFO (International Fishmeal and Fishoil Organisation), het Nederlands Visbureau en het Productschap Vis.

*Boeren en landbouworganisaties:* een aantal boeren is gestart met viskweek. Gewasteelten zijn ook afkomstig van landbouwbedrijven.

*Retail en handel:* zij vormen een belangrijk afzetkanaal voor duurzame kweekvis en maken keuzes bij de inkoop van vis. Tussen 1994 en 2005 is de visverkoop in de supermarkten gestegen van 17 naar 52 % (Zeeberg, 2006). Dit is ten koste gegaan van de visspecialzaken.

De markt voor gekweekte vis kan enorme groeien, waarbij handelsbedrijven een grote rol spelen.

*Maatschappelijke organisaties:* organisaties als Greenpeace, WWF en Stichting De Noordzee vragen al jarenlang aandacht voor de problematiek rond de visvoorraden.

*Consumenten:* Zij zijn belangrijk in de vraag-aanbodssituatie van duurzaam gekweekte vis.

*Onderzoeksinstituten:* zij spelen een belangrijke rol omdat de benodigde technieken nog niet uitontwikkeld zijn. Wageningen TNO Imares BV is het belangrijkste onderzoeksinstituut op dit gebied. Ze zijn betrokken bij diverse technologische ontwikkelingen.

*Overheid:* LNV speelt een grote rol als eerstverantwoordelijk ministerie. Initiatieven van LNV zijn het InnovatieNetwerk (bijvoorbeeld betrokken bij het initiatief van de kweek van tong) en het Innovatieplatform Aquacultuur, dat op 28 januari 2004 is opgericht. Het fungeert als eerste aanspreekpunt voor ondernemers, kennisinstellingen en overheidsinstanties met innovatieve ideeën. Het Ministerie van Buitenlandse Zaken/ontwikkelingssamenwerking is betrokken bij de visvangst en de soms destructieve gevolgen daarvan in vooral ontwikkelingslanden. Zij doen mee in een partnerschap met Nutreco en IUCN om de toeleverende industrie van vismeel uit ansjovis in Peru te verduurzamen.

Daarnaast kan er een rol zijn voor fair-trade-organisaties (als ketenvertegenwoordigers), regio's, zoals de provincie Zeeland, voor de ontwikkeling van een gebied (bijvoorbeeld verzilte landbouw) en private partijen, zoals TechnoInvent, Topsy Baits, Lgem. Ook hogescholen – zoals de Hogeschool Zeeland – zijn betrokken bij experimenten.

## **2.7 Relatie met andere systeemopties**

Binnen het systeem van de visproductie zijn nog andere optimalisatiemogelijkheden dan de optie voor duurzame viskweek. Zo is er een duidelijke relatie met verbeteringen in de visserij gericht op een duurzaam beheer van visbestanden.

Deze systeemoptie heeft ook relatie met opties voor verandering in het consumptiepatroon, zoals consumptie van vleesvervangers, visvervangers en andere varianten voor eiwitten. Daarnaast is er een optie voor opwaardering van laagwaardige vis. Vis die nu vermalen wordt tot vismeel kan worden opgewaardeerd tot consumptievis. Zo wordt de textuur van wijting technologisch gemodificeerd tot die van krab (Huisman). Er zijn ook verbanden met ontwikkelingen in het verbeteren van de veevoerproductie.

De biotechnologische ontwikkelingen, gericht op alternatieve productie van specifieke omega-3-vetzuren, zijn voorbeelden van nieuwe processen om specifieke stoffen in landbouwgewassen of in algen te krijgen. Deze zijn vergelijkbaar met die voor biograndstoffen voor de fijnchemie.

Ten slotte staat de kweek van algen ook in de belangstelling als bron van biomassa voor energie.

### 3 Beoordeling van de potentiële effecten van aquacultuur met een alternatief dieet
























#### 3.1 Effecten

Het proces gericht op realisatie van de systeemoptie kan niet los worden gezien van de mogelijke resultaten die ermee kunnen worden bereikt. Op basis van de huidige kennis van de technologie kan een inschatting worden gemaakt van de effecten ingeval de systeemoptie daadwerkelijk gerealiseerd zou zijn.

De huidige situatie met visvoer van vismeel en visolie uit gevangen vis voor kweekvissen wordt als referentie genomen. Viskweek met een alternatief dieet is vergeleken met de referentie. In het achterhoofd kan worden gehouden dat verwacht wordt dat de productie in de viskwekerijen nog zal toenemen.

De vergelijking levert een eerste ruwe duurzaamheidstoets op (zie Tabel 3.1). De resultaten kennen nog een zekere mate van spreiding, omdat er nog varianten in de uitwerking open zijn (bijvoorbeeld welke alternatieven in welke verhouding hoe en waar worden geproduceerd). Voor een aantal indicatoren volstaat een toelichting onderaan de tabel. Een aantal onderwerpen wordt daarna verder uitgewerkt.

Tabel 3.1 Beoordeling van de systeemoptie aan de hand van een duurzaamheidsindicatorenset

	Sociaal		Economisch		Ecologisch	
In Nederland	Gezondheid <sup>1</sup>		Werkgelegenheid <sup>3</sup>		Verzurende emissies <sup>4</sup>	
	Omgevingskwaliteit <sup>2</sup>		Koopkracht <sup>3</sup>		Vermesting <sup>4</sup>	
					Kwaliteit Noordzee <sup>5</sup>	
					Dierenwelzijn <sup>6</sup>	
Buiten Nederland	Voedselproductie <sup>7</sup>		Werk in OL <sup>8</sup>		Natuurwaarde terristisch <sup>9</sup>	
	Armoede <sup>8</sup>		Kennisontwikkeling <sup>8</sup>		Ecologische kwaliteit oceanen <sup>10</sup>	
			Behoud visvoorraad <sup>8</sup>		GMO-effecten <sup>11</sup>	
					Vermesting <sup>9</sup>	
					Broeikasgasemissies	
 slechter  iets slechter  neutraal  iets beter  beter						

Toelichting op de scores:

*Binnen Nederland:*

1. De effecten op de gezondheid zijn afhankelijk van het alternatieve visvoer of het voederregime. Dit bepaalt of het gehalte omega-3-vetzuren gelijk blijft of lager komt te liggen.

2. Kwekerijen van algen of zagers kunnen van invloed zijn op de beleefde omgevingskwaliteit. Naar verwachting zal een goede inpassing echter geen negatief beeld opleveren (Innovatienetwerk, 2005).
3. Op basis van eerste inschattingen vraagt de productie van een alternatief meer arbeid. Het effect op de werkgelegenheid in Nederland hangt samen met initiatieven om in Nederland in de nieuwe visvoerketen actief te worden. Alternatief voer is duurder, waardoor de prijs van vis stijgt.
4. Diverse ecologische indicatoren hangen samen met de vraag of voer in Nederland wordt geteeld. Ten opzichte van vangst is minder verzuring en meer vermessing te verwachten (zie ook Figuur 3.1).
5. Waarschijnlijk maakt de systeemoptie voor de kwaliteit van de Noordzee geen verschil, omdat vismeel en visolie niet geproduceerd worden uit Noordzeevis.
6. Alternatief voer is niet het natuurlijke voer van de vissen. Dit is een reden om het als negatief voor dierenwelzijn te beschouwen.

*Buiten Nederland:*

7. Belangrijke doelstelling van de systeemoptie is om aan de vraag naar vis te kunnen blijven voldoen. Meer plantaardig visvoer zou echter kunnen concurreren met teelt van gewassen voor directe consumptie door de mens. De invloed op de voedselproductie is afhankelijk van de ontwikkeling van de diverse productiviteiten in de landbouw in verhouding tot ontwikkelingen in de mondiale bevolkingsomvang en consumptiepatronen. Potentieel is technologisch nog winst te behalen, ook door kennisoverdracht. Bij tegenvallende resultaten kan extra landgebruik bijdragen aan spanningen rond landgebruik.  
Overigens scoort op milieubelasting vis uit kweek beter dan vlees uit de veehouderij (CE, 2004). Een dergelijke vervanging kan voordelen bieden, maar deze is hier niet beoordeeld.
8. De invloed van deze systeemoptie op de armoede in ontwikkelingslanden is van tal van factoren afhankelijk. Deze zijn nog niet bepaald. Voorbeelden van mogelijke positieve effecten zijn behoud van de visstand voor continuïteit van de lokale visserij, kansen voor de productie van alternatief visvoer, onder meer in de landbouw en beschikbaarheid van voldoende vis op de markt, omdat de inzet van meer vis voor visvoer in plaats van voor lokale markten wordt tegengegaan. Een aantal van die activiteiten betekent ook meer werkgelegenheid en meer kennisontwikkeling. Hiertegenover staat dat er meer land voor visvoer nodig is, wat mogelijk meer traditionele voedselproductie verdringt.
9. Inzet van meer plantaardig voer betekent dat er meer land nodig is voor de teelt van het voer. Dat land is dan niet beschikbaar voor behoud of ontwikkeling van natuur. Risico is dat de doelstelling voor het stoppen van de achteruitgang van terrestrische biodiversiteit niet wordt gehaald.
10. De kwaliteit van oceanen in de vorm van goede vis- en vogelbestanden zullen vooral baat hebben bij de systeemoptie, omdat het uitgangspunt is dat niet meer vis wordt gevangen voor aquacultuur dan uit oogpunt van voorraadbeheer verantwoord is; niet beoordeeld is

hier het effect van uitbreiding van de sector aquacultuur op ecosystemen aan kuststroken (zoals mangrove). De systeemoptie draagt bij aan het halen van het doel om de achteruitgang van aquatische biodiversiteit in 2010 te stoppen.

11. Genetische modificatie (GM) kan op diverse plaatsen in de productieketen een rol spelen, maar de ontwikkelingen vinden vooralsnog in het buitenland plaats op meer fronten: GM bij sojateelt en GM voor productie van omega-3-vetzuren in planten en dieren. Daarbij kunnen risico's optreden, al is in het kader van deze evaluatie niet gekeken naar meer details van deze mogelijke risico's.
12. Er is energie nodig voor teelt en transport van biomassa. Eveneens is energie nodig bij de omzetting via herbivoren of zagers tot vismeel en visolie. Dit is vergeleken met de traditionele productie uit wilde visvangst. Broeikasgasemissies nemen af, omdat visvangst relatief energie-intensief is. Op basis van de eerste onderzoeksresultaten met algenkweek lijkt de productie van omega-3-vetzuren uit algenkweek minder energie te vragen dan die uit visolie.

### 3.2 Milieueffecten van alternatieven

Vervanging van vismeel en visolie heeft gevolgen voor het milieu. De effecten van drie varianten met alternatief voer zijn berekend met input-output analyses. Hierin zijn de effecten over de gehele productieketen meegenomen. Het uitgangspunt in de varianten is geen visolie en vismeel in het voer te verwerken (Tabel 3.2).

De SCP-variant is gebaseerd op het gebruik van Single Cell Proteïen (SCP) gemaakt uit methaan. Maximaal 30% van de eiwitten in visvoer kunnen op SCP gebaseerd zijn (Innovatienetwerk Groene Ruimte en Agrocluster, 2005a). In de berekeningen is een waarde van 25% voor het totaal gehanteerd.

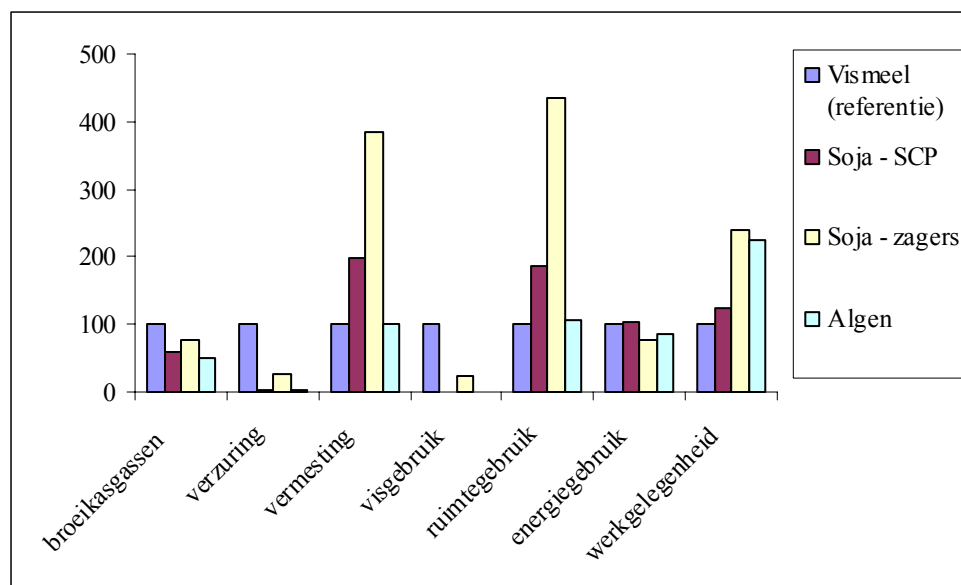
De zagervariant is voor 75% gebaseerd op plantaardige eiwitten en vetten (soja). Om het voer voor de vissen aantrekkelijk te maken wordt een korst van zagermeel gemaakt. Hiervoor is een percentage van 15% gebruikt. Voor deze variant geldt tevens dat zagers gevoerd worden met visolie en vismeel, zoals ook de huidige praktijk in Nederland is. Deze variant vraagt zodoende een hoeveelheid wilde vis (Innovatienetwerk Groene Ruimte en Agrocluster, 2005b). Recent heeft LNV 7,5 miljoen euro beschikbaar gesteld (oktober 2006) voor het project 'Zeeuwse tong' met doel dat een innovatief en duurzaam productiemodel zal worden ontwikkeld voor de gecombineerde kweek van tong, zagers, zilte gewassen en schelpdieren. Onderdeel van het project is het sluiten van de natuurlijke kringloop; vis produceert mest waarop algen kunnen groeien, waarna algen voedsel vormen voor zagers die op hun beurt weer gebruikt kunnen worden als visvoer.

