

Eind rapportage Zeeuwse Tong

Schelpdierpilot Zeeland Aquacultuur

November 2013



1. Inleiding

2. Stand van zaken

3. Algenkweek

3.1 Resultaten algenkweek

3.2 conclusie

3.3 Toekomstperspectief algenkweek

4. Schelpdiervijvers

4.1 Resultaten

4.2 Conclusie

4.3 Toekomst perspectief

5. Nursery proeven

5.1 Resultaten

5.2 Conclusie

5.3 Toekomstperspectief

6. Wierenfilter

7. Kwaliteitsverbetering oesters

8. Opschaling ZA pilot (toekomstperspectief)

Bijlage 1: Kostenberekening algenkweek verschillende methoden.

Bijlage 2: Resultaten onderzoek mortaliteit tapijtschelpen door CVI

1. Inleiding

De laatste jaren is er door de pilots van Zeeuwse Tong een tussenrapportage uitgebracht. Dit de eindrapportage van Zeeland Aquacultuur. In dit rapport vindt u de aanvullingen op de tussentijdse rapportage van 2011 en 2012.

Dit document is opgesteld door de Roem van Yerseke en Koninklijke Prins & Dingemane.

2. Stand van zaken

Zeeland Aquacultuur heeft afgelopen jaren getracht om een zo hoog mogelijke productie te behalen op het gebied van algenkweek en tapijtschelpen. Daarnaast zijn er verschillende onderzoeken uitgevoerd op het gebied van kwaliteitsverbetering van oesters en het opkweken van oesterbroed uit een hatchery.

Betreffende de algenkweek zijn er grote verbeteringen doorgevoerd op management niveau, wat resulteert in een hogere productie en een lagere kostprijs. De eerste drie kwartalen van 2012 is er een hoge algenproductie geweest bij ZA. Het laatste kwartaal werd gekenmerkt door extreem veel neerslag en bewolking, wat parten heeft gespeeld bij de algenkweek. Slechtere groei, meer kansen voor besmetting en regenwater wat onder de folie naar boven kwam werkten belemmerend. In 2013 was het beeld hetzelfde. In de donkere periodes in het najaar trad er besmetting van de culturen op. Dit is waarschijnlijk voor een groot deel toe te schrijven aan de slecht functionerende filters.

De tapijtschelpen laten een goede en stabiele groei zien. In 2012 in een aantal vijvers veel sterfte was opgetreden. Dit beeld is in 2013 ook weer terug gekomen. Met name in de grotere dieren is sterfte waargenomen. De berekende productie per oppervlakte is bewezen haalbaar te zijn. Ook blijkt het mogelijk om het systeem te laten draaien met zeer weinig verversing en veel recirculatie.

De kwaliteitsverbetering van oesters is een succes gebleken wat betreft smaak en vleesgehalte. De oesters krijgen een iets minder zilte smaak en de oesters hebben een 'stevige bite'. Ook is gebleken dat er voor deze oester een markt is, echter deze markt is nog klein. Het opkweken van oesterbroed blijkt succesvol. Aandachtspunten zijn wel dat het water veel ververst dient te worden en de oesters moeten regelmatig worden opgeschud.

Gedurende de afgelopen jaren zijn er ook enkele problemen geweest. Het grootste knelpunt tijdens de kweek is de afhankelijkheid van (gefilterd) Oosterscheldewater. Tijdens de afgelopen jaren is enkele malen een tekort geweest aan water (door technische storingen), wat resulteerde in het instorten van de algenculturen. Het opnieuw opstarten van de kweek kost dan weer enkele dagen. Door de lekkages in de filters raakten culturen ook regelmatig besmet.

