



Evaluatiestudie naar mogelijkheden voor grootschalige zeewierteelt in het zuidwestelijke Deltagebied, in het bijzonder de Oosterschelde

Final Thesis

Julia Wald

Begeleiding

Drs. Peter Hofman - Hogeschool Van Hall Larenstein

e-mail: peter.hofman@wur.nl

Dr. Willem Brandenburg - Plant Research International

e-mail: willem.brandenburg@wur.nl

Dr.Dr.Ir. Vincent van Ginneken - Plant Research International

e-mail: vincent.vanginneken@wur.nl

© 2010 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO)

Alle intellectuele eigendomsrechten en auteursrechten op de inhoud van dit document behoren uitsluitend toe aan de Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO). Elke openbaarmaking, reproductie, verspreiding en/of ongeoorloofd gebruik van de informatie beschreven in dit document is niet toegestaan zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Business Unit Agrosysteemkunde

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Exemplaren van dit rapport kunnen bij de afdeling Agrosysteemkunde worden besteld. Bij toezending wordt een factuur toegevoegd; de kosten (incl. verzend- en administratiekosten) bedragen € 50 per exemplaar.

Plant Research International

Adres : Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
: Postbus 616, 6700 AP Wageningen
Tel. : 0317 – 48 07 55
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.pri.wur.nl

Inhoudsopgave

	pagina
Voorwoord	1
Summary	3
Samenvatting	7
1. Inleiding	11
1.1 Probleemstelling	11
1.2 Doelstelling	12
1.3 Onderzoeksvragen	12
1.4 Allocatie	12
2. Gebiedsbeschrijving Oosterschelde	13
2.1 Karakteristiek van het gebied	13
2.2 Natuurwaarde Oosterschelde	15
2.3 Gebiedsfunctie	16
3. Classificatie zeewieren	17
3.1 <i>Ulva</i> spp. (<i>Ulva lactuca</i>)	17
3.1.1 Biologie	18
3.1.2 Reproductiecyclus	19
3.2 <i>Laminaria</i> spp. (<i>Laminaria digitata</i> , <i>Laminaria saccharina</i>)	20
3.2.1 Biologie	20
3.2.2 Reproductiecyclus	21
3.2.3 Bestanddelen en toepassingsgebied	22
3.3 <i>Palmaria</i> spp. (<i>Palmaria palmata</i>)	22
3.3.1 Biologie	23
3.3.2 Reproductiecyclus	23
3.3.3 Bestanddelen en toepassingsgebied	24
4. Zeewierteelt	25
4.1 Teeltwijze	25
4.1.1 <i>Ulva lactuca</i>	25
4.1.2 <i>Laminaria digitata</i> en <i>Laminaria saccharina</i>	25
4.1.3 <i>Palmaria palmata</i>	25
4.1.4 Toekomstvisie voor teeltwijzen van zeewieren	26
4.2 Traditionele teeltsystemen	26
4.2.1 Lijnenteelt	26
4.2.2 Nettenteelt	26
4.3 Mogelijke teeltsystemen voor de Oosterschelde	27
4.3.1 Drijversysteem (Reith 2005)	27
4.3.2 Ringsysteem (Buck & Buchholz 2004)	28
4.3.3 Longlijnensysteem (Buck & Smetacek 2006)	29
4.3.4 Gesloten Floatingsysteem/recirculatie aquacultuursystemen (Buck & Fisch 2006)	30
4.4 Offshoreteeltsystemen / Integrated offshore farms	31

4.4.1	Geïntegreerde windparken (Buck 2006 & Reith <i>et al.</i> , 2005)	32
4.4.2	SeaCombine (Vos 2006)	33
4.4.3	BioQ8 (Vos 2006)	33
5.	Ecologische effecten	35
5.1	Positieve effecten	35
5.1.1	Broeikasgasreductie	35
5.1.2	Reductie van eutrofiëring door de opname van nutriënten uit de zee	35
5.1.3	Biodiversiteit	36
5.2	Negatieve effecten	37
5.2.1	Sedimentatie van organisch materiaal afkomstig van zeewieren	37
5.2.2	Lichtgebrek voor andere organismen in het ecosysteem	37
5.2.3	Verdwijnen van zeewieren uit de installaties	37
5.2.4	Ziekten en plagen	37
5.2.5	Stromingscapaciteit	38
6.	Maatschappelijk draagvlakonderzoek	39
6.1	Onderzoeksmethode	39
6.1.1	Selectie geïnterviewden	39
6.1.2	Interviews	39
6.1.3	Positieanalyse	40
6.2	Resultaten	40
6.2.1	Omschrijving van de betrokkene stakeholders	40
6.2.2	Poweranalyse	43
6.2.3	Interviewanalyse	45
6.2.4	Positieanalyse	51
7.	Pilot proeflocatie Schelphoek	55
7.1	Karakteristieke kenmerken van het gebied	55
7.2	Proeforganismen	56
7.3	Proefaspecten	56
8.	Conclusie en aanbevelingen	59
	Referenties	63
Bijlage I.	Gebiedskaarten Oosterschelde	5 pp.
Bijlage II.	Classificatie zeewieren	7 pp.
Bijlage III.	Protocollen maatschappelijk draagvlakonderzoek	8 pp.
Bijlage IV.	Proeflocatie Schelphoek	1 p.

Voorwoord

De oceaan...als klein kind ben ik al in de ban geraakt van de oceaan. Toen was ik al geïnteresseerd in wat er allemaal in de oceaan gebeurde. Op de middelbare school kreeg ik voor het eerst de kans om, als onderdeel van een stage bij het Marinemuseum Stralsund, dieper de marinebiologie in te duiken. Vanaf die dag wist ik wat ik wilde!

Tijdens mijn Kust- en Zeemanagementstudie kwam ik er snel achter dat mijn voorkeur uitgaat naar de marine planten, vooral de algen. De hele studie door heb ik geprobeerd om me, waar het maar kon, bezig te houden met algen en mijn kennis op dit gebied te verdiepen. Als specialisatie heb ik bewust gekozen voor de marinebiologievakken van de Rijksuniversiteit Groningen. Hierdoor kreeg ik de kans om mijn kennis op dit gebied verder uit te breiden. Voor mijn afstudeeropdracht was ik speciaal op zoek naar een opdracht binnen de algensector. Ik kwam terecht bij Plant Research International van Wageningen UR, afdeling Agrosysteemkunde. Binnen de afdeling mocht ik kijken naar de maatschappelijke en technische aspecten van de zeewierteelt in het Oosterscheldegebied.

Dat ik de kans kreeg om onderzoek te doen op universitair niveau betekende veel voor mij. Zo kon ik mijn kennis op het gebied van de macroalgen verder verdiepen. Ook over de microalgen kon ik enige nieuwe kennis op doen. Hiernaast kon ik op een breed vlak mijn communicatievaardigheden verfijnen en op locale schaal bijdragen aan het verstrekken van informatie over zeewierteelt en het creëren van een nieuw perspectief voor de Zeeuwse economie en maatschappij.

In mijn onderzoeksperiode heb ik erg veel kunnen leren. De mensen die dit mogelijk hebben gemaakt wil ik graag van harte bedanken voor hun inzet en steun. In eerste instantie wil ik bedanken, projectleider Dr. Willem Brandenburg (senior onderzoeker Zilte teelt), die het project mogelijk heeft gemaakt en mij gedurende de hele onderzoeksperiode uitstekend heeft begeleid. Hiernaast zou ik Dr.Dr.Ir. Vincent van Ginneken (tweede begeleider vanuit Wageningen UR) willen bedanken voor zijn steun en tijd die hij in mij heeft geïnvesteerd. Dank gaat bij voorbaat ook naar mijn begeleider vanuit school de heer Peter Hofman, die mij tijdens mijn onderzoek heeft gesteund en mij de vrijheid heeft gegeven om het project voldoende eigen invulling te geven. Hiernaast zou ik heel graag het hele team Agrosysteemkunde noemen. Ik heb me vanaf de eerste dag thuis mogen voelen en was volledig geïntegreerd in de groep. Met name wil ik ook het secretariaat bedanken voor hun steun bij facilitaire vragen etc. Een bijzondere dank gaat ook uit naar de interviewpartners. Zonder hun medewerking was het project minder succesvol geworden. Door hun open houding hebben wij er altijd een informatief en gezellig interview van kunnen maken, waar veel nuttige informatie uit naar voren kwam. Als laatste wil ik graag mijn familie bedanken, zonder hun steun was ik niet waar ik nu ben. Helaas kan ik niet iedereen persoonlijk voor zijn of haar inzet bedanken.

Bij deze, iedereen hartelijk dank!

Ik had veel plezier bij het werken aan het project en ik heb kunnen genieten van de positieve sfeer om me heen. Persoonlijk hou ik van algen en denk dat deze op diverse gebieden veel potentieel hebben. Ik hoop dat het project in de Oosterschelde vrucht draagt en ik wens de medewerkers veel succes bij de projectrealisatie.

Zeewieren als bron van leven? – Volgens mij wel!

Julia Wald
18-03-2010

Summary

The Eastern Scheldt is located in the south west of the Netherlands, entirely in the province of Zeeland. The area has been characterized by fisheries and shellfish cultivation, especially. But more and more wild fish and shellfish stocks (especially the parent material, such as mussel seeds) decreases, due to the climate change and natural circumstances, such as illnesses and plagues, environmental changes and partly due to the professional fisheries (Ministry LNV, 2009). Nowadays, in association with the EU, the Dutch government brings out fish and shellfish capture quotas every year to decrease the pressure on the fish and shellfish stocks. The amounts which can be fished are decreasing year by year. Therefore fisherman's and related processing industries undergo existential problems. Aquaculture offers an alternative for the wild fishery, by artificial growing fish and shell fish with as aim the commercial market. But aquaculture still stands at the beginning and also by concerning the Eastern Scheldt there are only a few initiators, which occupies itself with aquacultuur. A problem of the aquacultuur is for example that the process of obtaining qualitative parent material is still too cumbersome and less examined. Also the water recycling costs are still too high. Hereafter the cultivation fish is still feed by wild fish, what makes the aquaculture not really sustainable yet. The products are still too expensive for the market. That makes it not profitable for fishermans to switch from fishery to aquaculture.

Within a framework of a six month bachelor thesis for the study Coastal Zone Management, an evaluation study has been performed to look at the possibilities of large scale seaweed production for the Eastern Scheldt, Zeeland. The aim was to give a new impulse to the local fisheries and the economic sector. By using seaweeds as aquafeed and as bio-absorbents, maybe the aquaculture processes can be optimized and sustainable to contribute the fisheries and the aquaculture industries. Beside this, seaweeds can be sold on the economic market, resulting in a new impulse for the local economy (recreation, tourism, gastronomy) and the local people (working places).

Within this research the focus was put on the cultivation species, the cultivation systems, the ecological effects, the society support and the setup for a test location in the Schelphoek. For this reason a literature study has been done and some important stakeholders from this area have been interviewed to get an impression what they think about seaweed cultivation and a test location in the Eastern Scheldt. The interviewed stakeholders are:

- Rijkswaterstaat (Department for the maintenance of dikes, roads, bridges and the navigability of channels)
- Province Zeeland (Economic Impulse)
- Zeeuwse Milieufederatie (NGO, Environmental federation)
- Van Dantzig Communicatiepartners (Communication sector)
- Prins & Dingemanse (Businessman aqua products)
- Seafarm (Businessman aqua products)
- Mosselwecker (Fishery)
- Visafslag (Fish-auction)
- Nederlandse Onderwater Sport Bond (NOB) (Diving organisation)

The study of the society support leads to the conclusion that almost all stakeholders think positive about seaweed cultivation and they see big potential for the local economy, if the cultivation process takes place under several guidelines. The guidelines are:

- Seaweed cultivation should not cause any negative effect to other area users, special to the fishery
- The cultivation systems should be convenient to the landscape of the area (visibility)
- Seaweed cultivation should not cause any negative effects for the environment and the society

All interviewed stakeholders are almost positive about seaweed cultivation located in the Eastern Scheldt, except the fisherman's, they still have some doubts about the economic efficiency. Because of the deficit of land space and the many activities in this area, most possibilities for large scale cultivation seems to be offshore in combination with wind farms and aquaculture, due do multifunctional use of space. Nearshore only small scale cultivation seems to be possible. Seaweed products could be used in aquafeed or used as nutrition in the gastronomy. Beside this,

seaweeds could be used as bio-absorbent. Seaweed cultivation could be originating new working places (cultivation processes, harvesting processes and manufacturing processes) for the local inhabitants. Another big advance of seaweed cultivation is the possibility to create unique qualitative cultivation material, special parent material. This is not possible with wild seaweeds. In wild seaweeds often fluctuation occurs within the quality of the material. That means more financial uncertainty for the grower. Beside the possibilities for the area and the local people, seaweed cultivation could have a positive effect on the local biodiversity.

Except the study about the society support a study about the cultivation sorts and the cultivation systems are carried out. Therefore a literature study has been done. This study leads to the conclusion that the in the Dutch water endemic *Ulva lactuca*, *Palmaria palmata*, *Laminaria digitata* en *Laminaria saccharina* are good cultivation species. They were chosen because of the following criteria:

Seaweed species with a different light absorption capacity must be chosen for the cultivation in different water layers.

- They must have a high nutrition absorption capacity for the use in combined aquaculture systems
- They must have the ability to grow and reproduce fast to realize high biomass
- Long growth season for a high yieldability
- High protein-, vitamin-, en mineral content for economical applications

Due to the area circumstances (deficit of space, many area users) and due to the multifunctional use of space, combined cultivation systems (aquaculture/ seaweed cultivation or seaweed cultivation within layers) seems to be most suitable in this area. Another big advantage of combining seaweed cultivation with aquaculture is the possibility to purge the originating proceswater by cultivating seaweed. Seaweed could also be cultivated for the use as aquafeed. The aquaculture system can become more sustainable in this way. And by cultivating seaweeds in layers, more biomass could be produced, what will increase the economic value. By doing a literature study several kombi-systems, which look potential are chosen. Kombi-systems could be:

- The Ring system
- The Recirculation system
- Different combinations of long line systems
- The SeaCombine

All of the above shown cultivation systems seems to have potential for the use in the Eastern Scheldt, but still there are a few things which should be optimized. These things are:

- Harvesting system in combination with the first manufacturing steps
- Stability of the system and yieldability
- Material of the lines in combination with what the seaweed need as to settle substrate
- Seeding density from the seaweed material

Introducing seaweed cultivation in the Eastern Scheldt leads to any positive or negative effect (table 1) for the ecology in this area. How these effects influences the area is not been discovered, yet. Research has to be done, so that no damage of the ecosystem occurs by introducing seaweed cultivation.

Table 1. Positive and negative effects of seaweed cultivation.

Positive effects	Negative effects
Reduction of greenhouse gases by up taking CO ₂	Sedimentation of organic matter
Reducing local eutrophication by nutrient uptake	Lack of light for other organism in the ecosystem
	Escape of seaweed from the system
	Illness and plague
	Changes in current speed
	Changes in biodiversity

Before introducing seaweed cultivation more research is necessary, about the harvesting processes, the first manufacturing processes, the nutrient values of the seaweed, the light regime, the crop rotation, the competition, illnesses and plaques and the environmental effects. To measure all these things a test location must be setup. From the literature study and the stakeholder interview became clear that the Schelphoek seems to be a good test location. The reasons are:

- Current speed
- Tides
- Channels are deep enough
- High availability of nutrition's
- Basin (test-location) outside the shipping route
- Les activities in this area

Introducing seaweed cultivation must be sustainable and without any negative effects for the environment and the society. This study leads to the conclusion that there are possibilities for seaweed cultivation, if the guidelines be taken into account and if all side effects been studied by setting up a test location in the Schelphoek. In general the stakeholders think positive about seaweed cultivation and they would like to help introducing seaweed cultivation successfully in the Eastern Scheldt.

Samenvatting

De Oosterschelde ligt in het zuidwesten van Nederland, geheel in de provincie Zeeland. Het gebied is vooral gekenmerkt door visserij en schelpdierkweek. Maar de wilde vis- en schelpdierbestanden (vooral het uitgangsmateriaal, zoals mosselbroed) komen steeds meer onder druk te staan door de klimaatverandering, natuurlijke omstandigheden, zoals ziekten, plagen, milieuveranderingen en deels door de beroepsmatige visserij (Ministerie LNV 2010). Om het verdwijnen van vis- en schelpdiersoorten in Nederland te voorkomen wordt sinds enkele jaren onderzoek gedaan naar de visbestanden in Nederlandse wateren en mogelijke alternatieven. In samenwerking met de EU brengt de Nederlandse overheid iedere jaar vis- en schelpdiervangstquotas uit. De aantallen die mogen worden gevestigd nemen van jaar tot jaar af. Hierdoor zijn vissers in hun existentie bedreigd. Maar ook bijbehorende verwerkingsindustrieën ondergaan existentiële problemen wanneer zij niet op tijd kunnen overschakelen op een andere taak. Een mogelijk alternatief biedt aquacultuur, het kunstmatige kweken van vis en schelpdieren met als doel de commerciële markt. Aquacultuur staat nog in de kinderschoenen en ook met betrekking tot de Oosterschelde zijn er maar weinig initiators die zich met aquacultuur bezig houden. Een probleem van de aquacultuur is bijvoorbeeld dat het proces van het kwalitatief verkrijgen van uitgangsmateriaal nog lastig en te weinig onderzocht is. Hiernaast wordt kweekvis vaak gevoerd met wilde vis. Hierdoor kan aquacultuur nog niet echt als duurzaam alternatief beschouwd worden. De hele aquacultuur-sector vormt tot nu toe nog een nichemarkt in Zeeland en daardoor is het voor vele vissers nog niet rendabel genoeg om de overstap te wagen. Door zeevieren te telen voor aquafeed zou een verduurzaming van de aquacultuur bereikt kunnen worden. Hiernaast zouden zeevieren gebruikt kunnen worden als bio-absorbant voor reststromen die ontstaan tijdens het aquacultuur-proces. Zeevieren zouden een aanvulling kunnen zijn voor de Zeeuwse economie (horeca etc.).

In het kader van een afstudeeronderzoek van zes maanden binnen de opleiding Kust- en Zeemanagement is gekeken naar mogelijkheden voor grootschalige zeevieren in het Oosterscheldegebied met als doel de visserij, de aquacultuur en de Zeeuwse economie te voorzien van een nieuwe impuls.

In het onderzoek is gekeken naar mogelijke teeltsoorten, teelssystemen, ecologische effecten, maatschappelijk draagvlak en het inrichten van een proeflocatie in de Schelphoek. Hiervoor is een literatuurstudie uitgevoerd. Er zijn interviews afgenomen met een aantal belangrijke stakeholders uit het gebied, om de percepties over de zeevieren en een mogelijke proeflocatie in de Schelphoek te kunnen achterhalen. Stakeholders zijn:

- Rijkswaterstaat
- Provincie Zeeland
- Zeeuwse Milieufederatie
- Van Dantzig Communicatiepartners
- Prins & Dingemanse
- Seafarm
- Mosselkweker
- Visafslag
- Nederlandse Onderwater Sport Bond (NOB)

Het maatschappelijke draagvlakonderzoek laat zien dat er duidelijke kansen voor zeevieren in het gebied worden gezien, wanneer aan bepaalde randvoorwaarden wordt voldaan.

Randvoorwaarden voor de zeevieren zijn:

- Er mogen geen belemmeringen voor andere gebruiksfuncties in het gebied ontstaan.
- Het moet landschappelijk (visueel) passen bij het gebied en de gebiedsvisie.
- Er mogen geen negatieve effecten ontstaan voor het milieu en de maatschappij.

De geïnterviewde stakeholders zijn vrijwel allemaal positief over de zeevieren in de Oosterschelde. De visserijsector staat nog afwachtend tegenover de zeevieren, maar niet geheel negatief.

Door gebrek aan ruimte door de vele gebruiksactiviteiten in het gebied is nearshore kleinschalige zeewierteelt mogelijk. Grootschalig heeft zeewierteelt het meeste potentieel offshore met de combinatie aquacultuur en zeewierteelt in lagen. Toepassingen worden gezien in de productie van aquafeed en consumptiemiddelen voor de horeca. Daarnaast zijn zeewieren interessant als bio-arbsorbant. Door zeewierteelt toe te passen in de Oosterschelde kan op lokale schaal werkgelegenheid ontstaan (verwerking, oogst, teelt). Hiernaast is een groot voordeel van de zeewierteelt het kunnen verkrijgen van kwalitatief uniek teeltmateriaal, met name teelt-uitgangsmateriaal. Dit is met wilde bestanden niet mogelijk, hier komen vaak schommelingen voor in kwaliteit, met als resultaat meer onzekerheid voor de teler. Naast de potentie voor het gebied worden ook potenties gezien met betrekking tot het bevorderen van de biodiversiteit in het gebied.

Naast het maatschappelijke draagvlak is er gekeken naar mogelijke teelsoorten en teeltsystemen. De literatuurstudie heeft geleid tot de aanname dat van de endemische zeewiersoorten in Nederland *Ulva lactuca*, *Palmaria palmata*, *Laminaria digitata* en *Laminaria saccharina* geschikt zijn voor de teelt. Deze soorten zijn aan de hand van diverse keuzecriteria bepaald:

- Verschillende zeewiersoorten met verschillen in lichtabsorptiecapaciteit voor de teelt in lagen
- Hoge nutriënten-opnamecapaciteit voor de toepassing in gecombineerde aquacultuur-systemen
- Snel groeiende en reproducerende soorten voor de realisatie van veel biomassa
- Lang groeiseizoen voor optimale rendabiliteit
- Endemische soorten voor optimale groeiomstandigheden en om een mogelijke negatieve invloed van exoten op het ecosysteem te voorkomen
- Hoge gehalten aan proteïne, vitamines en mineralen voor economische doeleinden

Door de gebiedsomstandigheden (weinig ruimte, veel gebruiksactiviteiten) en door het steeds vaker vereiste multifunctionele ruimtegebruik lijken gecombineerde teeltsystemen (aquacultuur/zeewierteelt) het meest geschikt voor de zeewierteelt in de Oosterschelde. Hiernaast worden grote voordelen van de gecombineerde systemen gezien voor het milieu. Door zeewieren in de aquacultuurinstallatie op te nemen kunnen reststromen hergebruikt worden, waardoor het systeem verduurzaamd kan worden. Dit levert voordelen op ten opzichte van zuiveringsstappen van de reststromen. Hiernaast zouden zeewieren gebruikt kunnen worden als aquafeed of kunnen componenten van zeewieren op de markt afgezet worden. Door de gecombineerde lagenteelt zou optimale biomassa-productie gerealiseerd kunnen worden. Gecombineerde systemen kunnen zijn:

- Het Ringsysteem
- Het Recirculatiesysteem
- Verschillende combinaties van longlijnen
- De SeaCombine

Alle systemen hebben potentieel in de Oosterschelde, maar voor een uiteindelijke keuze zijn er nog een aantal factoren die nader onderzocht moeten worden. Dit zijn:

- Oogststelsysteem in combinatie met de eerste verwerkingsstappen
- Stabiliteit en rendabiliteit
- Materiaallijnen en ander substraat
- Zaaidichtheid van het zeewiermateriaal

Zeewierteelt kan leiden tot enig effect in het gebied. Er bestaan mogelijkheden dat zeewierteelt op de ene of andere manier positieve, maar misschien ook negatieve effecten zou kunnen hebben op de ecologie (Tabel 1). In hoeverre de enkele effecten het ecosysteem beïnvloeden is niet bekend. Meer onderzoek op dit gebied is noodzakelijk.

Tabel 1. *Mogelijke positieve en negatieve effecten van zeewierteelt.*

Mogelijke positieve effecten	Mogelijke negatieve effecten
Reductie van broeikasgassen	Sedimentatie van organisch materiaal afkomstig van zeewieren
Reductie van lokale eutrofiëring door opname van nutriënten uit de zee	Lichtgebrek voor andere organismen in het ecosysteem
	Verliezen van zeewieren uit het teeltsysteem
	Ziekten en plagen
	Verandering in stromingssnelheid
	Verandering van de lokale biodiversiteit

Om zeewier in de Oosterschelde op een duurzame en verantwoorde manier te kunnen telen is meer onderzoek nodig. Oogstprocessen, vroege verwerkingsprocessen, voedingsconcentraties, lichtregiem, vruchtwisseling, concurrentie, ziekten, plagen en milieueffecten moeten nader onderzocht worden. De Schelphoek biedt hiervoor een goede locatie en is geselecteerd op grond van het advies van de geïnterviewde stakeholders en een deskstudie. Uiteindelijk is de Schelphoek gekozen aan de hand van de volgende criteria:

- Stroming
- Rijk aan nutriënten
- Geulen zijn voldoende diep
- Getijwerking
- Proeflocatie ligt buiten de vaartgeul
- Weinig gebruiksactiviteiten

Wanneer zeewierteelt geïntroduceerd wordt zou verantwoord moeten worden omgegaan met het milieu en de maatschappij. Zeewierteelt mag geen nadelige gevolgen hebben voor het gebied. Al met al worden er mogelijkheden gezien voor zeewierteelt in de Oosterschelde wanneer rekening wordt gehouden met de randvoorwaarden en wanneer met behulp van de proeflocatie wordt gezorgd voor voldoende kennis op het gebied. De Zeeuwen zijn erg positief over de zeewieren en zullen waar mogelijkheden worden gezien helpen bij het realiseren van het project.

1. Inleiding

In Aziatische landen heeft men het potentieel van de zeevieren al lang herkend. Zo worden deze al sinds meer dan 2500 jaar onder nearshore omstandigheden geteeld, met een jaarlijkse productie van 8 miljoen metriek ton (Swinkels 2009). Wereldwijd komen meer dan 9200 soorten zeevieren voor, waaronder tientallen in Nederland (De Vleet 2009).

Zeevieren worden in de wetenschap beschouwd als proteïnebron en worden wellicht gezien als alternatief voedingssupplement voor dierlijke en humane doeleinden, mede op grond van voorspellingen dat de proteïnebehoefte in 2050 zou verdubbelen gezien de stijgende wereldbevolking (Rabbinge 2009). Door het gebrek aan voldoende ruimte voor landbouw en het feit dat bestaande landbouwpercelen, die bedoeld waren voor productie van consumptiemiddelen (maïs etc.), steeds meer gebruikt worden voor de productie van biobrandstof, ontstaat er een gebrek aan voldoende proteïnerijk voedsel op de wereldmarkt (Rabbinge 2009). Door zeevienteelt kan worden bijgedragen aan de productie van proteïnen en door in het waterareaal te telen worden de landgebieden ontlast, wat bijdraagt aan een duurzame productie van grondstoffen. Verder worden de discussies over de negatieve invloeden van de sojateelt voor het milieu en de lokale maatschappij steeds luider. Soja bevindt zich tegenwoordig in allerlei humane en dierlijke voedingsmiddelen, als bron van proteïnen. Maar soja blijkt echter niet duurzaam te zijn, wanneer grootschalige teelt plaats vindt. Zeevieren kunnen wellicht een alternatief gaan vormen.

Zeevieren bevatten proteïnen, vitamines en mineralen en kunnen wellicht toegepast worden in de aquacultuur, bijvoorbeeld als aquafeed. Hierdoor kunnen mijlpalen worden bereikt op het gebied van duurzaamheid. Vaak wordt in de aquacultuur, maar ook op andere gebieden (varkensteelt) gebruik gemaakt van vismeel als basisvoer voor de kweek. Het vismeel is afkomstig uit wilde bestanden, waardoor de al onder druk staande visserij nog verder negatief wordt beïnvloed. Door zeevieren als basisvoer toe te passen zou veel meer duurzaamheid bereikt kunnen worden.

Hiernaast wordt potentieel gezien in de toepassing van zeevieren voor de productie van medicijnen, cosmetica en als bio-absorbant van nutriënten en zware metalen uit bijvoorbeeld aquatische systemen. Door de wereldwijde oliecrisis en de steeds sterker wordende discussies over duurzame energieën worden zeevieren ook steeds meer beschouwd als bron voor biofuel/ biodiesel (Reith *et al.* 2005).

Kortom zeevieren lijken op diverse gebieden groot potentieel te hebben. In deze studie wordt het potentieel van zeevienteelt met betrekking tot de Oosterschelde nader onderzocht.

1.1 Probleemstelling

De Oosterschelde ligt in het zuidwesten van Nederland, geheel in de provincie Zeeland. Het gebied is vooral gekenmerkt door visserij en schelpdierkweek. Maar de wilde vis- en schelpdierbestanden (vooral het uitgangsmateriaal, zoals mosselbroed) komen steeds meer onder druk te staan, door de klimaatverandering, natuurlijke omstandigheden, zoals ziekten, plagen, milieuveranderingen en deels door de beroepsmatige visserij (Ministerie LNV 2010). Om het verdwijnen van vis- en schelpdiersoorten in Nederland te voorkomen wordt sinds enkele jaren onderzoek gedaan naar de visbestanden in Nederlandse wateren en mogelijke alternatieven. In samenwerking met de EU brengt de Nederlandse overheid elk jaar vis- en schelpdier-vangstquotas uit. De aantallen die mogen worden gevestigd nemen van jaar tot jaar af. Hierdoor zijn vissers in hun existentie bedreigd. Maar ook bijbehorende verwerkingsindustrieën ondergaan existentiële problemen wanneer deze niet op tijd kunnen overschakelen op een andere taak. Een mogelijk alternatief biedt aquacultuur, het kunstmatig kweken van vis en schelpdieren met als doel de commerciële markt. Aquacultuur staat nog in de kinderschoenen en ook met betrekking tot de Oosterschelde zijn er maar weinig initiators, die zich met aquacultuur bezig houden. Een probleem van de aquacultuur is bijvoorbeeld dat het proces van het kwalitatief verkrijgen van uitgangsmateriaal nog lastig en te weinig onderzocht is. Hiernaast wordt kweekvis vaak gevoerd met wilde vis. Hierdoor kan aquacultuur nog niet helemaal als een duurzaam alternatief beschouwd worden. En vormt de hele aquacultuursector tot nu toe nog een nichemarkt in Zeeland en is het voor vele vissers nog niet rendabel genoeg om de overstap te wagen. Door zeevieren te telen voor aquafeed zou een verduurzamen van de aquacultuur bereikt kunnen worden. Hiernaast zouden zeevieren

gebruikt kunnen worden als bio-absorbant voor reststromen die ontstaan tijdens het aquacultuurproces. Hiernaast zouden zeewieren een aanvulling kunnen zijn voor de Zeeuwse economie (horeca etc.). Door de steeds meer achteruitgaande visserij en het feit dat aquacultuurprocessen nog niet optimaal zijn, voornamelijk met betrekking tot goed basisvoer voor de te kweken organismen, wordt er onderzoek gedaan naar zeewieren als alternatief.

1.2 Doelstelling

Het centrale doel van dit onderzoek is het evalueren van mogelijkheden voor grootschalige zeewierteelt in het Oosterscheldegebied. Er is gekeken naar het maatschappelijke draagvlak in het gebied met betrekking tot de zeewierteelt. Hiernaast is onderzoek gedaan naar teeltsoorten, systemen en hun effecten op het milieu. In dit onderzoek is gekeken naar het potentieel van de zeewieren en is geprobeerd om een positieve bijdrage te leveren aan de Zeeuwse visserijsector en de Zeeuwse economie. Hiernaast heeft het onderzoek geleid tot de opzet van een proeflocatie in de Schelphoek.

1.3 Onderzoeksvragen

Om antwoord te kunnen geven op de doelstelling van dit onderzoek, luidt de centrale onderzoeksvraag als volgt:

Zijn er mogelijkheden voor grootschalige zeewierteelt in het zuidwestelijke Deltagebied, in het bijzonder de Oosterschelde?

Uit de hoofdvraag kunnen de volgende deelvragen worden afgeleid:

- Biedt de Oosterschelde ruimte voor grootschalige zeewierteelt?
- Welke potentiële zeewiersoorten zijn er voor de teelt in de Oosterschelde?
- Welke mogelijkheden zijn er met betrekking tot de teeltsystemen?
- Welke positieve en negatieve effecten van zeewierteelt zijn er met betrekking tot de ecologie van het gebied?
- Is er maatschappelijk draagvlak voor zeewierteelt in de Oosterschelde?
- Waar worden kansen voor zeewieren gezien?
- Kan zeewierteelt bijdragen aan het creëren van een nieuwe taak voor de visserijsector?
- Zijn er mogelijkheden voor een proeflocatie in de Oosterschelde, met name de Schelphoek?

1.4 Allocatie

Om aan de onderzoeksdoelstelling te kunnen voldoen is er gekeken naar biologische en technische aspecten, die belangrijk zijn voor het realiseren van zeewierteelt in de Oosterschelde. Onder biologische aspecten wordt het creëren van kennis op het gebied van de teeltsoorten en de beschouwing van zeewierteelt onder verschillende milieuaspecten verstaan. Onder technische aspecten wordt het verkrijgen van kennis op het gebied van mogelijke teeltsystemen voor het Oosterscheldegebied verstaan. Verder wordt een maatschappelijk draagvlakonderzoek uitgevoerd om de percepties van de stakeholders in het gebied te achterhalen.

Het onderzoek is voornamelijk gebaseerd op een literatuurstudie over het gebied Oosterschelde, de te telen soorten, de teeltsystemen en de ecologische effectenstudie. Hiernaast zijn een aantal interviews afgenomen om de percepties van de maatschappij te achterhalen. Voor het beschrijven van de proeflocatie zijn voornamelijk eigen invullingen en resultaten uit groepsdiscussies verwerkt.