In de variant met algen is het vismeel en de visolie volledig vervangen door algen. Dit betreft 65% van het voer. Het is nog een fictieve variant, want in de literatuur zijn geen aanwijzingen gevonden dat dit al mogelijk is. Voor de gegevens over algen is gebruik gemaakt van Nederlandse en buitenlandse bronnen (Reith, 2004; SenterNovem, 2006; Boeing, 2006; Molina Grima et al., 2002).

Tabel 3.2 Aandelen van ingrediënten in visvoer voor gangbaar voer en drie alternatieven.

<b>Varianten</b>	<i>Referentie vismeel</i>	<i>Soja-SCP</i>	<i>Soja- zagers</i>	<i>Algen</i>
<b>Ingrediënten</b>				
Vismeel	50%	0%	0%	0%
Visolie	15%	0%	0%	0%
Plantaardige producten: soja, tarwe, maïs (meel, olie)	25%	50%	75%	25%
Single Cell Protein (SCP)	0%	25%	0%	0%
Algen	0%	15%	0%	65%
Zagers	0%	0%	15%	0%
Overige stoffen (vitaminen, mineralen, kleurstoffen, vezels en vocht)	10%	10%	10%	10%
Totaal	100%	100%	100%	100%

De varianten met meer plantaardige eiwitten op basis van soja (zagers en SCP) hebben een negatief effect op het landgebruik (Figuur 3.1). Dit komt door de teelt van biomassa op het land. Als de Nederlandse visconsumptie volledig wordt bediend met vis uit kwekerijen met visvoer op basis van soja en zagers zal het landgebruik per Nederlander met ongeveer 0,8% toenemen. De vervanging door plantaardig materiaal heeft een negatieve bijdrage aan het realiseren van het doel om de achteruitgang van terrestrische biodiversiteit in 2010 te stoppen. Hiertegenover staat het positieve effect van minder druk op de visbestanden in de oceanen. De uitruil tussen visgebruik (kg) en ruimtegebruik (m<sup>2</sup>) voor visvoer is ongeveer 1 op 1. Bij een hoger percentage van plantaardige grondstoffen neemt ook de vermisting ten gevolge van de landbouw toe. De NO<sub>x</sub>-emissie ten gevolge van het gebruik van vissersschepen neemt echter af. De inzet van zagers als aanvulling op plantaardig visvoer heeft slechts een beperkt ecologisch effect. Vervanging door algen in het visvoer geeft minder broeikasgasemissies dan de referentievariant met gevangen vis voor visvoer. De CO<sub>2</sub>-emissies door het energiegebruik van de vissersschepen die wegvalt, is meer dan het energiegebruik bij productie en verwerking (drogen) van algen. Voor SCP is methaan de belangrijkste grondstof. Dit komt tot uitdrukking in een hoger energiegebruik in de variant met SCP. De productie van zagers en algen is vrij arbeidsintensief. Dit heeft een positief effect op de werkgelegenheid in de varianten met deze grondstoffen.



Figuur 3.1 Milieueffecten van voeralternatieven in vergelijking met traditioneel visvoer waarin vismeel is verwerkt. Index=100 voor de referentie met vismeel.

### 3.3 Gehalte omega-3-vetzuren bij vervanging van visolie

Sinds begin jaren negentig werkt Nutreco – in Noorwegen – aan onderzoek om zalm (een carnivore vis) een plantaardig dieet te geven. In experimenteel onderzoek blijkt dit mogelijk te zijn. Jonge zalm (die in zoet water leeft) kan niet zonder vis in het voer, maar de wat oudere zalm (die leeft in zout water) kan leven op een honderd procent plantaardig dieet. Wel zijn essentiële aminozuren die het dier niet zelf kan maken in het voer vereist. Maar de zalm smaakt hetzelfde en groeit even hard (Hole, 2000).

Nutreco heeft in 2002 al eenderde van de visolie bij zalmkweek vervangen door plantaardige olie en stelt dat tweederde vervanging mogelijk is. Een alternatief is om afwisselend plantaardig voer en voer met visolie te geven. Drie maanden visolie in het begin van het leven van een zalm is voldoende voor hoge concentraties visvetzuren in zalm als consumptievies. Voor de smaak volstaat het voeren van vismeel en visolie in de laatste drie weken voor het doden. Daarvoor kunnen ze twee jaar lang leven op plantaardig voer. Er loopt onderzoek naar optimalisatie van de gehalten in het voedingsregime.

Plantaardig voer in plaats van visolie heeft effect op het gehalte omega-3-vetzuren in de vis. Het effect dat een bepaalde mate van vervanging van visolie door plantaardige olie heeft, is in Tabel 3.3 weergegeven. Dit zijn enkele resultaten uit het door de EU ondersteunde RAFOA-project (Researching Alternatives to Fish Oils in Aquaculture).

Tabel 3.3 Effect van visvoer met plantaardige olie op omega-3-gehalten in gekweekte zeevis (bron: RAFOA, 2006)

Vervanging van visolie door plantaardige olie in de voeding (na eerste levensstadium)	Effect op omega-3-vetzuren in het eetbare deel van de vis
100%	65% lager in zalm 50% lager in zeeforel 65% lager in zeebrasem
60%	50% lager in zeebaars en zeebrasem
Eerst vervanging 100%, daarna laatste 14-24 weken alleen visolie	20-30% lager dan niveau in zalm zonder vervanging 10% lager dan niveau in zeeforel, zeebaars en zeebrasem zonder vervanging

### 3.4 Gevangen vis voor kweekvis

De benodigde hoeveelheid voer is van belang in de beoordeling van visvoer. In de natuur is de omzettingsefficiëntie tussen trofische niveaus 10%, ofwel 10 kg kleine vis is nodig voor 1 kg wilde kabeljauw. Kweekvis is efficiënter; de vis hoeft namelijk niet te jagen of te vluchten en krijgt voer dat gemakkelijker te verteren is.

Van elke 100 kg wildgevangen vis kan gemiddeld 5 kg visolie en 18 kg vismeel worden geproduceerd (IFFO, 2006). Bedrijfseconomische redenen spelen een rol in het voederregime. Dit geldt voor de prijs van vismeel en visolie ten opzichte van plantaardige alternatieven, maar ook de effectiviteit is een factor van belang. Zo kan de groei van de vis op plantaardig voer worden versneld door toevoeging van vismeel.

Tegenwoordig is een deel van het vismeel en visolie vervangen door plantaardige grondstoffen zoals soja. Commercieel voer voor zalm bevat circa 45% vismeel en 25% visolie. Dit betekent dat voor de productie van 1 kg zalm ongeveer 2,8 kg wildgevangen vis nodig is (Stirling, 2003b).

Het aandeel vismeel en visolie in het voer verschilt per vissoort en daarmee ook de hoeveelheid wilde vis per kilo kweekvis (Tabel 3.4). Carnivore vissen hebben een korter darmkanaal en kunnen daardoor geen vezelrijke voeding verteren. Verwacht wordt dat behandeling van plantaardige stoffen en toevoeging van enzymen kan leiden tot verlaging van het percentage vismeel en visolie in voeders (Hardy, 2000). Er is al een afname waarneembaar in de hoeveelheid wilde vis die gebruikt wordt voor kweekvis (Tabel 3.4).

Een verwachting in de richting van minder visolie en vismeel in het visvoer op korte termijn is in Tabel 3.4 opgenomen (Tacon, 2005). Verwacht wordt dat een factor 2 minder wilde vis in 2010 nodig is ten opzichte van 2002. Ofwel twee keer zoveel kweekvis bij een gelijkblijvende inzet van vis in het voer.



Tabel 3.4 Behoefte aan gevangen vis in de kweek van verschillende vissoorten

	Aandeel vismeel in voeder (%)		Aandeel visolie in voeder (%)		Verhouding wildvang / kweekvis		
	Naylor	IFFO	Naylor	IFFO	Naylor	Tacon (2005)	
	1997		1997		1997	2002	2010
Karper gevoerd	8	4	1	0	0,75	0,2-0,25	0,02
Tilapia	15	7	1	1	1,41	0,24-0,27	0,11 - 0,14
Zalm	45	35	25	28	3,16	2,6-3,3	1,2 - 1,5
Zeevis <sup>1</sup>	50		15		5,16	2,6-3,3	1,5 - 1,9
Zeevis <sup>2</sup>		55/45		8/12			
Forel	35	30	20	28	2,46	1,9 - 2,3	0,8 - 1
Meerval	10	2	3	1	0,84	0,22 - 0,27	0,16 - 0,2
Bandeng (milkfish)	10	12	3	2	0,94	0,23 - 0,4	0,11 - 0,14
Paling	50	50	10	5	4,69		
Carnivore zoetwatervis <sup>3</sup>		15		6			
Garnalen zoutwater	30		2		2,81		
Weekdieren	-		-		-		
Schaaldieren zoetwater						0,9-1,1	0,5-0,6

<sup>1</sup> Zeevis: vinvis exclusief zalm; omvat: bot, heilbot, tong, kabeljauw, heek, schelvis, roodbaars, zeebaars, zeepaling, tonijn, bonito en marlijn.

<sup>2</sup> Platvis (inclusief kabeljauw, bot, tarbot, heilbot) respectievelijk de groep van baarzen, brasem, yellowtail, zeebarbeel.

<sup>3</sup> Chinese brasem, mandarin fish, yellow croaker, long-nose meerval.

### 3.5 Vraag naar vis in 2040

De huidige mondiale consumptie van vis bedraagt ruim 100 miljoen ton op jaarbasis (61 miljoen uit vangst en 42 miljoen kweekvis). Momenteel zijn er ruim 6 miljard mensen, van wie er 800 miljoen ondervoed zijn. In 2040 zal de wereldbevolking met een factor 1,3 tot 1,7 gegroeid zijn (MNP, 2004). Alleen al door de groei van de wereldbevolking zal de visconsumptie stijgen naar 134 tot 175 miljoen ton. Ervan uitgaand dat er in 2040 geen ondervoeding meer is, betekent dit dat de consumptie van vis zal stijgen van 103 miljoen ton in 2005 naar 155 à 202 miljoen ton in 2040.

Kweekvis is nodig om aan deze toename te voldoen. Dit betekent een stijging van 42 miljoen ton in 2005 naar circa 94 tot 141 miljoen ton kweekvis en een aanzienlijke toename van de vraag naar vismeel en visolie. De huidige vangst kan echter niet meer toenemen zonder de

visvoorraden uit te putten (FAO, 2006). Kortom, viskweek kan alleen een oplossing zijn mits de voersamenstelling wordt gewijzigd.

Aannemend dat de hoeveelheid vis voor niet-consumptieve doeleinden (circa 30 miljoen ton) met eenzelfde aandeel voor viskweek (circa 20 miljoen ton) gelijk blijft, evenals de verdeling in de consumptie van zeevis en zoetwatervis (69:34), kan de benodigde afname van wilde vis in visvoer worden berekend. Dit vraagt een daling van het gemiddelde aandeel vis in het voer van zeevis met een factor 3 tot 5 (dit is een gemiddelde reductie voor zeeviskweek, dus inclusief de kweek van nieuwe soorten). Dit gaat verder dan de factor 2 die op korte termijn haalbaar wordt geacht (factor 2 haalbaar volgens Tacon, 2005).