Zeeland Aquacultuur is in principe aangelegd voor een looptijd van vijf jaar. Dit is onder andere zichtbaar aan het terrein, doordat de tussen de vijvers aangelegde bermen door het intensieve gebruik erg modderig en ongelijk geworden. De dammetjes tussen de vijvers zijn op sommige plaatsen wat verzakt. Door de vele proeven zijn er inmiddels ook veel bovengrondse leidingen aangebracht. Een van de grootste struikelblokken waren de filters. Doordat deze niet goed functioneren, gaat er veel tijd zitten in het schoonmaken van de filters wanneer deze verstopt zitten. Na de zomer van 2012 zijn de oorspronkelijke filters vervangen door een zelf gefabriceerd trommelfilter. In een voorfilter wordt het water m.b.v. een zeefbocht ontdaan van grove materialen (10 mm). Daarna is een trommelfilter geplaatst waarin 50 µm filterdoek in is geplakt. Dit filter had echter vaak te maken met lekkages in het filterdoek, waardoor er ongefilterd water in de algenculturen stroomde. Omdat uiteindelijk het filterdoek dusdanig beschadigd was, is gekozen om een ander

trommelfilter aan te schaffen. Dit is een klein zelfbouw trommelfilter geworden, welke redelijk gefunctioneerd heeft. Er blijkt bij dit filter echter ook ongezuiverd water langs de inlaat te lekken, waardoor het water slechts voor ongeveer 95% gefilterd werd.



Filteropstelling eind 2013

Dit is de filteropstelling aan het eind van 2013, de zwarte bak is het voorfilter, hierin bezinkt een deel van de vervuiling en er is een gaas in gemonteerd met maaswijdtes van 10x10mm. Daarnaast het zelf ontworpen trommelfilter. De rode bak is het nieuwste filter.



De oorspronkelijke 50 µm filters aangetast



Gaten in de 50um trommel



Het laatste model trommelfilter (80 μ m)



Links boven het 10 mm filtergas in het voorfilter. Rechtsboven en linksonder de filteropstelling. Rechtsonder het trommelfilter gemaakt van een oude kokkelmolen.

3. Algenkweek

Een van de speerpunten bij Zeeland Aquacultuur is de algenkweek. Hieronder een samenvatting van de bevindingen, met daarna de behaalde resultaten.

De algenkweek in de algenvijvers draait tegenwoordig volledig op 50 mu gefilterd water. Af en toe wordt er een nieuwe cultuur (vrij van alle besmetting) opgestart uit de koelkast (hierin houden we altijd 4 culturen van 5000 ml in erlenmeyers). Dit gaat via een IBC kuubsvat naar een raceway van 12 m³. Het opstarten van deze culturen wordt nog wel met 5 mu gefilterd water gedaan.

De afgelopen jaren zijn er verschillende kweekmethoden onderzocht. Er zijn 4 methoden met elkaar vergeleken:

1. semi-continu met medium
2. semi-continu met grondwater als medium
3. continu met medium
4. continu met grondwater als medium

Bij de kweken met medium worden de nutriënten N, P en Si toegevoegd (N= 1,22 mg/L ; P = 0,135 mg/L ; Si = 2 mg/L). Bij de kweken op grondwater wordt dit niet gedaan, maar wordt 25% nutriëntrijk grondwater toegevoegd.

Tijdens de semi-continu kweek wordt een gedeelte van de kweek geoogst, waarna de cultuur weer opgevuld wordt. Wanneer de cultuur weer op de juiste concentratie is wordt er weer geoogst. Dit gebeurt onder normale omstandigheden dagelijks. De continue algenkweken worden continu geoogst met een bepaald debiet en continu bijgevuld. Het niveau in de vijver blijft dus altijd 100%. Bij de grondwaterkweek wordt er ook continu grondwater toegevoegd, bij de medium kweek eenmaal per dag.

De grootste kostenposten bij de algenkweek bestaan uit arbeid en gefilterd Oosterschelde water. Het verbruik van water hebben we nog niet kunnen terugdringen. De arbeid is wel iets terug gedrongen, voornamelijk bij de continu-vijvers. Waar de grootste winst is behaald, is de hogere productie. Door met dezelfde middelen meer te produceren, verminderd de kostprijs.