2. Gebiedsbeschrijving Oosterschelde

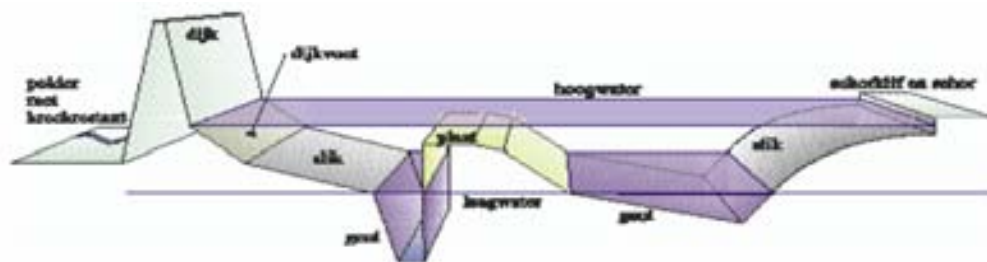
Voordat grootschalige zeeiwerteelt in de Oosterschelde kan worden geïntroduceerd is het van belang om te kijken naar de geomorfologische eigenschappen, de natuurwaarde en de gebruiksfuncties in het gebied, op basis waarvan kan worden beoordeeld of en waar zeeiwerteelt plaats kan vinden. In dit hoofdstuk is het gebied gekarakteriseerd, de natuurwaarde beschreven en is er gekeken naar gebruiksactiviteiten in het gebied.

2.1 Karakteristiek van het gebied

De Oosterschelde ligt in het zuidwesten van Nederland, geheel in de Provincie Zeeland (Afbeelding 2.1 Oosterschelde kaart, Bijlage I). De Oosterschelde vormt een centraal onderdeel van de vroeger nog bestaande delta van Rijn, Maas en Schelde. Ook vormt het gebied een belangrijke schakel in een samenhangend systeem van wetlands in Europa, West-Afrika, Arctisch Noord-Azië en Noordoost Canada (Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990; 2009; Van Lindeboom 2009). De Oosterschelde zelf is een van de belangrijkste getijdengebieden van West-Europa en vormt daarmee een internationaal waardevol ecosysteem. De Oosterschelde is zoals de Waddenzee een uniek natuurgebied en heeft daarom in 2002 de status van een Nationaal park gekregen (Afbeelding 2.2 Natura 2000 gebied, Bijlage I). Het is het grootste Nationale Park in Nederland met een oppervlakte van ca. 37.000 ha en een oeverzone van 125 km (Overlegorgaan Nationaal Park Oosterschelde, 2001). Het voormalig estuarium werd afgesloten na de watersnoodramp in 1953. Nadat de deltawerken in 1986 zijn afgerond (afdamming Oosterdam en Philipsdam) is het hele gebied afgesloten van de rivieren Rijn en Schelde (Afbeelding 2.3 Deltawerken en Compartimenten, Bijlage I). Hierdoor is het gebied veranderd in een zeearm met zoutwater en gedempt getij. Tot de jaren tachtig was de Oosterschelde een estuarium, waar zoutwater bij vloed tot diep in de rivierarmen kon stromen. Het kreeg de kans om zich te mengen met zoet rivierwater dat door de Oosterschelde naar zee werd afgevoerd. Hierdoor waren sommige plekken in de Oosterschelde brak met een kenmerkende flora en fauna.

De Oosterschelde kan nu worden ingedeeld in vier deelgebieden: de monding, het middengebied, de noordelijke tak en de kom (Overlegorgaan Nationaal park Oosterschelde, 2001). Als monding wordt het deel tussen de Stormvloedkering en de Zeelandbrug beschreven. Het middengebied reikt van de Zeelandbrug tot aan de lijn Yerseke-Gorishoek. Dit gebied is gekenmerkt door slikken en platen. Van Yerseke-Gorishoek tot aan de Oosterdam is de kom te vinden. De noordelijke tak is het zeegat tussen Schouwen-Duivenland en Tholen/St. Philipsland tot aan de Grevelingendam en de Philipsdam, inclusief de Krabbenkreek. Het Oosterschelde-gebied wordt gekenmerkt door geulen, slikken, platen, schorren en dijken (Afbeelding 2.4 Karakteristiek Oosterschelde) (Overlegorgaan Nationaal park Oosterschelde, 2001). Geulen zijn die delen die nooit droogvallen. Ze zijn de diepste punten van de monding met gemiddeld 12,5 m diepte en potentiële gebieden voor de zeeiwerteelt. De geulen in de kom zijn meestal maar 4,13 m diep (Overlegorgaan Nationaal park Oosterschelde, 2001). Maar op bepaalde plekken kunnen geulen in de Oosterschelde ook diepten van maximaal 50 m bereiken (Overlegorgaan Nationaal park Oosterschelde, 2001; Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990). De geulen worden in stand gehouden door de stroming en kunnen soms zeer steile (onderwater-)oevers vormen. Tweederde van het Oosterschelde estuarium bestaat uit geulen die dan ook een belangrijk biotoop voor vele dier- en plantensoorten vormen. Slikken en platen zijn arealen die bij laagwater half of helemaal droog vallen. Dit biedt een goed leefgebied voor bijvoorbeeld zeehonden. Voor de zeeiwerteelt zijn deze arealen minder geschikt, omdat deze droog kunnen vallen.

De dijken zijn kunstmatig aangelegd, maar hebben geleid tot de vorming van unieke ecosystemen, vergelijkbaar met het ecosysteem van rotskusten. Naast de kunstmatige dijken die uit hard substraat bestaan komt in de Oosterschelde natuurlijk hard substraat voor, zoals schelpenbanken en veenbanken. Schorren vormen hooggelegen met zoutminnende planten begroeide terreinen die nauwelijks meer onder water komen. Schorren komen voornamelijk voor in het oostelijke gebied van de Oosterschelde.



Afbeelding 2.4. Schematische weergave van het Oosterschelde gebied met zijn karakteristieke geulen, slikken, platen, schorren en dijken (Overlegorgaan Nationaal park Oosterschelde, 2001).

Door de deltawerken nam het areaal aan open water, droogvallende platen en schorren in het gebied sterk af. Voor de deltawerken bedroeg de oppervlakte van het estuarium ca. 45.200 ha, nu is het nog maar 37.000 ha (79%). Ook verminderde de toevoer van zoetwater uit de rivieren. Het zoutgehalte van het gebied nam hierdoor toe. Daarnaast verbeterde de waterkwaliteit en het water is helderder geworden, omdat minder nutriënten en verontreinigende stoffen door de rivieren werden aangevoerd. Het sneller bezinken van zanddeeltjes door de verminderde stroomsnelheid is een tweede reden voor de verbeterde waterkwaliteit.

Een groot probleem is daarentegen de 'Zandhonger'. Hierdoor verdwijnen zandplaten, schorren en slikken langs de kust door een veranderde waterhuishouding. Stormvloedkeringen, zoals de Oosterscheldekering, verstoren het natuurlijke proces waarbij zand vanuit de zee door de getijdenstromingen toegevoegd wordt aan de kust. Tegelijkertijd wordt door golfslagen zand weggespoeld naar dieper gelegen gedeelten van vaargeulen. Naast het blokkeren van het zandtransport vanuit de zee naar de kust wordt 'Zandhonger' ook veroorzaakt door een kleiner getijverschil achter de stormvloedkering. Het kleinere verschil tussen hoog- en laagwater leidt op zijn beurt tot minder waterverplaatsing. Zand dat vanuit de zee richting de kust beweegt bezinkt in de diepe plekken van de geulen (Rijkswaterstaat 2010), (Afbeelding 2.5 Zandhonger). Tot 2020 wordt met een afname van 1500 ha van de bestaande 12.000 ha slikken en platen gerekend. De opvulling van de geulen gaat dan ook wel ten koste van de zandplaten en kwelders, die sinds de jaren tachtig eroderen.

Hiernaast is het getijverschil afgenomen met 15%, de getijdenwerking zelfs met 30%. Vroeger bedroeg het getijverschil ter Yerseke 3,70 m, nu is het nog maar 3,25 m. De stroomsnelheid is gedaald met ca.30-40%. Maar ondanks de afname in getij stroomt 800 miljoen m³ water dagelijks de Oosterschelde in en uit.

De afname in stroomsnelheid en de 'Zandhonger' hebben er toe geleid dat geulen steeds ondieper worden. Vroeger bestonden de geulen uit hard zand. Nu bestaan de geulen uit slib omdat minder zand naar binnen komt. De bodem wordt hierdoor weker. De voorspellingen voor de klimaatverandering en de hieruit resulterende zeespiegelstijging zouden de effecten nog kunnen versterken. In de afgelopen eeuw bedroeg de zeespiegelstijging 20 cm, waardoor platen, slikken, schorren en geulen steeds dieper kwamen te liggen en nauwelijks meer droog vallen. De Oosterschelde verandert geleidelijk van een estuariumstelsel met geulen, slikken, platen en schorren naar een ondiepe beschut gelegen baai (Afbeelding 2.6 Hoogtekaart Bijlage I). Wanneer de veranderingen doorgaan zou in toekomst zeewierteelt ook op platen, slikken en schorren plaats kunnen vinden.



Afbeelding 2.5. Afkalvend schor (Rumoirtschorren St.-Philipsland) gevolg van 'Zandhonger' (Rijkswaterstaat 2010).

2.2 Natuurwaarde Oosterschelde

Door de afsluiting in 1986 is de Oosterschelde gedeeltelijk veranderd. Het huidige natuurgebied is aangewezen als habitattype 1160 (schorren zijn apart aangewezen onder een ander habitattype) (Overlegorgaan Nationaal park Oosterschelde, 2001; Lindeboom 2008). De afsluiting en de daaruit resulterende veranderingen van de waterkwaliteit hebben ervoor gezorgd dat de onderwaterwereld gedeeltelijk is veranderd. Nu worden er soorten in het gebied aangetroffen die vroeger niet in het gebied voorkwamen. Dit zijn de soorten die voorkwamen in diepere wateren zoals de Noordzee en de Atlantische Oceaan, kabeljauw en zeebaars zijn hier twee voorbeelden van. Dit is hoogst waarschijnlijk te wijten aan het stabielere zoutgehalte in het gebied. Ook soorten die bijna uit het gebied verdwenen waren zijn teruggekeerd, zoals de zwartooglipvis. Deze vis heeft zich zelfs zover uitgebreid in 2002, dat hij wellicht gevangen kan gaan worden. De vroeger endemische en voor het gebied karakteristieke platte oester (*Ostrea edulis*) is nu nagenoeg verdwenen. Hiervoor werd de Japanse oester (*Crassostrea gigas*) geïntroduceerd, die zich zoals de zwartooglipvis invasief heeft verspreid (Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij, 1990). Verder kunnen in het gebied korstmossen, wieren, zeepokken, sponsen, zeeanemonen en kreeften worden aangetroffen. Zachte koralen, zoals de *Alcyonium digitatum*, worden steeds vaker in het gebied gezien. Deze koraal is sterk verwant aan koralen die te vinden zijn in tropische gebieden. Hiernaast verrijken verschillende fytoplanktonsoorten de biodiversiteit van het gebied (Overlegorgaan Nationaal park Oosterschelde, 2001). De samenstelling van het fytoplankton verschilt sterk gedurende de seizoenen. Microalgen bevinden zich niet alleen in het water maar ook op de bodem (microfytobenthos), zoals diatomeeën. Deze soorten dienen als voedsel voor diverse vissen en watervogels. Door de stormvloedkering is een productieverhoging van 20% geconstateerd (Overlegorgaan Nationaal park Oosterschelde, 2001; Lindeboom 2008, Directie Ruimte, Milieu en Water, 2001). Dit is opvallend omdat dit gepaard ging met een afname aan stikstof (Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij, 1990; Directie Ruimte, Milieu en Water, 2001). De aantallen rood- en bruinwier zijn na de deltawerken verminderd. Het blaaswier (*Fucus vesiculosus*) bijvoorbeeld is in aantal gedaald, waarschijnlijk omdat de mosselpercelen nu bijna allemaal beneden de laagwaterlijn liggen, waardoor er minder geschikte aanhechtingsplaatsen voor de wieren zijn. Beneden de laagwaterlijn zijn bruin- en roodwieren vaak nog wel in grote getallen te vinden. Op de dijkvoeten zijn de aantallen knotswier sterk afgenomen daarentegen de aantallen darmwieren toegenomen. De aantallen groenwieren, zoals de bekende zeesla (*Ulva lactuca*) zijn vooral in aantal toegenomen. De toename in groenwier hangt waarschijnlijk samen met de toename in zoutgehalte (Ministerie van Landbouw Natuurbeheer en Visserij, 1990; Directie Ruimte, Milieu en Water, 2001).

Hiernaast leven in de Oosterschelde op plaatsen waar zand wordt afgezet onder andere platvissen, kokkels en wormen. De beschutte baaien fungeren op bepaalde tijdstippen in het jaar als kraamkamer voor bepaalde soorten vis. Bij een watertemperatuur van 10°C komt bijvoorbeeld de Snotolf (*Cyclopterus lumpus*) om eieren te leggen. Bij een temperatuur van 12°C volgt de Zeekat (*Sepia officinalis*) (Directie Ruimte, Milieu en Water, 2001). In het gebied worden ook bruinvissen en zeehonden aangetroffen, die door de open waterkering het gebied binnen kunnen komen. Voor deze zeezoogdieren zijn de leefomstandigheden in het gebied positief veranderd omdat het water helderder is geworden en de waterkwaliteit verbeterd is. Dat is onder andere te zien aan het feit dat steeds meer bruinvissen en zeehonden naar de Oosterschelde trekken en door het feit dat sinds enkele jaren ook weer jongen worden geboren in de Oosterschelde. Hiernaast biedt het gebied een optimaal foerageergebied voor tientallen soorten watervogels. Mede door de rijke flora en fauna kan het gebied van de Oosterschelde tot een uniek ecosysteem worden gerekend. Het gebied kent dan ook meer dan 240 diersoorten en tientallen soorten onderwaterplanten.

2.3 Gebiedsfunctie

Ondanks de veranderingen die hebben plaats gevonden heeft het gebied een hoge natuurwaarde. De vele ecosystemen waaronder zeer unieke ecosystemen maken het gebied bijzonder. Het gebied is uitstekend geschikt voor duikers, sportvissers en recreanten inclusief recreatievaart. Steeds meer mensen bezoeken het gebied. Inmiddels zijn recreanten niet meer weg te denken uit de Oosterschelde en maken ze een belangrijke deel uit van de Zeeuwse economie (Afbeelding 2.7 Waterrecreatie, Bijlage I). Maar in eerste instantie staat het gebied bekend om zijn visserij, in het bijzonder de schelpdiervisserij en de bijbehorende verwerkingsindustrie (mossel-, kokkel- en oestervisserij), die in dit gebied een lange traditie heeft. Hiernaast is de scheepvaart voor het gebied van groot belang. Een van de belangrijkste vaartroutes bevindt zich in dit gebied, de noord-zuid-route van de Krammersluizen naar het Kanaal door Zuid-Beveland. Daarnaast is er beroepsvaart (incl. vissersschepen) tussen de Noordzee en de Roompotsluizen naar diverse havens langs de Oosterschelde (Overlegorgaan Nationaal park Oosterschelde, 2001). Een aantal jaren geleden is de aquacultuur met succes geïntroduceerd in het gebied. Hierdoor is de waarde van het gebied gestegen. Wanneer ook zeewierteelt in het gebied kan worden introduceert zou de waarde van het gebied nog verder toe kunnen nemen. Dit soort projecten kunnen leiden tot alternatieven, bijvoorbeeld voor de beroepsvisserijsector en bijbehorende industrie.

Om het gebied te beheren en te beschermen is door de overheid een beleidsplan opgesteld. De hoofddoelstelling luidt als volgt:

'Het behoud en zo mogelijk versterking van de aanwezige natuurlijke waarden met inachtneming van de basisvoorwaarden voor een goed maatschappelijk functioneren van het gebied, waaronder met name de visserij wordt begrepen.'

Uit de hoofddoelstelling kan een hiërarchie worden afgeleid die belangrijk is voor de toekomstige ontwikkeling en projecten in het gebied. Zo wordt in eerste instantie gekeken naar de belangen voor de natuur en de visserij. Hierna komen de belangen van het toerisme en de scheepvaart aan de orde (Afbeelding 2.8 Waterplan streefbeeld, Bijlage I). De zeewierteelt zou passen bij de gebiedsvisie van de Zeeuwse overheid. Sterker nog, zeewierenteelt zou een bijdrage kunnen leveren naar het zoeken van alternatieven voor de steeds verder achteruitgaande visserijsector. Hiernaast kan zeewierenteelt wellicht bijdragen aan het verhogen van de natuurwaarde van het gebied en kunnen zeewieren een bijdrage leveren aan de lokale broeikasgasreductie en het tegengaan van lokale eutrofiëring. Voor de aquacultuur zijn zeewieren voornamelijk interessant als aquafeed en als bio-absorbant.

3. Classificatie zeewieren

Traditioneel worden algen en wieren gerekend tot de planten. In moderne opvattingen worden ze gerekend tot de protisten (protocista), omdat algen toch wel cruciaal verschillen van landplanten. Zo laten algen niet de typische structuur van een plant zien. Hiernaast wordt het lignine door zeewieren niet geproduceerd, een van de hoofdbestanddelen in landplanten en vinden stofwisselingsfuncties in macroalgen op een heel andere manier plaats dan bij landplanten. Landplanten bevatten transportvaten, algen hebben deze niet. Het xyleem/floem-systeem bestaat bij macroalgen niet in die zin. Zeewieren kunnen ingedeeld worden in rood- (Rodophyta), bruin- (Phaeophyta) en groenwieren (Chlorophyta). Het meest voorkomend zijn roodwieren (6000 spp.). Hiernaast kent men 2000 bruinwieren en 1200 spp. groenwieren. In dit hoofdstuk worden drie inheemse zeewiersoorten nader beschreven die aan de hand van dit onderzoek als goed geschikt voor de teelt in Nederlandse saline wateren gelden. De drie soorten behoren tot *Ulva*, *Laminaria* en *Palmaria*. Er wordt uitsluitend gewerkt met endemische soorten en niet met exoten, om het natuurlijke ecosysteem niet te verstoren, zoals dit wel het geval was na de introductie van de Japanse oester. Hiernaast is de Oosterschelde een Natura 2000-gebied, dit betekent strenge richtlijnen, waarin het introduceren van exoten uit economisch oogpunt niet is toegestaan. De richtlijnen hiervoor worden opgesteld door DNZ (Rijkswaterstaat Directie Noordzee) en ICZM (International Coastal Zone Management). Verder is er bij het evalueren van geschikte teeltsoorten rekening mee gehouden, dat wanneer grootschalige teelt plaatsvindt de voorkeur uitgaat naar gecombineerde teeltsystemen om optimaal gebruik te kunnen maken van de ruimte en optimale productiviteit te kunnen realiseren, waar ook economische factoren, aan zijn gekoppeld (kostenbesparing, efficiënt gebruik van alle componenten etc.). Bij gecombineerde teelt worden meer zeewiersoorten onderling of zeewieren met aquatische organismen gecombineerd in een systeem (Hfd 4). Bij het evalueren van de soorten is hiermee rekening gehouden. Hiernaast zijn dit soorten die over een hoge opnamecapaciteit van nutriënten beschikken, snel groeien en relatief makkelijk te handhaven zijn. Dit zijn belangrijke factoren wanneer gekeken wordt naar economische haalbaarheid.

Bij het vaststellen van soorten die geschikt zijn voor de teelt is onder andere gekeken naar het natuurlijke habitat, de teeltcondities, de nutriënten-opnamecapaciteit, hun bestanddelen en hun nut voor commerciële doeleinden (bv. inhoudelijke stoffen voor farmacie, voeding supplement, etc.). Er is ook gekeken naar soorten zoals *Rhodophyta*, *Porphyra* en *Gracilaria*. Maar deze bleken minder geschikt te zijn voor de teelt in Nederlandse marine wateren. De reden hiervoor is te vinden in de reproductiecyclus, de temperatuur en het habitat van de soort (niet inheems). Sommige soorten komen wel voor in Nederland, maar moeten een constante temperatuur hebben om te groeien. Dit leidt uiteindelijk tot een kort groeiseizoen en weinig biomassa, deze species zijn dus niet verder beschouwd in dit onderzoek. Daarnaast hebben sommige soorten een ingewikkelde reproductiecyclus, waardoor de productie van goed uitgangsmateriaal erg duur is en het dus niet economisch haalbaar is om met deze soorten te werken. Hieronder worden drie zeewierspecies die geschikt zijn voor de teelt nader beschreven (Tabel 3.1 Classificatie Zeewieren, Bijlage II).

3.1 *Ulva* spp. (*Ulva lactuca*)

Ulva lactuca, ook bekend als zeesla, is een zeewiersoort die bijna overal ter wereld voorkomt (Afbeelding 3.1, 3.2). *Ulva lactuca* hoort bij de *Chlorophyta* (groenwieren) en bij de familie *Ulvaceae* (Lobban en Wynne 1981). *Ulva lactuca* lijkt veelbelovend als het gaat om zeewierteelt. De alg komt vaak in grote hoeveelheden voor aan de Nederlandse kust. Het is de enige zeewiersoort die onder de juiste condities een 'bloei' kan vormen. Een algenbloei is meer bekend van microalgen, maar niet van macroalgen. Dat maakt deze soort extra interessant, omdat er veel biomassa verwacht kan worden onder de juiste condities. De alg is rijk aan belangrijke componenten, zoals blijkt in 3.1.2.

Systematiek	
Rijk:	Plantae
Stam:	Chlorophyta
Klasse:	Ulvophyceae
Orde:	Ulvales
Familie:	Ulvaceae
Species:	<i>Ulva lactuca</i>
Genus:	<i>Ulva</i>
Naam: nl. Zeesla, dt. Meersalat, engl. Sea lettuce	



Afbeelding 3.1. *Ulva lactuca*
(Bron: Wikipedia, okt. 2009)



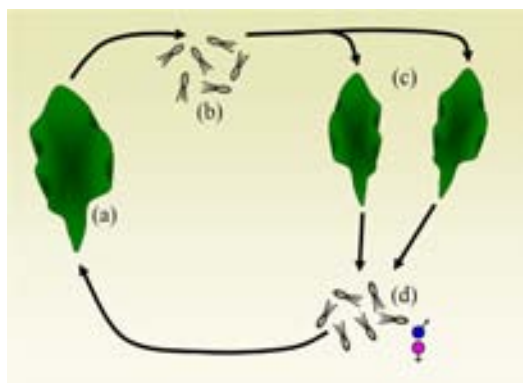
Afbeelding 3.2. *Ulva lactuca*
(Bron: www.algaosophette.com (okt. 2009))

3.1.1 Biologie

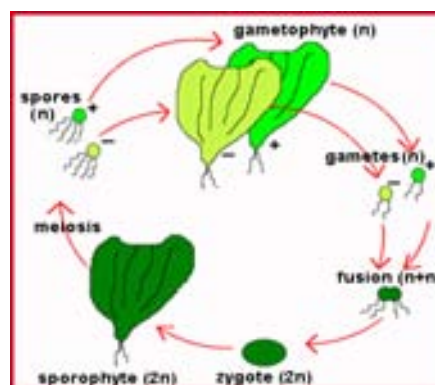
Ulva lactuca groeit voornamelijk litofytisch, soms epifytisch, op mosselen en op *Phaeophyceae* (*Fucus* spp.) tot een diepte van maximaal 15 m (Raffaelli *et al.* 1998; Bolam *et al.* 2000; Cardoso *et al.* 2004; Knox 1986). Maar meestal vindt men *Ulva lactuca* in diepten van 1 m, omdat groenwieren goede zonnige condities nodig hebben. *Ulva lactuca* bevat als pigment chlorofyl *a* en *b*. De absorptie van licht vindt dus plaats in het 400-500 nm en 600-700 nm bereik. De maximale absorptiespectra bevindt zich voor chl *a* bij 430 nm en 662 nm (blauwgroen). Het absorptiemaximum voor chl *b* bevindt zich bij 454 nm en 643 nm (geelgroen). De optimale lichtintensiteit voor *Ulva* ligt bij 18 tot 175 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ licht per foton, bij een dag-nachtcyclus van 16:8. (Taylor en Fletcher 2001). Onder laboratoriumcondities wordt optimale groei bereikt door gebruik te maken van een 300 $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ PAR (parabolisch aluminiserend lamp), dag-nachtcyclus 16:8 (Pederson Mortan Foldager *et al.* 1996). Hiernaast wordt geadviseerd om niet met een biomassa van boven de 5,78% (droog gewicht) voor *Ulva lactuca* te werken als er wordt gewerkt onder laboratoriumcondities (range: 5,36-6,02% droog gewicht) (Pederson Mortan Foldager *et al.* 1996). Onder natuurlijke condities groeit *Ulva* meestal tot een grootte van 30 cm. De thallus met de voet die meestal hecht aan hard substraat, kan maximaal 1 m worden (Steffensen 1974; Van den Hoek *et al.* 1995). De thallus van *Ulva* is twee lagen dik, wat de alg erg stabiel maakt tegenover verschillende milieuomstandigheden, zoals stromingen en golven (Van den Hoek *et al.* 1995). Lang is men ervan uitgegaan dat *Ulva* groeit vanuit het thallus meristeem. Sinds er nieuw onderzoek is gedaan naar hoe *Ulva* groeit, is men niet meer zeker of *Ulva* alleen groeit vanuit het thallus meristeem. Uit de nieuwe onderzoeken blijkt namelijk dat *Ulva* niet of matig groeit wanneer de voet van de alg verwijderd wordt. Echter *Ulva* groeit hard, wanneer de voet aanwezig is (Vincent van Ginneken (Plant Research International), Job Schipper (Hortimare)). Deze resultaten dienen nader onderzocht te worden, maar kunnen wellicht van grote betekenis zijn voor de toekomstige kijk op *Ulva*. Door het grote thallus-oppervlak (per unit volume) is *Ulva* in staat om grote hoeveelheden nutriënten te absorberen. Voor de groei van *Ulva* is naast fosfaat en koolstof, stikstof een belangrijk factor. Stikstof is de limiterende factor. Fosfaat schijnt minder essentieel te zijn voor de groei van *Ulva* (Pederson Mortan Foldager *et al.* 1996). De nutriëntenopname verschilt van 0,31 tot 3,1 mg $\text{PO}_4\text{-P/l}$, 1,4 tot 14 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ en 0,84 tot 1,4 mg $\text{NH}_4\text{-N/l}$ (Torres *et al.* 2004). Onder de juiste omstandigheden kan *Ulva* 4-6 keer zo veel nutriënten opnemen als andere zeeiersoorten, zoals *Palmaria* (Pederson en Borum 1997). Het groeiseizoen van *Ulva* duurt van april tot november bij temperaturen tussen de 10°C en 25°C en een saliniteit van gemiddeld 30‰ (Malta *et al.* 1999). Door de speciale celstructuur (alle thalluscellen zijn apart met het medium verbonden) kan *Ulva* zich snel aanpassen aan osmotische veranderingen (Young *et al.* 1987). Hierdoor wordt *Ulva* ook beschouwd als een stressresistente en tolerante soort (Raffaelli *et al.* 1998). Begrazing vindt plaats door kleine kreeftachtigen zoals *Isopoda* en *Amphipoda* (Kamermans *et al.*, 2002).

3.1.2 Reproductiecyclus

Onder natuurlijke condities worden gedurende de wintermaanden of vroeg in het voorjaar sporen gevormd, met als resultaat veel biomassa tijdens de zomer. De thallus verkleurt dan geel/groen en valt aan de rand uiteen (Afbeelding 3.2, 3.3). De sporen worden meestal gevormd in de getijdenzone aan de kust. De gameten zijn diploïde. De generatiewisselingen verlopen isomorf. Dit betekent dat de diploïde sporofyt uiterlijk niet verschilt van de haploïde gametofyt. Kieming wordt gestimuleerd wanneer de temperatuur van het water laag is en de lichtintensiteit en de nutriëntentoevoer hoog is (Murphy, 2006).



Afbeelding 3.2. Generatiewisseling *Ulva lactuca*. *Ulva* is isomorf. (a) sporofyt (2n). (b) spores (1n). (c) gametofyten (n). (d) gametes (n). (Bron: marine odyssey, 2009; marineodyssey.co.uk/7.html)



Afbeelding 3.3. Reproductiecyclus *Ulva lactuca* (Bron: Algae 2009 hcs.osu.edu/hcs300/algae.3.1.3 Bestanddelen en toepassingsgebied)

3.1.3 Bestanddelen en toepassingsgebied

Ulva lactuca bestaat uit verschillende bestanddelen, zoals proteïnen (15-26%), carbohydraten (40-58%), polysaccharide (10-22%) en lipiden (1,5%) (tabel. 3.2 Bestanddelen *Ulva lactuca*, Bijlage II). *Ulva lactuca* is vooral rijk aan aminozuren, zoals uit eerdere studies blijkt (Wald 2010; Tabel 3.3a, 3.3b, Aminozuursamenstelling *Ulva lactuca*, 3.4 Samenvatting amino acid study and protoplast studie van *U. lactuca*, Bijlage II). Het totale proteïnegehalte kan variëren tussen 15 en 26%, afhankelijk van de oogstperiode en de seizoenscondities (Wald 2009; Rasmusen 2009, Lahaye & Robic 2007). De celwandpolysaccharide van *Ulva lactuca* kan ingedeeld worden in een oplosbare en niet-oplosbare fractie. De niet wateroplosbare fractie bestaat uit ulvan (glucuronorhamnoxylan) (Lahaye & Robic 2007). De niet wateroplosbare fractie kan worden ingedeeld in een alkali oplosbare fractie, de β -1,4-glucoxylan en de β -1,4-gucoranan (Lahaye & Robic 2007). De alkali onoplosbare fractie bestaat uit cellulose en β -1,4-xyloglucans (Lahaye & Robic 2007). Hiernaast is *Ulva* rijk aan een aantal belangrijke vitamines en mineralen, zoals magnesium, vitamine A, B1, 9, 12 en vitamine C.

Bestanddelen uit *Ulva* kunnen op verschillende manieren worden toegepast. De proteïnen, vitamines en mineralen worden gebruikt voor voedingsdoeleinden (menselijk en dierlijk). Ook kunnen uit *Ulva* bestanddelen worden geëxtraheerd die gebruikt kunnen worden voor farmaceutica, medicijnen en cosmetische producten. Er kan gedacht worden aan de productie van biofuel uit *Ulva*. Maar andere zeeoersoorten lijken voor dit toepassingsgebied beter geschikt te zijn (*Laminaria spp.*). Verder wordt onderzoek gedaan naar de toepassingsmogelijkheden van *Ulva* in de aquacultuur (voedingsbron voor mosselzaad) (Bijlage II 3.44 Samenvatting amino acid study en protoplaststudie van *U. lactuca*), waterzuivering door opname van nutriënten uit de aquacultuur reststromen). Het toepassingsgebied van *Ulva lactuca* is groot, waardoor er mogelijk nieuwe economische alternatieven kunnen ontstaan voor Zeeland. Hierdoor en door de bovengenoemde teeltcondities is *Ulva* geschikt voor de grootschalige teelt in Nederland.

3.2 Laminaria spp. (*Laminaria digitata*, *Laminaria saccharina*)

Laminaria soorten zijn veel voorkomende soorten overal ter wereld, ook hier in Nederlandse wateren vind men *Laminaria* in grote hoeveelheden (Afbeelding 3.4, 3.5). In Nederland komen *Laminaria digitata* en *Laminaria saccharina* (*Saccharina latissima*) het meest voor. *Laminaria* is een zeewiersoort waar al veel over bekend is. *Laminaria* wordt al eeuwen lang toegepast voor voedingsdoeleinden in Aziatische landen. Hiernaast worden de polysaccharide, alginic acid en hun zouten (alginaten) gebruikt, meestal voor de voedingmiddelenindustrie, de biotechnologie en de farmacie (Clare 1993). Verder is *Laminaria* rijk aan lipiden en vitamines, wat later in dit hoofdstuk verder wordt beschreven.

Laminaria en *Ulva* zullen ook gebruikt kunnen worden voor de waterzuivering, omdat zij zware metalen kunnen absorberen. Zij kunnen dus in gebieden geteeld worden waar verontreiniging een groot probleem is. Hieronder worden de species *Laminaria digitata* en *Laminaria saccharina* nader beschreven.