In 2002 gebruikte de aquacultuur ongeveer 70% van de wereldwijd geproduceerde visolie en 34% van het vismeel (Tuominen en Esmark, 2003). De verwachting is dat dit rond 2010 gestegen is naar 80-100% voor visolie en 50% voor vismeel (Shepherd et al., 2004). Dat betekent dat de visserijdruk voor visolie en vismeel enigszins verminderd kan worden door het vinden van alternatieven voor andere toepassingen, zoals veevoer. De effecten voor de veehouderij worden niet besproken, maar toch is één opvallend onderzoeksresultaat in deze context noemenswaard: een aanvulling van het voer voor schapen met visolie leidde tot een lagere methaanemissie (Fievez, 2003).

### **3.6 Vervanging van vismeel door soja**

Plantaardig visvoer vraagt landbouwgrond. Deze vraag concurreert met land voor natuur en voor andere voedingsgewassen. Bij toepassing van meer plantaardig voer zijn er ook meer negatieve effecten op de terrestrische natuurwaarde.

Groeiende visvraag zal leiden tot ruim een verdubbeling tot verviervoudiging van de hoeveelheid benodigde kweekvis (zie vorige paragraaf). De mondiale productie van vismeel kan (bijna) niet groeien (circa 5,5 miljoen ton). Als de extra benodigde hoeveelheid kweekvis niet geproduceerd wordt met vismeel maar met voer van soja-eiwitten, zal er een vraag naar landbouwgrond ontstaan. Voor de productie van de extra vraag naar kweekvis zal circa 5 tot 10 miljoen hectare landbouwgrond nodig zijn. Dit betekent een additionele vraag naar landbouwgrond van circa 0,2-0,5% (van het mondiale landbouwareaal).

## 4 Resultaten van activiteiten in de voorontwikkelingsfase

Dit hoofdstuk gaat in op de activiteiten in de voorbereidende fase van het transitieproces. Eerst komt de perceptie van problemen waarvoor deze systeemoptie een (gedeeltelijke) oplossing zou zijn aan de orde. Daarna wordt ingegaan of dit heeft geleid tot een gezamenlijke toekomstvisie bij belanghebbenden. In paragraaf 4.3 en 4.4 wordt ingegaan op R&D-inspanningen in de afgelopen jaren en uitgevoerde experimenten. Tot slot staat in paragraaf 4.5 de samenhang tussen deze activiteiten in deze voorbereidende fase van het transitieproces centraal.

### 4.1 Ontwikkelen van probleemperceptie

Veel partijen zien problemen bij de vangst van wilde vis en bij het kweken van vis. Wereldwijde uitputting van visstanden, de consequenties voor bepaalde groepen in ontwikkelingslanden en de afname van de biodiversiteit in zoute en zoete wateren zijn zorgpunten. Aandachtspunten voor aquacultuur zijn medicijngebruik, vermenging van genen van gekweekte soorten met wilde soorten, watergebruik, vermesting en het gebruik van vismeel en visolie in visvoerders. Al deze problemen binnen het huidige systeem voeden de noodzaak om aan vernieuwing te werken.

Deze systeemoptie bergt oplossingen in zich voor verschillende problemen.

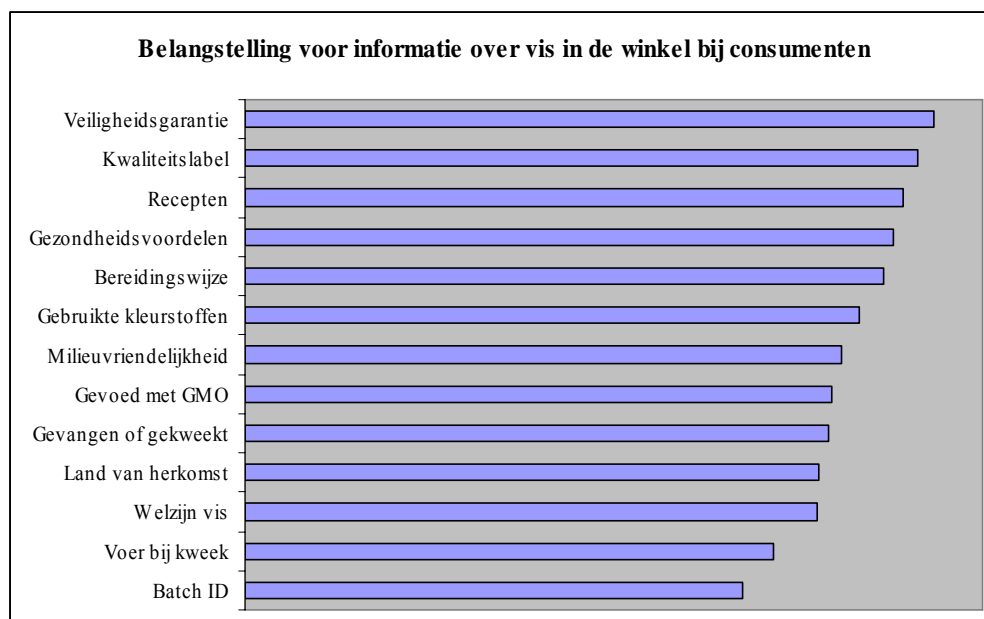
- *Afname visstanden of overbevissing.* Dit is de belangrijkste aanleiding in het NMP4 om aan de transitie op het gebied van vis te werken. Volgens een peiling van de Stichting de Noordzee maakt 68% van de Nederlanders zich desgevraagd zorgen over te intensieve bevissing van de Noordzee (de Volkskrant, 2006). Daadwerkelijke veranderingen in visbestanden worden meer zichtbaar en meetbaar. De consument merkt steeds meer dat bepaalde vissoorten uit de Noordzee zijn gequoteerd. De wetenschappelijke consensus over de bijdrage van de visserij aan het probleem is toegenomen: die vormt het draagvlak voor het huidige visserijbeleid. Partijen in de productieketen van de kweekvis voorzien op basis daarvan een tekort aan visolie en vismeel, waarmee er op termijn een rem op de groei van deze sector zou kunnen komen. Recent is ook gepubliceerd over zorg met betrekking tot de toenemende vraag naar omega-3-vetzuren in relatie tot de visvoorraad (Monbiot, 2006).
- *Afname biodiversiteit in zoute wateren.* De zorg over aantasting van ecosystemen door de visserij neemt toe. NGO's brengen dit regelmatig onder de aandacht. Het gaat hier zowel om afname van het aantal vissoorten als de aantasting van de vogelstand, koraalriffen en het aantal zoogdieren. Het Ministerie van Buitenlandse Zaken constateerde in 2004 dat hierover bij het publiek geen breed gedragen en gedeelde 'sense of urgency' bestaat (BuZa, 2004). WNF en Greenpeace proberen door middel van voorlichting consumenten

bewust te maken van deze problematiek en door ‘viscards’ de consument bewust te laten kiezen voor duurzame vis.

- *Sociaal-economische ontwikkeling en natuurlijke hulpbronnen in ontwikkelingslanden.* Voor sommigen, met name NGO's gericht op ontwikkelingslanden, zijn de visvangst en bijbehorende negatieve effecten in niet-westerse landen een punt van zorg. Het is immers de vraag in hoeverre die landen meeprofiteren van de vangsten in de wateren in hun nabijheid en of de visstanden voor de lokale vissers beschikbaar blijven. Voor sommigen is ook de algemene zorgwekkende toestand van de lokale bevolking in ontwikkelingslanden een belangrijk probleem. Alternatieve visweek kan kansen bieden voor de lokale bevolking.
- *Gezondheid.* De problematiek van obesitas heeft de maatschappelijke aandacht voor gezonde voedingspatronen vergroot. Aanbevelingen om regelmatig vis te eten versterken het beeld dat men te maken heeft met een product dat goed is voor de gezondheid. Dit is gebaseerd op de mogelijk gunstige gezondheidseffecten van omega-3-vetzuren en andere stoffen in vis. Er wordt regelmatig gewezen op de verhouding tussen omega-6-vetzuren en omega-3-vetzuren in de voeding, die volgens sommigen voor de gemiddelde westerse consument te hoog zou liggen.
- *Landbouw in Nederland.* Aquacultuur en de productie van alternatief voer kunnen kansen bieden aan een sector met bedrijven in de problemen.
- *Mondiale voedselvoorziening.* Vis is een belangrijk element van het voedingspakket, zeker in veel ontwikkelingslanden. De grenzen aan de natuurlijke hulpbronnen brengen ook de zorg met zich mee over hoe een groeiende wereldbevolking aan de gewenste hoeveelheid vis kan komen en hoe de beschikbare vis verdeeld gaat worden bij schaarste.

In het kader van de transitie biodiversiteit is een kleine groep – bestaande uit vertegenwoordigers van Greenpeace, Fair Food, Nutreco, Unilever, LNV en enkele wetenschappers – gekomen tot een gedeelde probleemperceptie rond de visketen (CCT, 2005).

De probleemperceptie bij consumenten in westerse landen kan weerspiegeld worden in de informatiebehoefte over vis. Een onderzoek in Denemarken geeft hierin enig inzicht (zie Figuur 4.1). Gezondheidsaspecten en praktische zaken met betrekking tot de bereiding voeren de boventoon. Voer staat bijna onderaan. Kennelijk leeft de problematiek nog niet sterk bij de consument.



Figuur 4.1 Volgorde in de behoefte aan informatie over vis bij consumenten volgens Deens onderzoek (4786 respondenten) (Børresen 2006); scores zijn relatief ten opzichte van elkaar.

Naast de zorg over de huidige situatie kunnen ook oplossingsrichtingen de probleemperceptie voeden. Een verschuiving van effecten in zee naar effecten op land door meer plantaardig voer of de risico's van GM om omega-3-vetzuren in landbouwproducten te produceren. Onbekendheid bij het grote publiek maakt dat dit nog niet speelt. De Eurobarometer geeft aan dat in de EU de meerderheid grote risico's ziet in GM (EU, 2006). In de praktijk stellen bedrijven en onderzoeksinstituten zich tamelijk terughoudend op ten opzichte van GM.

## 4.2 Ontwikkeling van een gezamenlijke toekomstvisie

De systeemoptie kan bijdragen aan het oplossen van een aantal problemen, maar is er ook sprake van vorming van een gemeenschappelijke toekomstvisie?

De Nederlandse overheid stelt in het NMP4: 'Nederland zet zich op basis van het voorzorgprincipe in om wereldwijd op regionaal niveau uiterlijk in 2015 afspraken gemaakt te hebben over duurzame vangst van vis, krill en andere zeeorganismen' (NMP4, p120). Een van de hoofdthema's rondom biodiversiteit is de visvangst en de gevolgen daarvan. Er zijn meer aanknopingspunten, maar op aquacultuur wordt niet expliciet ingegaan.

In september 2002 heeft de Europese Commissie (EC) een mededeling uitgebracht betreffende een strategie voor de duurzame ontwikkeling van de Europese aquacultuur (Europese commissie, 2002). De Landbouw- en Visserijraad heeft in januari 2003 deze mededeling en de conclusies unaniem aangenomen. Een van de acties die de EC heeft voorgesteld, is onderzoek naar alternatieven voor vismeel en visolie als ingrediënten voor visvoer. Voor de uitvoering hiervan zijn geen additionele financiële middelen ter beschikking

gesteld. De benodigde fondsen kunnen door middel van aanpassingen van de Europese en nationale FIOV (Financieringsinstrument voor de Oriëntatie van de Visserij)-programma's verkregen worden. Deze fondsen streven naar het bereiken van een duurzaam evenwicht tussen visbestanden en visvangst.

LNV geeft in februari 2004 in de 'Nota Viskweek: een aanzet tot een nationale agenda ten behoeve van verdere duurzame ontwikkeling van de viskweek' aan dat zij, evenals de EC van mening is dat onderzoek en ontwikkeling van alternatieve eiwitbronnen zal worden geïntensiveerd (LNV, 2004).

LNV heeft in 2004 en 2005 een subsidieregeling aquacultuur opengesteld. In deze regeling is in totaal 4,9 miljoen euro beschikbaar geweest voor innovatieve projecten. Het bedrag dat besteed wordt aan de Noordzee- en IJsselmeervisserij is vele malen hoger.

Het Innovatieplatform Aquacultuur is in januari 2004 door LNV opgericht. Dit platform richt zich op een duurzame aanpak van vangst en kweek getuige het volgende uitgangspunt: 'Het platform draagt eraan bij dat de aquacultuur zich ontwikkelt tot een stabiele, duurzaam producerende bedrijfstak die bijdraagt aan de economische ontwikkeling, zowel op het land als in de kustgebieden' ([www.aquacultuur.nl](http://www.aquacultuur.nl), 2006). Het Innovatieplatform noemt als doelstelling: sturing te geven aan de totstandkoming van een innovatieklimaat, waarbinnen de aquacultuur in Nederland zich duurzaam kan ontwikkelen. Daarmee heeft het platform meer een faciliterende en stimulerende rol dan dat het bijdraagt aan de visievorming.