Afgelopen jaren hebben we ons voornamelijk gericht op de algensoort *Skeletonema* (ZA-alg). Hiermee blijken in de praktijk alle schelpdieren in alle stadia goed te groeien. Het is een makkelijk te kweken soort met een hoge productie. Er zijn ook enkele vijvers geweest met *Chaetoceros* en *Tetraselmis*, maar 99% van de algenkweek bestond uit *Skeletonema*. Op warme dagen (>25 graden) was duidelijk zichtbaar dat de *chaetoceros* beter groeide. Blijf de temperatuur lager, werden betere resultaten behaald met *Skeletonema*.

3.1 Resultaten algenkweek

2012

Dit jaar is er een vergelijking gemaakt van de kostprijs bij verschillende kweekmethoden. Hierbij is gebruik gemaakt van de volgende uitgangspunten:

- verversing is 50% per dag (50 m^3)
- de oogstconcentratie is 750.000 cellen/ml
- per vijver is de productie $50 \text{ m}^3 * 750.000 * 45 \text{ pg/cel} = 1688 \text{ gram drogestof / dag}$.
- per jaar is een vijver 200 dagen in gebruik
- een vijver kan 35 dagen meegaan, voordat deze schoongemaakt moet worden
- de afschrijving van de vijvers is €500 / jaar
- de kosten van het medium bedragen 3,5 cent per m^3
- de kosten van gefilterd Oosterscheldewater bedragen 12 cent per m^3
- benzinekosten mobiele pomp: 3,4 cent per m^3
- de arbeid kost €25 per uur. De volgende arbeid is nodig om de algenculturen te onderhouden:
 - * schoonmaken vijver: 120 minuten
 - * enten vijver: 15 minuten
 - * concentratie bepalen (tellen microscoop): 9 minuten
 - * monitoring: 6 minuten
 - * oogsten: 6 minuten
 - * opvullen: 6 minuten
 - * medium toevoegen: 6 minuten

Op basis van bovenstaande gegevens, zijn de volgende kostprijzen berekend:

Tabel 1: overzicht kosten verschillende kweekmethoden:

Kweekmethode	Kostprijs per kg drogestof
Semicontinu met medium	€ 18,57
Semicontinu met grondwater	€ 15,20
Continu met medium	€ 13,76
Continu met grondwater	€ 11,17

In bijlage 1 staan de berekeningen weergegeven en de kostenverdeling in cirkeldiagrammen.

In heel 2012 is 1.900 kg algen geproduceerd. Dit is gerealiseerd met 14 algenvijvers, wat neerkomt op een productie van $1.900 / 14 / 365 = 370 \text{ gram drogestof / dag / vijver}$. Theoretisch zou de productie 1.690 gram / dag zijn. Dat deze productie niet gehaald is, komt doordat niet alle vijvers altijd maximaal in gebruik zijn geweest. 14 vijvers betekent een oppervlakte van 0,15 ha. De productie aan algen was dus 12,3 ton ds / ha / jaar.

Er zijn in 2012 verkennende proeven uitgevoerd voor het recirculeren van water. Doel van deze onderzoeken is het vaststellen of de aanwezige sporenelementen niet uitgeput raken. Uit eerste verkennende proeven lijkt naar voren te komen dat het water minimaal eenmaal volledig hergebruikt kan worden. Om dit vast te stellen, zijn er vier algenculturen in erlenmeyers opgestart. Cultuur A en B werden steeds verdund met Oosterschelde water. Cultuur C en D werden niet verdund met water van buitenaf, maar alleen de algen werden uit het water geoogst. Na verdunnen van de culturen werd hetzelfde medium toegevoegd als in de buitenculturen gebeurd. De eerste keer leverde dit geen achteruitgang in de groei op. De tweede maal groeide de cultuur iets langzamer en de derde keer helemaal niet. Dit zou betekenen dat je een cultuur altijd kunt verdunnen met 50% gerecycled water. Hierdoor halveren de kosten van het watergebruik bij de algenkweek. De haalbaarheid hiervan is in 2013 onderzocht. Het bleek mogelijk om het water te recirculeren. Echter om dit op grote schaal toe te passen moest de infrastructuur worden aangepast. Dit is niet gedaan. Gedetailleerde beschrijvingen van de onderzoeken en resultaten is terug te vinden in het rapport '*Circulation on a land based shellfish farm (advice on the water circulation of a landbased shellfish farm to increase efficiency)*' en **RAPPORT VAN MEHDI** volgt nog.