Systematiek	
Rijk:	Chromalveolata
Stam:	Heterokontophyta
Klasse:	Phaeophyceae
Orde:	Laminariales
Family:	Laminariaceae
Genus:	<i>Laminaria</i>
Species:	<i>Laminaria digitata</i> , <i>Laminaria saccharina</i> (<i>Saccharina latissima</i>)
Naam: dt. Fingertang, eng. Horetail Kelp, Sea Girbles, Sea Wand, Red Ware	



Afbeelding 3.4. *Laminaria digitata*
(Bron: Wikipedia okt. 2009)



Afbeelding 3.4. *Laminaria saccharina*
(Bron: okt. Wikipedia 2009)

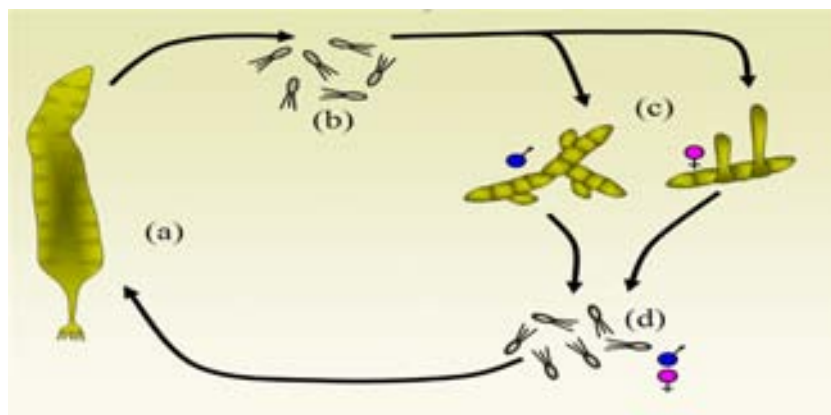
3.2.1 Biologie

Door de robuuste structuur van *Laminaria* en de hoge groeisnelheidscapaciteit is deze zeewiersoort ook zeer interessant voor de commerciële teelt. *Laminaria* spp. behoren tot de bruinwieren (Phaeophyta) en tot de familie Laminaceae. De alg groeit zoals *Ulva lactuca* in geëxponeerde kustgebieden litofytisch, soms epifytisch tot dieptes van 200 m, omdat ze minder licht nodig hebben dan bijvoorbeeld *Ulva*-soorten. De minimale groeidiepte van *Laminaria* is 5 m. *Laminaria* groeit vanuit het basale deel van de thallus, tussen de stengel en de thallus (meristeam lokaliseert, expansie cellen, cel-elongatie) (Larkum 1986). *Laminaria* heeft als pigmenten chl *a* en chl *c*. Deze maken het mogelijk dat *Laminaria* ook in diepere waterlagen kan groeien, door andere golflengten van het licht te absorberen. Chlorofyl *a* heeft de maximale absorptiespectra bij 430 nm en 662 nm. Chlorofyl *c* heeft echter een maximale lichtabsorptiecapaciteit bij 444 nm, 576 nm en 626 nm (groen licht). *Laminaria digitata* en *Laminaria saccharina* hebben een jaarlijkse lichtbehoefte van 45 tot 50 mol/m²*yr¹ (Dunton 1990). *Laminaria digitata* kan een grootte van 100 m bereiken wanneer de groeiomstandigheden optimaal zijn. Wanneer het groei medium rijk is aan nutriënten (fosfaat, stikstof en koolstof) kan de alg tot 30 cm per dag groeien (Thalgo 2009). *Laminaria saccharina* echter kan een grootte van 2 tot 3 m bereiken. *Laminaria digitata* groeit zoals *Laminaria saccharina* zelfs nog bij nutriëntenconcentraties van 0,014mg N/l (Kain 1991). Hiernaast groeien beide *Laminaria* spp. voornamelijk bij temperaturen beneden de 20 C°. Het optimum ligt tussen de 10-15°C. Wanneer de temperatuur boven de 23°C stijgt, sterft het zeewier af (Kain 1991). Hiernaast groeit *Laminaria* in minimale dieptes van 5 m (Buck en Buchholz 2004). Grazers van de alg zijn zee-egels, hierop moet bij het ontwikkelen van een teeltconstructie worden gelet. De

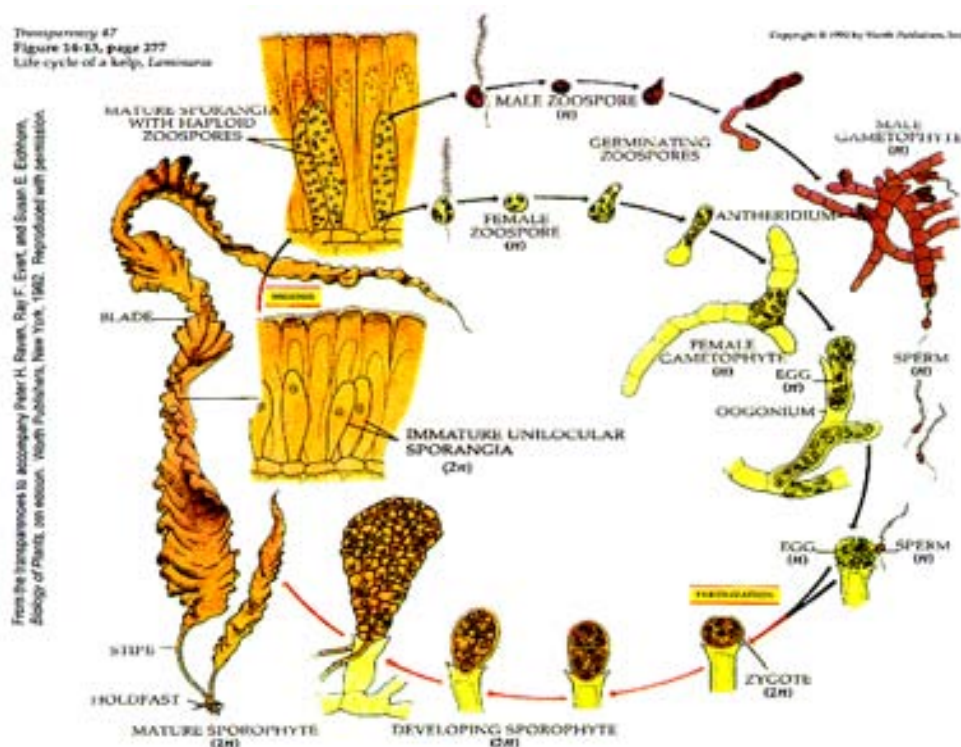
plant is meerjarig in tegenstelling tot *Ulva*. Hierdoor en door de lage temperaturen is deze soort zeer geschikt voor de teelt in Nederlandse saline wateren, ook gedurende de wintermaanden. Zij kan meerdere keren per jaar geoogst worden. Alleen in Frankrijk worden al tot 70.000t (versgewicht) per jaar geoogst (Thalge 2009).

3.2.2 Reproductiecyclus

De voortplanting van *Laminaria* spp. vindt plaats via een generatiewisseling (Afbeelding 3.6, 3.7). Uitgegroeide *Laminaria* ontwikkelt geslachtelijke cellen, die zich hechten op de thallus en uitgroeien tot filamenten. Deze filamenten zijn afzonderlijk geslachtelijk. Uit de filamenten ontstaan kiemcellen die uitgroeien tot een nieuwe *Laminaria* plant. Een slijm laag beschermt de alg tegen mechanische invloed en grazers (Schutzstation-Wattenmeer 2009).



Afbeelding 3.6. Deze afbeelding laat *Laminaria saccharina* en haar generatiewisseling zien. *Laminaria saccharina* is heteromorf. (a) sporofyt ($2n$). (b) spores (n). (c) gametofyten (n). (d) gametes (n). (Bron: marine odyssey, 2009; marineodyssey.co.uk/7.html).



Afbeelding 3.7. *Laminaria digitata*-reproductiecyclus (Bron: microbewiki.kenyon.edu/index.php/Phaeophyceae).

3.2.3 Bestanddelen en toepassingsgebied

Laminaria-soorten bevatten gemiddeld een proteïnegehalte van 16% (droge stofgehalte) (Dhargalkar and Pereira 2005). *Laminaria* spp. bevatten veel Glucan, Mannitol en diverse oliën. De as is rijk aan calcium, jodium en alkali. *Laminaria digitata* bevat 500 keer zoveel jodium als zeewater en tien keer zoveel magnesium als groenten. Hiernaast bevat *Laminaria digitata* een hoog gehalte aan ijzer, calcium, fosfor, koper en zink. Ook is deze alg rijk aan vitamines, zoals vitamine A, B3, B5, B6, B12 en C (Thalga 2009). *Laminaria saccharina* bevat al de boven genoemde componenten, maar deze zeewiersoort staat vaker bekend door haar grote hoeveelheid aan polysaccharide, zoals de naam al zegt. Vanwege de rijkdom aan inhoudelijke stoffen wordt *Laminaria* vaak toegepast.

Vroeger heeft men bijvoorbeeld *Laminaria* as gebruikt voor de productie van zeep of glas. Tegenwoordig wordt vaak het alginaat (een hydrocolloid) gebruikt voor de productie van ijs, gelei, ketchup, pudding, tandpasta en andere producten die industrieel ingedikt moeten worden (Mabitec 2009). *Laminaria saccharina* wordt voornamelijk gebruikt om gerechten zoeter te maken. Hiernaast wordt uit *Laminaria* soda en potas gemaakt. Maar ook in de traditionele Chileense en Japanse keuken wordt *Laminaria* nog tot vandaag gebruikt als ingrediënt voor diverse gerechten. In de landbouw wordt *Laminaria digitata* gebruikt als meststof. Ook uit de cosmetica en farmacie is de alg niet meer weg te denken. Hiernaast zijn er mogelijkheden om uit *Laminaria* biodiesel te maken.

Door de vele belangrijke componenten en door de grote hoeveelheid aan biomassa is de alg uiteraard goed geschikt voor de grootschalige teelt. Ook is *Laminaria digitata* en *Laminaria saccharina* een endemische soort, wat betekent dat ze aan de Nederlandse teeltomstandigheden optimaal zijn aangepast.

3.3 Palmaria spp. (*Palmaria palmata*)

Palmaria spp. behoren tot de roodwieren (Rhodoplantae) en tot de familie *Palmaria* (Afbeelding 3.8, 3.9). Roodwieren vormen de grootste groep zeewieren, met meer dan 6000 spp.. *Palmaria* spp. worden traditioneel sinds meer dan 1500 jaren geconsumeerd in Aziatische landen (Indergaard 1991). In landen zoals Frankrijk, Groot-Brittannië en Canada staat de alg bekend als consumptiemiddel.

Systematiek	
Rijk:	Rhodophytina
Stam:	Florideophyceae
Klasse:	Palmariales
Familie:	Palmarioceae
Genus:	Palmaria
Specie:	Palmaria palmata
Naam: dt. Lappentang, engl. fr.	
Dulse	



Afbeelding 3.8. Dulse

(Bron: www.jonolavsakvarium.com, okt. 2009).



Afbeelding 3.9. Dulse

(Bron: Guiry 2009).

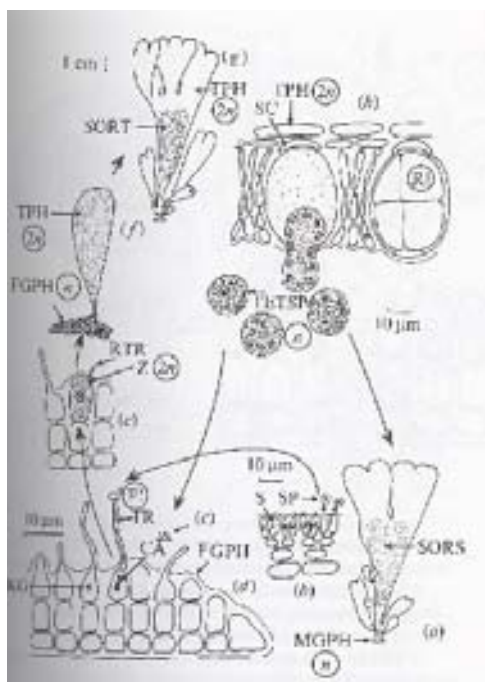
3.3.1 Biologie

Palmaria kan een totale lengte van 100m bereiken. De thallus-oppervlakte kan in totaal tot 30 cm aangroeien. *Palmaria* komt in grote delen van de wereld in de intergetijdenzone voor, voornamelijk in koudwatergebieden, in dieptes van 20-150 m (Murphy 2009). *Palmaria* is een zeer tolerante soort. Zij kan in wateren met zoutconcentraties van 3 tot 30‰ overleven (Kain 1991). De optimale temperatuur van de alg ligt bij 15-20°C (Kain 1991). *Palmaria* groeit vanuit de discoïde voet waar zich het meristeem bevindt. Vaak hecht zich *Palmaria* op substraten, zoals stenen en *Laminarias*. *Palmaria* bestaat uit een korte voet en thallus zoals boven al genoemd van 8-30 cm breed en 50 cm lang. De bladeren variëren van kleur, van rosé tot donker rood. De oppervlaktestructuur is leerachtig. *Palmaria palmata* is door haar pigmenten aan het leven in diepere wateren aangepast. Door het bezit van verschillende pigmenten, zoals chl a, chl d, phycocyanin en phycoerythrin kan de alg kortgolvig licht absorberen, wat het leven in diepere waterlagen mogelijk maakt. Chlorofyl a absorbeert het licht bij maximaal 430 nm en 662 nm (blauwgroen). Hiernaast maakt *Palmaria* nog gebruik van chl d, wat in plaats van chl b wordt gebruikt. Chlorofyl d absorbeert licht op het maximum bij 447 nm en 688 nm. De natuurlijke lichtintensiteit ligt bij 20 $\mu\text{mol foton m}^{-2} \text{s}^{-1}$. *Palmaria palmata* groeit het best in nutriëntrijk water.

De soort staat bekend om grote hoeveelheden stikstof op te kunnen nemen. De alg heeft minimaal 0,042 mg N/l nodig (Lobban en Harrison 1994). Een optimale groei vindt plaats bij 0,42 mg N/l (Kain 1991). In Nederlandse wateren is de alg van juni tot met september in grote hoeveelheden te vinden (hoge biomassa). Predatie vindt plaats door vissen, die grazen op *Palmaria*. Maar in teeltsystemen kunnen vissen, wanneer dit niet gewenst is, makkelijk door netten tegengehouden worden (Lobban en Harrison 1994).

3.3.2 Reproductiecyclus

Palmaria palmata heeft voor roodwieren een heel aparte reproductiecyclus (generatiewisseling), die pas sinds 1980 bekend is (Afbeelding 3.10). Op de uitgegroeide diploïde thallus bevinden zich overal verdeeld sori (sorangien), die drager zijn van de tetrasporen. De sori met de mannelijke geslachtscellen zijn verdeeld over de thallusoppervlakte van de voorkant. De vrouwelijke gameten zijn erg klein. Ook vinden we bij jonge 'planten' enkele cellen, de Karposporofyt. Na de bevruchting van de Karposporofyt, komt het tot de kieming van een nieuwe diploïde alg. Deze diploïde alg groeit op de oude vrouwelijke 'plant'. De uitgegroeide algen zijn dus meestal mannelijk (Irvine 1983).



Afbeelding 3.10. *Reproductiecyclus Palmaria palmata*: a) mannelijk gametofyt (n); b) cross sectie mannelijk gametofyt, spermatangia; c) vrouwelijk gametofyt (0,1 mm diameter); d) cross sectie vrouwelijk gametofyt, fertilisatie carbogonium door spermatium (n); e) vrouwelijk gametofyt met zygote (2n); f) tetrasporofyt (2n) (groeit direct van de zygote); g) uitgegroeid tetrasporofyt (2n); h) crosssectie tetrasporofyt, met tetrasporangia (een tetrasporangia zorgt voor vier tetraspores (n)); CA=carbogonium; F=fertilization; FGPH female gametofyt; KG=karyogamy; MGPH= male gametofyt; R=meiose; RTR=remnant of the trichogyne; S= spermalagium; SC stalk cell; SORS= sorus of spermatangia; SORT= sorus of tetrasporangia; SP= spermatium (n); TETSP=tetraspore; TPH= tetrasporofyte; TR= trichogyne; Z=zygote (Bron: Van den Hoek 1995).

3.3.3 Bestanddelen en toepassingsgebied

Palmaria spp. worden voornamelijk gebruikt voor consumptie vanwege het hoge proteïnegehalte (35% -47%) en haar rijke aantal aan mineralen en vitaminen (Fleurence 1999). *Palmaria palmata* bevat zoals *Chlorophyta* veel vitamine B, in tegenstelling tot *Phaeophyta* (Keith 1979). Hiernaast worden in *Palmaria palmata* hoge gehalten aan niacin, thiamine, vitamine C (75%) en A (50%), choline, folic en folic acid gevonden. De vitamine B₁₂-content is echter laag in *Palmaria plamata*. De aminozuren met de hoogste gehalten in *Palmaria palmata* zijn arginine, glycine, alanine, leucine, lysine en valine. Dit komt aardig overeen met wat er in de literatuur gevonden kan worden over *Ulva lactuca*. Methionine, histidine, tryptophan en cysteine daarentegen zijn maar in kleine hoeveelheden aanwezig in de alg (Keith 1979). Hiernaast bevat de alg alle sporenelementen die nodig zijn voor een humaan dieet (Indergaard 1991, Keith 1979). Naast deze elementen bevat *Palmaria* 0,2 tot 3,8% lipiden en 38-74% carbohydraten. Ook is de alg rijk aan calcium, ijzer, magnesium, iodine en alginaten (Keith 1979).

Palmaria wordt het meest toegepast in de voedingsmiddelindustrie. In Aziatische landen maar ook steeds meer in Europese landen wordt de alg gebruikt voor diverse gerechten. Japan, China, Frankrijk en Groot-Brittannië hebben hier al een traditie in. Hiernaast is de alg uitstekend geschikt voor de productie van industriële agar. Alleen in Canada wordt per jaar zo'n 21.000 tot 60.000 kg (droog gewicht) *Palmaria* geoogst (Keith 1979).

4. Zeewierteelt

Wanneer men zeewierteelt wil realiseren in de Oosterschelde zou onderzoek moeten worden gedaan naar de teeltwijze van het zeewier en de teeltsystemen die geschikt zijn voor de Oosterschelde. Er is begonnen met een literatuurstudie naar teeltwijzen en naar traditionele teeltmogelijkheden. Hiernaast is gezocht naar recente of toekomstige teeltmogelijkheden. Omdat de Oosterschelde een gebied is met veel gebruiksactiviteiten is voornamelijk gekeken naar gecombineerde teeltsystemen, die ruimtelijk en landschappelijk passen in het gebied. Aan de hand van een literatuurstudie zijn enkele mogelijk geschikte systemen geselecteerd en in dit hoofdstuk beschreven.

4.1 Teeltwijze

De kweek van kwalitatief uitgangsmateriaal dat gebruikt kan worden voor het inoculeren van de lijnen is tot nu nog een lastig punt. Onder laboratoriumcondities wordt het vrijlaten van de sporofyt gestimuleerd (temperatuur, lichtcycli) en vestigingssubstraat aangeboden (lege schelpen etc.). De opkweek verschilt per soort en de beschikbare kennis wordt binnen dit kopje voor de in hoofdstuk 3 beschreven soorten nader toegelicht. Verder wordt in het kort ingegaan op toekomstige mogelijkheden voor de teelt.

4.1.1 *Ulva lactuca*

Ulva lactuca wordt gekweekt door in het vroege voorjaar schelpen te inoculeren met sporen. Sporenvorming kan onder laboratoriumcondities gestimuleerd worden door een lage temperatuur (beneden 15°C), een hoge lichtintensiteit (L:D =12:12) en met een hoge nutriëntenconcentratie. De kweek vindt plaats in tanks onder kascondities. In september-oktober zijn de kiemplantjes groot genoeg om over te kunnen worden gebracht naar buitencondities. Meestal worden de kiemplantjes in de vriezer bewaard (tot 1 jaar) tot het volgende seizoen. Hierna worden de kiemplantjes geïnoculeerd op lijnen of netten (20 cm afstand) (Kain 1991; Lobban *et al.* 1994).

4.1.2 *Laminaria digitata* en *Laminaria saccharina*

De opkweek van *Laminaria*-planten gebeurt net zoals bij *Ulva lactuca*. De sporofyt worden gevestigd op hard substraat en binnen 20 á 30 dagen zijn deze uitgegroeid tot kleine kiemplantjes. In februari tot maart worden de jonge planten overgebracht naar lijnen onder buitencondities. De planten worden met een tussenafstand van 25 cm op de lijnen geïnoculeerd. Op 1 m lijn geeft dat 12-15 planten. Wanneer planten later dan februari-maart worden overgebracht naar buitencondities is er veel epifyten-aangroei geconstateerd (Buck 2006).

4.1.3 *Palmaria palmata*

Palmaria palmata maakt in eerste instantie geen sporen aan. Op de diploïde plant (thallus) bevinden zich verdeeld de sori, die drager zijn van de tetrasporen. Hierdoor kan voor de productie van het uitgangsmateriaal gebruik worden gemaakt van een stuk thallus. Dit wordt uitgezaaid op de lijnen en groeit uit tot een nieuwe 'plant'. De productie van het uitgangsmateriaal vindt plaats gedurende het voorjaar. De kweek via vegetatieve vermeerdering heeft als voordeel dat 'planten' sneller uitgroeien en meer geoogst kan worden. Dus de productiecapaciteit is hoger dan bij de vermeerdering via sporen. Maar de genetische variatie zou bij vegetatieve vermeerdering afnemen. Dit leidt op den duur tot meer ziekten en plagen (Kain 1991; Lobban *et al.* 1994). Dit speelt niet alleen bij *Palmaria*, maar bij alle vegetatief vermeerderde soorten een rol.

4.1.4 Toekomstvisie voor teeltwijzen van zeewieren

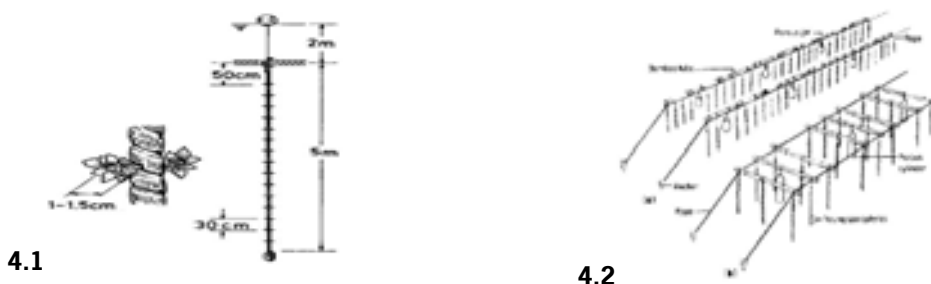
Op dit moment wordt voor de productie van het uitgangsmateriaal uitgegaan van wilde zeewierbestanden. Hierdoor zijn vaak schommelingen in de kwaliteit te constateren. Door meer onderzoek te doen naar de optimale reproductiemogelijkheden onder laboratoriumcondities, kan de kwaliteit en de productiecapaciteit van het zeewier verhoogd worden. Hiernaast ligt de toekomst in de door sporulering verkregen planten, omdat deze meestal resistenter zijn tegen ziekten dan vegetatief vermeerderde planten. Om kwalitatief goed uitgangsmateriaal te verkrijgen zou onderzoek gedaan kunnen worden naar kweekmogelijkheden door middel van protoplasten. Door protoplasten te produceren van een en dezelfde donorplant kan identiek uitgangsmateriaal verkregen worden, waardoor planten met een hoge resistentiefactor of een hoge productiviteit geselecteerd kunnen worden. Schommelingen in de kwaliteit van het uitgangsmateriaal en het materiaal zelf worden zo voorkomen. Dit levert meer economische zekerheid voor de teler. Verder kan in toekomst gekeken kunnen worden naar de productie van hybriden voor de kwaliteitszekerung, maar dit proces is nu nog niet onderzocht.

4.2 Traditionele teeltsystemen

Voor de traditionele teelt is gekeken naar landen zoals China en Japan, omdat de zeewierteelt daar een zeer lange traditie heeft.

4.2.1 Lijnenteelt

In Aziatische landen wordt het zeewier (*Laminaria*) meestal op lijnen geteeld, op een oppervlakte van 15.000 ha. Voordat de lijnen in het water worden gehangen worden deze geïnoculeerd met jonge zoösporen van de betreffende teeltsoort. De lijnen zijn van bamboe en kunnen horizontaal of loodrecht in het water worden gehangen (Afbeelding 4.1, 4.2). De lijnen worden op de zeebodem gefixeerd door betonnen blokken. Aan de bovenkant bevinden zich drijvers, die de lijnen op de plek houden. Om optimale groei te kunnen garanderen en nutriëntentekort te voorkomen wordt in China nog tot op heden wekelijks mest uit de landbouw in de zee gegooid (hoeveelheden zijn niet bekend). Voor het oogsten van het zeewier worden de lijnen aan land gebracht en wordt het zeewier handmatig van de lijnen geplukt. De oogst bedroeg in 1979 1.3 miljoen ton versgewicht op 15.000 ha wateroppervlakte (Luening 1985).



Afbeelding 4.1 en 4.2. Uitzaaien van de sporofyten.

4.2.2 Nettenteelt

Naast de lijnenteelt wordt vaak ook nettenteelt toegepast. De nettenteelt in China vindt plaats op een oppervlakte van 6.000 ha. Dit areaal wordt bewerkt door 300.000 mensen. De arbeidskracht die nodig is voor de lijnenteelt is iets lager omdat deze aan land worden geoogst, bij nettenteelt is dit niet mogelijk. Hier wordt ter plekke geoogst, in ondiepe wateren handmatig en in diepere wateren via oogstschepen. Bij de nettenteelt kan alleen gebruik worden gemaakt van meerjarig zeewier (*Palmaria*, *Laminaria*) omdat netten niet aan land worden gehaald en daardoor niet geïnoculeerd kunnen worden met zoösporen. Bij het oogsten blijft de voet zitten, zodat het zeewier opnieuw kan uitgroeien. Het systeem zelf bestaat uit bamboenetten die in ondiepe wateren op palen worden gehangen en in diepere wateren zoals bij lijnenteelt door middel van betonnen blokken en drijvers gefixeerd worden

(Afbeelding 4.3, 4.4, 4.5). Deze methode is arbeidsintensiever dan de bovengenoemde lijenteelt, omdat de netten moeilijker te handhaven zijn dan de lijnen. De rendabiliteit van het systeem neemt daardoor af (Luening 1985).



4.3



4.4



4.5

Afbeelding 4.3 en 4.4.

Teelt van roodwieren op netten.

Afbeelding 4.5. Oogstschip.

4.3 Mogelijke teeltsystemen voor de Oosterschelde

Uit 4.2 blijkt dat voor de teelt van zeeorganismen vrij veel oppervlakte nodig is om voldoende opbrengst te realiseren. Hierdoor is eigenlijk maar kleinschalige productie mogelijk. De genoemde teeltsystemen zijn tijd- en arbeidsintensief en vragen veel arbeidskracht, waardoor het systeem minder rendabel wordt. Door de steeds toenemende drukte langs de kust is gezocht naar mogelijkheden voor multifunctioneel ruimtegebruik, dus het gebruik van gecombineerde teeltsystemen in plaats van non-gecombineerde teeltsystemen. Verder maakt men in Aziatische landen nog steeds gebruik van een extra bemestingsstap, waarbij nutriënten aan het zeewater worden toegevoegd. Omdat negatieve milieu-effecten niet kunnen worden uitgesloten en omdat de extra toegift van nutriënten onvoldoende is onderzocht, wordt de traditionele teelt binnen dit onderzoek niet als duurzaam beschouwd. De gecombineerde teeltsystemen binnen dit onderzoek zijn mede beoordeeld op dit aspect. Verder zijn de systemen beoordeeld ten opzichte van:

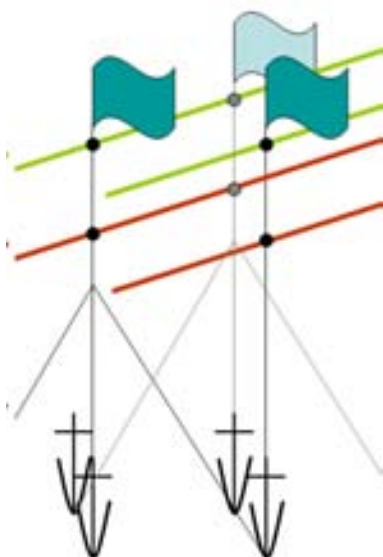
- Functionaliteit
- Stabiliteit
- Productiviteit en
- Landschappelijke visualisatie

Er is ook van afgezien naar land-based systemen te kijken door de sterk onder druk staande terrestrische gebieden. In de volgende subparagrafen zijn teeltsystemen beschouwd waarbij gebruik wordt gemaakt van de combinatie van meerdere zeeorganismen en de combinatie van zeeorganismen met aquacultuur (viskweek en mosselkweek). Er wordt ook gekeken of de systemen mogelijkheden bieden voor offshore-toepassingen, omdat er plannen zijn om het windmolenpark dat ontstaat in de Voordelta mede te gebruiken voor zeeorganismenteelt.

4.3.1 Drijversysteem (Reith 2005)

Het drijversysteem (Afbeelding 4.6) biedt een goedkope, makkelijke en eenvoudige manier voor het telen van verschillende zeeorganismen. Het systeem neemt weinig ruimte in en bestaat uit een aan de wateroppervlakte drijvende boei en een bodemverankering. De geïnoculeerde lijnen bestaan uit polyethyleen en kunnen verticaal of horizontaal tot 8 m diep in het water worden gehangen. Als teeltmateriaal wordt uitgegaan van de reeds beschreven zeeorganismen in hoofdstuk 3. Door de verschillende lichtabsorptie-spectra van de zeeorganismen, zou *Ulva* in de bovenste laag van het teeltsysteem kunnen groeien. In een tweede en derde laag *Palmaria* en *Laminaria*. Afhankelijk van de oogstperiode van het zeeorganismen kunnen deze apart worden geoogst. Wanneer gebruik wordt gemaakt van eenjarige zeeorganismen zullen de lijnen aan land moeten worden gebracht voor de oogst. Wanneer men gebruik maakt van meerjarige zeeorganismen zou mechanisch via oogstschepen geoogst kunnen worden door het zeeorganismen boven de thallus af te snijden. De thallus kan in het volgende jaar opnieuw uitgroeien. De combinatie van eenjarige en meerjarige soorten is mogelijk, maar moet nog verder onderzocht worden. Door de combinatie van meerdere

teeltsoorten kunnen tijdsbesparingen gerealiseerd worden. Over de productiviteit van het systeem kunnen geen uitspraken worden gedaan omdat het systeem nog niet voldoende is beproefd. De productiviteit is afhankelijk van de geteelde soort en het areaal (teeltoppervlakte). Maar door de combinatie van meerdere zeewiersoorten is ervan uit te gaan dat meer opbrengst gerealiseerd kan worden, dan wanneer met traditionele methoden wordt gewerkt. Het systeem biedt potentiële mogelijkheden voor nearshore-omstandigheden, door de eenvoudige en goed in het landschap passende constructie. De drijvers kunnen zoals de MZI's (Mosselinvanginstallatie) aan het landschap worden aangepast. Wanneer het systeem offshore (off-shore windmolenpark) wordt toegepast, zou de stabiliteit meer onderzocht moeten worden. Bij ruwe weersomstandigheden kan het gebeuren dat lijnen of verankeringen losraken. Ten opzichte van andere systemen (ringsysteem) is het systeem vrij onstabiel. Hiernaast zou onder het duurzaamheidsaspect onderzoek kunnen worden gedaan naar biologische alternatieven voor de polyethyleenlijnen, te denken valt bijvoorbeeld aan hennep, ook een erg stabiel materiaal. Een nadeel van het systeem is dat het niet is afgesloten en dit betekent dat er wellicht negatieve effecten kunnen ontstaan wanneer het systeem wordt toegepast in gebieden waar te weinig nutriënten voor een optimale zeewiergroei voorkomen en een extra toegift van nutriënten noodzakelijk is. Door de effecten van een extra nutriëntentoegift te monitoren kan dit bijdragen aan een duurzame productie.

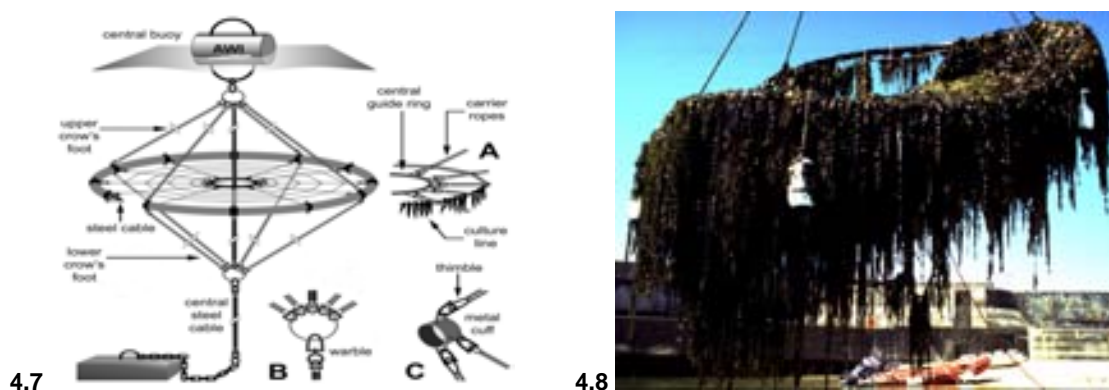


Afbeelding 4.6. Drijversysteem (zeewierteelt in lagen; groen, rood, bruin) (Bron: Reith 2005).

4.3.2 Ringsysteem (Buck & Buchholz 2004)

Het ringsysteem is variabel in grootte en kan dus aangepast worden aan de teeltlocatie. Dit maakt een toepassing nearshore en offshore mogelijk. Hiernaast is de constructie robuust tegenover hoge golven en hoge stroomsnelheden. Dit is een groot voordeel in vergelijking met conventionele systemen. Door het teeltsysteem te vestigen in gebieden met een hoge stroomsnelheid levert dit voldoende nutriënten voor de zeewierteelt. Verder wordt de aangroei van epifyten verminderd. Uit een vergelijkingsproef van verschillende teeltsystemen (lijnenteeltsystemen, laddersystemen, grindsystemen en ringsystemen) voor de Duitse kust bleek het ringsysteem het best te voldoen aan de gestelde eisen (Buck 2004). De ring wordt aan land geassembleerd en geïnoculeerd met het zeewier en naar de teeltlocatie overgebracht. De optimale toepassingsdiepte van het ringsysteem ligt bij 1-8 m. Dit maakt het mogelijk om in lagen te gaan telen met verschillende zeewiersoorten. In dit onderzoek wordt uitgegaan van de drie geselecteerde soorten (hoofdstuk 3). De bovenste 1 m wordt gebruikt voor de teelt van *Ulva* (absorptie rood en blauw licht). Vanaf 2 m diepte zou men *Laminaria en Palmaria* (absorptie groen licht) kunnen telen. Dit systeem kan ook gebruikt worden in de combinatie van zeewierteelt en mosselkweek. De bovenste laag kan worden gebruikt voor de mosselkweek (mosselen worden vanzelf door de lijnen ingevangen

(Pauline Kamermans) en de tweede laag vanaf 2 m diepte voor de teelt van zeewier (bv. *Laminaria*). De door de mossel afgegeven nutriënten kunnen worden opgevangen door de zeewieren, wat een extra bemesting geminimaliseerd maakt. De teelt in lagen biedt veel voordelen zoals het produceren van veel biomassa en het optimaal benutten van de ruimte, dit maakt vervolgens de inpassing van andere vormen van zeegebruik mogelijk. Een nadeel van dit systeem kan worden gezien in het oogstproces. Hierbij wordt het hele systeem naar de kust overgebracht en de zeewieren handmatig geoogst, een mechanische oogst is bij dit systeem niet mogelijk. Hierdoor wordt het systeem vanuit economisch oogpunt voor grootschalige teelt, met name offshore, minder aantrekkelijk. Voor nearshore omstandigheden is dit minder belangrijk. Het systeem kan worden aangepast aan het landschappelijke beeld, waardoor het systeem nearshore potentieel heeft. De gewone constructie bestaat uit een 1 cm polyethyleen buis met een diameter van 11 cm. Deze polyethyleen buis is tot een ringstructuur gelast van 5 m diameter (grootte is variabel, verschilt per toepassingsdoel). Om de stabiliteit te verhogen is een 3 cm staalkabel gebruikt. In de vorm van een web worden dan de geïnoculeerde lijnen (80 m polyethyleenlijnen) vast gemaakt (Afbeelding 4.7, 4.8). Aandachtspunten voor dit systeem zijn te zien in het onderzoek naar de zaaidichtheid van het materiaal (zeewier). En er moet onderzoek worden gedaan naar een optimalere oogstmethode. Ook is nog onvoldoende onderzocht hoe de oogst plaats moet vinden wanneer gewerkt wordt met zeewiersoorten met verschillende oogstpunten. Aangezien het moeilijke oogstproces lijkt de combinatie van mosselkweek en zeewierteelt rendabeler, dan een combinatie van verschillende zeewiersoorten. Nog een ander aandachtspunt kan zijn het vervangen van het materiaal polyethyleen door biologische materialen (zoals hennep). Een mogelijke contaminatie door bestanddelen van het polyethyleen die een negatieve invloed zouden kunnen hebben op het milieu kunnen daardoor worden uitgesloten. Ook is het noodzakelijk de productiviteit en de milieueffecten van het systeem te testen.