Sommigen zien overigens een beperkte rol voor aquacultuur in Nederland. De betekenis voor de handel in vis (niet specifiek visvoer), evenals de export van kennis over recirculatiesystemen wordt meer benadrukt (LNV, 2006).

In het kader van de transitie biodiversiteit heeft het Ministerie van Buitenlandse Zaken de ontwikkeling van gezamenlijke toekomstvisies rond visserij en viskweek geïnitieerd. Dit heeft geleid tot een partnerschap tussen Nutreco, het Ministerie van Buitenlandse Zaken en IUCN met als doel verduurzaming van de vismeel producerende industrie. Deze groep heeft twee bijeenkomsten georganiseerd met diverse maatschappelijke sectoren in Peru en Nederland. Dit heeft half 2006 geresulteerd in het opstarten van een 'ronde tafel' over de productie van vismeel. Deze 'ronde tafel vismeel' zal aandacht besteden aan het verminderen van de negatieve invloed van Nederlands handelen op ecosystemen en biodiversiteit in ontwikkelingslanden.

## **4.3 Research & Development**

### **4.3.1 Technologische ontwikkelingen**

In de ontwikkeling van nieuwe technologie kan onderscheid worden gemaakt in verhoging van de gehalten aan plantaardig voer, vangst van nog niet benutte kleine soorten als krill, kweek van algen en zagers als voer en kweek van andere vissoorten. Elke oplossing heeft echter naast voordelen ook de nodige nadelen (Tabel 4.2).

Tabel 4.2 Stand van zaken met betrekking tot diverse ontwikkelingen voor gebruik van minder gevangen vis in visvoer (op basis van Stirling Management Centre, 2003)

Aanpak	Belemmeringen/nadelen	Voordelen
Vervanging door plantaardige eiwitten	Minder omega-3-vetzuren in het product; lagere eiwitgehalten en daardoor meer organische verontreiniging bij de kwekerij; negatief voor dierenwelzijn, gezondheid van de vissen en productiviteit; veel planten hebben GM-basis; wetgeving voor gebruik supplement aminozuren	Minder P-verontreiniging Minder verontreiniging met stoffen uit vismeel
Vervanging door plantaardige oliën	Minder omega-3-vetzuren (tot op zekere hoogte beheersbaar); ‘anti-voedingsstoffen’; wellicht negatief voor dierenwelzijn en gezondheid van de vissen (bij >70% vervanging bij zalm)	Beschikbaarheid en constante kwaliteit Minder verontreiniging met stoffen uit visolie
Mariene eiwitten anders dan uit vis (krill, copepods, fytoplankton)	Hoge fluorgehalten (in strijd met voedingswetgeving); hoge energiekosten bij vangst; verstoring van het natuurlijke voedselweb in de oceanen en zeeën ofwel aantasting mariene ecosysteem; problemen bij houdbaarheid	Grote voorraden hoge gehalten natuurlijk caroteen en fosfolipiden
Dierlijke bijproducten	Draagvlak bij consumenten; kennis over prionen; directe cyclus van dierlijk afval naar voeding	Grote beschikbaarheid tegen relatief lage kosten
Biotechnologie (GM van planten of micro-organismen)	Negatieve associaties bij GM; hoge nucleotiden; schaaleffecten, samenstelling aminozuren	Hoge kwaliteit, goed beheersbaar
Trimnings (bijproducten)	Kan druk op de visstand verhogen	Efficiënt gebruik van hulpbron
Bijvangst en discards (afval)	In EU niet beschikbaar. Strijdig met streven naar voorkomen van bijvangsten	Efficiënt gebruik van hulpbron
Afval van aquacultuur	Negatieve effecten bij intern hergebruik voor voeding; wetgeving	Efficiënt gebruik van hulpbron
Meer herbivoor/omnivoor	Minder vraag op de markt (Europa); minder omega-3-vetzuren in product	Efficiënte productie van dierlijke eiwitten

Het Nederlandse beleid ondersteunt onderzoek rond aquacultuur door middel van diverse programma's, maar er is geen sprake van krachtige stimulering. Het resultaat is niet meer dan enkele initiatieven van vernieuwende ondernemers. Daarnaast kent de WUR enkele

onderzoeksgroepen op dit gebied (Wageningen Universiteit en Researchcentrum). De EU financiert geen onderzoek naar visvoer, omdat het competitief is. Het wordt gezien als taak van de bedrijven zelf (Limpens en Weterings, 1998). Vanaf 2007 wordt het EU-budget voor (algemeen) onderzoek naar aquacultuur verdubbeld.

### ***Plantaardige stoffen***

Plantaardige voeding kan zowel gebruikt worden voor carnivore als herbivore vissoorten. Voor de grootschalige toepassing van plantaardig voer voor carnivore vis is nog onderzoek nodig. Grote visvoerproducenten, zoals Nutreco en ADM, doen onderzoek naar visvoerders met minder vismeel en visolie. Zij brengen deze ook al op de markt (zie ook hoofdstuk 3).

Herbivore vissen hebben ook omega-3-vetzuren nodig, maar deze ontbreken in hun natuurlijke voedingspakket. Zij zijn in staat deze stoffen beperkt aan te maken. De gehalten zijn echter veel lager dan in vette zeevis. Onderzocht wordt of zalm ook het voor de omzetting benodigde gen bezit. Het zou dan inactief zijn, maar wellicht te activeren (Verreth, 2006).

Er wordt buiten Europa onderzoek gedaan naar de productie van omega-3-vetzuren in genetisch gemodificeerde planten. Daarmee zijn al resultaten geboekt met het plantje *Arabidopsis Thaliana* (zandraket), dat vanwege de goed bekende DNA-structuur dikwijls in de eerste fase van dergelijke ontwikkelingen wordt gebruikt (Baoyu Qi, 2004). Dit kan op termijn leiden tot plantaardig voer met een relevant gehalte aan omega-3-vetzuren. Hierdoor zou een deel van de genoemde nadelen van plantaardig voer voor carnivore vissen kunnen worden ondervangen. Het kan ook een kwaliteitsverbetering bij herbivore vissen opleveren. De ontwikkeling staat echter nog in de kinderschoenen.

Nederland speelt bij de ontwikkeling van plantaardig voer geen rol van betekenis.

### ***Algen/wieren***

De groeiende prijs van vismeel en visolie heeft geleid tot diverse studies naar het verwerken van algen in visvoerders, omdat bepaalde soorten algen ook de omega-3-vetzuren EPA en DHA kunnen produceren. Daarnaast zijn algen rijk aan proteïnen. Het eiwitgehalte in algen is hoger dan in plantaardige producten (en lager dan in dierlijke producten). Algen worden al gebruikt als veevoer en voor de productie van specifieke stoffen, zoals kleurstoffen en voedingssupplementen in babyvoeding. Algen kunnen worden toegepast in de viskweek als supplement voor visvoer (met name voor jonge vissen) en voor de kweek van zoöplankton dat weer gebruikt kan worden in de viskweek. Algen dienen als voer voor garnalen in twee projecten in Nederland die betrekking hebben op algenteelt in combinatie met garnalenteelt (IPA, 2005).

Microalgen zijn heel kleine organismen die groeien onder invloed van zonlicht en enkele eenvoudige, natuurlijke voedingsstoffen (Transitiepad C8, aquatische biomassa). Algen zetten (zon-)licht om in biomassa. Er zijn 80.000 soorten algen. Onderzoek naar alle mogelijkheden staat in feite nog in de kinderschoenen (Wijffels, 2006).



Kweek van algen kan plaatsvinden in open vijvers of kanaalsystemen in de openlucht of in fotobioreactoren. Fotobioreactoren zijn cellen waarin algenculturen worden blootgesteld aan kunstmatig licht. Algenkweek in reactoren is nog vrij duur. In Nederland wordt ook onderzoek gedaan naar algen die groeien op glucose zonder licht. Algenkweek wordt nog niet op grotere schaal toegepast vanwege de hoge kosten. Het oogsten vormt hierin een van de grote kostenposten. Een zeer energieverbruikend procédé van drogen en centrifugeren is namelijk nodig voor de verwerking van de algen. Zij zitten in suspensie in een natte massa en zij worden verwerkt tot droge pellets die geschikt zijn voor consumptie door kweekvis (Molina et al., 2003). WUR onderzoekt het ‘melken’ van algen om caroteen te winnen (Wijfels, 2006). Wellicht kan melken ook voor omega-3-vetzuren worden toegepast. Voordeel van melken is dat algen niet gedroogd hoeven te worden.

Op basis van huidige inzichten wordt verwacht dat jaarlijks 150.000-300.000 ton algenbiomassa geproduceerd kan worden op effluenten van met name de voedings- en genotmiddelenindustrie en agro-industrie, maar ook van huishoudens (Reith, 2004). Dit kan voldoende zijn voor de huidige Nederlandse consumptie. Niet duidelijk is echter of mondiaal voldoende beschikbaar is.

In hetzelfde onderzoek naar algenkweek op basis van industrieel afvalwater zijn enkele specifieke stoffen, waaronder EPA, geproduceerd (Reith, 2004). Aan dit project is door veel partijen meegewerkt (zie Figuur 4.2). Een andere doelstelling was de productie van biomassa om in te zetten voor elektriciteit en warmte. Met de opgewekte energie kan ongeveer 50% worden gedekt van de energievraag bij een dergelijke productiemethode van EPA op basis van de algsort Monodus. De productiekosten komen op €200-300 per kg EPA. Het onderzoek was er vooral op gericht aan te tonen dat het mogelijk is. Naar verwachting van de auteurs kan in een vervolgfase nog op tal van punten verbetering en kostenreductie worden bereikt.

#### Kweekstelsel/oogst

Universiteit van Amsterdam

Wageningen Univ. - Proceskunde

ECN Biomassa

IVAM Environmental Research BV

#### Processing

KLB- TUDelft

A & F BV

#### Energieconversie

Techno Invent BV

ECN Biomassa

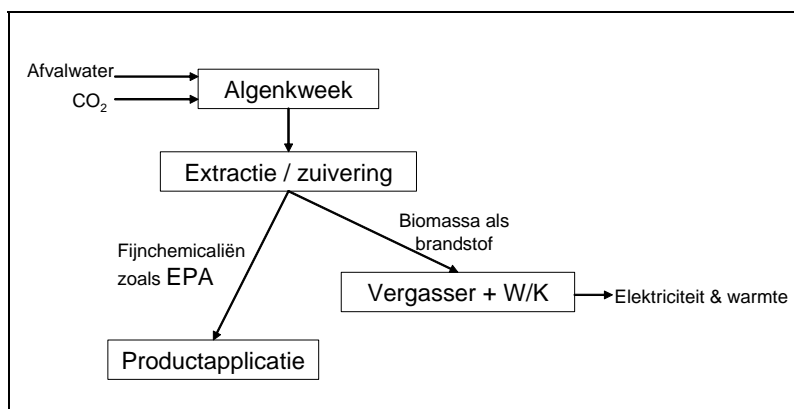
Essent Energie

#### Productapplicatie

Numico Research BV

CSK food enrichment BV

Koninklijke Sanders BV



Figuur 4.2 Processchema en partners in het EET-project algenkweek met EPA als een van de eindproducten

### ***Vangst van zeer kleine organismen***

Krill, een zeer kleine garnaal, staat voor een grote voorraad eiwitten in de zee, en voor olie met waardevolle carotenoïden en omega-3-vetzuren. De voorraad ligt waarschijnlijk boven de 100 miljoen ton. De vangst is echter moeilijk en vraagt veel energie. Bovendien zijn de beestjes slecht houdbaar. Zoöplankton (onder andere krill en roeipootkreeft) staat lager dan vis in het voedselweb. Er zijn onderzoeksprojecten voor het vangen (of oogsten) van krill en roeipootkreeft voor visvoer (WWF, Noorwegen). Oogsten brengt ook een aantal nadelen met zich mee, te weten bijvangst, slechte houdbaarheid en de vraag hoe limieten kunnen worden gesteld voor het oogsten (Saltnes, 2002). In Antarctica wordt al jaarlijks 100.000 ton krill geoogst (CCAMLR, 2000).

Er is ook de copepod Calanus; deze is nog kleiner en nog moeilijker te vangen en te verwerken. Onderzoek naar deze mogelijkheid is pas enkele jaren geleden gestart (Stirling Management Centre, 2003), maar wordt voornamelijk in Noorwegen serieus bekeken (Verreth, 2006).

### ***Aanmaak van omega-3-vetzuren in dierlijke producten***

Er is internationaal onderzoek naar verhoging van gehalten van omega-3-vetzuren in dierlijke producten. Een gekloond varken (op basis van een spierweefselcel, waarin een specifiek gen (fat-1) was ingebouwd) bleek hogere gehalten omega-3-vetzuren te produceren. Voordelen zijn gezonder vee en gezondere producten. Het is een vervolg op een onderzoek met GM op muizen.