In het model van ZA worden de algen er door de schelpdieren uitgefilterd, waarna het water na een filtratiestap weer kan worden ingezet in de algenteelt. Een andere route die onderzocht is, is de mogelijkheid van het mechanisch oogsten van algen en deze op te slaan.

Om de algen te oogsten zijn twee technieken onderzocht. Als eerste is een filter van Turbin onderzocht. Hierbij werd door middel van een drukpompje het water door een semipermeabel membraan geperst. De cellen bleven erg mooi en de ketens klonterden niet samen. De cultuur werd maximaal 15 keer geconcentreerd (van $1 \cdot 10^6$ cellen/ml naar $15 \cdot 10^6$ cellen/ml). Het energieverbruik was vrij laag (350 Watt) en het debiet wat gefilterd kon worden was maximaal 1 m^3 per uur. De algen bleven in de koelkast ongeveer 1 week 'goed'. Hierna begonnen de algen te rotten en waren ze niet meer geschikt om te voeden. Wanneer de algen werden ingevroren ($-25 \text{ }^\circ\text{C}$) waren niet alle cellen meer intact. Ongeveer 30% van de algen zag er uit of deze waren leeg gelopen. Waarschijnlijk is dit toe te schrijven aan het kapot vriezen van de celwand, waarna de inhoud uit de cel loopt.

De tweede onderzochte techniek betrof centrifuge. De centrifuge was afkomstig van Algae food and fuel. Met deze centrifuge kon ongeveer $1,5 \text{ m}^3$ per uur algen uit het water worden gehaald. Dit werd ingedikt tot een pasta met een drooggewicht van 15%. Het energieverbruik betrof ongeveer 3 Kilowatt. Meer resultaten hiervan zijn terug te vinden in het rapport van Mehdi Ghourabi (**VOLGT NOG**). Ook is in dit rapport het onderzoek terug te vinden van de voedingswaarde van geoogste en ingevroren algen ten opzichte van verse algen. Gebleken is dat verse levende algen vele malen betere groei realiseren bij oesterbroed dan algen welke gecentrifugeerd en ingevroren zijn.

In 2013 is 1000 kg drogestof algen geproduceerd. Hiervan is ongeveer 650 kg naar de tapijtschelpen gegaan en 250 kg naar de Caresse. Naar de opkweek van de broedjes

is 31 kg gegaan. De overproductie kon op het moment van oogsten niet worden gebruikt en is afgevoerd.

In 2013 waren 12 vijvers in productie (0,13 ha). De productie was dus 7,7 ton/ha/jaar.



Centrifuge van Algae food en fuel.



Geogste pasta uit centrifuge.

3.2 Conclusie

Met alle verschillende soorten van algenkweek wordt een vergelijkbare productie behaald. De grootste verschillen zitten in de arbeid. Bij een continu kweek wordt tijd bespaard doordat er geen water in en uit de vijver gepompt hoeft te worden. De kweken op grondwater zijn goedkoper omdat er geen medium hoeft worden toegevoegd. Dit scheelt in de kosten van het medium en in arbeid.

De productie die wordt behaald is afhankelijk van het weer. Wanneer er weinig bewolking is, groeien de algen harder. Op zonnige dagen kan de verversing van een continu cultuur oplopen tot 100% per dag. Van een vijver van 100 m³ wordt er dan 4 m³ per uur ververs. Op bewolkte dagen is de productie lager, meestal 50% per dag. Wanneer er veel bewolkte dagen op een rij zijn, zoals in het najaar, ligt de productie nog lager. Dan is er een gemiddelde toename van 1,3 per dag. Eventuele besmettingen (schimmels, bacteriën, zooplankton) hebben geen last van de lager lichtinstraling. In verhouding groeit de besmetting dan dus harder t.o.v. zonnige dagen, waardoor de algenculturen kwetsbaarder zijn.