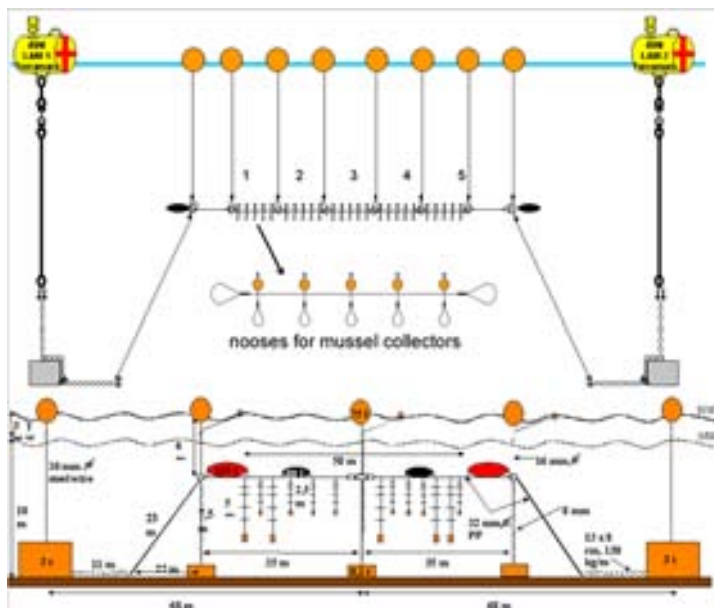


Afbeelding 4.7 en 4.8. Ringsysteem (Bron: Buck & Buckholz 2006).

4.3.3 Longlijnsysteem (Buck & Smetacek 2006)

Het longlijnsysteem maakt het mogelijk om de teelt van verschillende zeewiersoorten te combineren met de kweek van mosselen. Door het optimale ruimtegebruik, is het systeem erg rendabel. Wel neemt het meer ruimte in dan andere systemen (ringsysteem) en is het de vraag of dit systeem geschikt is voor nearshoreomstandigheden. Maar voor offshore toepassing heeft dit systeem zeker potentieel. Een ander voordeel van het systeem is dat de mosselen tussen de zeewieren beschermd kunnen groeien en het wegspoelen van het mosselbroed geminimaliseerd wordt. Verder kunnen de nutriëntrijke reststromen van de mosselkweek gebruikt worden voor de zeewierteelt. Een extra toevoeging van nutriënten zou niet nodig zijn of tenminste geminimaliseerd kunnen worden. De constructie (Afbeelding 4.9) is relatief eenvoudig, goedkoop en het systeem kan variabel aan locale waterdiepten worden aangepast. Hierdoor kan het systeem visueel aan het landschap worden aangepast. Het systeem bestaat uit een ommantelingsconstructie die in het water wordt geplaatst. Via verankeringen worden de geïnoculeerde lijnen met mosselen en zeewieren aan de constructie gehangen. De lijnen bestaan uit polypropyleen, zijn flexibel en vooral goed bestendig tegen barre weersomstandigheden. Vergeleken met het ringsysteem zijn de longlijnen iets minder stabiel. De lijnen worden horizontaal in het water gehangen en verankerd met drijvende boeien en aan de bodem

met betonnen blokken. Hiernaast zijn collectoren loodrecht ten opzichte van de longlijnen geïnstalleerd. Dit voorkomt het wegspoelen van materiaal veroorzaakt door waterbewegingen. In vergelijking met conventionele middelen (staal) bieden de longlijnen met polypropyleen meer flexibiliteit en zijn robuuster bij barre weersomstandigheden. Het materiaal is goedkoop waardoor de productiekosten verminderd kunnen worden. Hiernaast laten de eerste proeven met *Mytilus edulis* zien dat deze goed groeien op het materiaal (Buck 2006). Het oogstproces kan gedeeltelijk machinaal worden uitgevoerd, maar is tot nu toe niet optimaal en zou geoptimaliseerd moeten worden. Verder zou onderzoek moeten worden gedaan naar hoe de verschillende organismen in hun kweek-/teeltpercelen kunnen worden gehouden (materiaalconcurrentie). Hiernaast geldt de aanbeveling zoals deze staan weergegeven in de subparagraaf 'ringsysteem'.



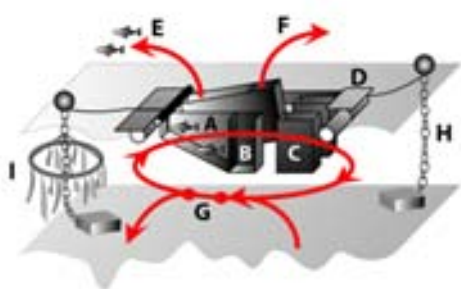
Afbeelding 4.9. Longlijnsysteem (Bron: Buck 2006).

4.3.4 Gesloten Floatingsysteem/recirculatie aquacultuursystemen

(Buck & Fisch 2006)

Een groot probleem voor de aquacultuur is het feit dat de kweekvis nog steeds vaak gevoerd wordt met wilde vis. Hierdoor kan aquacultuur nog niet helemaal als duurzaam beschouwd worden. Het gesloten recirculatiesysteem (Afbeelding 4.10, 4.11, 4.12) kan hiervoor een mooi alternatief vormen. Het idee is om in het systeem vis, abalone of schelpdieren te kweken die gevoerd worden met zeewier uit het systeem. De reststromen van de kweekorganismen kunnen gebruikt worden om de zeewier te telen, omdat deze nutriëntenrijk zijn. Ook wordt het water door de zeewier gezuiverd en zijn dure zuiveringstappen en de extra toegift van nutriënten niet meer nodig of kunnen ten minste geminimaliseerd worden. Wel zou er onderzoek gedaan moeten worden naar zware metalen, in verband met het kweken van zeewier met reststromen en vervolgens het voeren van de zeewier aan de vis- of schelpdieren. De methode maakt gebruik van gesloten bakken voor de verschillende kweekunits, die met elkaar via recirculatiesystemen verbonden zijn. Hierdoor vindt watercirculatie plaats en kunnen de zeewier de nutriënten uit het water opnemen. *Ulva* is voor deze opstelling een geschikte soort omdat deze grote hoeveelheden nutriënten kan opnemen. Uit recente onderzoek blijkt dat *Ulva* 50-70% aan nutriënten uit een recirculatiesysteem met *Sparus aurata* op kan nemen. Hiernaast zijn zeewier rijk aan proteïnen, essentiële aminozuren, vetzuren en een goedkope bron van lipiden. Zeewier zijn dus geschikt als visvoer. Door bio-fermentatie kan het overschot aan gewonnen biomassa om worden gezet in bio-energie. Hierdoor kan de methode als duurzaam en economisch beschouwd worden. Wel is het systeem minder stabiel bij barre weersomstandigheden en zou het steeds boven water moeten drijven. Hierdoor biedt het systeem in eerste instantie mogelijkheden voor nearshoretoeepassingen, wanneer het

visueel past bij het landschappelijke beeld van de omgeving. Om een offshoretoepassing haalbaar te maken is uitgebreid onderzoek op dit gebied noodzakelijk. Door het gesloten systeem zullen negatieve milieueffecten zoals ziekten en vraatvijanden geminimaliseerd kunnen worden. Ook kan de waterkwaliteit, temperatuur etc. in een gesloten systeem optimaal worden aangepast aan de kweek/teelt soort, door het ruime equipment. Over de productiviteit van het systeem in combinatie met aquacultuur en zeewierteelt kan geen uitspraak worden gedaan, omdat het systeem nog niet is beproefd. Wanneer alleen van viskweek wordt uitgegaan, is het systeem minder rendabel. Zo kost het systeem € 30.000 [Sebastian Strauch], (Fisch *et al.* 2004) zonder het jaarlijkse onderhoud erbij te betrekken. En kan op dit moment maar een productiviteit van 1t garnaal per jaar (5,-€/kg) behaald worden. De opbrengst ligt dus bij gemiddeld 5000 €/jaar, wanneer geen ziekte etc. optreedt. Hierdoor kan het systeem pas naar 6 jaar als rendabel worden beschouwd. Door de combinatie van de viskweek met de zeewierteelt, zou het systeem rendabel gaan worden. Voor verdere aandachtspunten gelden de aanbevelingen zoals deze zijn weergegeven in de subparagraaf ringsysteem.



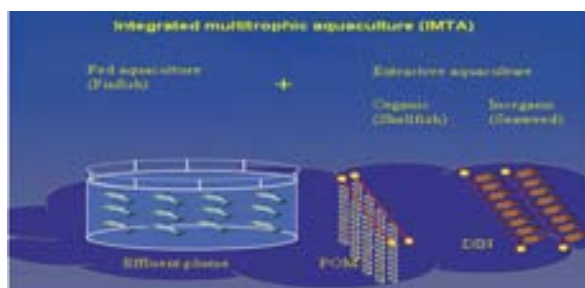
4.10

Afbeelding 4.10. Recirculatiesysteem.



4.11

Afbeelding 4.11. Proefopzet recirculatiesysteem (Bron: Buck & Fisch 2006).



4.12

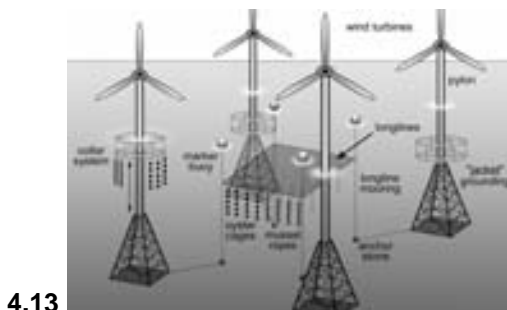
Afbeelding 4.12. Geïntegreerd multifunctioneel aquacultuursysteem (Dr. Marc Verdegem, *Aquacultuur en Fisheries review IMTA 2009*).

4.4 Offshoretelstsystemen/Integrated offshore farms

De tot nu toe genoemde systemen bieden allemaal potentieel voor nearshore- en offshoretoepassingen. De systemen die hier worden beschreven maken gebruik van de offshorefaciliteiten met als combinatie aquacultuur. De voordelen van een offshorefarm is dat vele taken gecombineerd kunnen worden. Onder andere de kweek van vis en schelpdieren, de teelt van zeewieren en de winning van elektriciteit en biofuel. Voorstel is dat drukke oeverzones worden ontlast en grote kostbesparingen worden bereikt door multifunctioneel ruimtegebruik, gecombineerd transport en onderhoud.

4.4.1 Geïntegreerde windparken (Buck 2006 & Reith *et al.*, 2005)

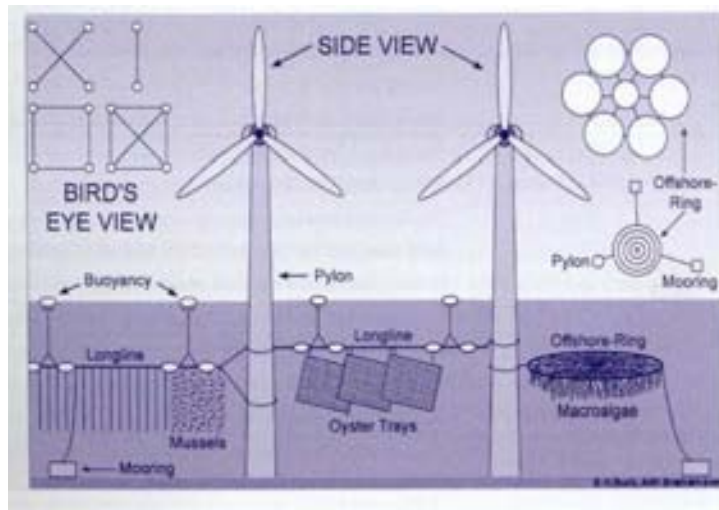
Omdat het areaal waar de windparken komen te staan afgesloten wordt voor de visserij moet er worden gekeken naar alternatieve gebruiksfuncties in het gebied. Hiervoor kunnen diverse gecombineerde systemen (Afbeelding 4.13, 4.14, 4.15) worden gebruikt. De installaties maken gebruik van de hierboven beschreven systemen (ringsysteem, longlijnen etc.). Als verankeringspunt worden de windturbines gebruikt. In afbeelding 4.13 wordt gebruik gemaakt van diverse ringsystemen waar mosselkweek en zeewierteelt plaats kunnen vinden. Verder kunnen longlijnen tussen de windmolens verankerd worden voor de zeewierteelt in lagen (Afbeelding 4.14). Ook biedt de offshore-windmolenfaciliteiten de mogelijkheid om meerdere systemen met elkaar te combineren, zoals in afbeelding 4.15 is te zien. Hier worden op longlijnen zeevieren en mosselen geteeld en gekweekt. Ook worden zeevieren nog extra geteeld via ringsystemen. Mogelijk is nog gedacht om ook het ringsysteem te voorzien van een mosselhangcultuur. De systemen zijn nog niet nader onderzocht, hier zou aan gewerkt moeten worden. Hiernaast zou de productiviteit van dit soort systemen onderzocht moeten worden en zou gekeken moeten worden naar de milieueffecten. De kansen van het systeem liggen voor de hand, duurzaam en multifunctioneel ruimtegebruik, hoge productiviteit en ontlasting van de drukbevolkte kustgebieden.



4.13



4.14

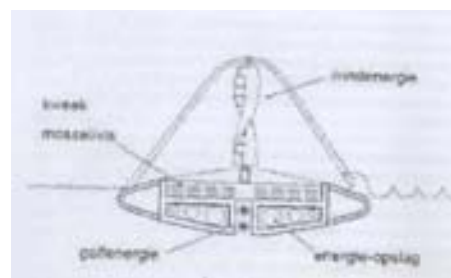


4.15

Afbeelding 4.13. Multifunctionele ruimtegebruik van offshore windparken met zeewierteelt en mosselkweek in combinatie met ringsystemen (Bron: Buck 2006); 4.14: Multifunctioneel ruimtegebruik door de offshore windparken te combineren met zeewierteelt in lagen via longlijnen (Bron: Reith 2005); 4.15 Zeeboerderij, combinatie van offshore windparken met longlijnen zeewierteelt en mosselkweek, gecombineerd met de kweek van oesters of andere aquatische organismen op longlijnen en het kweken van schelpdieren en de teelt van zeewier op ringsystemen. (Bron: Buck 2006).

4.4.2 SeaCombine (Vos 2006)

Een andere mogelijkheid biedt de SeaCombine. Deze methode is gebaseerd op het principe van de SeaWing [Jan Ketelaar] (Vos 2006) (Afbeelding 4.16). Met het systeem kan de productie van elektriciteit gecombineerd worden met de kweek van mosselen of vis en de teelt van zeevieren. De energie die wordt geproduceerd is in eerste instantie bedoeld om het systeem van de benodigde energie te voorzien. Het overschot aan energie kan worden gebruikt om de markt te voorzien van elektriciteit. Voor de productie van elektriciteit maakt het systeem gebruik van wind-, water- en golfkracht. Hierdoor moet het systeem buiten de getijdlijn liggen en wordt daarom als offshoresysteem beschouwd. Hiernaast wordt er gewerkt aan mogelijkheden om het zeewier ook door de installatie te laten oogsten. Het systeem bleek tot nu toe nog niet economisch haalbaar, omdat de constructie vrij duur is en er weinig energie overblijft om te gebruiken voor de markt. Door dit systeem verder te bestuderen en te optimaliseren zou aan de haalbaarheid gewerkt kunnen worden.



Afbeelding 4.16. SeaWing [Jan Ketelaar] (Bron: Vos 2006).

4.4.3 BioQ8 (Vos 2006)

Verder zijn er ideeën, om de al bestaande olie- en gasplatformen in de Noordzee, die nu geen functie meer hebben, te voorzien van een nieuwe taak. De platformen zijn groot genoeg om deze te voorzien van vis en/of schelpdierkweek in combinatie met zeevierreteelt. De inrichting van dit soort systemen kan gepaard gaan met de al bestaande teelt- en kweekfaciliteiten uit eerdere beschrijvingen. Te denken valt aan recirculatiesystemen (gesloten systeem) in combinatie met open systemen (ringsystemen, longlijnen). Het hergebruiken van bestaande faciliteiten wordt zeer op prijs gesteld onder het duurzaamheidsaspect en is zeker de moeite waard om te testen. Met deze methode kan de rendabiliteit en de productiviteit verhoogd worden.

5. Ecologische effecten

Door de geomorfologische eigenschappen vormt het Oosterscheldegebied een uniek ecosysteem voor vele organismen. Het gebied werd in 2002 verklaard tot nationaal park (Lindeboom 2009). Maar door de steeds verder toenemende gebruiksactiviteiten langs de kust, komen dit soort systemen steeds meer onder druk te staan. Omdat het introduceren van een nieuwe bedrijfstak niet mag leiden tot negatieve gevolgen voor de ecologie worden in dit hoofdstuk mogelijke positieve en negatieve effecten (Tabel 5.1 Overzicht van mogelijke positieve en negatieve effecten van grootschalige zeeiwerteelt.) van de zeeiwerteelt bediscussieerd. Effecten worden veroorzaakt wanneer het tot veranderingen in een systeem komt. Effecten worden als positief beschouwd wanneer de veranderingen bijdragen aan verbeteringen in het systeem. Als negatief worden effecten beschouwd wanneer veranderingen in deconstructieve zin plaats vinden.

Voor de effectenstudie is uitsluitend gebruik gemaakt van endemische soorten, zoals reeds beschreven in hoofdstuk 3 (*Ulva* spp., *Laminaria* spp. en *Palmaria* spp.).

Tabel 5.1. Overzicht van mogelijke positieve en negatieve effecten van grootschalige zeeiwerteelt.

Mogelijke positieve effecten	Mogelijke negatieve effecten
Reductie van lokale broeikasgassen	Sedimentatie van organisch materiaal afkomstig van zeewieren
Reductie van lokale eutrofiëring door opname van nutriënten uit de zee	Lichtgebrek voor andere organismen in het ecosysteem
	Verliezen van zeewieren uit het teeltsysteem
	Ziekten en plagen
	Verandering in stromingssnelheid
	Verandering van de lokale biodiversiteit

5.1 Positieve effecten

5.1.1 Broeikasgasreductie

De geselecteerde zeewiersoorten zijn autotroof en hebben een hoge nutriënten-absorptiecapaciteit, waaronder ook CO₂. Hierdoor kunnen zeewieren wellicht een bijdrage leveren aan de lokale CO₂-reductie. Zeewieren gebruiken het koolzuur voor hun metabolische processen, bijvoorbeeld fotosynthese. Hiernaast wordt zuurstof geproduceerd en aan de omgeving afgegeven. Recent onderzoek laat zien dat door 1 ton zeewier ca. 1,8 ton CO₂ opgenomen kan worden (Reith, 2005). De door Reith berekende CO₂-opname houdt echter geen rekening met de respiratie, waar CO₂ aan de omgeving wordt afgegeven. In hoeverre zeewieren daadwerkelijk kunnen bijdragen aan een CO₂-reductie dient nader bestudeerd te worden voor de in dit onderzoek gebruikte zeewiersoorten.

5.1.2 Reductie van eutrofiëring door de opname van nutriënten uit de zee

Open systeem

Door zeeiwerteelt te vestigen in gebieden waar eutrofiëring een rol speelt zou deze een positieve invloed kunnen hebben op het milieu. Zeewieren nemen in grote mate nutriënten op, waardoor deze automatisch als water

zuiveringsinstallaties (bio-absorbanten) fungeren (Murphy 2006). Het overschot aan nutriënten, wat zou kunnen leiden tot sedimentatie en zuurstofgebrek in het ecosysteem, zou door de aanwezigheid van zeewieren geminimaliseerd kunnen worden. Het water is helderder en bevat meer zuurstof wat de fauna voornamelijk positief beïnvloedt. Wanneer de teelt gekoppeld wordt aan geëutrofeerde gebieden kan meestal af worden gezien van een extra toegift van synthetische nutriënten. Dit zou kunnen leiden tot optimalisatie van de productiekosten. Er moet wel rekening worden gehouden met het feit dat stikstof vaak de limiterende factor voor de groei van zeewieren is.

Gesloten systeem

In de aquacultuur-sector zouden zeewieren een positieve invloed kunnen hebben op het hergebruik van de kweekreststromen. De door het kweekorganisme uitgescheiden excrementen bevatten essentiële nutriënten voor de groei van het zeewier. De kweekbakken zijn zodanig geconstrueerd dat deze permeabel zijn voor nutriënten. De zeewieren die zich in een tweede bak bevinden of aan een soort net langs de visinstallaties hangen, kunnen de nutriënten opnemen. Sedimentatie en eutrophicatie kunnen zo worden voorkomen. Het voordeel van een gecombineerd systeem ligt voor de hand, een dure toegift van synthetische nutriënten voor de zeewierteelt kan worden geminimaliseerd. Hiernaast worden dure en arbeidsintensieve zuiveringsprocessen voor de viskweekinstallaties geminimaliseerd. Voor een optimale combinatie van de te kweken en te telen soort zou verder onderzoek moeten worden gedaan.

5.1.3 Biodiversiteit

Wanneer over biodiversiteit wordt gesproken kan er onderscheid worden gemaakt tussen twee verschillende manieren van biodiversiteit. Biodiversiteit kan worden gezien in de zin van de species en hun aantallen binnen een ecosysteem. Maar biodiversiteit kan ook worden gezien in de diversiteit binnen een soort, de genetische biodiversiteit. Zeewierteelt zou voornamelijk een positieve invloed kunnen hebben op de aantallen en de diversiteit van de soorten in een ecosysteem. Of zeewierteelt leidt tot genetische biodiversiteit, zou moeten worden beproefd.

Zeewieren kunnen als kraamkamer voor jonge vis fungeren. Uit recent onderzoek blijkt dat amphipodien en isopodien makkelijk vestigen wanneer zeewieren in de buurt zijn, door de beschutting die zij bieden (Reith 2005; Murphy 2006). Het verhoogde aantal aan lagere organismen heeft weer positieve invloed op het vis- en schelpdieraantal, door te fungeren als voedingsbron. Zeewieren dragen ook bij aan een verbeterde waterkwaliteit en meer zuurstof in het gebied waardoor het gebied aantrekkelijker wordt voor marineorganismen die hoge eisen aan hun omgeving stellen, zoals sponsen, koudwater koralen en bepaalde soorten vis en schelpdieren.

Wanneer zeewieren geïntroduceerd worden in gebieden waar weinig biodiversiteit voorkomt, kunnen deze bijdragen aan het verhogen van de organismen en hun aantallen in het gebied en daardoor de biodiversiteit bevorderen. Wanneer zeewieren geïntroduceerd worden in een intact goed functionerend ecosysteem met een hoge biodiversiteit, zou zeewierteelt wellicht niet leiden tot een extra verhoging van de biodiversiteit. Sterker nog zou door eventuele concurrentie de biodiversiteit kunnen veranderen of zelfs afnemen.

Om concrete uitspraken te kunnen doen over de positieve of negatieve invloed van zeewieren of de biodiversiteit, zou deze moeten worden beproefd en voor de teeltsoorten apart moeten worden beschreven. Voor het monitoren van de biodiversiteit is het noodzakelijk om de nul-situatie (streefsituatie) van het gebied in kaart te brengen en moeten er nul-metingen (uitgangssituatie) worden gedaan. Aan de hand daarvan kan het ecosysteem gemonitord worden. Bij het opzetten van een monitoringsprogramma moet er rekening mee worden gehouden dat het monitoringsprogramma minimaal een jaar zou moeten duren, om voldoende wetenschappelijke uitspraken te kunnen doen over de biodiversiteit in het gebied. De periode van minimaal 1 jaar is belangrijk, omdat er fluctuaties van species gedurende de seizoenen plaats vindt.

5.2 Negatieve effecten

5.2.1 Sedimentatie van organisch materiaal afkomstig van zeewier

Wanneer zeewier niet op tijd worden geoogst kan dit leiden tot sedimentatie van het organische materiaal, waardoor zuurstofgebrek kan ontstaan (Reith 2005). Door de oogstperiode optimaal af te stemmen op de teeltsoort kan een sedimentatie grotendeels worden voorkomen. Het sedimentatie-proces kan gecontroleerd worden door frequente zuurstofmetingen (electrode) in het gebied uit te voeren.

5.2.2 Lichtgebrek voor andere organismen in het ecosysteem

Afhankelijk van de teeltconstructie en de te telen biomassa kan het tot lichtgebrek in de waterkolom komen (Reith 2005; Murphy 2006). Dit zou een negatief effect kunnen hebben op de in het systeem levende organismen. Om dit te voorkomen wordt aanbevolen om de zeewierconstructie zodanig te construeren dat tussen de zeewierconstructies vrije ruimte blijft waar het licht doorheen kan schijnen, bijvoorbeeld verticale lijnen i.p.v. horizontale lijnen. Een andere manier om de negatieve gevolgen te voorkomen is om de teelt te plaatsen in gebieden met stromingen en golven. Hierdoor beweegt het zeewier met het water mee, waardoor het licht in diepere waterlagen kan migreren. Verder zou onderzoek moeten worden gedaan naar de effecten op het ecosysteem wanneer de biomassa de doordringingscapaciteit van het licht minimaliseert.

5.2.3 Verdwijnen van zeewier uit de installaties

Wanneer zeewier uit het systeem verdwijnen, door bijvoorbeeld loze verankeringen of gebroken lijnen etc. zou dit kunnen leiden tot enige effecten voor het ecosysteem (Reith 2005). Zo zouden negatieve effecten kunnen ontstaan wanneer het zeewier zich invasief uitbreidt of wanneer gewerkt wordt met gemodificeerd materiaal. De negatieve gevolgen kunnen tot een minimum geminimaliseerd worden door uitsluitend gebruik te maken van endemische zeewiersoorten. Maar ook deze kunnen zich onder optimale condities invasief verspreiden en het lokale ecosysteem beïnvloeden. Onderzoek zou moeten worden gedaan naar mogelijkheden om het verdwijnen van de teeltsoorten te voorkomen, bijvoorbeeld door middel van netten.

5.2.4 Ziekten en plagen

Over dit onderwerp is nog maar weinig bekend. Maar wanneer grootschalige teelt plaats vindt zouden ziekten en plagen een rol kunnen spelen. Met name wordt door ziekten en plagen de opbrengst van de teelt verminderd. Vaak heeft men te maken met de aangroei van epifyten en begrazingen door slakken. Over ziekten die kunnen ontstaan door de grootschalige teelt is weinig bekend. Wel zijn er een aantal ziekten bekend voor de in China groeiende *Laminaria* soort (Tabel 5.2 Vaak voorkomende ziekten bij *Laminaria* spp.).

Wanneer ziekten en plagen optreden in het systeem zou dit niet alleen kunnen leiden tot de verminderde opbrengst van de teeltsoorten, maar zou dit ook omliggende ecosystemen kunnen beïnvloeden. Hier moet goed onderzoek naar worden gedaan.

Tabel 5.2. Vaak voorkomende ziekten bij *Laminaria* spp. (FAO 1989).

Disease	Cause
<u>Environmental etiology</u>	
Green rot disease	Poor illumination
White rot disease	Change in transparency + insufficient nutrients
Blister disease	Freshwater mixing with seawater after heavy rainfalls
Twisted blade disease	Excessive illumination
<u>Pathogenic etiology</u>	
Malformation diseases	Hydrogen sulfide + sulfate reducing and saprophytic bacterial, e.g. <i>Macrococcus</i>
Sporeling detachment disease	Decomposing <i>Pseudomonas</i> bacteria
Twisted frond disease	Mycoplasma-like organisms

5.2.5 Stromingscapaciteit

Wanneer grootschalige zeewierteelt plaats vindt, zou dit kunnen leiden tot het beïnvloeden van de lokale stromingssnelheid (Reith 2005). Door de grote hoeveelheid aan biomassa wordt de stroming als het ware tegengehouden. Hierdoor zou de nutriëntentoevoer afnemen, waardoor negatieve effecten voor het milieu kunnen ontstaan. Maar een verminderde stroomsnelheid zou misschien ook voordelen kunnen opleveren voor bepaalde organismen in het ecosysteem. Hier is het belangrijk om te evalueren uit welke organismen het ecosysteem bestaat of zou bestaan en zodanig onderzoek te doen naar de effecten van de zeewierteelt met betrekking tot de stroming dat negatieve effecten uitgesloten kunnen worden.

6. Maatschappelijk draagvlakonderzoek

Voor het introduceren van een zeewier-proeflocatie en een mogelijke grootschalige uitbreiding van zeewierteelt in de Oosterschelde moet worden gekeken naar het maatschappelijk draagvlak in het gebied. Het draagvlakonderzoek binnen deze studie houdt zich voornamelijk bezig met het verkrijgen van algemeen inzicht, het verstrekken van informatie en het verkrijgen van informatie. Hiervoor zijn een aantal stakeholders geselecteerd. Het draagvlakonderzoek is bedoeld als indicatie over hoe betreffende stakeholders naar de zeewierteelt in de Oosterschelde kijken, hun kennis over dit onderwerp en hun mogelijke rol binnen het project.

6.1 Onderzoeksmethode

Gekozen is voor een kwalitatief onderzoek om de percepties van de desbetreffende stakeholders rondom de zeewierteelt voldoende te kunnen bestuderen. Door middel van een kwalitatief onderzoek is het mogelijk om de perceptie van de stakeholders beter te kunnen interpreteren om hier vervolgens een betekenis aan te kunnen geven (Baarda *et al.* 2006; Hart *et al.* 2007, Right Marktonderzoek 2010; TNSNIPO 2010).

6.1.1 Selectie geïnterviewden

De geïnterviewde stakeholders (Geïnterviewde stakeholders, Bijlage III) zijn gekozen aan de hand van een literatuurstudie over belanghebbenden in het Oosterscheldegebied met betrekking tot het waterareaal. Hiernaast is informatie over mogelijke potentiële stakeholders verkregen van de projectbegeleidende senior onderzoeker Zilte Teelten, Dr. Willem Brandenburg. Vervolgens is aan de geïnterviewden gevraagd welke stakeholders ook een belangrijke rol kunnen spelen met betrekking tot de zeewierteelt. Door middel van deze sneeuwbalmethode (Baarda *et al.* 2006) zijn nieuwe potentiële stakeholders gewonnen voor toekomstige studies. Om een zo breed mogelijk beeld over het maatschappelijke draagvlak in het gebied te kunnen geven, is geprobeerd om per sector minimaal een vertegenwoordiger te selecteren.

6.1.2 Interviews

Als interviewtechniek is gekozen voor het houden van een semigestructureerd diepte-interview, aangezien diepte-interviews ingaan op ervaringen, verwachtingen en wensen van de geïnterviewde persoon met betrekking tot een bepaald onderwerp (Hart *et al.* 2007). Dit sluit aan bij het doel van het onderzoek, het achterhalen van de percepties van de betreffende stakeholders over de zeewierteelt in de Oosterschelde. Het interview bestaat uit een aantal gesloten vragen en een overwegend aantal open vragen om de stakeholders de ruimte te geven hun percepties voldoende eigen uitdrukking te kunnen verlenen. De interviewvragen zijn ingedeeld in een sectie algemene vragen en in een sectie specifieke vragen (Algemene interviewvragen, Bijlage III). De algemene vragen zijn bedoeld als insteekvragen en voor iedere stakeholder gelijk. De specifieke vragen zijn bedoeld om dieper het onderwerp in te duiken en verschillen per stakeholder aan te geven (Specifieke interviewvragen, Bijlage III). In eerste instantie is gekozen voor een face-to-face interview. Dit wil zeggen dat de geïnterviewde persoonlijk wordt geïnterviewd. Voor een face-to-face interview is gekozen, omdat gesprekken op die manier eenvoudiger verdiept kunnen worden. Hiernaast kan er gebruik worden gemaakt van de non-verbale communicatie. Dit maakt de communicatie tussen de geïnterviewde en de interviewer makkelijker en draagt bij tot het beter verstaan van elkaar. Mensen zullen sneller geneigd zijn om meer informatie prijs te geven, dan wanneer er wordt gewerkt via een telefonisch interview. Maar helaas konden niet alle stakeholders persoonlijk worden benaderd in verband met tijdbesparing en externe niet-beïnvloedbare incidenten. In dit geval is gekozen voor een telefonisch interview of een benadering via e-mail. Bij het afnemen van een telefonisch interview en de benadering via mail is er rekening mee gehouden dat het intervieweffect, minder groot is dan bij een telefonisch interview ten opzichte van een face-to-face interview.

Dit komt door het wegvallen van de non-verbale communicatie (Hart *et al.* 2007). Tijdens elk interview (face-to-face en telefonisch) zijn aantekeningen gemaakt.