Er wordt ook onderzoek gedaan naar verhoging van het gehalte omega-3-vetzuren in dierlijke producten als melk door aanpassing van het veevoer. Het gaat dan vaak om toevoeging van visolie, lijnolie (voor ALA) en anti-oxidanten om de afbraak van de omega-3-vetzuren tegen te gaan.

## **4.3.2 Institutionele vernieuwing**

### ***Verduurzaming van de visvangst***

Het Ministerie van Buitenlandse Zaken heeft acties voorbereid om tot verduurzaming van de visvangst voor de productie van visvoer te komen als uitvloeisel van specifieke op transitie gerichte activiteiten. Deze voorbereiding heeft geleid tot een praktisch experiment (zie paragraaf 4.4).

### ***Certificering***

Er bestaan diverse certificeringssystemen voor vis. Probleem is dan ook niet zozeer het inrichten van een nieuwe certificering. Er zijn veel labels en dat maakt de situatie voor de

consument zodanig complex, dat het maar de vraag is of certificering zinvol is. Wellicht is het belangrijkste certificaat dat van de MSC (Marine Stewardship Council), dat internationaal veel steun krijgt.

Er zijn criteria voor gekweekte vis met milieukeur in ontwikkeling voor meerval, paling en tilapia. Kwekers aangesloten bij de Nederlandse Vereniging van Viskwekers (NEVEVI) zetten zich in voor het produceren van deze vissoorten onder milieukeur. Het accent in dit programma ligt op water- en energieverbruik en voederconversie, omdat verwacht wordt dat hier de grootste milieuwinst kan worden gerealiseerd. De herkomst van visbestanddelen van visvoer is een aandachtspunt voor de toekomst (Milieukeur, 2005). Genoemd wordt de mogelijke garantie dat het vismeel en visolie afkomstig is van visafval, of van niet overbeviste of duurzaam beheerde visgronden.

Bij certificering - met eisen aan het voer - kan het gebruik van gevangen vis onaantrekkelijk worden. In geval van certificering kan het rendabel zijn, omdat een meerprijs wordt verkregen. Retail hecht onder druk van maatschappelijke belangenorganisaties belang aan 'vis waar niks mis mee is'.

Het onderzoeksproject Blue Label besteedt geen aandacht aan voer, maar gaat over hoe in de Nederlandse viskweek verantwoord kan worden omgegaan met energie, water en afvalstoffen.

## **4.4 Experimenten in de praktijk**

### **4.4.1 Technologische experimenten**

Onderscheid is gemaakt tussen experimenten met nieuwe vormen van viskweek die invloed hebben op de vraag naar specifiek visvoer, en de productie van nieuw visvoer.

#### ***Viskweek: tilapia***

Tilapia is een herbivoor die gemakkelijk voer met plantaardige vetten op kan nemen. Tilapia wordt gezien als een vis met grote potentie voor de toekomst door de problematiek die speelt rondom het gebruik van vismeel en visolie in visvoer.

In Brabant ontwikkelt men een systeem voor productgerichte milieuzorg voor de gehele productieketen van tilapiakweek en -verwerking. Deze keten levert uiteindelijk verse, duurzaam gekweekte tilapia voor de consument. De kwekerij brengt volgens plan eind 2006 de eerste tilapia met milieukeur op de markt (Van Rijsingen, 2006).

#### ***Viskweek: tong***

Solea in IJmuiden kweekt tong, een vis die goed in de smaak valt bij de Nederlandse consument. Het kweken van tong gebeurt verder nog nergens, al wordt ook in Spanje veel onderzoek gedaan. Hierin komt een van de krachten van Nederland, namelijk werken met recirculatiesystemen, naar voren. De afgelopen jaren is het proces onderzocht en de stap naar

eerste commerciële toepassing lijkt nabij. Alternatief voer is bij een dergelijke nieuwe praktijktoepassing voorlopig nog niet aan de orde. Het onderzoek richtte zich veel meer op de juiste voedersamenstelling om kweek überhaupt succesvol te maken.

Er is een pilotkwekerij. De economische levensvatbaarheid van een tongkwekerij is volgens directeur Kamstra goed (Kamstra, 2006). Hetzelfde geldt voor de smaak, oftewel er is geen verschil tussen wilde en gekweekte tong. Het is een voorbeeld van nieuwe vormen van kweek van zeevis die tot een toename van de vraag naar vismeel kan leiden.

### ***Viskweek: kabeljauw***

In Engeland is sinds mei 2006 de eerste biologische en duurzaam gekweekte kabeljauw verkrijgbaar (van het Schotse bedrijf Johnson Seafarms). De kabeljauw wordt gekweekt voor de kust van de Shetland-eilanden en het voer wordt gemaakt van visafval. Deze biologische kabeljauw kost circa 28 euro per kilo, dit is ruim 10% meer dan gewone kabeljauw.

### ***Visvoer: algen***

Algen worden nu al rechtstreeks gevoerd aan sommige soorten schelpdieren, garnalen en enkele vissoorten. Ook worden ze indirect gevoerd in de vorm van voer voor pekelkreeftjes, raderdieren en watervlooien die op hun beurt weer gevoerd worden aan kweeksoorten (AKK, 2004). Algenkweek in open systemen is ruimte-intensief. Bassins zijn doorgaans ongeveer 30 cm diep. Bij het Nederlandse kweekbedrijf Aquacultura resulteerde dit in een opbrengst van 25 ton (drooggewicht) per hectare per jaar (STT, 2004). Aquacultura kweekte wieren (algen) voor nicheproducten. Dit bedrijf is echter failliet gegaan.

Op basis van een voorgaand R&D-traject, waarin de haalbaarheid van grootschalige algenteelt is aangetoond, is de vervolgfase in voorbereiding. In dit nieuwe project wordt een reactor gebouwd waarmee 6,3 ton algenbiomassa (droge stof) kan worden geproduceerd voor de productie van omega-3-vetzuren. Eind 2005 is LGem opgericht die verder gaat met het eerder ontwikkelde idee van een groene zonnecollector (bij de WUR (Wijffels) en ingenieursbureau TechnoInvent) om op een nieuwe manier algen te kweken. LGem gaat op commerciële schaal algen produceren. Er zal gestart worden met de productie van algen als voer voor vislarven. In tegenstelling tot de kweek van algen in vijvers (sinds 1998) – die veel energie vraagt voor verwarming van de vijvers - is het huidige systeem in buizen energie- en kostenefficiënter. Begin 2006 is een proefpartij visvoer geleverd aan Blijdorp. Partners van LGem in dit project zijn Technogrow BV, TechnoInvent en WUR. Er is ondersteuning uit de Unieke Kansen Regeling, opgezet voor de energietransitie en benut vanwege de energetische voordelen in dit project.

### ***Visvoer: zagers***

Zagers (zeeduizendpoten/wormen) worden al langere tijd gekweekt voor sportvissers (bedrijf Topsy Baits). Toepassing voor viskwekerijen is nieuw. De ontwikkelingen op de visvoermarkt hebben uiteindelijk geleid tot de opening van een eerste pilot op 8 juni 2006 op

een akkerbouwbedrijf in Wolphaartsdijk (Innovatienetwerk, 2006). De proefboerderij heeft een testvijver van 2000 m<sup>2</sup> zeewater.

Gestart is met de productie van zagers als voer voor gekweekte garnalen. LNV en de provincie Zeeland financieren mee aan het experiment dat twee doelen kent, te weten: stimulering van duurzame visvoerproductie en overschakeling van traditionele landbouw naar productie van zagers. Het Innovatienetwerk, een initiatief van LNV, heeft een ondersteunende rol gespeeld bij het vormgeven aan de acties. De zagers krijgen overigens in hun voer ook vismeel en visolie. De uitdaging is dan ook dat terug te brengen. De toepassing van visafval in het voer van de zagers is in ontwikkeling. De zagerkwekerij in Zeeland experimenteert al met puur plantaardige voedselbronnen en zet in op verbetering van de voerconversie, waardoor minder vismeel en visolie nodig is.

Een fabriek in Wales produceert 100 kilo visvoer per uur (een nieuwe machine zal 30 keer zoveel produceren). De zagers bevatten mariene eiwitten. De kweker voegt in het productieproces een kleine hoeveelheid vismeel toe met het doel dat kweekvis het visvoer gemaakt van zagers aantrekkelijk vindt.

#### ***Visvoer: Single Cell Protein (SCP)***

Via fermentatie van een micro-organisme (*Methylococcus capsulatus*) wordt een zeer eiwitrijke vervanger voor vismeel verkregen. Hierbij wordt gebruik gemaakt van methaan als koolstof- en energiebron. Methanol zou een alternatief kunnen zijn. Andere grondstoffen zijn zuurstof en ammonium.

Het is een bewezen technologie die al toepassing kent in Noorwegen (Norferm). SCP kan ongeveer 20-30% van het eiwit in visvoer vervangen.

### **4.4.2 Institutioneel experiment**

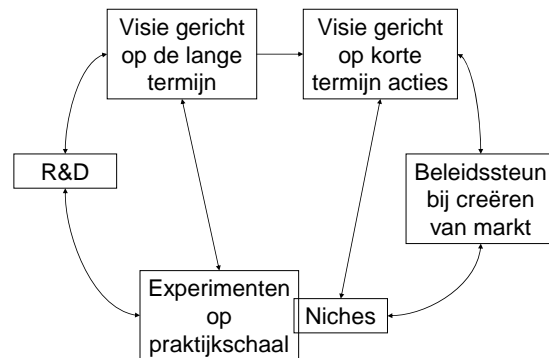
#### ***Visvoer uit duurzaam gevangen vis***

Visvoer op basis van duurzaam gevangen vis is een aandachtspunt in het beleid. Als uitvloeisel van de opzet van transitieprojecten bij diverse ministeries heeft Buitenlandse Zaken in samenspel met Nutreco en IUCN het initiatief genomen voor duurzame visvangst ten behoeve van de productie van vismeel en visolie in Peru. Peru is de grootste exporteur van vismeel en visolie. Nutreco is een belangrijke afnemer.

Doel was ook ervaring op te doen met een dergelijk proces. Aanvankelijk was er veel wantrouwen bij de vismeel producerende industrie in Peru. Het heeft geresulteerd in een gezamenlijke verklaring met betrekking tot duurzame visvangst en een structuur voor verder overleg. Een public-private partnership is ook opgezet voor de tonijnvisserij in Ghana (Zeeberg, 2006), al is deze niet gericht op de visvoerketen.

## 4.5 Samenhang van activiteiten in de voorontwikkelingsfase

De samenhang van de genoemde activiteiten werd geanalyseerd aan de hand van bijgaand schema. Aan de linkerkant van het schema is de koppeling tussen visievorming, R&D en experimenten weergegeven, sterk op de lange termijn gericht. Een versterkend effect op de ontwikkeling kan worden bereikt als de visie richting geeft aan R&D, waarvan de resultaten leiden tot praktijkexperimenten.



De leerervaringen van die experimenten leiden weer tot bijstelling, vaak

concretisering van de visie, enzovoort. Aan de rechterkant van het schema is de visie meer gericht op concrete acties op de korte termijn. Er is dikwijls sprake van een lobby van enkele partijen om beleidssteun te verkrijgen en met die steun een gunstige marktsituatie te creëren om niches in te richten. Het succes van een niche kan meer partijen ertoe brengen mee te gaan in de vernieuwing. Idealiter zijn deze twee 'innovatiemotoren' verbonden.

Praktijkexperimenten en niches kunnen hetzelfde zijn. De visie voor de lange termijn vormt de basis voor de korte termijn acties. Tot zover de theoretische achtergrond. Hoe werkt dit dynamische spel voor visvoer in kwekerijen?

Het besef, dat met visvangst niet kan worden voorzien in de toekomstige behoefte aan vis en evenmin aan visvoer voor viskwekerijen, heeft veel ontwikkelingen in gang gezet. Een algemeen gedeelde visie is, dat er 'iets anders' voor het voer nodig is met een beperkt aandeel wilde vis dat ook nog duurzaam gevangen en verwerkt is. De aanvulling kan komen van plantaardige bestanddelen en specifieke nieuwe componenten.

Deze visie heeft in Nederland beperkt R&D-trajecten in gang gezet. Deze zullen binnenkort gaan leiden tot experimenten, zoals bij algenkweek. In zoverre draait de langetermijnscyclus, al is de intensiteit in Nederland niet erg groot. Het wachten is in feite op de resultaten van deze praktijkexperimenten om de cyclus verder te laten draaien en specifieker te worden in de visie. De beleidsprikkel daartoe zijn niet groot. De gezondheidsaspecten van omega-3-vetzuren spelen wel een duidelijke rol, omdat deze de tamelijk dure algenkweek een extra steun in de rug lijken te geven.