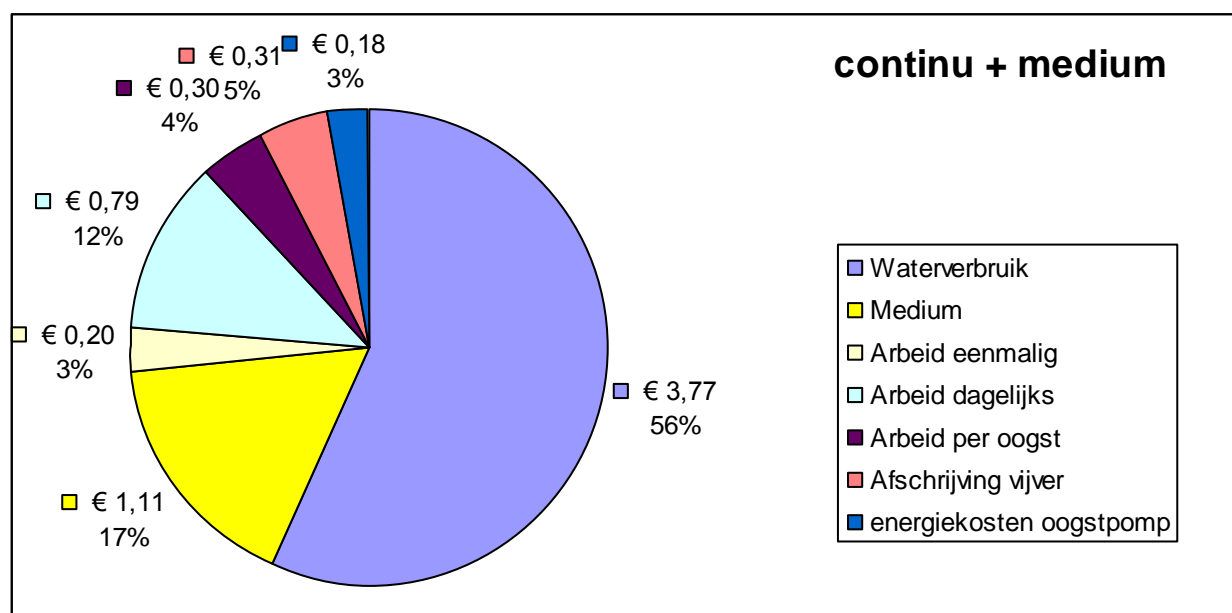
De behaalde productie bedroeg gemiddeld 1,7 kg ds per dag. Dit is in vijvers van 100 m². De haalbare productie is dus $1,7 \text{ kg} * 100 = 170 \text{ kg drogestof / ha / dag}$. Uitgaande van 200 productiedagen per jaar, is het mogelijk om $17 * 200 = 34 \text{ ton / ha / jaar}$ te produceren aan drooggewicht algen. De werkelijk behaalde productie ligt lager, omdat niet altijd alle vijvers in gebruik zijn geweest.

3.3 Toekomstperspectief algenkweek

In de toekomst is het de bedoeling dat de kostprijs van de algen zeker onder €10 per kg drogestof komt. Op dit moment zijn er 18 vijvers van 100 m³ in gebruik. Iedere cultuur wordt dagelijks gemonitord en geoogst. De kosten hiervan zijn vrij hoog (kosten arbeid dagelijks en kosten arbeid per oogst). Wanneer grotere vijvers gebruikt worden, wordt met dezelfde arbeid meer productie behaald. Hierdoor kan de kostprijs nog verder dalen. Hieronder een voorbeeld van een continu kweek met medium in een vijver van 500 m³:

Tabel 2, kostenverdeling van een continu algenkweek met medium in een 500 m³ grote vijver