6.1.3 Positieanalyse

De resultaten uit de interviewanalyse zijn binnen dit hoofdstuk gebruikt om de houding van de stakeholders te beoordelen. De stakeholders worden beschouwd ten opzichte van een positieve of negatieve houding en of zij actief of passief deel uit willen maken van het proces. Stakeholders worden als positief beschouwd wanneer deze optimistisch, welwillend en constructief op de stellingen (onderwerp) reageren. Een negatieve houding wordt toegekend wanneer de stakeholder een afwachtende of ontkennende houding laat zien. Als actief worden diegenen beschouwd die het project door een constructieve bijdrage of inbreng willen gaan steunen. Stakeholders worden als passief ingedeeld, wanneer geen sprake is van een bijdrage in actieve zin (wat niet wil zeggen dat deze niet geïnteresseerd zijn). De stakeholders kunnen aan de hand van hun houding worden ingedeeld in vier categorieën:

- actief-positief: Deze stakeholders zijn enthousiast en eventueel bereid tot actieve medewerking bij het creëren van draagvlak, promotie, communicatie, investeringen en vergunningen.
- passief-positief: Deze stakeholders zijn positief ingesteld tegenover het idee en volgen het proces met belangstelling. Maar zij zijn niet bereid actief deel uit te maken van het proces.
- actief-negatief: Deze stakeholders staan kritisch tegenover het idee, maar zijn wel bereid om onder de juiste randvoorwaarden een actief deel te vormen binnen het proces met betrekking tot het creëren van draagvlak, promotie, communicatie, investeringen en vergunningen.
- passief-negatief: Deze stakeholders staan kritisch/negatief tegenover het idee, maar volgen het proces en de ontwikkelingen op dit gebied wel. Zij willen geen actief deel uitmaken van het proces. Deze groep is eveneens belangrijk in het proces tot verkrijging van draagvlak. Deze groep is te overtuigen met goed gefundeerde argumenten, zodat zij passief-positief gaan worden.

6.2 Resultaten

Van december tot eind januari hebben 9 interviews plaats gevonden. Er zijn 4 face-to-face interviews gehouden, 4 telefonische interviews en er heeft een interview plaats gevonden via de mail. Resultaten worden ingedeeld in drie paragrafen. In de eerste paragraaf worden de stakeholders en hun functie nader beschreven. In de tweede en derde gedeelte wordt inhoudelijk op de interviews en hun resultaten ingegaan.

6.2.1 Omschrijving van de betrokkene stakeholders

In totaal zijn er 10 stakeholders gekozen, waarvan 9 zijn geïnterviewd¹. Onder de geïnterviewden bevinden zich vertegenwoordigers van de visserijsector, de aquacultuur, de milieufederatie, Rijkswaterstaat, de communicatie sector, de overheid en een vertegenwoordiger van de watersport. Een vertegenwoordiger van de provincie is gevraagd, hoe de recreatie en het toerisme staan tegenover zeewierteelt. In het volgende stuk worden de geïnterviewde stakeholders ingedeeld aan de hand van hun belangen (directe belang, indirecte belang) en

¹ *Met Roem van Yerseke is binnen de onderzoeksperiode geen contact tot stand gekomen.*

vervolgens nader beschreven met betrekking tot hun functie binnen het onderwerp. Ook wordt aangegeven in welke vorm het interview is afgenomen.

6.2.1.1 Direct belang

Onder direct belang worden stakeholders met rechtstreekse belangen betreffend het gebied en het onderzoek verstaan (vaak zijn dit overheidsinstellingen).

Provincie Zeeland, Jaap Broodman

Het maatschappelijk draagvlakonderzoek wordt uitgevoerd voor het Oosterscheldegebied, Zeeland. Hiervoor is de provincie uiteraard als stakeholder heel belangrijk. Zij vertegenwoordigt de bevolking, de interesse in het gebied en speelt een belangrijke rol bij het realiseren van projecten in het gebied. Het hoofd belang is het inrichten van het gebied aan de hand van de gebiedsvisie op een duurzame manier.

Als vertegenwoordiger voor de provincie is gekozen voor de heer Jaap Broodman, Senior beleidsmedewerker Zeeland, sector economie en visserij. Hij is uiteraard geschikt door zijn langjarige ervaring (10 jaar) betreffende Zeeland, de Zeeuwse economie en de visserij. Hiernaast maakt hij deel uit van het project Zeeuwse Zilte Zaligheden. Al met al een heel ervaren persoon, met veel kennis en invloed betreffende Zeeuwse projecten en dus een heel belangrijker stakeholder. Het interview is afgenomen in vorm van een face-to-face interview.

Rijkswaterstaat Zeeland, Leo Adriaanse

Rijkswaterstaat beheert en ontwikkelt in opdracht van de minister en de staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat het nationale netwerk van wegen en vaarwegen. Zo beheert Rijkswaterstaat ook het waterareaal in de Oosterschelde. Wanneer zeewierteelt geïntroduceerd zou worden in de Oosterschelde zullen vergunningen moeten worden aangevraagd. Rijkswaterstaat heeft brede kennis op het gebied. Zij kunnen een adviserende rol innemen op het gebied van vergunningen op grond van de Waterwet. Rijkswaterstaat werkt aan voldoende en schoon water, droge voeten en een veilige en vlotte scheepvaart in het gebied. Wanneer zeewierenteelt plaats zou gaan vinden in de Oosterschelde is het van belang om bij Rijkswaterstaat aan te kunnen tonen dat dit in relatie tot voornoemde op een verantwoorde manier gebeurt. Hierdoor is Rijkswaterstaat uiteraard belangrijk als stakeholder binnen dit project.

Als vertegenwoordiger voor het interview is gekozen voor de heer Leo Adriaanse, senior adviseur water in Zeeland. Als stakeholder is gekozen voor de heer Adriaanse vanwege zijn kennis en ervaring (26 jaar) op het gebied. Het interview is telefonisch afgenomen.

Zeeuwse Milieufederatie, Gijs van Zonneveld

De Zeeuwse Milieufederatie houdt zich bezig met de natuur, het landschap en de Deltawateren van Zeeland. De Zeeuwse Milieufederatie is een vertegenwoordiger voor natuur- en milieuwaarden in Zeeland. Bij deze organisatie zijn vrijwel alle natuurorganisaties, waaronder de terreinbeherende organisaties (Het Zeeuwse Landschap, Natuurmonumenten) aangesloten. De Zeeuwse Milieufederatie is een belangrijke stakeholder wanneer het gaat om effecten van de zeewierteelt op de ecologie. Als vertegenwoordiger is gekozen voor de heer Gijs van Zonneveld. De heer Van Zonneveld houdt zich voornamelijk bezig met de Deltawateren en de Natura 2000-gebieden in Zeeland. Hiernaast heeft hij enig contact met de visserijsector en de aquacultuursector. Hierdoor is hij als stakeholder erg belangrijk en kan wellicht voor het project veel betekenen. Het interview is afgenomen in de vorm van een telefonisch interview.

6.2.1.2 Indirecte belangen

Hieronder worden stakeholders verstaan die niet onmiddellijke belangen hebben met betrekking tot het gebied en het onderzoek.

Van Dantzig Communicatiepartners, Ed van Dantzig

Om projecten goed te kunnen realiseren en bij het creëren van draagvlak is goede communicatie een essentieel hulpmiddel. Daarom is bewust gekozen om iemand van de communicatie sector bij het onderzoek te betrekken. De keuze viel op de heer Ed van Dantzig, ondernemer in strategische communicatie en public relations. Hiernaast is hij voorzitter van de Commissie Communicatie en Publiciteit, betrokken bij de productenorganisatie mosselcultuur en Zeeland aquacultuur B.V.. Ook is hij organisator en eigenaar van de Nationale Zeeuwse Oesterpartij en maakt hij deel uit van het project Zeeuwse Zilte Zaligheden. Hij heeft veel kennis op dit gebied en jarenlange ervaring, waardoor hij voor dit project veel kan betekenen en een belangrijke stakeholder vormt.

Belangen worden gezien met betrekking tot de communicatie. Hiernaast kan het zeewierproject een positieve impuls toevoegen aan het reeds bestaande project Zeeuwse Zilte Zaligheden. Het interview is afgenomen in vorm van een face-to-face interview.

Visafslag, Johan van Nieuwenhuyzen

Bij het maatschappelijk draagvlakonderzoek is ook gekeken naar een vertegenwoordiger van de economische sector. Gekozen is voor de visafslag, het belangrijkste afzetkanaal van vis en ook steeds meer van aquacultuurproducten. De stakeholder zou ook in toekomst een belangrijke rol kunnen gaan spelen met betrekking tot de zeewierteelt en de afzet van de betreffende producten op de markt. Met betrekking tot de transactie zijn ook de belangen van de stakeholder te zien.

Als vertegenwoordiger is gekozen voor de Managing Directeur Visafslag Colijnsplaat, Stellendam en Scheveningen, Johan van Nieuwenhuyzen. Hij is ook lid van het dagelijks bestuur visserij en lid van de NOVA (National Overleg Visafslag). Het interview is afgenomen in de vorm van een telefonisch interview.

Prins & Dingemans, Ko Prins

Prins & Dingemans hebben als bedrijf veel ervaring met het verwerken van schelpdieren en het creëren van draagvlak en zij kunnen belangrijk zijn bij het afzetten van zeewierproducten op de markt. Hierdoor wordt het bedrijf als potentiële stakeholder geacht. Hun belangen met betrekking tot het onderwerp zijn te zien in het bevorderen van de aquacultuur en het optimaliseren van benodigde processen.

Als vertegenwoordiger is gekozen voor de heer Prins, ondernemer en eigenaar Prins & Dingemans. Door zijn kennis en ervaring op het gebied zou hij veel kunnen betekenen voor het project. Door tijdgebrek is gekozen voor een benadering via e-mail.

Seafarm, Adri Bout

Seafarm met als vertegenwoordiger Adri Bout is een belangrijke stakeholder. Hun belangen zijn gericht op het bevorderen van de aquacultuursector en het optimaliseren van benodigde processen.

De heer Bout, ondernemer, is begonnen als visser en is na 25 jaar overgestapt naar aquacultuur (kweek van tarbot en het vissen, verwateren en verpakken van mesheften). Hij heeft heel veel kennis over de aquacultuur en zou wellicht een constructieve bijdrage kunnen leveren wanneer het gaat om zeewierteelt in de Oosterschelde en het verkrijgen van draagvlak op dit gebied. Het interview is afgenomen in de vorm van een face-to-face interview.

Mosselkweker, Johnny Dhooge

De mosselvisserij speelt een belangrijke rol in Zeeland. Hierdoor is het belangrijk dat de vissers als stakeholders vertegenwoordigd zijn in het project en actief betrokken worden bij het proces. Hun belangen zijn voornamelijk gericht op de vangst en dat de visserijtaak niet in de weg wordt gezeten. Als vertegenwoordiger is gekozen voor de heer Dhooge vanwege zijn lange ervaring en zijn kennis op het gebied. Het interview is afgenomen in de vorm van een telefonisch interview.

NOB (Nederlandse Onderwatersport Bond), Desmond van Santen

De duiksport heeft een belangrijke functie in de Oosterschelde. Jaarlijks worden zo'n 1 miljoen duiken gemaakt in de Oosterschelde en maken zij deel uit van de Zeeuwse economie. Hierdoor wordt deze sector als belangrijke stakeholder geacht. Hun belangen zijn voornamelijk te zien in de behoud en de verbetering van de bestaande duiklocaties.

Als vertegenwoordiger is gekozen voor de heer Desmond van Santen, beleidsmedewerker project Zeeland 'Masterplan Onderwatersport in Zeeland (2009-2012)'. Het interview is afgenomen in de vorm van een face-to-face interview.

6.2.2 Poweranalyse

Naast hun functie en hun belangen kunnen de gekozen stakeholders worden ingedeeld aan de hand van hun macht (power) met betrekking tot de uitvoering van het project (Afbeelding 6.1 Poweranalyse).

Power	
High power	<ul style="list-style-type: none"> • Provincie Zeeland • Rijkswaterstaat • Zeeuwse Milieufederatie
Low power	<ul style="list-style-type: none"> • Seafarm • Prins & Dingemanse • Visserij • Van Dantzig Communicatiepartners • Visafslag • Nederlandse Onderwatersport Bond

Afbeelding 6.1. Poweranalyse.

Provincie Zeeland, Jaap Broodman

De provincie Zeeland heeft veel macht wanneer het gaat om projecten in het gebied. Zij bepalen aan de hand van de gebiedsvisie en hun wet- en regelgeving aan welke randvoorwaarden het project moet voldoen en of het tot de uitvoering komt.

Rijkswaterstaat Zeeland, Leo Adriaanse

Rijkswaterstaat beheert het waterareaal in de Oosterschelde. Rijkswaterstaat werkt aan voldoende en schoon water, droge voeten en een veilige en vlotte scheepvaart in het gebied. Wanneer zeewierenteelt plaats zou gaan vinden in de Oosterschelde, is het van belang om bij Rijkswaterstaat aan te kunnen tonen dat dit op een verantwoorde manier gebeurt. En zijn vergunningen nodig op grond van de Waterwet. Hierdoor is Rijkswaterstaat uiteraard een belangrijk stakeholder met een machtspositie.

Zeeuwse Milieufederatie, Gijs van Zonneveld

De Zeeuwse Milieufederatie beheert de natuurgebieden en de Deltawateren in Zeeland. Wanneer zeewierteelt in het gebied geïntroduceerd zou worden, moeten de ecologische effecten op het gebied bekend zijn en moet bij de Milieuorganisatie aangetoond kunnen worden dat de zeewierteelt op ecologisch verantwoorde manier plaats vindt. Hierdoor wordt de Zeeuwse Milieufederatie ingedeeld als stakeholder met veel macht.

Seafarm, Adri Bout

Door hun kennis over de aquacultuur en hun innovatieve bedrijfsvoering is Seafarm een belangrijke stakeholder. Maar ten opzichte van de projectuitvoering wordt er echter geen macht gezien.

Prins & Dingemanse, Ko Prins

Prins & Dingemanse speelt voornamelijk een rol wanneer het gaat om de verwerking en de afzet van de producten. Met betrekking tot de uitvoering is er weinig macht.

Mosselkweker, Johnny Dhooge

Als mosselkweker maakt de heer Dhooge actief gebruik van het gebied, in het kader van een duurzaam project wordt hij geacht als belangrijke stakeholder. Maar zijn machtspositie binnen het project is klein.

Van Dantzig Communicatiepartners, Ed van Dantzig

Van Dantzig Communicatiepartners zijn zoals het de naam al zegt voornamelijk bezig op het gebied van de communicatie en betrokken bij diverse projecten in Zeeland. Hierdoor worden zij gezien als belangrijke stakeholder. Maar is hun macht echter klein met betrekking tot de realisering van het project.

Visafslag, Johan van Nieuwenhuyzen

De visafslag speelt een belangrijke rol bij het afzetten van de producten en kan helpen met het verkrijgen van kennis en wellicht draagvlak. Veel macht betreffende de actieve uitvoering van het project is er niet.

NOB (Nederlandse Onderwatersport Bond), Desmond van Santen

De NOB maakt gebruik van het gebied en is bezig met het behoud en het verbeteren van de in het gebied aanwezige duiklocaties. Hierdoor wordt deze groep geacht als belangrijk stakeholder en zou bij het draagvlakonderzoek betrokken moeten worden. Macht tot de realisatie van het project wordt niet gezien.

6.2.3 Interviewanalyse

In deze subparagraaf worden de resultaten van de interviewanalyses per stakeholder weergegeven.

Provincie Zeeland, Jaap Broodman

'Zeeland zonder visserij en aquacultuur onvoorstelbaar! Wereldwijd gezien groeit de aquacultuur-sector sneller dan de markt voor mobiele telefoons.' Ook in Zeeland ziet men groot potentieel voor aquacultuur als alternatief voor de traditionele visserij. Deze heeft haar grenzen bereikt met betrekking tot milieu-effecten, visbestanden en de brandstofkosten. Tegenover de combinatie van zeewierteelt en aquacultuur staat Zeeland positief. De heer Broodman geeft aan dat de Oosterschelde en misschien ook andere gebieden in Zeeland uiteraard geschikt zijn voor de zeewierteelt. Wel is hij erg duidelijk in dat Zeeland geschikt is voor zeewierproeven en kleinschalige teelt, maar niet voor grootschalige teelt. Dit in verband met ruimtegebrek en de velen gebruiksfuncties. Grootschalige teelt is te realiseren via offshore teelt in de Noordzee. Als proeflocatie vindt de provincie de Schelphoek uiteraard geschikt, wel moet er rekening worden gehouden met de overige gebruikersfuncties in het gebied en moet het landschappelijk in het gebied passen (voorbeeld hiervan zijn de MZI's). Knelpunten met overige gebruikers in het gebied worden niet gezien, wanneer de teelt kleinschalig en in de vorm van proeven plaatsvindt. Op grote schaal zou de duiksport en de visserij een knelpunt kunnen vormen. Naast de genoemde randvoorwaarden is een goede communicatie en het betrekken van de stakeholders vanaf het procesbegin belangrijk. Verder worden kansen gezien voor de werkgelegenheid. Zeeland zou een rol kunnen spelen bij het verwerken en het oogsten van zeewier. Logistiek gezien is Zeeland een ideale plaats voor de verwerking en vermarkting van zeewier. Zo kan bijvoorbeeld gebruik worden gemaakt van het fijnmazige distributienetwerk dat de schelpdierhandel heeft opgezet. Een belangrijke randvoorwaarde bij de teelt is dat andere gebruiksfuncties niet worden belemmerd. Op de vraag of zeewierteelt een alternatieve werkgelegenheid kan vormen voor de visserij wordt een afwachtende houding tegenover aangenomen.

Toevoeging: Boeren en vissers zullen niet zo snel overschakelen naar andere producten.

Met betrekking tot het draagvlak in het gebied is dhr. Broodman positief. De zeewier passen goed bij het Zeeuwse karakter. In de horeca of in de vorm van streekproducten ziet hij groot potentieel, wanneer deze onder het gezondheidsaspect vermarkt kunnen worden². Door goede communicatie, de opname van de producten bij de Zilte Zeeuwse Zaligheden en door het organiseren van events (visserijdag) zou het draagvlak verder gestimuleerd kunnen worden.

In het algemeen staat de provincie er positief tegenover en willen zij actief deel uitmaken van het proces met betrekking tot het creëren van draagvlak, promotie, communicatie en vergunningen.

Van Dantzig Communicatiepartners, Ed van Dantzig

'Aquacultuur is een goede en broodnodige ontwikkeling, in ieder geval al vanuit het duurzaamheidsaspect.' Tegenover de combinatie met zeewier staat men positief. Kansen worden vooral gezien in zeewierproducten en de horeca als afzetmarkt, door zeewier op te nemen in het project Zeeuwse Zilte Zaligheden.

Toevoeging: De producten moet je zien af te zetten in grote restaurants met een Michelin ster. Dit zegt iets over de kwaliteit van de zeewier. Al met al moet je ervoor zorgen dat door middel van een goede communicatie draagvlak gecreëerd wordt. Communicatie zou plaats kunnen vinden via PR-marketing-strategieën, via de gedrukte media, kranten etc.. Hiernaast zullen de locale omroepen, symposia, beurzen, boeken en proeverijen een belangrijke rol gaan spelen. De draagvlak-stimulatie zou kunnen aansluiten bij de door het Zeeuwse oesterpartij georganiseerde symposium (elk jaar in september met ca. 800 bezoekers), of bij de Gouden Schepenrace in juni.

² *Citaat schrijver: Dit geeft ook het beeld weer, dat is verkregen op de visserij-dag in Yerseke 2009; Enquête Zilte smaak, bijlage III.*

Daarnaast past zeewierteelt uitstekend bij de gebiedsvisie van Zeeland, onder een juiste communicatieve benadering zou voldoende draagvlak bij de Zeeuwse bevolking gerealiseerd kunnen worden. Sterker nog worden er zelf kansen gezien voor uitbreiding richting de Belgische en Duitse markt. Ook worden kansen gezien met betrekking tot de ecologie in het gebied. Zeewieren zouden een positieve invloed kunnen hebben op de vis en mosselbestand door te fungeren als kraamkamer. Knelpunten vanuit de waterrecreanten en de vissers worden niet verwacht, wanneer goed wordt gecommuniceerd en zorgvuldig een marketingconcept wordt opgesteld. Op de vraag naar een geschikte teeltlocatie, en of de Schelphoek een goede proeflocatie is, geeft dhr. Dantzig aan dit punt niet goed te kunnen beoordelen. Wel geeft hij aan dat de Colijnsplaat in Yerseke goede locaties bieden met betrekking tot de verwerking van de zeewieren en het creëren van nieuwe werkgelegenheid.

Toevoeging: De locatie Colijnsplaat krijgt mijn voorkeur, omdat in het gebied vissers en agrariërs in gelijke mate actief zijn. Wanneer je in Yerseke zit, heb je bijna uitsluitend te maken met vissers. De benadering van meerdere partijen is wenselijk en bevordert het creëren van draagvlak. Ook speelt het ZLTO een belangrijke rol en zou bij het onderzoek en het opzetten van de projecten actief betrokken moeten worden.

Op de vraag naar een actieve bijdrage, is dhr. Dantzig positief gestemd en wil hij zeker een actieve rol spelen binnen het project op communicatief- en marketinggebied. Randvoorwaarden zijn het vergaren van alle benodigde inhoudelijke en wetenschappelijk-technische kennis, informatie over gebruiksmogelijkheden en doeleinden en een goede briefing vanuit Wageningen UR. Plus uiteraard een voldoende ruim budget. Verder geeft hij aan dat voor investeringen en subsidies de NVE (Economische Impuls Zeeland) of Adri van de Maas (financiële middelen en hulp bij communicatie en promotie) betrokken kunnen worden.

Visafslag, Johan van Nieuwenhuyzen

'De vraag naar duurzame vis stijgt en ook de vraag naar voldoende aquacultuur. De wilde vis-bestanden zijn beperkt, aquacultuur kan hier een mooie aanvulling op zijn.' Tegenover de combinatie van zeewieren met aquacultuur is de heer Nieuwenhuyzen vrij positief ingesteld. Vooral wanneer het gaat om de combinatie van zeewierteelt met viskweek.

Toevoeging: Op dit moment staat de aquacultuur nog in de kinderschoenen en is de kweek van bepaalde soorten en het verkrijgen van kwalitatief uitgangsmateriaal nog vrij lastig. Hier moet hard aan worden gewerkt om de aquacultuur een beetje rendabeler te maken. Voor zeewieren geldt dat ook. Maar wanneer men dit onder de knie heeft zou de sector rendabel gaan worden.

Als randvoorwaarden voor de teelt in de Oosterschelde wordt gesteld dat het landschappelijk moet passen bij het gebied, dat het rendabel is, dat er ruimte is voor uitbreiding en dat de overheid een actieve rol inneemt bij het aanwijzen van percelen voor aquacultuur en zeewierteelt. Zodat andere gebruiksfuncties niet worden belemmerd. Hiernaast zou de blanco situatie (milieueffecten, calamiteiten, ziekten etc.) in kaart moeten worden gebracht. Bij de vraag over een geschikte teeltlocatie geeft dhr. Nieuwenhuyzen aan over onvoldoende kennis te beschikken om dit te kunnen beoordelen. Persoonlijk wordt er geen bezwaar gezien wanneer gebruik wordt gemaakt van de Schelphoek als proeflocatie. Kansen en voordelen van de zeewierteelt worden voornamelijk gezien in het gericht produceren (afgestemd op de markt). Ook zou zeewierteelt bij kunnen dragen aan het creëren van nieuwe werkgelegenheid voor de landbouw (probleem verzilting) en de industriële sector met betrekking tot het teeltproces, het oogstproces en het verwerkingsproces. Hiernaast worden kansen gezien voor het draagvlak bij de Zeeuwse bevolking, wanneer zeewierteelt rendabel wordt en wanneer de producten qua kostprijs kunnen concurreren op de markt. Door de producten op te nemen in het project Zeeuwse Zilte Zaligheden en de Zeeuwse Tong zou het draagvlak positief beïnvloed kunnen worden. De productie moet duurzaam plaats vinden.

Toevoeging: Het draagvlak zou verder gestimuleerd kunnen worden door op breed vlak te informeren (kenniscentra, symposium etc.). Ook spelen de NGO's een belangrijke rol, wanneer deze over een duurzaam product praten, draagt dat positief bij, bij het verkrijgen van draagvlak in Zeeland. Maar in het algemeen is er voldoende draagvlak bij de Zeeuwse bevolking, deze houdt van zilte producten (lamsoor, zeekraal).

Tegenover de vraag om de visserijsector te voorzien van een nieuwe taak staat men negatief. Omdat vissers niet snel bereid zijn om over te schakelen naar een andere taak. Men ziet wel kansen om de visserij-sector te voorzien van een extra taak, met name in het oogsten van zeewier. Hiernaast zullen vissers een deel uit kunnen maken van het monitoringsprogramma. Over knelpunten gesproken wijst de heer Nieuwenhyzen op de visserij, de duiksport en de recreatievaart. Wel met de opmerking dat het niet perse een knelpunt hoeft te zijn, wanneer alle partijen als stakeholders vanaf het begin bij het proces worden betrokken. Door goede communicatie en door andere gebruiksfuncties niet in de weg te zitten zou ook van deze acteurs positief feedback verwacht kunnen worden. De houding is voornamelijk positief, hoewel er aan bepaalde structuren gewerkt moet worden om het rendabel te maken. Op de vraag naar de actieve bijdrage is de heer Nieuwenhyzen erg enthousiast. Graag wil hij deel uit maken van het monitoringsproces, bij het zoeken van oplossingen voor bepaalde knelpunten en het communiceren om voldoende draagvlak te creëren. Maar hoofdzakelijk wil de heer Nieuwenhyzen bestuursmatig actief worden. De visafslag zou hiernaast het transactiepunt kunnen vormen met betrekking tot de zeewierproducten.

Prins & Dingemanse, Ko Prins

'Aquacultuur heeft de toekomst! Zeker wat betreft de aquacultuur van schelpdieren en algen zullen er de komende jaren belangrijke doorbraken/ontwikkelingen plaats vinden. Over enkele jaren zou de aquacultuur een volledige bedrijfstak vormen. Nederland heeft goede kansen voorop te gaan lopen in de wereld, wanneer het goed wordt aangepakt.' Knelpunten worden op dit moment nog gezien met betrekking tot het ministerie van LNV. Van LNV wordt vooraf meer voeling voor ondernemers/ondernemingen verwacht. Verder worden geen knelpunten gezien, wanneer de betrokken partijen vanaf het begin bij het proces worden betrokken. De zeewierteelt in de Oosterschelde wordt als interessant gezien door de geïnterviewde en hij ziet mogelijkheden voor zeewierteelt met betrekking tot de gebiedsvisie van Zeeland. Hiernaast voldoet zeewier aan een latente vraag bij de consument.

Toevoeging: Wij als bedrijf zien een verantwoordelijkheid om deze latente vraag in te gaan vullen.

Kansen worden gezien in het creëren van nieuwe werkgelegenheid. Zo wordt werkgelegenheid gezien in het kweken van zeewier, het oogsten en de verwerking ervan. Hiernaast zegt de heer Prins dat door het commercialiseringsproces arbeidsplaatsen ontstaan en versterkt het de propositie naar de markt van het totaal aanbod vanuit Yerseke (blueport Yerseke)'. Hierdoor zou het draagvlak bij de bevolking toe nemen.

Toevoeging: Het draagvlak zou verder gestimuleerd kunnen worden door de informatie over de zeewieren via een kenniscentrum (Yerseke) bij lokale kranten en omroepen onder de aandacht te brengen.

Bij de vraag welke locaties geschikt zijn voor zeewierteelt en of de Schelphoek een goede testlocatie is, geeft de heer Prins aan over onvoldoende kennis te beschikken om deze vraag te kunnen beantwoorden. Wel kijkt hij uit naar de combinatie van nearshore en offshore teelt.

Al met al staat Prins & Dingemanse als bedrijf positief tegenover de zeewierteelt en zou de teelt volgens hen rendabel gaan worden. Ook staat men positief tegenover zeewierproducten als nichemarkt binnen het bedrijfconcept. Voornamelijk producten met een historie (Japanse keuken) zullen vermarkt kunnen worden. De vraag naar actieve bijdrage wordt met ja beantwoord. Voor een concrete invulling van de bijdrage moet worden gekeken naar wat de mogelijkheden op termijn zijn. 'Hier heeft het ministerie van LNV weer een belangrijke taak om ondernemingen ook op een ondernemingsvriendelijke manier tegemoet te treden', aldus de heer Prins.

Mosselkweker, Johnny Dhooge

'De Oosterschelde zit vol en wordt er op dit moment te rooskleurig naar de aquacultuur gekeken. De productiekosten van de aquacultuur zijn te hoog om op de markt te kunnen concurreren.' Hiernaast is een knelpunt het gebrek aan ruimte, door te veel medegebruikers. De heer Dhooge ziet geen kans voor grootschalige aquacultuur en zeewierenteelt in de Oosterschelde.

Toevoeging: Beide sectoren zullen altijd een nichemarkt blijven vormen, tenzij de productiekosten zodanig verlaagd worden dat het rendabel gaat worden. Maar dan nog is de concurrentie voor de aquacultuur erg groot.

Zijn afstandelijke houding tegenover de aquacultuur wijst hij ook toe aan het feit dat er al een aantal projecten op dit gebied plaats hebben gevonden die niets hebben opgeleverd. Als voorbeeld noemt hij de garnalenkweek in Emouden (Maasvlakte), waar € 30 miljoen geïnvesteerd zijn zonder succes. Wanneer aquacultuur en zeewierenteelt op een effectieve manier plaats kunnen vinden ziet de heer Dhooge wel kansen voor draagvlakuitbreiding. Voor de visserijsector zullen dan wellicht op kleine schaal kansen voor nieuwe werkgelegenheid kunnen ontstaan. Op de vraag naar draagvlak met betrekking tot de Zeeuwse bevolking en zeewierproducten gaf de heer Dhooge aan er geen kennis over te beschikken. Het feit dat er onderzoek wordt gedaan naar alternatieven voor de visserijsector vindt hij positief. Hij staat positief tegenover de Schelphoek als proeflocatie omdat er weinig gebruiksfuncties zijn in dit gebied.

Toevoeging: Het is namelijk niet van de hand te wijzen dat de mosselvisserij achteruitgaat met betrekking tot de afzet. Waren het een aantal jaren geleden nog 1 miljoen kg mosselen, zo kunnen vandaag nog maar 40.000 kg mosselen op de markt worden afgezet.

Al met al staat de heer Dhooge afwachtend tegenover de zeewierenteelt en de aquacultuur. Duidelijk komt tijdens het gesprek naar voren dat zijn houding niet principieel negatief is, wanneer de randvoorwaarden positief gaan veranderen ziet hij wellicht kansen. Met name als alternatieve bron van werkgelegenheid. Hiernaast is hij graag tot verdere gesprekken bereid en wordt het op prijs gesteld om op de hoogte van de projectvoortgang te worden gehouden. Maar wordt er afgezien van een actieve bijdrage, zoals het volgens de definitie (hfd. 6.1) wordt verstaan.

Seafarm, Adri Bout

'Het hele visserijsysteem is niet goed op dit moment. De grootschalige visserij heeft haar grenzen bereikt en zou in Zeeland in de toekomst maar kleinschalig plaats kunnen vinden. Maar ook de aquacultuur sector heeft nog de nodige problemen.'

Toevoeging: In het begin waren de kweekinstallaties en de oogst een moeilijk punt. Hier kon goede vooruitgang worden geboekt. Op dit moment is de samenwerking van de aquacultuurboeren nog steeds een struikelblok. Hier moet verandering in komen wanneer men serieus praat over grootschalige aquacultuur. Verder is het verkrijgen van goed kwalitatief uitgangsmateriaal vrij lastig.

Kansen van de aquacultuur en de zeewierenteelt worden voornamelijk gezien in de duurzame productie en het afstemmen van de productiecapaciteit op de markt. Zelf geeft de heer Bout aan, persoonlijk niets met zeewierenten te hebben, voornamelijk wanneer het gaat om producten voor de horeca, farmacie etc.. Hij kan zich niet voorstellen om als Seafarm zijnde te beginnen aan grootschalige zeewierenteelt. Wel staat hij positief tegenover de zeewierenteelt met aquacultuur als combinatie. Potentieel hebben de zeewierenten bij de waterzuivering en als voedingsaanvulling voor mosselen. In samenwerking met Job Schipper is de heer Bout bezig met een zeewierproject in combinatie met het zuiveren van het afvalwater (vis reststromen).

Toevoeging: Op dit moment liggen de zuiveringskosten op € 10.000 per jaar. Wanneer deze verlaagd zouden kunnen worden door de gecombineerde zeewierenteelt zou dit de waarde van het product onder het duurzaamheidsaspect nog kunnen verhogen.

Knelpunten volgens de heer Bout zijn te zien in de visserijsector, deze zou overwegend negatief zijn, wanneer de teelt in hun vangstgebied plaats zou vinden. Hiernaast moet de teelt passen in het landschap en moet je rekening houden met horizonvervuiling. Bij de vraag voor een geschikte locatie en de mogelijkheden voor grootschalige teelt, wordt erop gewezen, dat de teelt in de Oosterschelde voornamelijk kleinschalig in de vorm van een nichemarkt plaats zou kunnen vinden en wordt er aan de haalbaarheid van grootschalige teelt in de Oosterschelde getwijfeld. Randvoorwaarde voor de teelt is het gebruik maken van al bestaande teeltconstructies. Dit biedt goede kansen voor de mosselboeren. De kweekinstallatie zou gebruikt kunnen worden voor de mosselkweek en buiten de mossel-seizoen voor de kweek van zeevieren (multifunctioneel ruimtegebruik). De Schelphoek als proeflocatie wordt als een goede keuze bevonden. De visserij te voorzien van een nieuwe taak zou niet lukken door de negatieve houding van deze sector. Wel ziet de heer Bout werkgelegenheid in de vorm van loonbedrijven voor de Zeeuwse bevolking.