De algemene visie heeft geleid tot enkele directe acties in Nederland gericht op nichemarkten, zoals de kweek van tilapia en de kweek van zagers op akkerbouwbedrijven in Zeeland, de laatste met overheidssteun. Visvoerproducenten hebben plantaardige componenten aan het visvoer van onder meer zalm toegevoegd.

De acties voor de korte termijn lijken geen nieuwe belemmeringen op te roepen voor nog betere opties op de lange termijn. In de eerste plaats neemt de vraag naar visvoer de komende jaren voldoende toe om afzetmarkten te creëren. In de tweede plaats kunnen viskwekers eenvoudig het voedingsregime aanpassen als daar voordelen aan vastzitten. In de derde plaats

is het aandeel dat plantaardig visvoer kan krijgen in de afzet van landbouwproducten maar klein. De landbouw zal er niet snel afhankelijk van worden. De vraag naar die producten vanuit andere toepassingen (denk ook aan biobrandstoffen) neemt toe. Dat kan overigens de prijs van plantaardige alternatieven ook opvoeren. De ervaringen die worden opgedaan met de huidige ontwikkelingen in de praktijk ten aanzien van de effecten van plantaardig voer op de gekweekte vis, zullen ook een positief effect hebben op de lange termijn.

De lage intensiteit van de ontwikkelingen in Nederland kan een knelpunt vormen voor de effectiviteit van de bijdrage van Nederland aan dit internationale proces. De toenemende visconsumptie bij een gelijkblijvend aanbod van vismeel en visolie maakt immers een snelle beschikbaarheid van alternatieven gewenst.

Het aandeel vismeel en visolie in het visvoer neemt mondiaal al duidelijk af onder invloed van de (verwachte) schaarste en de stijgende prijzen. In de huidige situatie is dat het dominante mechanisme voor de verandering. De stijgende prijzen van visolie en vismeel zullen immers kansen bieden voor de vaak nog duurdere alternatieven. Of dit mechanisme goed werkt, hangt samen met de beheersstructuur voor visbestanden en voor de visserij. In veel gebieden op het noordelijke halfrond werkt het systeem van quota vrij goed, ondersteund door een goede monitoring van de visserijactiviteiten. Voor de wateren rond veel ontwikkelingslanden is dit nog maar de vraag. De Nederlandse overheid ondersteunt met een gericht initiatief in de ketensamenwerking ook de verduurzaming van de vangst voor visvoer in ontwikkelingslanden. Ketenverantwoordelijkheid van visvoerproducenten past in het maatschappelijk verantwoord ondernemen. Het experiment in Peru, de grootste exporteur van vismeel, past daarom in het proces en zou internationaal een institutionele stap vooruit kunnen zijn.





## 5 Motivatie voor daadwerkelijke systeemverandering

### 5.1 Viskwekerijen in Nederland

De veranderingen in visvoer spelen zich af in en rond de snel groeiende sector aquacultuur. Die twee veranderingstrajecten beïnvloeden elkaar. Daarom volgt hier eerst een overzicht van de ontwikkelingen in de Nederlandse viskweek. De omzet van viskweek is circa 5% van de wildvang. In Nederland wordt veel meer verdiend met export en handel van kweekvis dan met de kweek van vis. Slechts circa 0,6% van de in Europa gekweekte vis komt uit Nederland.

Palingkweek gebeurt op basis van gevangen jonge aal (glasaal). De palingkweek is – zowel in omvang als in aantal bedrijven – de grootste in de Nederlandse viskweeksector (circa 60 bedrijven; circa 3500-4000 ton per jaar). Het eerste palingkweekbedrijf startte in 1979. Na een overproductie begin jaren negentig breidde de markt zich vanaf midden jaren negentig uit. Nederland kweekt momenteel circa 60% van de Europese palingproductie.

Begin jaren tachtig is gestart met commerciële viskweek van de Afrikaanse meerval. Momenteel zijn er enkele pootvisbedrijven en meerdere kwekerijen (circa 25 bedrijven; circa 2500 ton). Meerval is omnivoor en stelt geen hoge eisen aan het voer. Meerval is een goedkope eiwitbron, want de soort heeft een lage voederconversie en zeer hoge groeisnelheden. De meerval wordt vooral geëxporteerd.

Sinds 1995 wordt de Afrikaanse zoetwatervis tilapia op kleine schaal in Nederland gekweekt. Naar verwachting komt eind 2006 de eerste tilapia met milieukeur op de markt. Het is een vissoort die mondiaal op grote schaal wordt gekweekt. De vis kent een snelle groei en een snelle voortplanting. Tilapia is een herbivoor.

De productie van forel is klein (5 bedrijven; circa 50 ton). Sinds kort is er ook één snoekbaarskwekerij in Nederland (75 tot 100 ton). Daarnaast is er sinds vorig jaar een bedrijf in Tolbert waar jonge barramundi-pootvis (uit Australië) wordt opgekweekt. De eerste 5 ton zal eind 2006 op de Europese markt worden afgezet (Cellaqua, 2006).

De productie van zeevis is veel lager dan van zoetwatervissen, te weten minder dan 300 ton. Dit is verwaarloosbaar in vergelijking met bijvoorbeeld de Zuid-Europese productie van 100.000 ton zeebaars en zeebrasem. De productie in China ligt nog vele malen hoger. Sinds 2003 is gestart met kweek van zeevis, te weten tarbot, zeebaars en tong (Bekkum, 2003).

Er zijn diverse innovatieve projecten die bijdragen aan de groei van de aquacultuursector (zie bijvoorbeeld de folder met 29 succesvolle projecten, IPA).

In Nederland vindt viskweek voornamelijk plaats in bakken met recirculatie systemen. Vanwege strenge milieuwetgeving worden vijversystemen nauwelijks toegepast (alleen voor pootvissen en forellen). In recirculatiesystemen kunnen waterkwaliteit- en gebruik, nutriëntenbeheer en temperatuur gecontroleerd en geoptimaliseerd worden (Luiten, notitie voor LNV). De afvalstoffen die vissen uitscheiden worden in een zuiveringssysteem afgebroken zodat het water kan worden hergebruikt.

Ten slotte nog een opmerking over institutionele belemmeringen. Viskweek is een relatief nieuwe ontwikkeling in Nederland, waarop gemeenten, vergunningssystemen en bestemmingsplannen nog niet altijd zijn ingericht. Dit geeft ongewenste belemmeringen. Het systeem op lokaal niveau dient daartoe tegen het licht te worden gehouden.

## 5.2 Veranderingen in visvoer in de praktijk

De daadwerkelijke systeemverandering op het gebied van visvoer kan geleidelijk verlopen voorzover het de introductie van plantaardige componenten betreft. Deze componenten zijn in principe op de markt beschikbaar. De prijs van visolie en vismeel ten opzichte van de prijs van plantaardige oliën of eiwitbronnen is voor een belangrijk deel bepalend. Beide zijn uiteraard afhankelijk van vraag en aanbod op de markt. Voor visolie en vismeel is het aanbod vooral afhankelijk van het beheer van de visvoorraden (quotaregelingen en handhaving). De vraag hangt ook samen met de alternatieven. Zo concurreert vismeel met sojameel. In feite geldt voor de plantaardige grondstoffen een vergelijkbare afhankelijkheid van het beheer van land (ruimte voor natuur tegenover andere functies) en de beleidsmatige invloed op de benutting van de beschikbare biomassa.

Het belang van de prijs blijkt uit het volgende citaat van Hole (Nutreco). ‘De zalmen worden nu gevoerd met 50% vismeel en 50% plantaardige stoffen. Nutreco laat het afhangen van de marktprijzen. Als er schaarste is aan vismeel, schakelen we over op plantaardige voeding. Is er geen schaarste, dan voeren we vismeel’ (Hole, 2000). Bij dit type kwekerijen is de geleidelijke overgang dan ook gaande. Uiteraard is de kwaliteit van de vis een belangrijke randvoorwaarde.

Als de groei in de aquacultuurproductie van 5 à 6% tussen 2000 en 2004 wordt doorgetrokken naar 2010 en wordt gecombineerd met de conversiegegevens voor 2010 van Tacon (zie Tabel 3.3), aangevuld met vergelijkbare schattingen, dan is een hoeveelheid vis van 12 tot 18 miljoen ton nodig voor aquacultuur. Dat betekent dat met de huidige inzichten over technologische ontwikkelingen er geen problemen met een tekort aan visolie of vismeel zal ontstaan voor 2010.

Relatief weinig carnivore soorten worden op commerciële basis gekweekt. Het experiment met tong is een voorbeeld van een nieuwe ontwikkeling, waarin alle aandacht uitgaat naar

productie en optimalisatie hiervan. In deze fase blijft men zo dicht mogelijk bij het voer in het natuurlijke systeem. Experimenten met alternatief voer en geleidelijke verschuivingen daarin zijn pas te verwachten als de productie op een stabiel en goed niveau is gekomen.

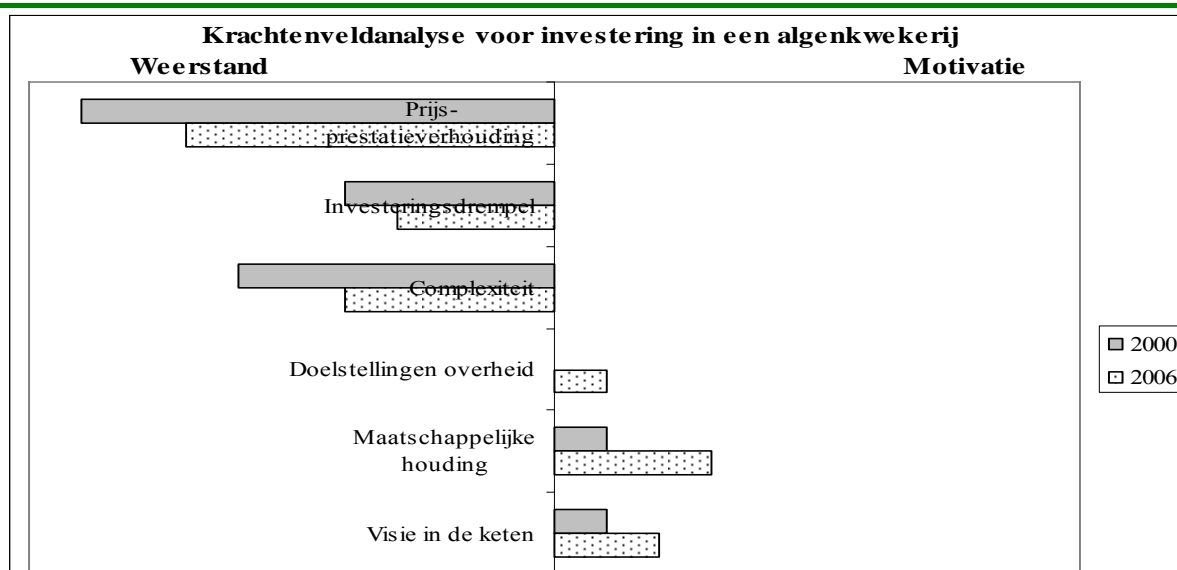
Consumptie van meer herbivore vis zou de verschuiving naar meer plantaardig voer bevorderen. Op mondiaal niveau heeft de uitbreiding van de productie van karpers in China hieraan bijgedragen. Het is echter niet bekend of er aanwijzingen zijn voor een dergelijke verschuiving in het voedingspakket van de Nederlandse consumenten. Meer aandacht voor de gezondheidkundige aspecten van omega-3-vetzuren doet de consument overigens eerder in de tegenovergestelde richting bewegen.

### **5.3 Productie van nieuwe visvoercomponenten**

Veel kwekerijen kunnen veranderingen in het voer geleidelijk introduceren, omdat de plantaardige alternatieven al op de markt zijn. Aan de productie van bijvoorbeeld algen gaat echter wel een investeringsbeslissing vooraf. Met een krachtenveldanalyse zijn de afwegingen rond een dergelijke beslissing in de huidige situatie in kaart gebracht en vergeleken met die rond 2000 (Tabel 5.1). In Figuur 5.1 is de ontwikkeling van dit krachtenveld indicatief gevisualiseerd.

Tabel 5.1 Krachtenveldontwikkeling voor de afweging om tot investering in een algenkwekerij voor visvoer over te gaan.