Continu medium		KOSTEN	€ / eenheid	€ / run	€ / jaar	€ / kg ds
Oogstvolume / dag (m3)	250	Waterverbruik	€ 0,12	€ 1.050	€ 6.000	€ 3,77
gram ds / oogst	8.438	Medium	€ 0,04	€ 308	€ 1.759	€ 1,11
oogstdagen / run	33	Arbeid eenmalig	€ 56,25	€ 56	€ 321	€ 0,20
aantal runs / jaar	5,7	Arbeid dagelijks	€ 6,25	€ 219	€ 1.250	€ 0,79
gram oogst per run	278.438	Arbeid per oogst	€ 2,50	€ 83	€ 471	€ 0,30
gram oogst / jaar	1.591.071	Afschrijving vijver	€ 500,00		€ 500,00	€ 0,31
waterverbruik m3 / run	8.750	energie oogstpomp	€ 1,50	€ 50	€ 283	€ 0,18
waterverbruik m3 / jaar	50.000	Kosten totaal			€ 10.585	€ 6,65



Figuur 1, kostenverdeling van een continu algenkweek met medium in een 500 m³ grote vijver

Meer dan de helft van de kosten bestaat op deze wijze uit water. Dit is mede veroorzaakt door een prijsstijging van het water in 2012. Om water te besparen, is het wellicht mogelijk om water wat nu geloosd wordt opnieuw te filteren en weer in

te zetten in de algenkweek. Het water waar nu algen op gekweekt worden, gaat nu naar de schelpdieren. Wanneer de schelpdieren de algen uit het water hebben gefilterd, wordt het water geloosd. In principe kan dit water (na een filtratiestap) weer worden gebruikt voor de algenkweek. Het is echter zeer de vraag of dit water nog wel voldoende sporenelementen bevat.

In 2013 is de mogelijkheid van het recirculeren van water verder onderzocht. Ook is er gekeken naar mogelijkheden om alleen de algen uit het water te oogsten. Het oogsten van algen blijkt geen probleem te zijn. Er is echter nog geen methode om de algen op te slaan zonder verlies aan kwaliteit. Met de gecentrifugeerde algen zijn voedingsproeven gedaan, waaruit blijkt dat deze algen voor veel minder groei zorgden dan de verse algen. Het is niet duidelijk of de terugname aan voedingswaarde is veroorzaakt door het centrifugeren of door het invriezen. Dit kon niet worden onderzocht omdat de centrifuge slechts korte tijd beschikbaar was, niet lang genoeg om voedingsproeven uit te voeren.

4. Schelpdiervijvers

In mei 2011 is in vijf schelpdiervijvers een experiment gestart voor het bepalen van de optimale zaaidichtheid en de minimale verversing van de schelpdiervijvers. Om de optimale zaaidichtheid te bepalen zijn drie schelpdiervijvers ingezaaid met drie verschillende dichtheden t.w. 500 m⁻², 1000 m⁻² en 2000 m⁻². De verversing van deze vijvers bedraagt 2 m³ per kg schelpdieren per week. Verder zijn drie vijvers ingezaaid met een gelijke dichtheid van 1000 m⁻² terwijl de verversing varieert; 0,7 m³/kg/week, 2 m³/kg/week en 5 m³/kg/week.

Eind 2011 zijn alle schelpdiervijvers geoogst. De tapijtschelpen zijn gesorteerd, de schelpdieren van consumptieformaat (ca. 35mm en 10 gram/stuk) zijn aangeboden aan 10 verschillende restaurants ter beoordeling.