Al met al is de mening over zeevienteelt in de Oosterschelde positief, wanneer er niet van grootschalige teelt wordt uitgegaan. Ook is er draagvlak met betrekking tot het gebruik van zeevier voor het zuiveren van (viskweek) afvalwater en het daaropvolgend gebruik van zeevieren als voedingsbron in de schelpdierenkweek. De vraag naar actieve bijdrage is beantwoord met ja en zou plaats kunnen vinden in de vorm van het beschikbaarstellen van de faciliteiten (proeflocatie). Ook heeft de heer Bout al eerder met instellingen zoals de Wageningen UR en Imares samengewerkt. Als randvoorwaarde voor de actieve bijdrage geeft de heer Bout aan dat het moet bijdragen aan een economische impuls en impuls geven aan de aquacultuur sector. Verder dient het een duurzame kweek te zijn.

NOB (Nederlandse Onderwatersport Bond), Desmond van Santen

'Aquacultuur heeft vooral een positieve invloed op de visstand die momenteel onder enorme druk staat. Door overbevissing dreigen wereldwijd vissoorten en koralen uit en af te sterven. Aquacultuur zou hier een positieve invloed op kunnen hebben. Wel onder de voorwaarden dat gekweekte vis niet wordt gevoed met wilde vis. Hier zouden zeevieren een positieve invloed op kunnen hebben.'

De zeevienteelt past goed bij de gebiedsvisie van Zeeland. Bij de NOB staat men er positief tegenover, voornamelijk door de waterzuiveringcapaciteit van het zeevier. De teelt in de Oosterschelde zou voornamelijk kleinschalig plaats vinden door het gebrek aan ruimte. Kansen voor grootschalige teelt ziet men in offshoreteelt in de Noordzee.

Toevoeging: Zeevienteelt bij voorkeur clusteren in één beperkt offshore gebied i.p.v. verspreid over verschillende kleinere nearshore locaties.

Randvoorwaarden voor de teelt van zeevieren in de Oosterschelde zijn, dat de duiksport niet wordt belemmerd, dat het duurzaam is en dat het ecosysteem niet wordt beschadigd. Met betrekking tot de Schelphoek als proeflocatie ziet de NOB geen bezwaar, wanneer de proeven niet plaats gaan vinden aan de buitenkant van het bassin, waar zich belangrijke duiklocaties bevinden. Hiernaast wordt Bergsediepsluis genoemd als goed proeflocatie, door het nutriëntenrijk water. De vraag naar draagvlak beantwoordt de heer Van Santen positief. Hij denkt dat de bevolking vrij positief tegenover de zeevienteelt staat. Hiernaast zou de teelt ook werkgelegenheid kunnen vormen en kan door het imago van een duurzame vakantiebestemming het toerisme positief worden beïnvloed. Ook zouden er wellicht alternatieve werkgelegenheden kunnen worden gecreëerd voor de visserij en de landbouwsector. De duikers staan er voornamelijk positief tegenover en zullen het leuk vinden om deel uit te maken van het monitoringproces. Hiernaast wordt nog verwezen naar de Stuurgroep Zuidwestelijke Delta en de stichting Noordzee als belangrijke stakeholders.

De NOB is positief over de zeevienteelt in de Oosterschelde op kleinschalige manier en ziet verder mogelijkheden voor grootschalige teelt offshore. De vraag naar een actieve bijdrage wordt als volgt beantwoordt: 'Als belangenbehartiger van alle sportduikers in Nederland zetten wij ons in voor behoud van de bestaande duikplaatsen. Dat is voor de NOB het startpunt van denken. Van daaruit kunnen we bekijken waar er kansen liggen.' Als organisatie zelf wordt niet meegewerkt aan een actieve bijdrage. Wel via sportduikgerichte vrijwilligersorganisaties zoals de NOB Biologische Werkgroep (www.biologischewerkgroep.nl) en Stichting Anemoon (www.anemoon.org). De medewerking is gekoppeld aan een open en transparant planproces.

Rijkswaterstaat Zeeland, Leo Adriaanse

'Aquacultuur biedt een nieuwe duurzame manier van eiwitrijk voedsel en is een mooi alternatief voor de wilde vangst.' Aquacultuur en zeewierenteelt heeft in Zeeland goede kansen, wanneer het op een duurzame manier wordt geproduceerd. Hiernaast is de kwaliteit van de producten essentieel wanneer het gaat om draagvlak. Verder ziet men kansen voor de combinatie van mosselkweek en zeewierenteelt, wanneer de proceskosten met de markt kunnen concurreren. En zouden er op lokale schaal enkele werkplekken kunnen ontstaan. Om de visserij te voorzien van een nieuwe taak in de zeewierenteelt ziet men geen grote mogelijkheden, pas wanneer er meer kennis is en er geld mee te verdienen valt zullen er wellicht mogelijkheden kunnen ontstaan. Op de vraag of er draagvlak is bij de Zeeuwse bevolking zegt men dat deze niet geïnteresseerd zou zijn in de zeewierenteelt, pas wanneer het een succes is zullen mensen geïnteresseerd raken en nieuwsgierig zijn naar de producten. Door de concurrentie aan de kust en de vele gebruiksactiviteiten in de Oosterschelde is grootschalige teelt niet te realiseren. Kleinschalig zijn er wel mogelijkheden wanneer geen andere gebruiksfuncties worden belemmerd. Hiernaast zijn randvoorwaarden voor de teelt het in het landschappelijke beeld passen van de teeltsystemen met betrekking tot ruimtelijke ordening. Er mag geen concurrentie worden gevormd voor al reeds in het gebied actieve sectoren. Ook moet het effect op de waterstaatswerken, de ecologie en de veiligheid van de dijken gemonitord worden. Hiernaast moet uit worden gesloten dat de zeewierenteelt leidt tot verontreiniging van het water etc.. Met betrekking tot de Schelphoek als proeflocatie wordt er geen bezwaar gezien, wanneer aan boven genoemde randvoorwaarden wordt voldaan.

Toevoeging: Wel heb je in het gebied enkele gebruikers, zoals schelpdierkwekers (mosselen en pieren) en recreatie. Het gebied is groot genoeg voor een proeflocatie. Maar het is maatwerk. Hiernaast moeten vergunningen worden aangevraagd voor het introduceren van zeewierenteelt, dit zijn onder anderen een vergunning voor ruimtelijke ordening en een vergunning volgens de waterwet.

Op de vraag naar actieve bijdrage, wordt deze beantwoord met nee. Tenminste niet in de zin van actief. Wanneer men concrete plannen laat zien is men bereid om mee te helpen denken over vergunningen die moeten worden aangevraagd om het project te realiseren.

Zeeuwse Milieufederatie, Gijs van Zonneveld

'Aquacultuur is reeds bestanddeel van Zeeland.' Aquacultuur vindt tegenwoordig plaats in de Deltawateren. Hier zou ook zeewierenteelt plaats kunnen vinden. Maar wel wordt de concurrentie op de ruimte de activiteiten in het gebied en de geproduceerde producten steeds groter.

Dit is nu al het geval en neemt de concurrentie op de enkele bedrijfstaken steeds verder toe. Economisch en ruimtelijk gezien zou je elkaar niet in de weg moeten zitten. Verder is al die jaren te weinig aandacht besteed aan de effecten van de natuurlijke visserij en de aquacultuur op het milieu. Dit zou moeten veranderen.

De economische functies moeten zo worden ingedeeld dat de natuur behouden blijft. Hiernaast zijn knelpunten het ruimtegebrek en de vele gebruiksactiviteiten in het gebied. En zou concurrentie op voedselproductie wellicht een knelpunt kunnen vormen. Randvoorwaarden voor de teelt van zeewiereren zijn dat bij voorbaat andere gebruiksfuncties niet in de weg wordt gezeten en dat de zeewierenteelt landschappelijk past bij het gebied. Hiernaast zullen de milieueffecten goed bestudeerd moeten worden. Zo zijn bijvoorbeeld ook randvoorwaarden te zien in het behouden of verbeteren van de waterkwaliteit. Hiernaast mag geen gebrek aan licht en nutriënten ontstaan voor in het ecosysteem levende organismen. De effecten van eventueel ontstaande residuen op de bodem (organisch materiaal) zou ook goed gemonitord moeten worden. In het algemeen mogen er geen nadelige effecten voor het gebied ontstaan door zeewierenteelt.

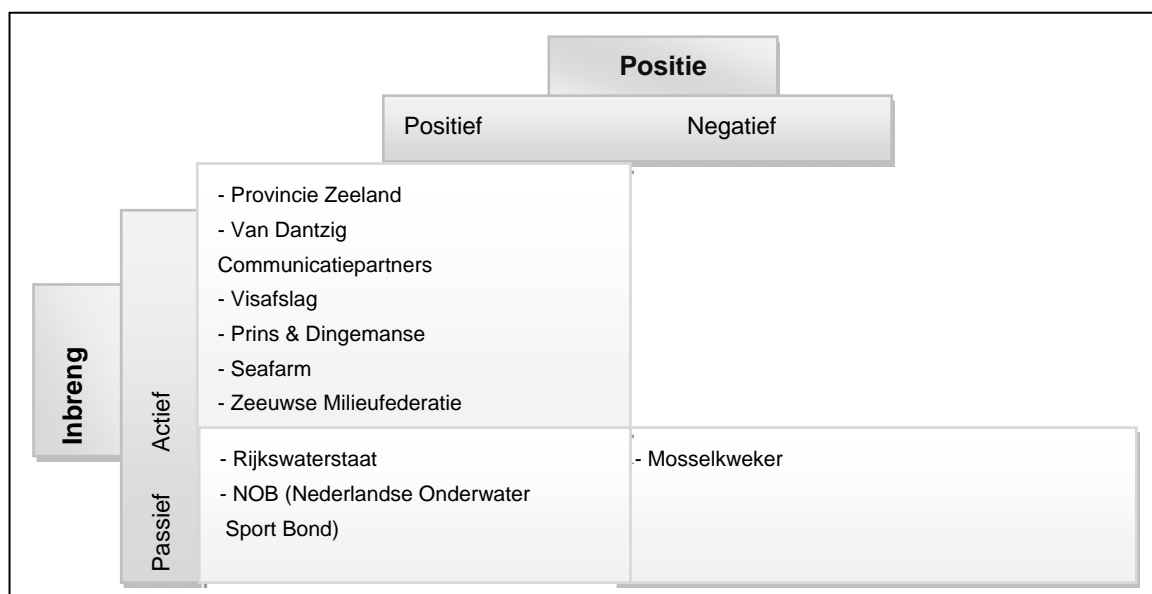
Zeewierenteelt wanneer het geen negatieve effecten voor het gebied veroorzaakt, zou goed bij Zeeland passen, wel is door de vele gebruiksactiviteiten maar kleinschalige teelt mogelijk. De meeste kansen worden gezien in de combinatie van aquacultuur en zeewierenteelt. Veel potentieel ziet de heer Van Zonneveld in het gebruik van zeewiereren als bio-absorbant en als aquafeed. Of zeewierproducten kansen hebben op de Zeeuwse markt in vorm van

producten voor de horeca weet de heer Van Zonneveld niet te beantwoorden. Hij geeft wel aan dat er veel potentieel wordt gezien in zeewier. De zeewierteelt zou kunnen leiden tot werkgelegenheid, maar dit alleen kleinschalig. Hiervoor moet de kennis over het onderwerp nog verder gestimuleerd worden. De visserij van een nieuwe taak te voorzien zou echter niet lukken, doordat deze vaak niet makkelijk wil overschakelen. Misschien dat er enkele uitzonderingen zijn. Op de vraag of de Schelphoek een goede proeflocatie is, zegt de heer Van Zonneveld ja, maar geeft aan dat er een tweede locatie 'Neeltje Jans' mogelijk ook geschikt zou zijn voor een proeflocatie.

De vraag naar actieve bijdrage wordt beantwoord met ja, wanneer er externe financiële middelen zijn. Anders zou de bijdrage 'reactief' plaats kunnen vinden. De actieve bijdrage zou kunnen bestaan uit het mee helpen denken voor het monitoren van de ecologische effecten. Hiernaast kan de Milieufederatie fungeren als schakel tussen de verschillende natuurorganisaties en belanghebbenden. Hiernaast is de Milieufederatie bereid om te helpen bij het creëren van draagvlak en bij het beschrijven van de effecten van zeewierteelt op de natuur, daar zit namelijk hun kennis.

6.2.4 Positieanalyse

De indeling van de positieanalyse is gebaseerd op het fragmentatieonderzoek en wordt per stakeholder beschouwd (Afbeelding 6.2 Positieanalyse).



Afbeelding 6.2. Positieanalyse.

Provincie Zeeland, Jaap Broodman

Aan de hand van de interviewanalyse kan geconcludeerd worden dat de provincie Zeeland met als vertegenwoordiger Jaap Broodman, positief tegenover de zeewierteelt in de Oosterschelde staat. En wil men actief deel uit maken van het proces met betrekking tot het creëren van draagvlak, promotie, communicatie en vergunningen. Hierdoor wordt deze stakeholder ingedeeld in de categorie actief-positief.

Van Dantzig Communicatiepartners, Ed van Dantzig

De communicatiesector met als vertegenwoordiger de heer Van Dantzig staat positief tegenover de zeewierteelt in de Oosterschelde en wil actief deel uitmaken van het proces, voor communicatie- en marketing-strategieën. De stakeholder kan dus worden ingedeeld in de categorie actief-positief.

Visafslag, Johan van Nieuwenhuyzen

De visafslag met als vertegenwoordiger de heer Van Nieuwenhuyzen staat positief tegenover de zeeiwerteelt in de Oosterschelde, hoewel op enkele punten een afwachtende houding geconstateerd kan worden. De sector staat positief tegenover een actieve bijdrage in de vorm van monitoring, communiceren en adviseren. Door de overwegend positieve houding betreffende de zeeiwerteelt kan deze stakeholder worden ingedeeld in de categorie actief-positief.

Prins & Dingemans, Ko Prins

Al met al staat Prins & Dingemans als bedrijf positief tegenover de zeeiwerteelt en zou de teelt volgens hen rendabel gaan worden. Ook staat men positief tegenover zeewierproducten als nichemarkt binnen het bedrijfconcept. De vraag naar actieve bijdrage wordt met ja beantwoord. Voor een concrete invulling van de bijdrage moet worden gekeken naar wat de mogelijkheden op termijn zijn. Hieruit is te concluderen dat de stakeholder ingedeeld kan worden in de categorie actief-positief.

Mosselweker, Johnny Dhooge

Al met al staat de heer Dhooge afwachtend tegenover de zeewierenteelt en de aquacultuur. Duidelijk komt tijdens het gesprek naar voren dat zijn houding niet principieel negatief is. Wanneer de randvoorwaarden positief gaan veranderen ziet hij wellicht potentieel. Hiernaast is hij graag tot verdere gesprekken bereid en wordt het op prijs gesteld om op de hoogte van de projectvoortgang te worden gehouden. Maar er wordt afgezien van een actieve bijdrage. De stakeholder kan aan de hand van de fragmentatieonderzoek worden ingedeeld in de categorie passief-negatief. Wel wordt er potentieel gezien deze stakeholder door goede communicatie te overtuigen van het onderwerp, zodat deze in een later stadium van passief-negatief naar passief-positief geplaatst kan worden.

Seafarm, Adri Bout

Al met al is de mening over zeewierenteelt in de Oosterschelde positief, wanneer er niet van grootschalige teelt in de Oosterschelde wordt uitgegaan. De vraag naar actieve bijdrage is beantwoord met ja en zou plaats kunnen vinden in de vorm van beschikbaar stellen van faciliteiten (proeflocatie). De stakeholder kan dus in de categorie actief-positief worden ingedeeld.

NOB (Nederlandse Onderwatersport Bond), Desmond van Santen

Aan de hand van de interviewanalyse kan geconcludeerd worden dat de NOB positief tegenover de zeeiwerteelt in de Oosterschelde op kleinschalige manier staat en mogelijkheden ziet voor grootschalige offshore teelt. De vraag naar actieve bijdrage wordt negatief beantwoord. 'Als organisatie zelf wordt niet meegewerkt aan een actieve bijdrage.' Wel via sportduikgerichte vrijwilligersorganisaties. De stakeholder kan dus worden ingedeeld in de categorie passief-positief.

Rijkswaterstaat Zeeland, Leo Adriaanse

Aan de hand van de interviewanalyse kan geconcludeerd worden dat Rijkswaterstaat geen actief deel wil uitmaken van het proces, zoals deze wordt verstaan in hoofdstuk 6.1. Wanneer men concrete plannen laat zien is men bereid om mee te helpen denken over mogelijke geschikte locaties en vergunningen die moeten worden aangevraagd om het project mogelijk te maken. Hierdoor wordt de stakeholder ingedeeld in de categorie passief-positief.

Zeeuwse Milieufederatie, Gijs van Zonneveld

Aan de hand van de interviewanalyse kan geconcludeerd worden dat de Zeeuwse Milieufederatie een actieve bijdrage wil leveren wanneer er financiële middelen zijn. De actieve bijdrage zou kunnen bestaan uit het mee helpen denken over het monitoren van de ecologische effecten. Hiernaast kan de Milieufederatie fungeren als schakel tussen de verschillende natuurorganisaties en belanghebbenden. Hiernaast is de Milieufederatie bereid om te

helpen bij het creëren van draagvlak en bij het beschrijven van de effecten van zeewierteelt op de natuur, daar zit namelijk hun kennis. Wanneer er geen financiële middelen beschikbaar zijn zou alsnog van een reactieve bijdrage gesproken kunnen worden. Hierdoor kan de stakeholder worden ingedeeld als actief-positief.

7. Pilot proeflocatie Schelphoek

Voordat grootschalige teelt in Nederland gerealiseerd kan worden zijn uitgebreide kleinschalige proeven nodig. Naar aanleiding van een deskstudie is gekozen voor de Schelphoek als proeflocatie. Deze keuze is in positieve zin bevestigd door de geïnterviewde stakeholders. De proeflocatie wordt gebruikt voor het testen van diverse teeltsystemen ten opzichte van rentabiliteit, groei- en oogstmethodeken. Verder is het bepalen van mogelijke effecten van de zeewierteelt op de ecologie van essentieel belang. De effecten van de te telen soorten en teeltsystemen moeten zodanig worden bestudeerd dat negatieve effecten voor het milieu en de maatschappij zo goed als uitgesloten kunnen worden.

Door een drijvend vlot te plaatsen in de Schelphoek kunnen de verschillende proefcriteria getest worden. Het vlot is 25 m lang en 12 m breed. Door drijvers aan het vlot te bevestigen wordt het op zijn plek gehouden (Afbeelding 7.1; Bijlage IV).



Afbeelding 7.1. Proeflocatie Schelphoek met drijvend proefvlot (zie ook Bijlage IV).



Afbeelding 7.2. Drijvend proefvlot voor de proeflocatie Schelphoek.

7.1 Karakteristieke kenmerken van het gebied

De Schelphoek ligt in het Oosterscheldegebied en behoort tot de gemeente Schouwen-Duiveland in Zeeland (Kustgids 2009). De Schelphoek bestaat uit twee delen: het natuurgebied en de haven (Afbeelding 7.1). De proeflocatie zou ontstaan in de haven (Afbeelding 7.1). Het natuurgebied vormt een uniek ecosysteem en wordt beheerd door Staatsbosbeheer. Echter hier worden geen mogelijkheden gezien voor een zeewierproeflocatie. Het havengebied wordt voornamelijk beheerd door Rijkswaterstaat. Zij werden ook als stakeholder geïnterviewd en gaven aan een positieve houding tegenover een zeewierproeflocatie in de Schelphoek (haven) te hebben.

In 1953 tijdens de watersnoodramp is de grote zeedijk ter hoogte van de Schelphoek doorgebroken. Hij is nooit herbouwd. Maar landinwaarts is een nieuwe dijk aangelegd in de vorm van een ring. Hierdoor ontstond tussen de oude zeedijk en de nieuwe ringdijk een bassin, de Schelphoek (haven). Tot 1998 is deze locatie voornamelijk gebruikt als haven. Tegenwoordig vindt in het gebied op kleine schaal recreatievaart plaats en wordt er aan de buitenkant van het bassin gedoken. Het bassin wordt gekenmerkt door zoutwaterstroming, getij (zwak), diepe geulen op enkele plekken en een hoog gehalte aan nutriënten.

De Schelphoek is rijk aan aquatische dieren en planten. Het gebied vormt een ecosysteem dat geschikt is voor ecologische monitoringsproeven.

De Schelphoek is maatschappelijk gezien een minder druk gebied. Dit wil zeggen dat er weinig activiteiten in het gebied plaats vinden die door de proef hinder zouden kunnen ondervinden. In de Schelphoek zelf wordt niet

beroepsmatig gevaren of gevist en vindt er geen grootschalige mosselkweek plaats (wel op kleine schaal). Wel wordt er gedoken langs de zijkant van de Schelphoek, maar niet midden in het bassin. Hiernaast bevindt zich in het bassin een vaarroute voor recreanten, waar wel rekening mee moet worden gehouden. Maar in het algemeen wordt deze minder druk bevaren dan de vaarroutes in de rest van de Oosterschelde. Gezien de stroming, het rijke aanbod aan nutriënten en de ecologische- en maatschappelijke waarde vormt het gebied een goede proeflocatie.

Keuzecriteria Schelphoek:

- Stroming
- Geulen zijn voldoende diep
- Getijwerking
- Proeflocatie ligt buiten de vaartgeul
- Weinig gebruiksactiviteiten
- Rijk aan nutriënten

7.2 Proeforganismen

Als model-organismen zijn gekozen *Ulva lactuca*, *Palmaria palmata*, *Laminaria digitata* en *Laminaria saccharina*. Er is bewust gekozen voor een groen-, rood- en bruinwiersoort om de effecten van de verschillende soorten met betrekking tot diverse teeltsystemen te kunnen testen. Hiernaast kunnen de effecten van de verschillende soorten met betrekking tot het milieu bestudeerd worden.

Ulva lactuca is een onder Nederlandse omstandigheden snel groeiend zeewier. Gedurende de zomermaanden, wanneer de groeicondities optimaal zijn, kan bij wilde bestanden zelfs een ‘algen-bloei’ optreden. De biomassa-productie is dus hoog. Hiernaast blijkt uit de literatuur dat *Ulva* een stressresistente en tolerante soort ten opzichte van osmotische veranderingen (in zoutgradiënt) is. *Ulva* kan door haar oppervlaktestructuur grote hoeveelheden aan nutriënten opnemen.

Palmaria palmata is voornamelijk gekozen omdat het een vaak voorkomende soort is in Nederland. Het zeewier is erg tolerant tegenover verschillen in zoutgehalte. Hiernaast worden door de alg grote hoeveelheden stikstof opgenomen.

Laminaria digitata* en *Laminaria saccharina het derde modelorganisme staat bekend om grote hoeveelheden aan nutriënten en zware metalen te absorberen. Hiernaast is *Laminaria* een meerjarige en snel groeiende alg, waardoor deze erg interessant is voor de teelt en derhalve beproefd moet worden.

7.3 Proefaspecten

Het plaatsen van een drijvend vlot in de Schelphoek maakt het mogelijk om een aantal criteria voor de teelt van zeewier te testen. Hieronder wordt een aantal criteria die als potentieel worden gezien verder beschreven.

Teeltsystemen

De in hoofdstuk 4 beschreven teeltsystemen zullen getest moeten worden in samenhang met de optimale teeltsoort voor het betreffende systeem. Hiernaast zullen teeltcomponenten zoals het materiaal van de kabels en de lijnen beproefd moeten worden met betrekking tot het zeewier en de gebiedscondities (stromingsweerstand, golfslagen etc.). Verder is er onderzoek nodig naar het drijfvermogen (de belastbaarheid) van het systeem. De nadruk ligt voornamelijk op gecombineerde of geïntegreerde systemen.

Oogstprocessen en vroege verwerkingsprocessen

Een andere belangrijke punt om onderzoek naar te doen is het oogstproces en de onmiddellijke verwerkingsprocessen na de oogst. Deze zijn voor de meeste teeltsystemen en zeewiersoorten nog vrij lastig of nauwelijks bekend. Om zeewierteelt te kunnen beschouwen als duurzaam moeten de oogst- en verwerkingsprocessen onderzocht worden.

Voedingsconcentratie

Voor een optimale teelt is het van belang om de juiste voedingsconcentratie van het betreffende zeewier te weten. Hiermee moet bij het beproeven van de soorten rekening worden gehouden. Als een extra toegift van nutriënten noodzakelijk blijkt te zijn, zouden mogelijke methoden van nutriëntentoegift mede onderzocht moeten.

Lichtregime

Zeewieren zijn afhankelijk van het licht en elke soort heeft een ander optimum qua opname aan licht en groeidiepte. Onderzoek zou dus moeten worden gedaan naar het optimale lichtregiem waaronder de betreffende soort optimaal kan groeien.

Vruchtwisseling

Een ander aspect is de vruchtwisseling. Vruchtwisseling is bekend van de akkerbouw, maar zou wellicht ook een rol kunnen spelen bij het telen van zeewieren. Onderzocht moet worden of een monocultuur aan zeewieren gevolgen heeft voor het milieu en de opbrengsten van het systeem. Wanneer monocultuur een negatief effect blijkt te vormen zou onderzocht moeten worden of dat negatieve effect voorkomen kan worden door vruchtwisseling.

Concurrentie, ziekten en plagen

Als zeewieren worden geteeld in open systemen of in gecombineerde systemen kan dit leiden tot concurrentie in het systeem, met als gevolg opbrengstreductie. Onder concurrentie kunnen vraatvijanden of andere niet in het systeem gewenste soorten worden verstaan. Wanneer over gecombineerde systemen wordt gesproken, bijvoorbeeld de teelt van zeewieren met als combinatie mosselkweek, zou het kunnen zijn dat mosselen op de teeltlijnen van de zeewieren gaan zitten of andersom. De vraag is dus hoe men de teelt/kweek units uit elkaar kan houden. Dit aspect is belangrijk om geadresseerd te worden tijdens het pilotonderzoek. Het systeem moet zodanig worden ingericht dat concurrentie uitgesloten kan worden.

Milieueffecten

Naast de genoemde aspecten is het uitermate belangrijk om de effecten op het milieu te monitoren. Hierbij is het belangrijk om te kijken naar de CO₂-opnamecapaciteit, de nutriëntenopnamecapaciteit (reductie eutrofiëring) en de sedimentatiecapaciteit van de betreffende zeewiersoorten. Ook de effecten op de biodiversiteit moeten bestudeerd worden, omdat grootschalige teelt enige invloed (bv. lichtregiem) zou kunnen hebben op de biodiversiteit van de soorten binnen een ecosysteem. Als laatste zou er nog onderzoek moeten worden gedaan naar mogelijke ziekten en plagen die kunnen ontstaan bij grootschalige teelt van monoculturen en polyculturen.

8. Conclusie en aanbevelingen

Het onderzoek heeft geleid tot een aantal conclusies en aanbevelingen met betrekking tot de hoofddoelstelling. In het volgende stuk worden de conclusies met betrekking tot de enkele hoofdstukken besproken en waar mogelijk worden aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek. De indeling van de subparagrafen wijkt af van de gebruikte volgorde in de hoofdtekst. Hiervoor werd gekozen om de conclusies en de aanbevelingen op een logische manier te kunnen behandelen. In eerste instantie werd er gekeken naar het maatschappelijke draagvlak, deze geeft een goed beeld over de percepties van de stakeholders de kansen en de knelpunten van zeewierteelt. Hiernaast wordt ingegaan op de teelsoorten – systemen en de ecologische effecten van zeewierteelt.

Maatschappelijk draagvlak

Conclusie: Uit het maatschappelijk draagvlakonderzoek blijkt dat er een groot potentieel wordt gezien voor kleinschalige zeewierteelt in de Oosterschelde (Tabel 8.1 Kansen en knelpunten van de zeewierteelt). Voor grootschalige teelt is in de Oosterschelde geen ruimte, wel Offshore in combinatie met de windmolenparken. De geïnterviewde stakeholders zijn vrijwel allemaal positief over de zeewierteelt. De visserijsector staat nog afwachtend tegenover de zeewierteelt, maar niet geheel negatief. Kansen voor de zeewierteelt worden voornamelijk gezien in de aquacultuur, als aquafeed of bio-absorbant. Hiernaast worden kansen gezien als consumptiemiddel in de horeca. Op kleine schaal kan hierdoor werkgelegenheid gecreëerd worden. De visserijsector te voorzien van een nieuwe taak zal echter niet lukken.

Randvoorwaarden voor de zeewierteelt:

- Er mogen geen belemmeringen voor andere gebruiksfuncties in het gebied ontstaan.
- Het moet landschappelijk (visueel) passen bij het gebied en de gebiedsvisie.
- Er mogen geen negatieve effecten ontstaan voor het milieu en de maatschappij.

De stakeholders stellen het op prijs dat onderzoek wordt gedaan naar zeewierteelt in hun gebied en zijn vaak bereid om actief deel uit te maken van het proces. Actief willen bijdragen de provincie Zeeland, Van Dantzig Communicatiepartners, de Visafslag, Prins & Dingemanse en Seafarm. Rijkswaterstaat wil indirect een bijdrage leveren door te helpen met het verkrijgen van vergunningen etc. Geen belang voor een actieve bijdrage hebben de NOB en de geïnterviewde mosselkweker. Ze zijn wel geïnteresseerd in de voortgang van het project.

Tabel 8.1. Kansen en knelpunten van de zeewierteelt.

Kansen van zeewierteelt	Knelpunten van zeewierteelt
Kleinschalige teelt nearshore	Vele gebruiksfuncties
Grootschalige teelt offshore, in de Voordelta	Gebrek aan ruimte
Zeewier als aquafeed	Visserijsector voorzien van een nieuwe taak
Zeewier als bio-absorbant	(Wellicht milieueffecten)
Zeewier als consumptiemiddel	
Draagvlak bij de Zeeuwse bevolking	
Op kleine schaal werkgelegenheid	

Aanbevelingen: Tijdens het interview kwamen een aantal mogelijk interessante stakeholders naar voren die in een vervolgonderzoek betrokken zouden kunnen worden om het verhaal completer te maken. Voor diverse randvoorwaarden met betrekking tot het gebied en de teelt zouden het ZLTO, TNO en de Stuurgroep Zoutwestelijke delta geïnterviewd kunnen worden. Om de draagvlakstudie meer compleet te maken zou nog gesproken kunnen

worden met de gebiedsgebruikers, zoals recreatievaart en andere vertegenwoordigers van de visserijsector. Voor de ecologische invulling lijkt een gesprek met de Stichting Noordzee en de Stichting Anemoon een goede keuze te zijn. Verder kan worden gesproken met een vertegenwoordiger van de Stichting Zeeschelp met betrekking tot aquafeed en het verkrijgen van kwalitatief uitgangsmateriaal. Hiernaast zou in een vervolgonderzoek aandacht moeten worden gegeven aan mogelijke investeerders, dit aspect is binnen het onderzoek niet beschouwd.

Teeltsoorten

Conclusie: Om de hoofdvraag naar mogelijkheden voor grootschalige zeewierteelt te kunnen beantwoorden, is onderzoek gedaan naar geschikte zeewiersoorten voor de teelt in de Oosterschelde. Van de endemische zeewiersoorten in Nederland blijken *Ulva lactuca*, *Palmaria palmata*, *Laminaria digitata* en *Laminaria saccharina* geschikte soorten te zijn. De geselecteerde soorten zijn vaak voorkomend in Nederland. Hierdoor zijn ze optimaal aan de Nederlandse omstandigheden aangepast. De soorten bezitten een hoge nutriënten-opnamecapaciteit, waardoor ze snel groeien en veel biomassa ontstaat. Door in grote mate nutriënten op te nemen fungeren de zeewieren als bio-arbsorbanten. Door zeewieren te laten groeien in aquacultuur-systemen kunnen deze bijdragen aan het zuiveren van het omgevingswater door de nutriënten uit de reststromen op te nemen. Hierdoor worden chemische zuiveringsstappen overbodig. Hiernaast zijn de geselecteerde soorten rijk aan vitaminen, mineralen en proteïnen. Door hun bestanddelen blijken zij geschikt te zijn voor humane consumptiedoelstellingen en als aquafeed. Maar hier moet echter nog meer onderzoek worden gedaan, ook richting de opname van zware metalen. Er is bewust gekozen voor groen-, rood-, en bruinwiersoorten. Iedere soort maakt gebruik van andere golfengtes van het licht waardoor het mogelijk is om in lagen te telen. Hierdoor kan de ruimte optimaal benut worden en kan de opbrengst en de rendabiliteit verhoogd worden.

Aanbevelingen: De zeewiersoorten zijn gekozen aan de hand van een literatuurstudie over zeewieren en hun eigenschappen, maar zijn niet onderzocht op hun functionaliteit binnen verschillende teeltsystemen. Hier zou onderzoek naar gedaan moeten worden. Hiernaast zou onderzoek moeten worden gedaan naar de effecten op het milieu en het ecosysteem die ontstaan door zeewierteelt. Door zeewieren in grote hoeveelheden te telen zouden ziekten en plagen kunnen ontstaan, wat negatieve gevolgen zou kunnen hebben voor de opbrengst. Hiernaast zou door de grootschalige teelt de concurrentie toe kunnen nemen. Er wordt aanbevolen om hier goed onderzoek naar te doen, omdat dit factoren zijn die de opbrengst enorm kunnen beïnvloeden. Een ander aspect waar rekening mee moet worden gehouden is de kwaliteit van de biomassa. Er wordt aanbevolen om schommelingen in de kwaliteit wanneer mogelijk te voorkomen. Schommelingen in het uitgangsmateriaal en het materiaal zelf betekent voor de teler onzekerheid over de opbrengst. Hierdoor wordt het als noodzakelijk geacht om onderzoek te doen naar het kwalitatief verkrijgen van uitgangsmateriaal en het materiaal zelf. Om schommelingen te voorkomen zou gewerkt kunnen worden met somatische hybridisatie of protoplasten. Maar hier is nog meer onderzoek vereist. Hiernaast wordt aanbevolen om voor de reproductie gebruik te maken van spora. Wanneer algen vegetatief vermeerderd worden treedt geen nieuwe variatie op, waardoor ziekten en plagen vaker zullen optreden.