Kracht	Kenmerken	Beleid (NI + EU)
<b>en ontwikkelingen tussen 2000 en 2006</b>		
Prijs-prestatie-verhouding	Algen zijn duur in verhouding tot de huidige componenten in visvoer, al neemt de prijs van visolie toe; onderzoeksresultaten hebben beperkt bijgedragen aan een kostenreductie, maar op dit punt is nog verbetering mogelijk	Geen specifieke financiële regelingen
Investeringsdrempel	Zou voor grote bedrijven (bijvoorbeeld visvoerfabrikanten) geen belemmering hoeven te zijn, maar wel voor kleine of nieuwe ondernemers	Er zijn regelingen die nieuwe initiatieven met subsidies ondersteunen; er zijn mogelijkheden mee te liften op regelingen voor energiegerelateerde projecten, maar hier gaat de bulk van biomassa naar energie en gaan slechts de omega-3-vetzuren naar visvoer
Complexiteit	Uit onderzoek blijkt dat deze optie werkt en daarmee beschikbaar is; technologische complexiteit is niet onoverkomelijk, maar meer praktijkervaringen zijn nog nodig	Bijdrage aan verspreiding van kennis over deze optie
Doelstellingen overheid		Geen doelstellingen gericht op visvoer; Doelstellingen op het gebied van klimaat en inzet van biomassa, waaraan algenkweek ook zou kunnen bijdragen, spelen geen rol
Maatschappelijke houding	Aandacht voor gezondheidsaspecten van vis en met name omega-3-vetzuren is toegenomen (algen maken deze stoffen); positief effect op hart- en vaatziekten duidelijk, voor andere aspecten wetenschappelijke onzekerheid	Advies van de Gezondheidsraad voor aanbevolen dosis omega-3-vetzuren speelt een rol; dit is vertaald in praktisch advies voor consument om 2 keer per week vis te eten, waarvan 1 keer vette vis
Visie in de keten	Belang van alternatieven voor visvoer wordt onderkend, maar er heerst niet het gevoel dat algenkweek nodig is; geen concurrentiegevoel	Geen concrete overheidsvisie op dit punt



Figuur 5.1 Indicatieve illustratie van de ontwikkeling in het krachtenveld rond een investering in algenkwekerijen

De hoge kosten voor aardgas staan grootschalige toepassing van SCP voorlopig in de weg. De toepassing van zagers is bekend uit de hengelsport. Voor toepassing in viskwekerijen is het probleem dat zagerkorrels duurder zijn dan viskorrels. De prijs van vismeel stijgt echter – deze is in de afgelopen twee jaar verdubbeld – waardoor prijzen dichter bij elkaar zullen komen te liggen. Voor de groei van zagers streeft men naar minder inzet van vismeel en visolie.

## 5.4 Nieuwe institutionele arrangementen in de praktijk

Zoals in hoofdstuk 2 al kort is beschreven omvat het institutionele systeem al tal van redelijk goed werkende onderdelen. De specifieke acties vanuit de in paragraaf 4.4 beschreven initiatieven van Nederland kunnen in de praktijk nog tot verbeteringen leiden voor het beheer van visstanden.

Maatschappelijke organisaties proberen de rol van consumenten te versterken door informatie. Voorbeelden van informatiebronnen zijn de Viswijzer, onderdeel van een recente campagne van het WWF, de Goede Visgids van de Stichting De Noordzee en de eerdere VIS-a-card van Greenpeace. Deze hebben ook betrekking op viskeek. Daarnaast is er de MSC-certificering (voor bepaalde visserijen) en de ‘wallet cards’ uit de VS. Er zijn ook specifieke labels, bijvoorbeeld voor dolfijnvriendelijk gevangen vis.

Met deze informatie tracht men consumenten attent te maken op de problemen rond vis. Het dwingt de groothandel om afspraken te maken met visproducenten over verbetering van de duurzaamheid en kwaliteit van het geleverde product. Door de kleine marges (1-2%) is de handel zeer gevoelig voor de vraag van de consument. Met de stijgende verkoop van vis via de supermarkten in de afgelopen vijftien jaar, zijn supermarkten een belangrijke partij geworden. Momenteel wordt 58% van de vis voorverpakt verkocht (diepvries of conserven). Voornamelijk bedrijven als Unilever (Iglo) leveren de visproducten aan supermarkten. De voedingsmiddelenindustrie is gevoelig voor negatieve beeldvorming en daarmee beïnvloedbaar door NGO's en grote detaillisten/retailers (Albert Heijn, Carrefour).

Overigens wordt circa de helft van de verse vis verkocht via visspeciaalzaken of ambulante vishandel (Nederlands Visbureau, 8 augustus 2006).

Sinds 2000 is de consumptie van vis gestegen van 5,98 kilo per huishouden naar 7,22 kilo in 2005 (Nederlands Visbureau, 2006). In de eerste helft van 2006 is de visconsumptie met 8% toegenomen waarbij er een toenemende voorkeur is voor verse vis (Nederlands Visbureau, 2006).

Omschakeling naar duurzaam visvoer zal voorlopig niet vraaggestuurd plaatsvinden. Uit het in paragraaf 4.1 aangehaalde Deens onderzoek blijkt dat ‘voedsel gebruikt tijdens kweek’ op de 12e plaats staat op de lijst met interesse van consumenten in informatie (Børresen, 2006).



## 6 Conclusies

### 6.1 Potentiële effecten van de systeemoptie

De systeemoptie is gericht op een duurzame visvoorziening voor de toekomstige behoefte aan vis. Duurzaam houdt in geen overbevissing, ook niet van vis voor de productie van visolie en vismeel die als voer in viskwekerijen worden gebruikt. Duurzaam betekent ook dat iedereen vis kan eten, bij voorkeur met daarin de gezonde omega-3-vetzuren. Bij die uitgangspunten is meer plantaardig voer nodig, meer land en daarmee enig verlies aan natuurwaarde op land. Met inzet van gekweekte algen, vooral groeiend in afvalwater en overtollige mest, zou dit kunnen worden beperkt en kan het gehalte gezonde vetzuren in kweekvis worden verbeterd.

Deze optie gaat over alternatieve visvoerders in de plaats van visvoer op basis van wildgevangen vis, zodat overbevissing wordt voorkomen. De belangrijkste winst van deze optie is daarmee uiteraard het behoud van aquatische ecologische kwaliteit en het behoud van de visvoorraden.

Over de alternatieven kunnen de volgende zaken worden opgemerkt:

- Visvangst is tamelijk energie-intensief. De meeste varianten leiden tot minder broeikasgasemissies. Vangst van krill is hierop een uitzondering. Het vangen van deze zeer kleine organismen kost nog meer energie.
- De variant, waarin zeer kleine organismen als krill of copepoden worden gevangen, kan zonder goede beheersmaatregelen alsnog tot verlies aan ecologische waarde in het mariene systeem leiden.
- Plantaardige componenten in visvoer vragen landbouwgrond dat concurrentie met land voor natuur betekent. Bij toepassing van meer plantaardig voer zullen ook negatieve effecten op de terrestrische natuurwaarde toenemen. Het benodigde landgebruik zou kunnen oplopen tot 0,5% van het huidige mondiale landbouwareaal.
- Algen als visvoer kan een positief effect hebben op de terrestrische natuur, doordat er minder broeikasgasemissies zijn dan bij gevangen vis als visvoer.
- De inzet van zagers als aanvulling op plantaardig visvoer heeft slechts een beperkt ecologisch effect, maar speelt naar verwachting slechts een bescheiden rol in de systeemoptie.
- Er zijn alternatieve methoden met GM in ontwikkeling voor de productie van omega-3-vetzuren in planten of dieren.

Daarnaast zijn er nog andere effecten, waarvan er enkele worden uitgelicht:

- Het behoud van natuurlijke voorraden vis is van wezenlijk belang voor de continuïteit van de visserij en uiteindelijk ook voor die van vis in het voedingspakket.
- Toepassing van plantaardige alternatieven voor visolie of vismeel kunnen – afhankelijk van de mate van vervanging en de procesvoering bij de viskweek – tot lagere gehalten omega-3-vetzuren in het eindproduct vis leiden. Ofschoon er nog geen harde bewijzen bestaan voor de gezondheidkundige betekenis hiervan, kan vooralsnog rekening worden gehouden met kwaliteitsverlies op dit punt. Toepassing van algen of krill en wellicht van genetisch gemodificeerde planten als voer kunnen dit negatieve effect voorkomen.
- De productie van de alternatieven voor visvoer vragen meer arbeid dan de productie van vismeel en visolie. Bij alle varianten is een toename van de werkgelegenheid te verwachten.

## 6.2 Mondiale ontwikkelingen

De cijfers van de mondiale visvangst en van de productie van visolie en vismeel laat van jaar tot jaar wel enige schommelingen zien, maar blijft ongeveer op hetzelfde niveau.

De ontwikkelingen in het afgelopen decennium laten zien dat de mondiale transitie naar een groot aandeel viskweek in de visproductie al lang op gang is gekomen en naar verwachting verder door zal zetten. Aanpassingen in het visvoer worden daarbij noodzakelijk geacht, omdat de natuurlijke hulpbron vis weinig ruimte biedt voor duurzame extra vangst. Tot zover is er bij veel partijen een gedeelde probleemperceptie. Door de prijsverhoging van vismeel en visolie worden alternatieven kansrijker.

Ontwikkelingen in de richting van meer plantaardig voedsel zijn gaande. Bovendien neemt de kweek van herbivore vis, die weinig vismeel en visolie krijgt, relatief het sterkst toe, vooral van karper in China. Veel andere alternatieven bevinden zich nog in een onderzoeksstadium of in eerste experimenten.

Het is nog niet zeker, of de zoektocht naar alternatieven voldoende resultaat zal hebben om in de toekomst met viskweek aan de vraag naar vis, vooral van zeevis, te kunnen voldoen. Het potentieel is niet eenduidig vast te stellen. Hoewel er vooral met onderzoek naar de vervanging door plantaardig voer belangrijke resultaten zijn behaald, lijken er ook grenzen in zicht. Vooral voor zeevis, waarvan de kweek in een beginstadium verkeert, is het nog onduidelijk wat met plantaardig voer mogelijk is. Dat zou kunnen leiden tot een verschuiving in de consumptie en tot enig verlies van de gezondheidkundige voordelen van vis

## 6.3 Ontwikkelingen in Nederland en de rol van het beleid

Aquacultuur is ook in Nederland in opkomst. Daarnaast wordt verwacht dat Nederland een rol kan spelen in de handel. Het overheidsbeleid richt zich voornamelijk op het mede opzetten van de institutionele basis voor het beheer van de visvoorraden, ook voor vangst ten



behoefte van visvoer, en op het ondersteunen van andere partijen daarin. Vooral een goed systeem voor de wateren rond werelddelen met veel ontwikkelingslanden vraagt nog veel inzet en inspanning. Op dat punt is door Nederland een belangwekkend initiatief genomen.

Op beperkte schaal vindt overheidsondersteuning plaats bij de enkele initiatieven van vernieuwende ondernemers. Hoewel de motivatie voor investeringen in de productie van nieuwe typen visvoer, zoals algen, in bescheiden mate toeneemt, speelt het beleid rond visserij, milieu of natuur hierbij een zeer bescheiden rol. Beleid rond energie (biomassa) of gezondheid (omega-3-vetzuren) lijkt belangrijker.

### **Beoordeling van het proces en de rol van de overheid**

Visvoerfabrikanten wegen de inzet van vismeel en visolie tegenover die van bijvoorbeeld soja vooral af op basis van de prijs. Vervanging is dan ook op gang gekomen. Voor zeevis gelden overigens wel beperkingen met betrekking tot groei en kwaliteit van de geproduceerde vis. Er loopt onderzoek naar optimalisatie. Beginnende ontwikkelingen met algenkweek of toepassing van zagers zijn incidentele initiatieven en niet het gevolg van sturend Nederlands beleid.

Aangezien het prijsmechanisme aan de basis staat van de verandering zal schaarste aan visolie en vismeel tot hogere prijzen en meer kansen voor alternatieven leiden. Hiervoor is een goed werkend systeem tegen overbevissing en illegale vangsten van groot belang. Nederland heeft een belangwekkend initiatief genomen om tot afspraken te komen tussen een grote visvoerfabrikant en vissers in Peru – dat land is een grote exporteur van visolie en vismeel – over een duurzame keten.



## Literatuur

Bekkum van (2003) Kansen voor duurzame grondstoffen en processen, Innovatienetwerk.

Børresen, T. (2006) DIFR, Denemarken, Presentatie voor de derde SEAFOODplus Conference mei 2006, Tromsø, Noorwegen.

Boeing, P.(2006) Larval feed alternatives, Aquafauna Bio-Marine, Inc., Hawthorne, USA, bron: [www.aquafauna.com](http://www.aquafauna.com), juni 2006.

BuZa (2004) verslag transitieoverleg Vis en nautische ecosystemen, Ministerie van Buitenlandse Zaken.

CCT (2005) Verslag van De Tweede Verdieping: Partnerschappen met betekenis, Competentiecentrum transitities, december 2005.