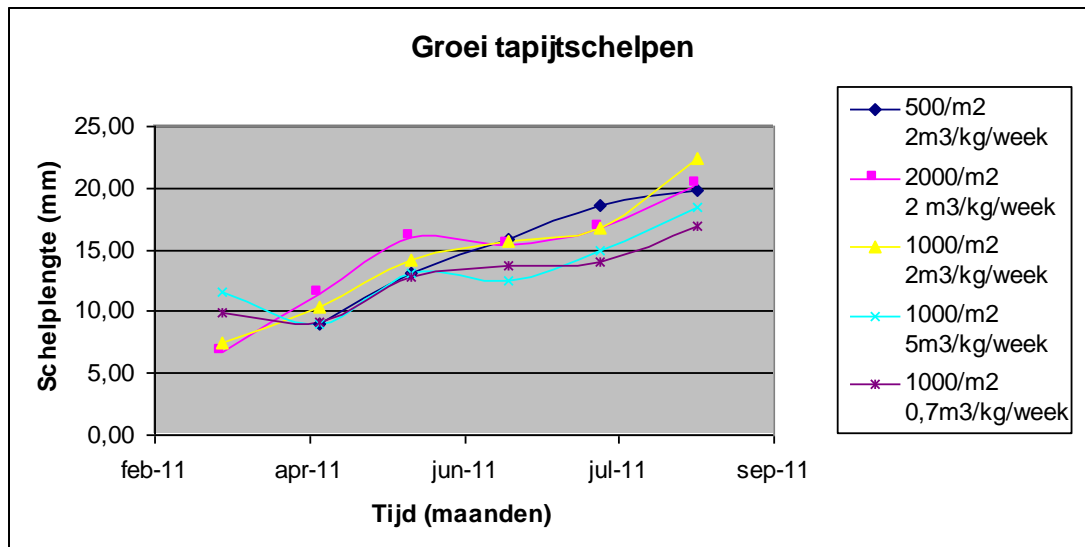
De ondermaat is terug gezaaid in 4 schelpdiervijvers. In twee schelpdiervijvers is in november 2011 nieuw broed ingezaaid van ca. 10 mm groot. De overige twee vijvers zijn begin april 2012 ingezaaid met klein tapijtschelpbroed van ca. 3 mm. Het doel van 2012 is daarbij het bepalen van de productiecapaciteit van het systeem; hoeveel tapijtschelpen kunnen geproduceerd worden op een bepaald oppervlak en hoeveel algen zijn daar voor nodig. Hierbij is uitgegaan van eerder opgedane resultaten; optimale zaaidichtheid van 1000 stuks m⁻² en een optimale verversing van 2m³/kg/week. Om voldoende zuurstof en doorstroming te krijgen in de vijvers is gebruik gemaakt van recirculatie via het wierfilter terug in de schelpdiervijvers (i.p.v. recirculatie binnen de vijvers zoals dat in 2011 werd gedaan).

De gekweekte algen zijn aan de schelpdiervijvers gevoerd via een mengtank. Door het gebruik van deze mengtank worden de algen gemixt voordat ze naar de schelpdieren gaan en is het mogelijk de hoeveelheid algen per schelpdiervijver te regelen.

Begin september is begonnen met de oogst omdat het gewenste consumptieformaat (minimaal 10 gram/stuk, ca. 34mm schelplengte) in een aantal vijvers was bereikt. Schelpdiervijver 7 is in september geoogst, vijver 5 in oktober en de vijvers 3 en 8 in november. Uit deze vijvers is in totaal kg schelpen geoogst die verkocht zijn voor een prijs van gemiddeld €4 per kg.