Teeltsystemen

Conclusie en aanbevelingen: Om uiteindelijk de hoofdvraag te kunnen beantwoorden is met behulp van de deelvraag (Welke mogelijkheden zijn er met betrekking tot de teeltsystemen?) gekeken naar mogelijke zeewierteeltsystemen. Aan de hand van de gebiedsomstandigheden (weinig ruimte, druk gebied) en door de steeds vaker vereiste multifunctionele ruimtegebruik lijken gecombineerde systemen (aquacultuur/zeewierteelt) het meest geschikt voor de zeewierteelt in de Oosterschelde. Hiernaast worden grote voordelen van de gecombineerde systemen gezien voor het milieu. Door zeewieren in de aquacultuurinstallatie op te nemen kunnen reststromen hergebruikt worden, waardoor het systeem verduurzaamd wordt. Dit levert voordelen ten opzichte van zuiveringsstappen van de reststromen. Hiernaast kunnen de gekweekte zeewieren gebruikt worden als aquafeed of kunnen componenten van de zeewieren op de markt afgezet worden. Door de gecombineerde lagenteelt zou optimale biomassa-productie gerealiseerd kunnen worden.

Gecombineerde systemen kunnen zijn:

- Het Ringsysteem,
- Het Recirculatiesysteem,
- Verschillende combinaties van Longlijnen en
- De SeaCombine.

Alle systemen hebben potentieel in de Oosterschelde, maar voor een uiteindelijke keuze zijn er nog een aantal factoren die nader onderzocht zouden moeten worden, dit zijn:

- Oogstsystemen in combinatie met de eerste verwerkingsstappen
- Stabiliteit en rentabiliteit
- Materiaal lijnen of ander materiaal
- Zaaidichtheid van het zeewiermateriaal

Ecologische effecten

Conclusie en aanbeveling: Zeewierteelt zal leiden tot enig effect in het gebied. Er bestaan mogelijkheden dat zeewierteelt op de ene of andere manier positieve, maar misschien ook negatieve effecten zou kunnen hebben op de ecologie. In de literatuur is gezocht naar mogelijke effecten, deze staan weergegeven in Tabel 8.2. In hoeverre de enkele effecten het ecosysteem beïnvloeden is niet bekend. Er wordt aanbevolen om de effecten te gaan testen en deze op te nemen in het projectplan van de proeflocatie in de Schelphoek. Al met al mogen bij het introduceren van een nieuwe bedrijfstak geen negatieve gevolgen voor het milieu ontstaan.

Tabel 8.2. Mogelijke positieve en negatieve effecten van de zeewierteelt.

Mogelijke positieve effecten	Mogelijke negatieve effecten
Reductie van lokale broeikasgassen	Sedimentatie van organisch materiaal afkomstig van zeewieren
Reductie van lokale eutrofiering door opname van nutriënten uit de zee	Lichtgebrek voor andere organismen in het ecosysteem
	Verliezen van zeewieren uit het teeltsysteem
	Ziekten en plagen
	Verandering in stromingssnelheid
	Verandering van de lokale biodiversiteit

Proeflocatie Schelphoek

Conclusie: Uit de evaluatiestudie naar de Schelphoek als proeflocatie blijkt dat deze uniek en geschikt is voor de binnen dit onderzoek beschreven doeleinden. De Schelphoek voldoet aan de opgestelde eisen, zoals:

- Stroming
- Geulen zijn voldoende diep
- Getijwerking
- Proeflocatie ligt buiten de vaartgeul
- Weinig gebruiksactiviteiten
- Rijk aan nutriënten

Hiernaast zijn de stakeholders gevraagd naar hun perceptie over de Schelphoek als proeflocatie. Vrijwel alle stakeholders zijn positief over het gebruik van de Schelphoek als proeflocatie. Als hoofdreden noemen de stakeholders de weinige gebruiksactiviteiten in het gebied.

Door het inrichten van een proeflocatie kunnen een aantal aspecten van de zeewierteelt worden getest. Hierbij ligt de aandacht op:

- Diverse teeltsystemen, met name gecombineerde teeltsystemen en longlijnsystemen
- Oogstprocessen en vroege verwerkingsprocessen
- Voedingsconcentraties
- Lichtregiem
- Vruchtwisseling
- Concurrentie, ziekten, plagen
- Milieueffecten

Voor de proefopstelling wordt gebruik gemaakt van drie verschillende endemische zeewiersoorten, *Ulva*, *Laminaria* en *Palmaria*. Deze algen beschikken over celcomponenten die interessant kunnen zijn voor de economische markt (proteïnen, mineralen, vitaminen). De geselecteerde zeewieren zijn ook soorten die snel groeien met als resultaat veel biomassa en ze kunnen dan veel nutriënten opnemen. Hiernaast is een belangrijke reden voor het gebruik van drie verschillende soorten het potentieel voor het telen in lagen, efficiënt ruimtegebruik.

Aanbevelingen: De verzamelde informatie over de proeflocatie kan als leidraad dienen voor het opzetten van een concreet plan. In het vervolg moet worden gekeken naar een concreet proefplan, de tijdsindeling en de verwachten kosten voor de te realiseren proeven. Binnen dit onderzoek is alleen gekeken naar de te beproeven aspecten en een geschikte locatie. Dit dient in het vervolg verder uitgewerkt te worden.

Eindconclusie

Met behulp van de deelconclusies kan de hoofdvraag naar mogelijkheden voor grootschalige zeewierteelt in het zuidwestelijke Deltagebied, in het bijzonder de Oosterschelde als volgt beantwoord worden.

Er worden duidelijke kansen gezien voor de zeewierteelt in het zuidwestelijke Deltagebied. Kleinschalige teelt zou plaats kunnen vinden aan de kust, met de meeste kansen in de combinatie met aquacultuur. Grootschalig heeft zeewierteelt het meeste potentieel offshore met de combinatie aquacultuur en zeewierteelt in lagen. Toepassingen worden gezien in de productie van aquafeed en consumptiemiddelen voor de horeca. Ook zijn zeewieren interessant als bio-arsorbanten. Door zeewierteelt toe te passen in de Oosterschelde zou op lokale schaal werkgelegenheid kunnen ontstaan (verwerking, oogst, teelt). Naast de potentie voor het gebied worden voornamelijk potenties gezien voor de biodiversiteit.

Een groot voordeel van kleinschalige zeewierenteelt is ook het kunnen verkrijgen van kwalitatief materiaal, met name uitgangsmateriaal. Dit is met wilde bestanden niet mogelijk, omdat vaak schommelingen in de kwaliteit voorkomen, met als resultaat meer onzekerheid voor de teler.

Door een proeflocatie te vestigen in de Schelphoek kunnen de beschreven aspecten (milieueffecten, teeltcondities etc.) getest worden. Dit is essentieel om de zeewierteelt haalbaar te maken. Wanneer zeewierteelt geïntroduceerd wordt moet verantwoord worden omgegaan met het milieu en de maatschappij. Zeewierteelt mag geen nadelige gevolgen hebben voor het gebied. Al met al zijn er mogelijkheden voor zeewierteelt in de Oosterschelde als rekening wordt gehouden met de randvoorwaarden en als met behulp van de proeflocatie wordt gezorgd voor voldoende kennis op het gebied.

De Zeeuwen zijn erg positief over de zeewieren en zullen waar mogelijkheden worden gezien helpen bij het realiseren van het project.

Referenties

- Baarda, De Goede, 2006.
Basisboek methoden en technieken, Wolters-Noordhoff Groningen (Houten), vierde druk
- Buck, B.H. & C.M. Buchholz, 2004.
The offshoring: A new system design for the open ocean aquaculture of macroalgae, J. Appl. Phycol. Vol. 16 pp. 355-368
- Buck, B.H., 2006
Open ocean aquaculture and offshore windfarm. Eine Machbarkeitsstudie ueber die multifunktionale Nutzung von Offshore-Windparks und Offshore-marikultur im Raum Nordsee, bericht zur polar-und Meeresforschung 412
- Clare, K., 1993.
Polysaccharides and their derivates; New York Academic pp.105-143 Dhargalkar V.K. and Pereira Neelman (2005) Seaweed: Promising plant of the millennium; Science and Culture Vol. 71 pp. 3-4
- Directie Ruimte, Milieu en Water, 2001.
Nota Soortenbeleid, Provincie Zeeland
- Dunton, K.H., 1990.
Growth production in *Laminaria solidungula*: Relation to continous underwater light levels in the Alaskan High arctic, Marine Biology Vol 106 (2) pp. 297-304
- FAO, 1989.
Culture of kelp *Laminaria japonica* in China
- Fisch, R & B. Buck, 2004.
Ecologically compatible aquaculture using floating flow-/circulation plants, Alfreed Wegner Institut, project status ongoing
- Flurence, J., 1999.
Seaweed proteins: biochemical, nutritional aspects and potential use, Trends in Food Science & Technology Vol. 10 pp. 25-28
- Hart, Boeije & Hox, 2007.
Onderzoeksmethoden, Bomonderwijs, derde oplage
- Hoek, C. van den, D.G. Mann & H.M. Jahns, 1995.
Algae: an introduction to phycology, Cambridge Univerity Press, Cambridge, new York
- Indergaard, M. & J. Minsaas, 1991.
2 Animal and human nutrition. In: Guiry, M.D. and G. Blunden, 1991. Seaweed Resources in Europe: Uses and Potential. John Wiley & Sons. ISBN 0 471 92947 6
- Irvine, L.M., 1983.
Seaweeds of the British Isles. Volume 1. Part 2A. Cryptonemiales (sensustricto) Palamriales, Rhodymeniales. British Museum (Natural History), ISBN 0565-008714
- Kain, J.M., 1991.
Cultivation of attached seaweed. In: Seaweed resources in Europe: use and potential, Chichester: pp. 309-377
- Kamermans, P., E. Malta, J.M. Verschuure, L.F. Lentz & L. Schrijvers, 2002.
Effects of grazing by isopods and amphipods on growth of *Ulva*spp, Aquat. Ecol. Vol. 36 pp. 425-433
- Keith, C., Morgan, J.L.C. Wright & F.J. Simpson, 1979.
Review of Chemical Constituents of red alga *Palmaria plamata*, Eco. Botany Vol. 34 pp. 27-50
- Lahaye, M, D. Jegou & A. Buleon, 1994.
Chemical characteristics of insoluble glucans from the cell wall of the marine green alga *Ulvalactuca*, Carbohydrate research Vol. 262 pp. 115-125
- Lahaye, M. & A. Robic, 2007.
Structure and functional properties of *Ulva*, a polysacchahride from green seaweeds., Biomacromolecules Vol.8 pp. 1765-1774

- Lahaye, M. & B. Ray, 1995.
Cell wall polysaccharides from the marine green algae *Ulva rigida*- extraction and chemical composition, Carbohydrate research Vol.274 pp. 251-261
- Larkum, A.W.D.A., 1986.
Study of growth and primary production in *Eklonia radiata* at a sheltered site in Port Jackson, J. Exp. Mar. Biol. Ecol. Vol96 pp.177-190
- Lindeboom, H., 2009.
De Noordzee vroeger, nu en straks:op weg naar duurzaamheid? Internet publicatie 10 maart 2009
- Lindeboom, H., R. Witbaard, O.G. Bos & H.W.G. Meesters, 2008.
Gebiedsbescherming Noordzee- Habitattypen, instandhoudingsdoelen en beheersmaatregelen, werkdocument 114
- Lobban C.S. & M.J. Wynne, 1981.
The biology of seaweeds., Blackwell Scientific, Oxford
- Lobban C.S. & P.J. Harrison, 1994.
Seaweed ecology and physiology, Cambridge University pres. Cambridge pp. 336
- Luening, K., 1985.
Meeresbotanik, Georg Thieme Verlag Stuttgart
- Malta, Draisma & Kamermans, 1999.
Free floating *Ulva* in the Southwest Netherlands: species or morphotypes? A morphological, molecular and ecological comparison, Eur. J. Phycol. Vol. 34 pp. 443-454
- Meer, J.P. van der & E.R. Todd, 1980.
The life-history of *Palmaria palmata* in culture. A new type for the Rhodophyta. *Can. J. Bot.* Vol. 58 pp. 1250 – 1256
- Ministerie van Landbouw, Natuurbeheer en Visserij, 1990.
Document 'Oosterschelde- buitendijks', NMF-90-9086 Overlegorgaan Nationaal Park Oosterschelde, 2001;
Document: Van de parels en het slik, verschenen op 22 november 2001.
- Ministerie voor Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, 2009.
Oosterschelde-gebiedsbeschrijving, gebiedsdatabase Alterra
- Murphy, G., 2006.
Ecological effects of *Ulvalactuca* in Avon-heathcote Estuary, University of Canterbury (thesis)
- Pederson M., Foldager & J. Borum, 1996.
Nutrient control of algal growth in estuarine waters. Nutrient limitation and importance of nitrogen requirements and nitrogen storage among phytoplankton and species of macroalgae, Marine Ecology Progress series, Vol. 142 pp.261-272
- Peterson, M.F. & J. Borum, 1987.
Nutrition controle of estuarine macroalgae: growth strategy and the balance between nitrogen requirements and uptake, Marine ecology-progress series, Vol. 161 pp. 155-163
- Poppe, F., 2003.
Effekte von UV-Strahlung auf die antarktische Rotalge *Palmaria decipiens*, Effects of UV radiation on the antarctic red alga *Palmaria decipiens*; Ber. Polarforsch. Meeresforsch. 467(2003) ISSN 1618 3193
- Rabbinge, R., 2009.
Biobrandstoffen: Utopie of Distopie, University professor Sustainable Development & Food Security, Wageningen UR, powerpoint
- Raffaelli, D.G., J.A. Raven & L.J. Pool, 1998.
Ecological impact of green macroalgae blooms., Oceanography and Marine Biology: an anual review Vol.36 pp. 97-125
- Rasmussen, M.B., P.D. Jensen, A. Bruhn, L.T. Mouritsen, B. Oelsen, S. Markager, J. Dahl & B. Sander, 2009.
Aquatic Biomass for Biofuels, poster (accepted 2009) http://person.au.dk/en/pub/au01_2009_5d7fd120-f458-11dd-8f9a-000ea68e967b?id=2785
- Reith, J.H., E.P. Deurwaarder, K. Hemmes, A.P.W.M. Curvers, P. Kamermans, W. Brandenburg & G. Zeeman 2005,
Grootschalige teelt van zeewier in combinatie met offshore windparken in de Noordzee, Energy Commision of the Netherlands

- Steffenson, D.A., 1974.
An ecological study of *Ulvalactuca* and other benthic algae on the Avon-Heathcote estuary. Christchurch PhD thesis Department of Botany, University of Christchurch, Christchurch
- Swinkels, R., 2009.
Zeewierteelt voor de productie van biomassa in offshore windparken- een technologische verkenning.
Publicatie source onbekend
(<http://ocw.tudelft.nl/fileadmin/ocw/courses/TechnicsandFuture/res00016/!526170706f727420546563686e69656b20656e20746f656b6f6d7374.pdf>)
- Taylor R. & R.L. Fletcher, 2001.
Preliminary studies on the growth of selected green tide algae in laboratory culture: Effects of irradiance, temperature, salinity and nutrients on growth rate. *Botanica marina* Vol. 44 pp.327-336
- Torres A. I. & M.N. Gil, 2004.
Nutrient uptake rates by the alien alga *Undaria pinnatifida* when exposed to diluted sewage effluent.
Hydrobiologia Vol. 520 (1-3) pp. 1-6
- Vos, 2006,
Productie van aquatische biomassa op zee, innovatienetwerk.
- Wald, J., 2010.
Ulvalactuca as essential foodsource for *Mytilus edulis*, Plant Research International, Wageningen UR / Van Hall Larenstein (Bachelor thesis)
- Young, A.J., J.C. Collins, G. Russell, 1987.
Ecotypic variation in the osmotic responses of *Enteromorpha intestinalis* *Journal of Experimental Botany* Vol.38 pp. 1309-1324

Websites:*Hfd 1 Inleiding*

De Vleet, Ecomare (Juni 2009) →

<http://naturalis.treznnet.nl/tn.cultuur/ecomare.devleet/natuurdatabase.nl/i001743.html>

Ministerie voor Landbouw en Visserij (Maart 2010) →

http://www.minlnv.nl/portal/page?_pageid=116,1640952&_dad=portal&_schema=PORTAL&p_news_item_id=25060

Hfd 2 Gebiedsbeschrijving Oosterschelde

Rijkswaterstaat (Maart 2010) →

http://www.rijkswaterstaat.nl/water/plannen_en_projecten/vaarwegen/oosterschelde/schorherstel_oosterschelde/index.aspx

Hfd 3 Classificatie zeeieren

Guiry Michael D. (August 2009) → <http://seaweed.ucg.ie/descriptions/Palpal.html>

Mabitec (August 2009) → <http://www.mabitec.de/produkte.php?&prodID=8>

Thalgo (August 2009) → <http://www.thalgo.de/algen.php?id=80>

Schutzstation- wattenmeer (August 2009)

→ <http://www.schutzstationwattenmeer.de/content/wissen/data/fingertang.pdf>

Hfd 4 Zeewierteelt

Buck B.H. & R. Fisch, 2006 (September 2009)

→ http://www.awi.de/de/forschung/neue_technologien/marine_aquaculture_maritime_technologies_and_iczm/research_themes/maritime_technologies/floating_recirculating_system/

Buck & Smetacek 2006 (September 2009)

→ http://www.awi.de/de/forschung/neue_technologien/marine_aquaculture_maritime_technologies_and_iczm/research_themes/maritime_technologies/floating_recirculating_system/

Hfd 6 Maatschappelijk draagvlakonderzoek

Right Marktonderzoek (Januari 2010) → <http://www.rightmarktonderzoek.nl/Methoden-onderzoek/Kwantitatief-onderzoek.aspx>

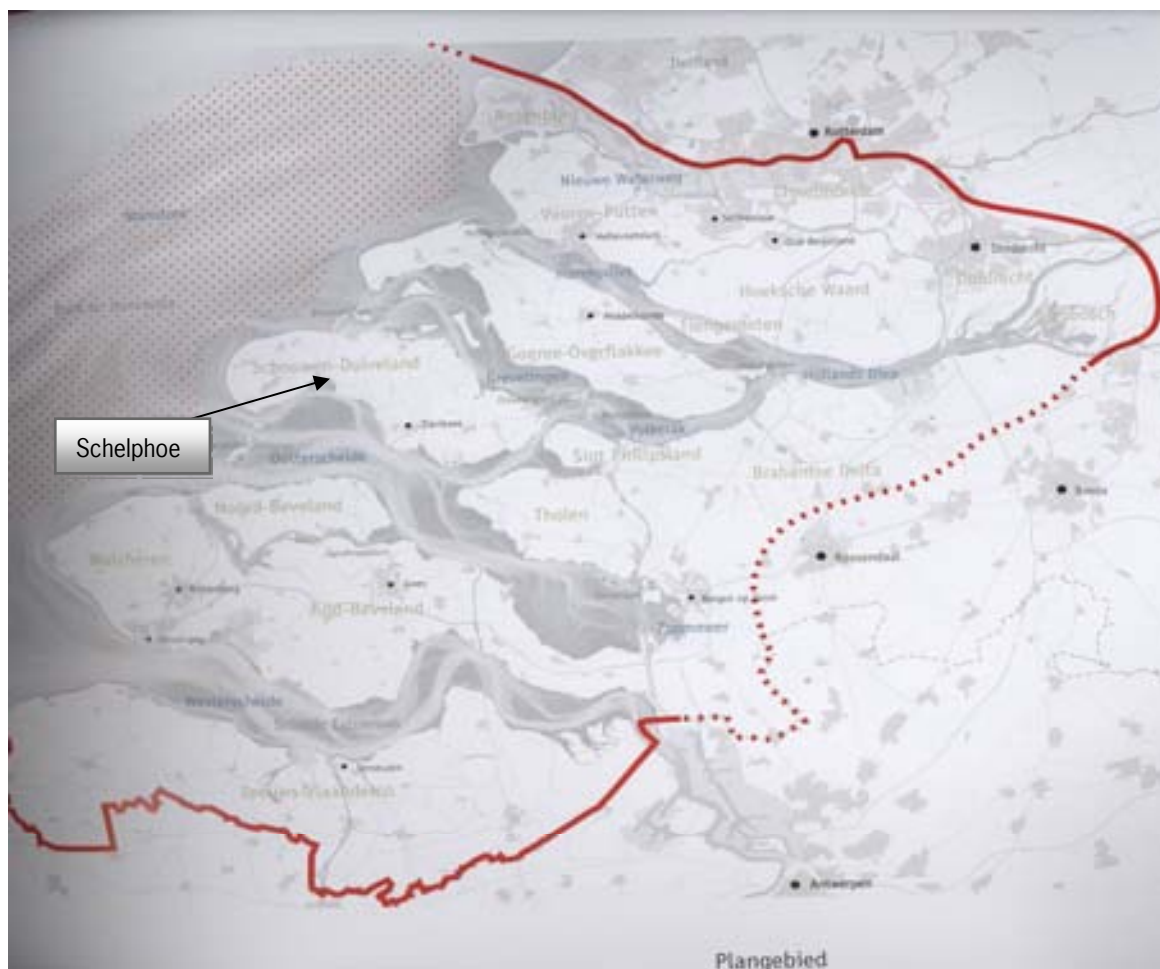
TNSnipo (Januari 2010) → <http://www.tns-nipo.com/pages/onz-expertise-bs-kwalitatief.asp>

Hfd 7 Pilot proeflocatie Schelphoek

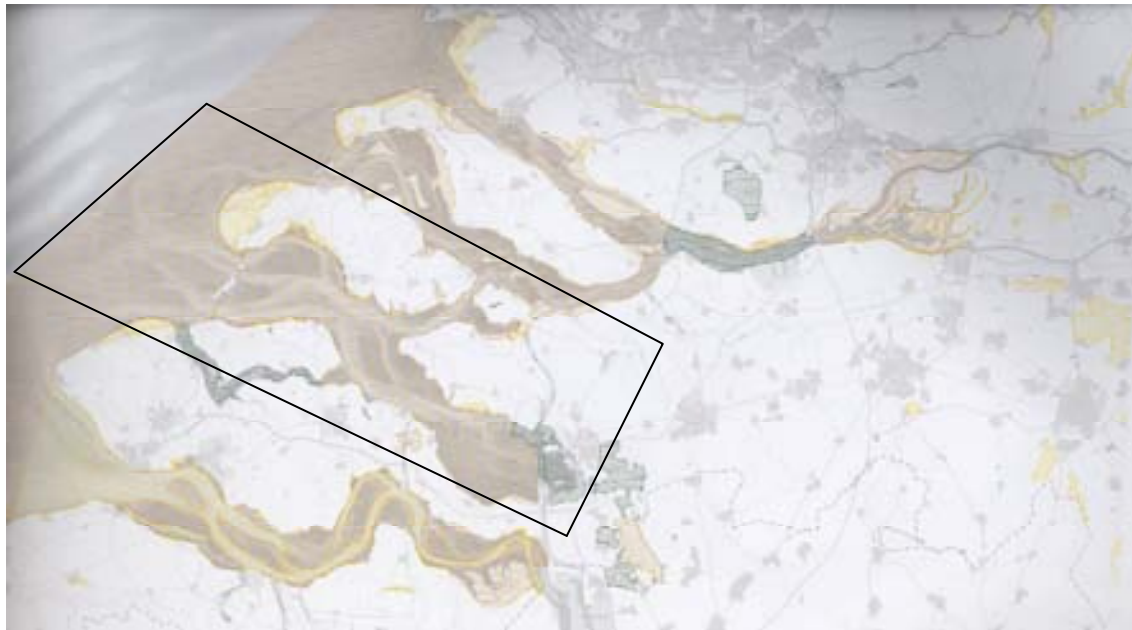
Kustgids 2009 (Oktober 2009) → <http://www.kustgids.nl/zeeland/>

Bijlage I.

Gebiedskaarten Oosterschelde



Afbeelding 2.1a. Het Oosterscheldegebied in kaart; met aangewezen proeflocatie (Bron: Lenie Dwarshuis et al.: *ATLAS van de Zuidwestelijke Delta*, 2009; aangepast door Julia Wald)

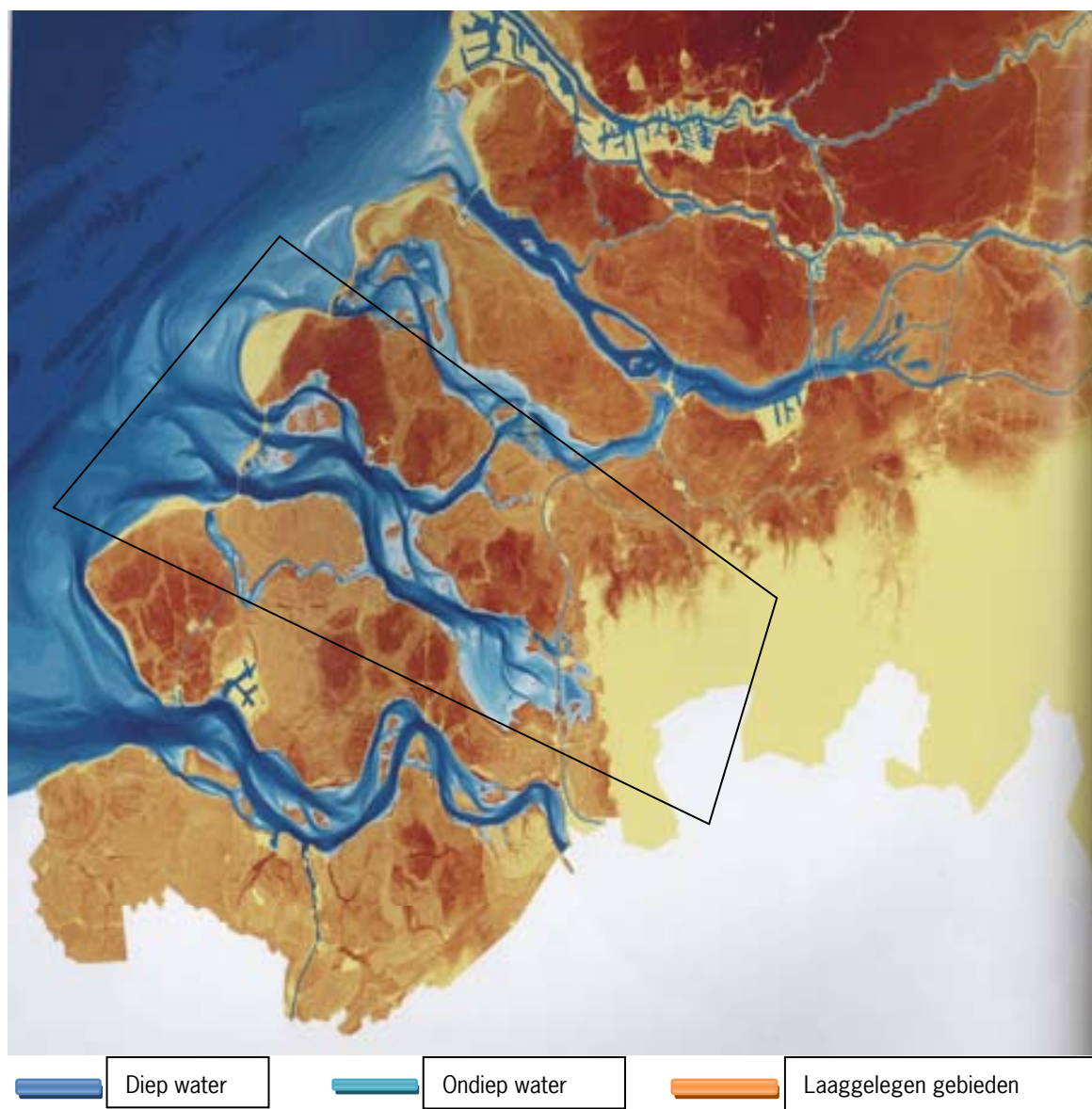


--- Vogel-en habitatrichtlijn gebied --- Vogelrichtlijn gebied --- Habitatrichtlijn gebied

Afbeelding 2.2. Natura 2000-gebied, de omcirkeling geeft het Oosterscheldegebied weer (Bron: Lenie Dwarshuis et al.: ATLAS van de Zuidwestelijke Delta, 2009; aangepast door Julia Wald).



Afbeelding 2.3. Deltawerken en compartimenten (Bron: Lenie Dwarshuis et al.: ATLAS van de Zuidwestelijke Delta, 2009).



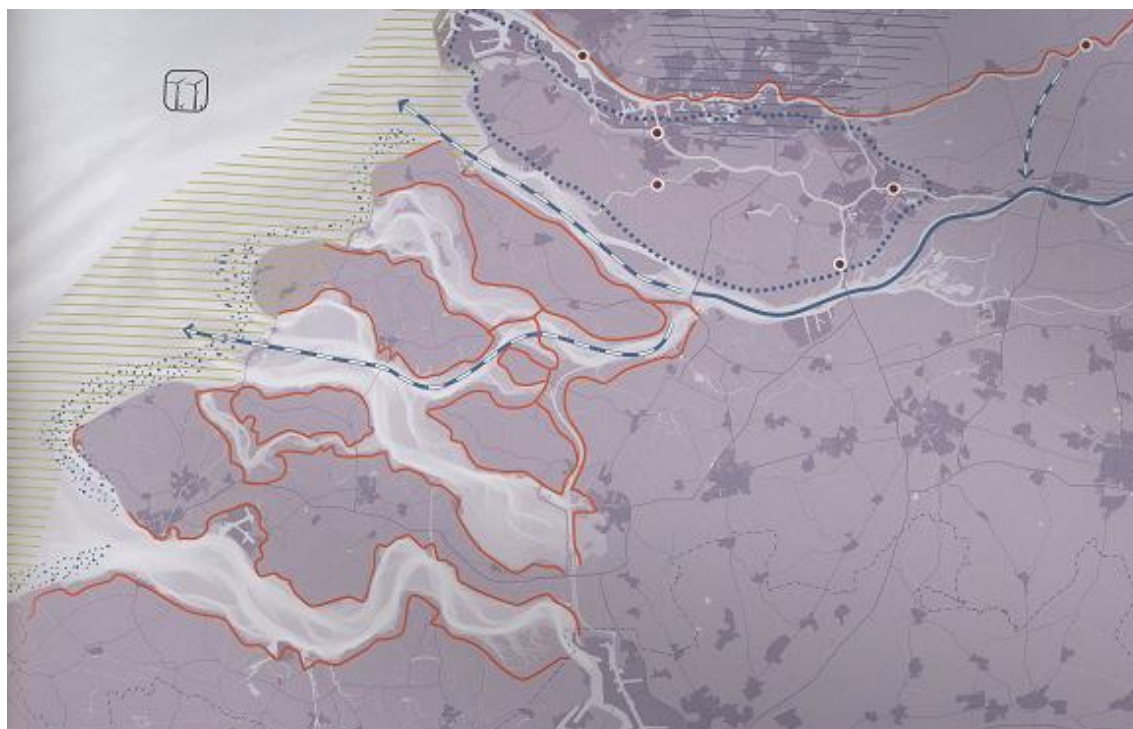
Afbeelding 2.4. Hoogtekaart, omcirkeling geeft het Oosterscheldegebied weer (Bron: Lenie Dwarshuis et al.: *ATLAS van de Zuidwestelijke Delta, 2009*; aangepast door Julia Wald).



● Strandovergangen
● Jachthaven

● Waterrecreatie binnen
● Waterrecreatie buiten

Afbeelding 2.5. Waterrecreatie, omcirkeling geeft het Oosterscheldegebied weer (Bron: Lenie Dwarshuis et al.: ATLAS van de Zuidwestelijke Delta, 2009; aangepast door Julia Wald).



- | | | | |
|-------|---|-------|---------------------------------|
| :::: | Natuurlijke getijdendynamiek | — | Waal, hoofdroute piekafvoeren |
| — | Natuurgebieden op zee | - - - | Afsluitbaar-open Rijnmondkering |
| — | Groenblauwe structuur | — | Veilige dijken |
| - - > | Afleiding piekavoer rivieren via delta naar zee | ● | Keringen |

Afbeelding 2.6. Streefbeeld waterplan (Bron: Lenie Dwarshuis et al.: ATLAS van de Zuidwestelijke Delta, 2009).

Bijlage II.

Classificatie zeewieren

Tabel 3.1. Algemene bestanddelen Chlorophyta, Rhodophyta en Phaeophyta (Bron: meeresbiologie-online.de).

Fotosynthesepigmenten, reservestoffen en celwandbestanddelen van de drie zeewierspecies				
Afdeling Klasse	Chlorofyl u.a. Pigmenten (excl. Carotenoïde)	Carotenoïde	Reservestoffen	Celwandbestanddelen
Rhodophyta (Rotalgen)	a, Phycocyanin, Phycoerythrin	<i>Beta</i> -Carotine, Luteine	Zetmeelachtige polysaccharide	Cellulose, Kalk, Xylomannane, sulfonierte Polysaccharide (Galactane)
Chlorophyta (Groenalgen)	a, b	<i>alpha</i> , <i>beta</i> , <i>gamma</i> -Carotine, Luteine, Neoxanthine, Violaxanthine, Zeaxanthine	Zetmeel	Proteïne, Polysaccharide, Cellulose, Xylane, Mannane
Phaeophyta (Bruinalgen)	a, c	<i>beta</i> -Carotine, Fucoxanthine, Violaxanthine	Laminarane	Cellulose, Kiezelsuur, Alginate, gemethyleerd Mucopolysaccharide

Tabel 3.2. Bestanddelen *Ulva lactuca* (Bron: Rasmussen 2009).

Component	Percentage % DW	Referenties
Water	10,6 tot 12,6	Lahaye & Robic 2007
Protein	15 tot 26	
Lipid	1,5	Lahaye & Robic 2007
Carbohydrate -soluble-	20,3	Lahaye & Robic 2007
Carbohydrate -insoluble-	21,9	Lahaye & Robic 2007
Totaal Carbohydrate	40-58 %	Lahaye & Robic 2007; Rasmusen 2009
Polysaccharide • Uronic acid ^a • Rahmnose ^a • Xylose ^a • Mannose ^a • Galactose ^a • Glucose ^a ^a As % of fraction	8.0-20 3.0-18 3.0-6.4 0.4-2.0 0.5 9.0-22	Lahaye <i>et al.</i> , 1995
Ash	20,6	Lahaye & Robic 2007
Sulfates	16,7	Lahaye & Robic 2007

Tabel 3.3a en 3.3b. Aminozuursamenstelling *Ulva lactuca* (Bron: ANSYNTH B.V., adapted by Julia).3.3a Vrije aminozuursamenstelling
Ulvalactuca.