CE (2004) S.M. de Bruyn, M.N. Sevenster, G.E.A. Warringa, E. van der Voet, L. van Oers, Materiaalstromen door de economie en milieubeleid; Een analyse naar indicatoren en beleidstoepassingen van economiebreed materialenbeleid, Delft.

Cellaqua (2006) Barramundi farming company BV, [www.cellaqua.com](http://www.cellaqua.com), augustus 2006.

EU (2006) Eurobarometer 64.3, Europeans and Biotechnology in 2005: Pattern and Trends, Gaskell et al., United Kingdom.

European Seafood Exposition (2006) Brussel, mei 2006.

Europese commissie (2002) Een strategie voor de duurzame ontwikkeling van de Europese aquacultuur 12137/02.

FAO (2004) The state of world fisheries and aquaculture 2004, ISBN 92-5-105177-1, FAO, Rome.

FAO (2006) State of world aquaculture 2006, FAO fisheries technical paper 500, FAO, Rome.

Fievez, V., F.Dohme, M.Danneels, K.Raes en D.Demeyer (2003) Fish oils as potent rumen inhibitors and associated effects on rumen fermentation in vitro and in vivo. Anim. Feed Sci. Technol. 104, 41–58.

Fishstat, FAO fisheries department, [www.fao.org/fi/default.asp](http://www.fao.org/fi/default.asp), april 2006.

Gezondheidsraad (2002) Voedingsnormen: energie, eiwitten, vetten en verteerbare koolhydraten (gecorrigeerde editie 2002)

Globefish (2006), Fishmeal market report – june 2006, [www.globefish.org](http://www.globefish.org), augustus 2006.

Hardy R.W. (2000) New developments in aquatic feed ingredients, and potential of enzyme supplements. In: Cruz-Suarez, L. E., D.Ricque-Marie, M.Tapia-Salazar, M.A. Olvera-Novoa, R.Civera-Cerecedo (red.), Advances en Nutricion Acuicola V. Memorias del V Simposium Internacional de Nutricion Acuicola. 19-22 November 2000, Merida, Yucatan, Mexico.

Hooper, L. et al. (2006) Risks and benefits of omega 3 fats for mortality, cardiovascular disease and cancer: systematic review. *BMJ*. 1 april 2006; 332 (7544): 752-760

Hornstra, G. (2006) Presentatie voor de derde SEAFOODplus Conference mei 2006, Tromsø, Noorwegen.

Huisman, interview met prof. Huisman in intermediair

IFFO (2006), [www.iffonet.net](http://www.iffonet.net), maart 2006.

Innovatienetwerk Groene Ruimte en Agrocluster (2005a) Single Cell Protein (SCP) als alternatief voor soja: een haalbaarheidsstudie, rapportnr. 05.2.102, Utrecht.

Innovatienetwerk Groene Ruimte en Agrocluster (2005b) De kweek van zagers op landbouwbedrijven in Zeeland, rapportnr 05.2.104, Utrecht.

InnovatieNetwerk Groene ruimte en Agrocluster (2006) Zagerkweek op akkerbouwbedrijf geopend, juni 2006.

IPA (2005) Succesvolle vangsten in aquacultuur, Innovatieplatform Aquacultuur, Den Haag.

Kamstra, A. (2006) Persoonlijke mededeling van A. Kamstra, directeur Solea, IJmuiden, juli 2006.

Kris-Etherton, P.M., W.S. Harris en L.J. Appel. (2002) Fish consumption, fish oil, omega-3 fatty acids, and cardiovascular disease, *AHA Scientific Statement. Circulation* 106:2747-2757.

Limpens, I., en R. Weterings (1998) Aquacultuur Sterkte/zwakte-analyse, STB-TNO, NRLO-Rapport 98/36, Den Haag.

LNV (2006) Berichten Buitenland Sectorspecial, sectorspecial Vis, nummer 5, mei 2006.

LNV (2004) Viskweek in Nederland, Een aanzet voor een nationale agenda ten behoeve van verdere duurzame ontwikkeling van de viskweek.

LNV nieuwsbrief (2006), Aquafarming biedt kansen voor landbouw, interview met B.Meijering, directeur Topsy Baits, Nieuwsbrief Ondernemen in innovatie, nummer 8.

Lund, E. (2006) Seafood and prevention of colon cancer: potential mechanisms of action. Presentatie voor de derde Seafood-plus conference, mei 2006 in Tromsø, Noorwegen.

Milieukeur levende vis: paling, meerval en tilapia (2005), Stichting Milieukeur.

MNP (2004) Kwaliteit en toekomst, Verkenning van duurzaamheid, ISBN 90-12-10714-8, RIVM, Bilthoven.

Molina Grima, E., E-H.Belarbi, F.G.Acién Fernández, A.Robles Medina, Yusuf Chisti (2002), Recovery of microalgal biomass and metabolites: process options and economics, *Biotechnology Advances* 20, pp. 491-515.

Monbiot, G. (2006) Mass medication with omega 3 would wipe out global fish stocks, *Comment in the Guardian Science*, juni 2006.

Naylor R.L. et al. (2000) Effect of aquaculture on world fish supplies, review article, Nature, vol. 405, pp 1017-1024.

Nederlands Visbureau (2006) Meer vis verkocht in eerste half jaar 2006, Rijswijk

RAFOA (2006), Researching Alternatives to Fish Oils in Aquaculture, EU, [http://www.rafoa.stir.ac.uk/project\\_results.html](http://www.rafoa.stir.ac.uk/project_results.html) (juli 2006).

Reith, J.H. (red., 2004) Duurzame co-productie van fijnchemicaliën en energie uit micro-algen, rapportnr. ECN-C--04-037, ECN, Petten.

Rijsingen (2006) Persoonlijke mededeling J. van Rijsingen, directeur Van Rijsingen Beheer BV, Helmond, juli 2006.

Ros, J.P.M., J.C.M. Farla, J.A. Montfoort, D. Nagelhout, M.A. Reudink, G.A. Rood, H. van Zeijts (2006) Evaluatiemethodiek voor NMP-4 transitie. Bouwtekening voor de evaluatie van het beleid ter ondersteuning van systeeminnovatie op de lange termijn, Milieu en Natuurplanbureau, MNP rapport 500083001.

Seafood Choices Alliance (2005) Marktonderzoek vis, milieu en de zee.

SenterNovem (2006) Duurzame productie van algen komt op gang, [www.senternovem.nl/energietransitie/actueel](http://www.senternovem.nl/energietransitie/actueel), september 2006.

Shepherd, C.J., I.H.Pike en S.M.Barlow(2005)Sustainable feed resources of marine origin, Presented at Aquaculture Europe. <http://www.iffonet.net>, mei 2006.

Stirling Management Centre (2003), Sustainable environmental aquaculture feeds, workshop april 2003, Verenigd Koninkrijk.

Stirling Aquaculture (2003b), The potential impact of technological innovation on the aquaculture industry, September 2003, Verenigd Koninkrijk.

Tacon, A.G.J. (2005) Ecological mathematics of fish production: can we feed the world on carnivores?, presentatie, University of Hawaii in Manoa, AAAS Annual Meeting, Faming ocean carnivores: the science, economics and politics of rapidly expanding fish aquaculture, Washington.

Unilever, persbericht augustus 2006, Unilever ondertekent overeenkomst tot verkoop diepvriesactiviteiten in Europa.

USDA Nutrient Data Laboratory, gegevens van [www.healthyhearts.com/fishoilomega.htm](http://www.healthyhearts.com/fishoilomega.htm), september 2006.

Verreth, J. (2006) Persoonlijke mededeling van prof. J. Verreth, WUR, Wageningen, augustus 2006.

Volkscrant (2006), artikel 21-7-2006

Wijffels (2006), WUR, Persoonlijke mededeling van Prof.dr.ir. René Wijffels, WUR, Wageningen

[www.aquacultuur.nl](http://www.aquacultuur.nl), mei 2006.

Zeeberg J.J., et al. (2006) Een beschouwing van nationale en internationale beheermaatregelen ten behoeve van een duurzame visserij en visproductie in mariene ecosystemen, Rapport nr. C041/06, Wageningen IMARES, Wageningen.

## Bijlage 1 Omega-3-vetzuren

Er is veel geschreven over de gezondheidskundige betekenis van vis. Hierover volgt een korte beschouwing, niet zozeer over de betekenis van voldoende eiwitten, maar over andere specifieke stoffen in vis.

Veel onderzoeken geven indicaties over een positief effect op de gezondheid van visconsumptie of van bepaalde stoffen die veel in vis voorkomen. De effecten hebben te maken met een verscheidenheid aan aandoeningen of doodsoorzaken, zoals kanker, hart- en vaatziekten, trombose, dementie en psychiatrische aandoeningen. Een verminderde kans op een plotselinge hartdood is vastgesteld bij hartpatiënten aan wie EPA/DHA (langeketen-omega-3-vetzuren) is toegediend. Over andere effecten bestaat minder zekerheid. Er zijn veel laboratoriumproeven gedaan, maar ook epidemiologische onderzoeken onder grote groepen mensen gehouden. Epidemiologische onderzoeken maken onder meer gebruik van verschillende voedingspatronen in landen (zo eten Japanners en Eskimo's veel meer vis). Echter, de meeste mogelijk positieve effecten zijn niet eenduidig en onbetwistbaar vastgesteld, zodat er nog tal van wetenschappelijke discussiepunten zijn en onderzoeken worden uitgevoerd. Hooper (et al., 2006) concluderen op basis van een overzichtsstudie dat nog geen bewijs is geleverd van gezondheidsvoordelen van omega-3-vetzuren, met uitzondering van de hiervoor genoemde verminderde kans op plotselinge hartdood bij hartpatiënten. Evenmin is vastgesteld dat er geen andere positieve effecten zijn.

Diverse componenten, die vooral veel in vis voorkomen, wordt een positief effect toegedacht. Dat zijn niet alleen de omega-3-vetzuren EPA en DHA, maar ook specifieke eiwitten, bepaalde vitamines, selenium en taurine. Combinaties van stoffen kunnen gunstiger zijn. Zo is een veel grotere biobeschikbaarheid van DHA uit zalm gemeten in vergelijking met DHA uit visoliecapsules (Lund 2006). Maar ook hiervoor geldt dat er nog geen wetenschappelijke consensus is over de vraag of dit de verklaring is voor verschillen in diverse onderzoeksresultaten naar gezondheidseffecten (Hooper et al., 2006). De markt biedt consumenten de mogelijkheid specifieke supplementen te kopen, die bereid zijn uit visolie. De onzekerheid over positieve effecten daarbij is wellicht nog groter, vanwege het ontbreken van andere componenten.

De mens kan de omega-3-vetzuren EPA en vervolgens DHA ook aanmaken uit alfa-linoleenzuur (ALA), een essentieel vetzuur, want deze verbinding wordt niet in het lichaam gevormd. EPA en DHA dus wel, maar onder bepaalde omstandigheden is de aanmaak onvoldoende. Daarom worden EPA en DHA door de Gezondheidsraad als semi-essentieel aangeduid (Gezondheidsraad, 2002). Deze aanmaak in het lichaam bemoeilijkt het onderzoek naar de effecten van de omega-3-vetzuren EPA en DHA op basis van toegediende doses.

Ondanks deze onzekerheden in de huidige wetenschap over de gezondheidskundige effecten, gaan de adviezen van de Gezondheidsraad (vastgesteld in 2001) nog steeds in de richting van het twee keer per week eten van vis, waarvan ten minste één keer vette vis. Dit is gebaseerd op een aanbevolen inname van 0,2 gram omega-3-vetzuren per dag. Sommige aanbevelingen (Hornstra, 2006) maken onderscheid naar leeftijd, met vooral voor baby's lagere doses en

voor volwassenen een inname van 0,2-1 gram/dag. Ook in het Verenigd Koninkrijk geldt een positieve aanbeveling voor het eten van vette vis, die wordt ondersteund door dezelfde onderzoekers, die hebben vastgesteld dat de harde bewijzen van positieve effecten er nog niet liggen (Hooper et al., 2006). Er zijn immers wel indicaties voor positieve effecten.

De verhouding van omega-6-vetzuren tot omega-3-vetzuren in de voeding wordt eveneens van groot belang geacht voor de gezondheid. De omega-6-vetzuren zitten in tal van andere plantaardige en dierlijke producten. Die verhouding ligt bij het gemiddelde voedingspakket in de westerse wereld aanzienlijk hoger dan gewenst (rond 15:1). Een gewenste verhouding ligt meer in de buurt van de 4:1, maar is ook nog afhankelijk van het onderzochte effect (CGNH, 2006). De verhouding kan ook worden verbeterd door minder omega-6-vetzuren in het eten. Daarnaast geldt dat de gemiddelde eiwitconsumptie van Nederlanders ook hoger ligt dan de minimaal benodigde consumptie in een gezond voedingspakket.