Amino acids	Average <i>Ulva lactuca</i> g/kg	STDEV
Asparagine acid	N.B.	N.B.
Threonine	0,57	0,1991
Serine	0,68	0,2585
Asparagine	0,37	0,1412
Glutaminacid	3,26	1,0204
Glutamine	4,1	0,4077
Proline	5,21	0,2937
Glycine	0,54	0,2303
Alanine	1,55	0,7629
Valin	0,55	0,2031
Cysteine	N.D.	N.D.
Methionine	0,61	0,1687
Isoleucine	0,44	0,1249
Leucine	1,14	0,3875
Tyrosine	0,82	0,2309
Phenylalanine	0,88	0,2161
γ -butanoic acid	N.D.	N.D.
Lysine	0,45	0,2411
Histidine	0,19	0,0651
Arginine	N.B.	N.B.

N.D. not detectable

N.B. not detectable because of perturbing compounds

3.3b Hydrolyzeerde aminozuur
samenstelling *Ulvalactuca*.

Amino acids	Average <i>Ulva lactuca</i> g/kg	STDEV
Asparagine acid + Asparagine	26,26	1,1638
Threonine	12,83	0,3458
Serine	12,82	0,332
Hydroxyproline	2,79	0,14851
Glutamine acid + Glutamine	42,26	1,86733
Proline	14,29	0,3464
Glycine	14,09	0,3102
Alanine	18,48	0,6352
Valine	13,025	0,2909
Isoleucine	8,345	0,1401
Leucine	14,2	0,3391
Lysine	10,165	0,19957
Tyrosine	7,74	0,339
Phenylalanine	10,006	0,1637
Hydroxylysine	0,64	0,0549
Ornithine	<0,5	0
Histidine	4,125	0,0896
Arginine	24,4	1,3478
Tryptophan	3,58	/

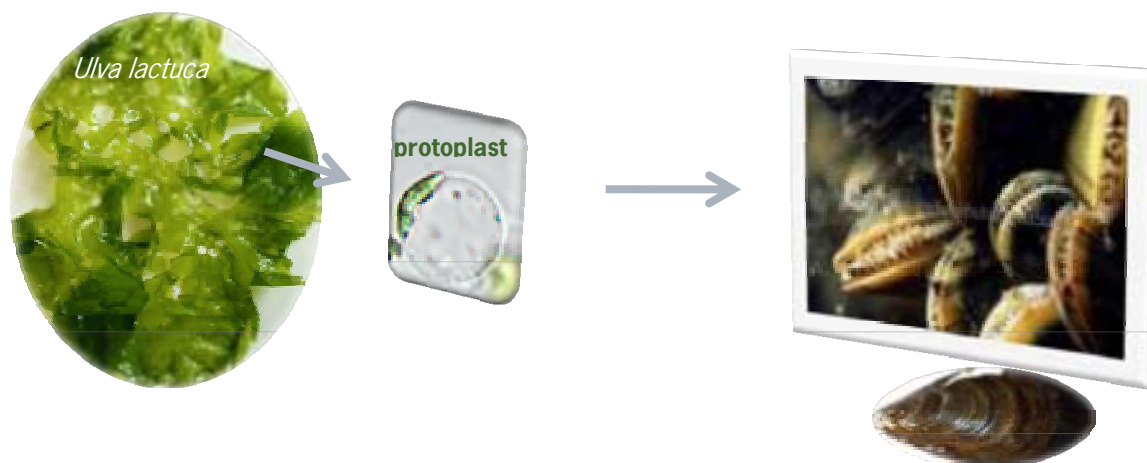
N.D. not detectable

Samenvatting aminozuur studie en protoplasten studie *Ulva lactuca*

Ulva lactuca as an essential food source for *Mytilus edulis*

Can *Ulva* be used as food source for *M. edulis* based on the amino acid composition and how can protoplasts be isolated from *U. lactuca* to feed *M. edulis*

Julia Wald (March 2010); BSc student Biotechnology; University of Applied Sciences Van Hall Larenstein; Thesis



Summary

Problem description

The Netherlands has a long tradition in shellfish capture, shellfish rearing and consumption of shellfish. Beside the Netherlands, also countries like Germany, the United Kingdom, France and Belgium are big shellfish consumers. Shellfish, special *Mytilus edulis* is not only used for consumption but also as fertilizer (potassium) or by the construction industries. Since that time the shellfish sector shows a significant grow. Only in the Flemish region of Belgium, more than 2700 ton of shellfish are consumed year by year (Peter de Jager; 2007). To assure the consumption of the shellfish a huge amount of shellfish is necessary. To save the consumption demand of one year, about 60 million kg of young shellfishes are needed (Willem Brandenburg Wageningen University; Peter de Jager; 2007). This is a big problem due to the limitation of shellfish seeds in the North Sea. The decrease in availability of shellfish seeds is due to the negative impact of the shellfish fishery on these areas, but also due to natural circumstances, like storms and drifts. The nature conservation is another threat to traditional shellfish culture, because, more and more water systems are protected against interventions from outside, (Aad Smal researcher at Wageningen IMARES). In addition, shellfishes are also a sufficient food source for birds, for example eider ducks. These ducks eat 1 kilo shellfish per day. In 2001, there was a large mortality of ten thousands of eider ducks, because of the lack of sufficient shellfish, especially in the Wadden Sea area (Herman Wouters; 2009). But due to the fact that the young shellfishes are a good food source for many aquatic animals and because of the rapid growing consumption market, there must be found a good solution for the cultivation of shellfishes on large scale. The shellfish *Mytilus edulis* used in this research is a common used shellfish for human consumption. *Mytilus edulis* belongs to the filter feeders and feeds on different microalgae.

The microalgae cultivation is the most expensive part of the shellfish cultivation and most difficult to realize in a sufficient way. Nowadays the microalgae cultivation takes place under laboratory conditions. But the cultivation is still a difficult an expensive process. This is due to the equipment which is needed for the cultivation, like the light

installations, the CO₂ measurement apparatuses, the cultivation media etc. (Martin Sprung, 1984). Hereafter, it is difficult to reach the amounts of microalgae (20*10⁶ kg microalgae+ 220*10⁶kg basis food) be needed for the cultivation of 60 million kg shellfish to furnish the consumption demand. Today, the food supply takes place with microalgae (20*10⁶kg) and as basis compound soya or fishmeal (220*10⁶kg) is used (Brandenburg). But using soya is not sustainable, because of the conditions under which large- scale cultivation takes place, the local impact on the society and the long transfer stock. Also using fishmeal is not sufficient, fishmeal is produced from wild fish.

Aim

Therefore it is necessary to find a good opportunity. Macroalgae's seems to be an alternative, they can be harvested and cultivated more easily and in large amounts under Dutch conditions. The idea is to create a sustainable basic food source for *M. edulis*. Instead of using soya and fishmeal, for this reason maybe *Ulva* could be used. The second idea is to lower the amount of microalgae which has to be added to the basic food source by using *U. lactuca* to lower the production costs of the shellfish cultivation process. But one problem is that *Mytilus edulis* only feeds on living single cells. Therefore, a method has to be developed to break up the cell- cell bounds to get the single cells out of the macroalgae. One opportunity could be protoplasts. Therefore, the research focuses on the macroalgae *Ulva lactuca* as alternative food source for the shellfish *Mytilus edulis*. This research focuses on *Ulva lactuca*, because this is a seaweed sort which is abundant worldwide in large amounts. Moreover, it is almost the only seaweed (macroalgae) which can form a 'bloom'. This means that it occurs in large amounts under the right environmental conditions during the summer period. For using *U. lactuca* as food source not only the question how to get the protoplasts has been addressed within this research, but also the amino acid composition of *U. lactuca* has been studied in more detail, to be assured that the seaweed contains all of the essential amino acids are needed for a sufficient *M. edulis* diet.

Amino acid study

Ulva lactuca

For the amino acid detection of *U. lactuca* the method of ANSYNTH Service B.V. was chosen, because it is a common applied detection method for all kind of organisms. It is also a rapid and accurate one. The method of ANSYNTH Service B.V. can detect free amino acids and bound amino acids separately. The amino acid composition found for *U. lactuca* has been compared to the amino acid uptake of *M. edulis*, which has been found in the literature. Hereafter, is the method and there results been used for the amino acid detection of *U. lactuca* compared to methods which could be found in the literature for *U. lactuca*. The amino acid amounts of *U. lactuca* are also compared to the amino acid values of other *Ulva* spp., other seaweed species and soya to address the quality of *U. lactuca* as basic aquafeed.

Mytilus edulis

For the amino acid uptake of *M. edulis* the results of Sieber & Winkler were used. Most of such studies were performed in closed systems with relative small volumes (less than 500ml) of mostly artificial sea water, where a certain amount of amino acids were added to the system (Manahan *et al.* 1983; Wright & Stephens 1978; Wright & Stephens 1981; Stephens 1981). Sieber and Winkler (2000) adjusted there experiment by working a step closer to the in-situ conditions located in coastal waters. They used unprocessed seawater in an open system, which was directly pumped from the Waddensee into the shellfish beds. At the entrance and the outlet they took some samples for analyzing using a HPLC. The shellfish they used had a shell length of about 5cm. In the system 184 specimens were cultivated, with a total fresh weight (including shells) of 2737g. The temperature in the system was about 14°C and the flow rate was about 150l/h.

The concentration they measured for the entrance and the outlet flow were used to calculate the uptake rate of the amino acids.

Results and Conclusion

From the amino acid study becomes clear the *U. lactuca* can be used as basic aquafeed for *M. edulis*. *U. lactuca* contains all of the essential amino acids which could be found in the literature for *M. edulis*. The essential amino acids are valine, threonine, phenylalanine, isoleucine and leucine. Moreover all of the essential amino acids occur in free form (FAA) in *Ulva* except arginine. Arginine only occurs in hydrolyzed form. *Ulva* contains also all other amino acids which are important for an optimum grow, except taurine. Taurine is not present in *Ulva* and must be added by microalgae's as food supplement. Future more, from our research study becomes clear that *Ulva lactuca* contains high amounts of protein compared to other seaweed species, like brown seaweeds. Red seaweeds contain highest values of proteins (35%). The green seaweed *Ulva pertusa* is also reach in proteins (26%). *Ulva lactuca* reaches amounts between 24% -27% proteins. Compare to soybean (10-15%) *Ulva lactuca* reaches high values of proteins. The research leads also to the conclusion that the harvesting area (habitat), the environmental conditions, the time and the maturity of the seaweed influences the amino acid content.

Protoplast study

Method

First the method of Shenghao (2007) was used. But the method seems not sufficient for our seaweed. No protoplasts could be detected. Therefore many adjustments were done. Some important adjustments were made in:

Solution medium (seawater, tap water, demi water)

- pH-concentration
- Salinity
- Enzymes
- Enzyme concentration
- Plant material

Instead of seawater, tap water was used. That seems more efficient, because tap water already include Ca^2 which stabilized the protoplasts, so that they do not bust. The problem of salt crystals what could affect the protoplasts and the osmotic value could be dissolved by using tap water instead of sea water and by removing NaCl_2 from the protocol. Another advantage of using tap water is that the enzyme activity is not lowered by the salt compounds, like how that occurs in seawater.

Hereafter crucial chances were made in the enzymes be used. Within the original method common plant enzymes, like maceroenzyme and cellulase has been used. In the improved method enzymes those who are more related to marine plants are used (abalone, *Helix pomatia*). *Helix pomatia* is a marine organism who feeds on *Ulva* spp. under normal habitat conditions. By using the enzyme β -glucuronidase the abalone is able to break up cell wall polysaccharide to get the cell compounds out of the cell. By using β -glucuronidase for our method protoplasts could be made from *Ulva lactuca*.

Also the osmotic value and the pH were adjusted. As osmoticum 0,4M mannitol and 0,5M MES were used and the pH was adjusted to 6.0. By using a pH higher than 6.5 the enzyme activity will be lowered.

Also, only young and fresh material has been used. The fragments were cut only from the outer layer where the meristeme is located. Using meristeme material seems to be crucial to get protoplasts. The meristeme included the young part of a plant and the cell walls are not that strong in meristeme cells. By using normal fully grown cells, the cell walls are too strong to get degraded by the enzymes.

Results and Conclusion

The protoplasts got from the adjustments, based on the protocol of Reddy (1991) are nice round shaped and vital. But still some plasmolysis occur. Therefore the protocol as to be optimize in future. When the method was carried out it was late in season and no good qualitative starting material could be collected anymore from the Eastern

Scheldt. That's why the method could only be proven two times. For statistical application and to be sure that this is the optimal method for getting protoplasts from *Ulva lactuca*, the method has to repeat at least two more times. Hereafter a method has to be found to rescue the protoplasts from the plasmolysis. A little bit of plasmolysis seems helpfully to get the protoplasts out of the cell, but ones you have the protoplasts you have to get away from the plasmolysis otherwise the protoplasts will bust and die. One opportunity can be the supply of Ca^{2+} after protoplast isolation, which stabilized the cell membranes. Another point which has to figure out is how to keep the protoplasts at live. This could not be proven within this six month of research. But that is an important fact to know, if the protoplasts not used immediately.

Hereafter, a grow study with *M. edulis* and the protoplasts of *U. lactuca* must been done to observe the real benefit of *Ulva* protoplasts in the *M. edulis* diet.

The process of making protoplasts is still expensive and must been improved. Maybe a suspension of single cells could also be sufficient for the use. Compare to protoplasts single cells are larger. That's because of the lack of cell walls by protoplasts. But producing single cells are less expensive. Single cells can produced by using only abalone, no other enzymes are necessary, what lowers the costs. Another point of view is to grind *Ulva* in small pieces using a mixer and supplying this juice to the mussel. By using the juice costs can be minimized, dramatically. Until now it is not economically sufficient to work with protoplasts. This will increase the product costs more than twice. But using the juice would be economically.

If protoplasts cannot be used for the food supply, protoplast can be used to create qualitative uniform cultivation material for the large- scale seaweed cultivation.

Bijlage III.

Protocollen maatschappelijk draagvlakonderzoek

Geïnterviewde stakeholders (9)

Jaap Broodman, Provincie Zeeland
(functie: Senior beleidsmedewerker Zeeland, sectie Economie en Visserij)
e-mail: j.broodman@zeeland.nl

Ed van Dantzig, Van Dantzig Communicatiepartners
(functie: Ondernemer in strategische communicatie en public relations; Directeur Communicatie Zeeuwse tong)
e-mail: ed.vandantzig@vdcpl.nl

Johan van Nieuwenhuyzen, Visafslag
(functie: Managing Directeur Visafslag Collijnsplaat, Stellendam, Scheveningen; Lid dagelijkse bestuur visserij; Lid van de NOVA (National Overleg Visafslag))
e-mail: jvn@unitedfishauctions.com

Ko Prins, Prins en Dingemans
(functie: Ondernemer, mosselverwerking)
e-mail: info@prinsendingemans.com

Johny Dhooge, Waterboer (Visser)
(functie: Mosselkweek)
e-mail: ije30@xs4allimo.nl

Adri Bout, Seafarm
(functie: Ondernemer, kweek van tarbot en schelpmessen)
e-mail: adri@seafarm.nl

Gijs Zonneveld, Zeeuwse Milieufederatie
(functie: Beheer Deltawateren)
e-mail: gvzonneveld@zmf.nl

Leo Adriaans, Rijkswaterstaat Zeeland
(functie: Senior adviseur waterbeheer)
e-mail: leo.adriaans@rws.nl

Desmond van Santen, NOB (Nederlandse Onderwatersport Bond)
(functie: Beleidsmedewerker project Zeeland 2009-2012)
e-mail: Desmond.vanSanten@onderwatersport.org

Algemene interviewvragen (10)

- A) Hoe denkt u over aquacultuur?
- B) Hoe past dat binnen uw sector?
- C) Hoe denkt u over aquacultuur in 10 jaar?
- A) Wat is uw mening over zeewierteelt in Zeeland, de Oosterschelde en het Veerse Meer?
- B) Vindt u dat de zeewierteelt past bij de gebiedsvisie van Zeeland?
- C) Hoe denkt u persoonlijk over zeewierteelt in de toekomst?
- A) Waar liggen volgens u mogelijke kansen en knelpunten op het gebied van de zeewierteelt in de Oosterschelde?
- B) Hoe denkt u over de visserij en de duiksport als mogelijk knelpunt voor de zeewierteelt (of zeewierteelt als knelpunt voor visserij en duiksport)?
- A) Wat voor randvoorwaarden stelt u aan de teeltlocatie?
- B) Welke locaties zijn wel/niet geschikt voor zeewierteelt in de Oosterschelde?
- C) Heeft u enige voorkeur aan een teeltlocatie (offshore/near shore/specifieke locatie)?
- D) Zijn er naast de Schelphoek nog andere geschikte teeltlocaties?

- A) *Verwacht u dat de zeewierteelt een positieve invloed zou kunnen hebben op de Zeeuwse economie en als het ware bijdraagt aan het creëren van nieuwe werkgelegenheid in het gebied?*
- B) Kunt u uw antwoord motiveren?
Hoe belangrijk zijn de volgende maatschappelijke sectoren met betrekking tot de zeewierteelt, volgens u?
- a) Bevolking
 - b) Toerisme
 - c) Visserij/ Visserijafslag
 - d) Landbouw en Industrie
- Hoe denkt u over de combinatie van zeewierteelt met:
- Aquacultuur
 - Visserij
 - Recreatievaart
 - Duiksport
 - Anders
- A) *Is er volgens u draagvlak voor zeewierteelt en zeewierproducten bij de Zeeuwse bevolking?*
- B) Hoe zou u deze verder kunnen stimuleren?
- A) *Kunt u zich voorstellen een actieve bijdrage te leveren aan de opzet van grootschalige zeewierenteelt in het Oosterscheldegebied in de toekomst?*
- B) Zo ja, aan welke randvoorwaarden is de actieve bijdrage gekoppeld?
Heeft u met betrekking tot dit onderwerp nog opmerkingen of vragen, die tijdens het interview niet aan bod zijn gekomen?

Specifieke interviewvragen per Stakeholder

Jaap Broodman (Provincie Zeeland)

Toevoeging AV 9 C) Hoe zou u deze ontwikkelingen onder de aandacht willen brengen?*

Toevoeging AV 6 C) Wat zijn randvoorwaarden van de zeewierteelt met betrekking tot de werkgelegenheid?*

- A) Kunt u iets vertellen over teeltsystemen die worden toegepast in de mosselkweek?
- B) Wat weet u over zeewierteeltsystemen?

Is er naar uw mening voor de visserijsector een nieuwe taak te voorzien in samenhang met zeewierteelt?

Denkt u dat de zeewierteelt rendabel gaat worden?

- A) Hoeveel schelpdieren worden tegenwoordig aangevoerd?
- C) Hoe groot is de markt voor *Mytilus edulis*?
- D) Weet u iets over de productiekosten van de schelpdierenkweek?

A) *Wat zijn de perspectieven voor de mosselvisserij voor 2010 en over 10 jaar gezien?*

B) Hoeveel vergunningen zijn er voor 2010 en hoe zat dit 10 jaar geleden?

Ed van Dantzig (Directeur Communicatie Zeeuwse tong)

Toevoeging AV 9 C) Hoe zou u deze ontwikkelingen onder de aandacht willen brengen?*

Toevoeging AV 6 C) Wat zijn randvoorwaarden van de zeewierteelt met betrekking tot de werkgelegenheid?*

Wat is uw mening over de visserijsector van een nieuwe taak te voorzien in samenhang met zeewierteelt?

A) *Waar liggen bij dit soort projecten knelpunten met betrekking tot de communicatie?*

B) Waar ligt het potentieel van de communicatie op dit gebied (welke sector van het project zou bijzonder gestimuleerd kunnen worden door middel van communicatietechnieken)?

Denkt u dat de zeewierteelt rendabel gaat worden?

- A) Hoeveel schelpdieren worden tegenwoordig aangevoerd?
- C) Hoe groot is de markt voor *Mytilus edulis*?
- D) Weet u iets over de productiekosten van de schelpdierenkweek?

- A) *Wat zijn de perspectieven voor de mosselvisserij voor 2010 en over 10 jaar gezien?*
- B) Hoeveel vergunningen zijn er voor 2010 en hoe zat dit 10 jaar geleden?

Johan van Nieuwenhuyzen (Managing Directeur Visafslag)

Toevoeging AV 9 C) Hoe zou u deze ontwikkelingen onder de aandacht willen brengen?*

Toevoeging AV 6 C) Wat zijn randvoorwaarden van de zeewierteelt met betrekking tot de werkgelegenheid?*

- A) *Kunt u iets vertellen over teeltsystemen die worden toegepast in de mosselkweek?*
- B) Wat weet u over zeewierteeltsystemen?

Is er naar uw mening voor de visserijsector een nieuwe taak te voorzien in samenhang met zeewierteelt?

Hoe denkt u over een gecombineerde zeewier- en visafslag?

- A) *Denkt u dat de zeewierteelt rendabel gaat worden?*
- A) *Hoeveel schelpdieren worden tegenwoordig aangevoerd?*
- C) Hoe groot is de markt voor *Mytilus edulis*?
- D) Weet u iets over de productiekosten van de schelpdierenkweek?

Ko Prins (Prins en Dingemans)

Toevoeging AV 9 C) Hoe zou u deze ontwikkelingen onder de aandacht willen brengen?*

Is er naar uw mening voor de visserijsector een nieuwe taak te voorzien in samenhang met zeewierteelt?

- A) *Denkt u dat de zeewierteelt rendabel gaat worden?*
- A) *Hoeveel schelpdieren worden tegenwoordig verwerkt?*
- C) Hoe groot is de markt voor *Mytilus edulis*?
- D) Zou u iets willen vertellen over de productie- en verwerkingskosten van de schelpdierenkweek?
- A) *Zouden zeewierproducten een nichemarkt kunnen vormen binnen uw bedrijfconcept?*
- B) Hoe moeten de producten er uitzien (wat voor soort producten heeft u op het oog)?

Huib Lacor (Roem van Yerseke)

Toevoeging AV 9 C) Hoe zou u deze ontwikkelingen onder de aandacht willen brengen?*

Is er naar uw mening voor de visserijsector een nieuwe taak te voorzien in samenhang met zeewierteelt?

- A) *Denkt u dat de zeewierteelt rendabel gaat worden?*
- A) *Hoeveel schelpdieren worden tegenwoordig verwerkt?*
- C) Hoe groot is de markt voor *Mytilus edulis*?
- D) Zou u iets willen vertellen over de productie- en verwerkingskosten van de schelpdierenkweek?
- A) *Zouden zeewierproducten een nichemarkt kunnen vormen binnen uw bedrijfconcept?*
- B) Hoe moeten de producten er uitzien (wat voor soort producten heeft u op het oog)?
- A) *Wat zijn de perspectieven voor de mosselvisserij voor 2010 en over 10 jaar gezien?*
- B) Hoeveel vergunningen zijn er voor 2010 en hoe zat dit 10 jaar geleden?

- A) *Wat heeft de mossel nodig voor een optimale groei per leefcyclus?*
- B) Hoeveel van de enkele componenten worden aan mosselbroed toegediend?

In een interview in maart 2008 (tijdschrift Visserijnieuws), stond dat het vissen op mosselbroed geen schade doet aan het ecosysteem. Kunt u dit statement iets nader toelichten?

Johny Dhooge (Visser)

Toevoeging AV 6 C) Wat zijn randvoorwaarden van de zeewierteelt met betrekking tot de werkgelegenheid?*

- A) *Kunt u iets vertellen over teeltsystemen die worden toegepast in de mosselkweek?*
- B) Wat voor soort materialen gebruikt u voor de netten?
- C) Kunnen deze ook worden toegepast voor de teelt van zeevieren?
- D) Wat weet u over zeewierteeltsystemen?
- E) Heeft u adviespunten waar bij de constructie van een teeltsysteem op gelet moet worden?

Hoe staat u tegenover een gecombineerde zeewierteelt en mosselkweek?

- A) *Hoeveel schelpdieren worden tegenwoordig verwerkt?*
- C) Hoe groot is de markt voor *Mytilus edulis*?
- D) Zou u iets willen vertellen over de productie- en verwerkingskosten van de schelpdierenkweek?
Is er naar uw mening voor de visserijsector een nieuwe taak te voorzien in samenhang met zeewierteelt?

Denkt u dat de zeewierteelt rendabel gaat worden?

- A) *Wat zijn de perspectieven voor de mosselvisserij voor 2010 en over 10 jaar gezien?*
- B) Hoeveel vergunningen zijn er voor 2010 en hoe zat dit 10 jaar geleden?

- A) *Wat heeft de mossel nodig voor een optimale groei per leefcyclus?*
- B) Hoeveel van de enkele componenten worden aan mosselbroed toegediend?

Adri Bout (Seafarm)

Toevoeging AV 6 C) Wat zijn randvoorwaarden van de zeewierteelt met betrekking tot de werkgelegenheid?*

- A) *Kunt u iets vertellen over teeltsystemen die worden toegepast in de schelpdierenkweek?*
- B) Wat voor soort materialen worden er gebruikt voor de netten?
- C) Kunnen deze ook worden toegepast voor de teelt van zeevieren?
- D) Wat weet u over zeewierteeltsystemen?
- E) Heeft u adviespunten waar bij de constructie van een teeltsysteem op gelet moet worden?

Hoe staat u tegenover een gecombineerde zeewierteelt en mosselkweek?

- A) *Zouden zeewierproducten een nichemarkt kunnen vormen binnen uw bedrijfconcept?*
- B) Hoe moeten de producten er uitzien (wat voor soort producten heeft u op het oog)?
- A) *Hoeveel schelpdieren worden tegenwoordig verwerkt?*
- C) Hoe groot is de markt voor *Mytilus edulis*?
- D) Zou u iets willen vertellen over de productie en verwerkingskosten van de schelpdierenkweek?

Is er naar uw mening voor de visserijsector een nieuwe taak te voorzien in samenhang met zeewierteelt?

Denkt u dat de zeewierteelt rendabel gaat worden?

- A) *Wat zijn de perspectieven voor de mosselvisserij voor 2010 en over 10 jaar gezien?*
- B) Hoeveel vergunningen zijn er voor 2010 en hoe zat dit 10 jaar geleden?

- A) *Wat heeft de mossel nodig voor een optimale groei per leefcyclus?*
 B) *Hoeveel van de enkele componenten worden aan mosselbroed toegediend?*

Gijs van Zonneveld (Zeeuwse Milieufederatie)

Is er naar uw mening voor de visserijsector een nieuwe taak te voorzien in samenhang met zeewierteelt?

Denkt u dat de zeewierteelt rendabel gaat worden?

- A) *Kunt u iets vertellen over teeltsystemen die worden toegepast in de mosselkweek?*
 B) *Wat weet u over zeewierteeltsystemen?*

Waar ziet u knelpunten van de zeewierteelt met betrekking tot de Zeeuwse ecologie?

Wat zijn randvoorwaarden van zeewierteelt met betrekking tot de ecologie?

Welke aspecten moeten volgens u benaderd worden, wanneer het gaat om een monitoringsprogramma?

Leo Adriaanse (Rijkswaterstaat Zeeland)

Is er naar uw mening voor de visserijsector een nieuwe taak te voorzien in samenhang met zeewierteelt?

Denkt u dat de zeewierteelt rendabel gaat worden?

- A) *Kunt u iets vertellen over teeltsystemen die worden toegepast in de mosselkweek?*
 B) *Wat weet u over zeewierteeltsystemen?*

Waar ziet u knelpunten van de zeewierteelt met betrekking tot de Zeeuwse ecologie?

Wat zijn randvoorwaarden van zeewierteelt met betrekking tot de ecologie?

Welke aspecten moeten volgens u benaderd worden, wanneer het gaat om een monitoringsprogramma?

Desmond van Santen (Nederlandse Onderwatersport Bond)

Denkt u dat de zeewierteelt rendabel gaat worden?

Waar ziet u knelpunten van de zeewierteelt met betrekking tot de Zeeuwse ecologie?

- A) *Welke aspecten moeten volgens u benaderd worden, wanneer het gaat om een monitoringsprogramma?*
 B) *Zou u actief deel uit willen maken van het monitoringsprogramma?*
 C) *Aan welke randvoorwaarden is de bijdrage gekoppeld?*

Toevoeging AV 4 -Vindt u dat er hinder ontstaat door de zeewierteelt met betrekking tot de recreatie?

*AV= algemene vraag

Zilte smaakbeleving

Zilte smaakbeleving

-Hoe denken mensen over zeewieren als voedselbron?-

Op 27-05-2009 is een enquête afgenomen onder de bezoekers van de zilte smaak dag in Yerske/Zeeland. Dit is gedaan om een indicatie te verkrijgen over hoe mensen denken over zeewieren als voeding in het dagelijkse leven. In totaal zijn 40 personen geïnterviewd (22 vrouwen en 18 mannen). De geïnterviewden waren tussen 17 en 78 jaar oud. De gemiddelde leeftijd laag bij 40 jaar. Onder de geïnterviewden waren niet allen Nederlanders maar ook een klein aantal buitenlanders (twee Griekse en vier Duitsers).

Voor de indicatie onderzoek zijn vijf kleine snacks uit zeewieren bereid door Huis van Kyoko (appendix 1). Nadat de proefpersonen de snacks hebben geproefd, hebben deze een enquête ingevuld met vragen over de smaak, de kleur en de presentatie van de snack. Hiernaast worden de personen gevraagd of zij zich konden voorstellen dit soort gerechten ook te huis voor zich en/of voor hun bezoek te breiden. De resultaten zijn in appendix 2 en 3 weergegeven.

Een grote deel van de geïnterviewden vonden de zeewieren lekker smaken. Alleen twee van de 40 geïnterviewden vonden het eten bereid uit zeewieren niet lekker. Voor eentje was het te bitter en voor de andere was het alleen maar slecht. Wat er precies niet goed smakte kon zij niet definiëren. Ze zij dat het gewoon de combinatie was, die zij niet zo lekker vond. De anderen 37 proefpersonen gaven aan het eten heerlijk te vinden. Een groot deel van de proefpersonen gaaf aan het ongelofelijk te vinden wat je uit zeewieren allemaal kon maken, dat hadden de meesten niet verwacht. Sterker nog, iemand gaaf aan dat het voor hem niet te geloven was dat men uit zeewieren zo lekkere snacks kon bereiden. Voor hem waren zeewieren altijd onkruiden (male, 78 sluismeester, Yerske).

Toen de proefpersonen gevraagd worden wat ze precies proeven konden de meesten van hun maar moeilijk een antwoord bedenken. Voor de meesten was het een smaak die zij niet kon beschrijven, daarom was de standaard antwoordt: "Het smaakt anders, maar wel heel erg lekker".

De presentatie en de kleur van de zeewieren snacks vonden de meesten heel erg aantrekkelijk. Alleen vier proefpersonen vonden dat de presentatie iets beter kon. (Er was geen significantie te vinden tussen de vier personen.)

Bij de vraag of zij dit soort snacks ook te huis voor hun en hun gasten wilden bereiden was het meest gegeven antwoord „ja”. Maar zeven van de 40 geïnterviewden konden zich niet voorstellen dit ook te huis te bereiden. De personen die het te huis willen bereiden, willen dat op de manier hoe zij het hebben gezien tijdens de workshop. Het meest gevraagd waren de sesam snacks, de zeewieren chips en de sushi (afbeelding 3; appendix1). Sommige geïnterviewde zouden zeewieren ook willen combineren met andere gerechten, bij voorbeeld met vis of als soep. Andere daarentegen zouden het willen gebruiken in vorm van een hapje voor het eten of als partysnack. Zo te zien is er grote draagvlak wat bederft zeewieren als voedselbron.

Aan het indicatieonderzoek hebben ook vier onderwijskundige deelgenomen. Zij worden gevraagd of zij zich konden voorstellen dat kinderen zeewieren snacks lekker zullen vinden. Alle bevroagden gaven als antwoordt „ja”. Zij denken dat kinderen de snacks lekker zullen

vinden, special de sesam snacks en de zeewieren chips. Sterker nog, zij verwachten van kinderen die iets ouder zijn, dat deze ook de sushi lekker zullen vinden.

Aan de hand van de uitgevoerde indicatie onderzoek kan het volgende geconcludeerd worden. Er is een brede interesse aan zeewieren als voedselbron voor jong en oud. De meesten geïnterviewden zouden het zeewier willen gebruiken in de vorm van snacks en chips. Maar er is ook grote draagvlak in het verwerken van het zeewier in gerechten etc.. De zeewier snacks blijken ook interessant te zijn voor jongeren. Misschien dat zeewieren snacks een gezonder alternatief kunnen vormen tegen over de commerciële chips. Uit dit onderzoek kan worden geconcludeerd, dat er grote draagvlak is voor zeewieren. Maar meer onderzoek is nodig, omdat het huidige onderzoek alleen een indicatie bied en nog niet als representatief kan worden aangezien.



Afbeelding1 Sushi met *kelp*, *ulva* en *nori* als zeewier componenten. De sushi was gegameerd met rijst, komkommer, tofu en traditioneel chinees kruiden mix.



Afbeelding2 Sushi met *nori* en *kelp* als zeewier componenten. Het sushi was gegameerd met rijst, komkommer, tomaat, paprika, tofu, wortel en chinees kruiden mix.



Afbeelding3 rechts: sushi met *kelp* als zeewier component. Het sushi was gegameerd met komkommer, rijst, ginger, granaat appel en tofu.

links: sushi met *kelp* als zeewier component. Het sushi was gegameerd met rijst, tofu en honing meloen.



Afbeelding4 Sesam crisps met *kelp* en *ulva* als zeewier component en een beetje paprika

Bijlage IV. Proeflocatie Schelphoek



A: Proeflocatie Schelphoek met drijvend proefvlot.



B: Proeflocatie met drijvend proefvlot en zeewiergroei.