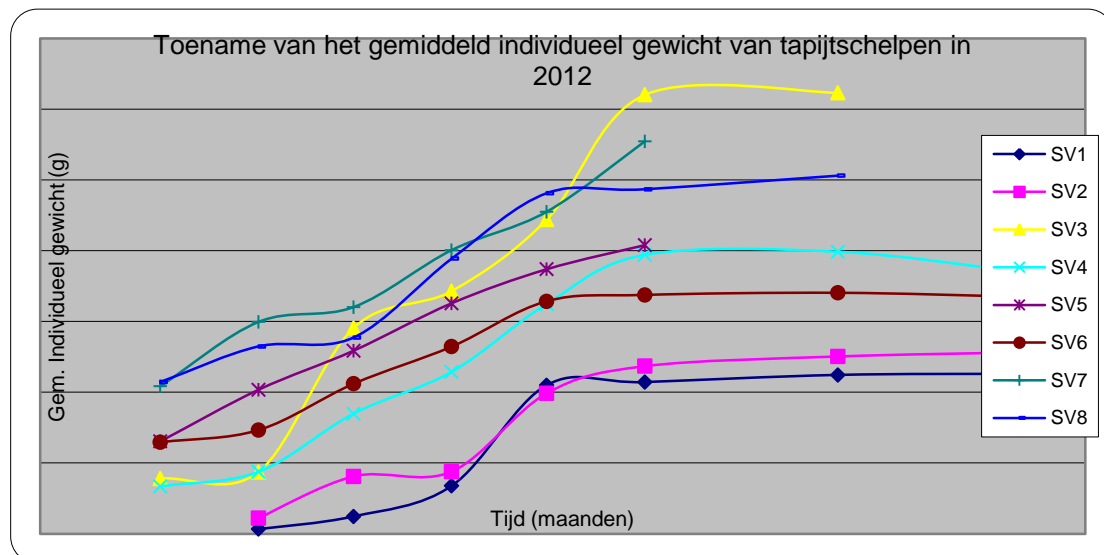
4.1 Resultaten

Uit de proef zoals die is uitgevoerd in 2011 voor het bepalen van de optimale zaaidichtheid en waterverversing, kunnen we concluderen dat de optimale waterverversing 2m³/kg/week is bij een optimale zaaidichtheid van 1000 stuks m⁻², zie onderstaande grafiek.



Figuur 2: Groei van tapijtschelpen onder verschillende condities (2011)

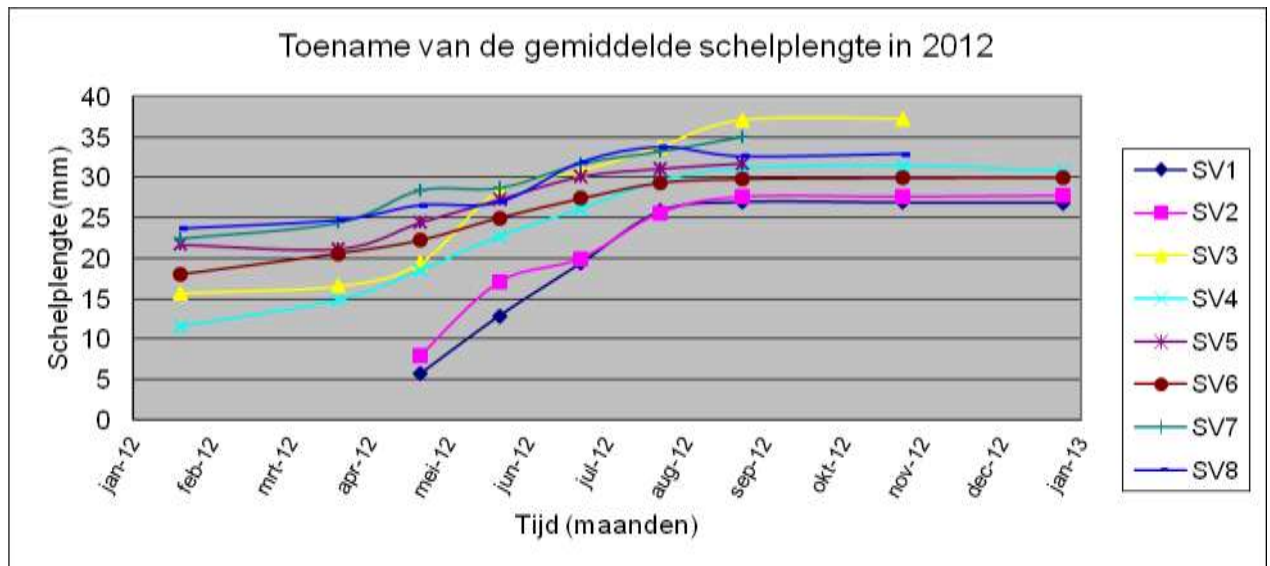
Zoals te zien is in onderstaande figuur zijn de tapijtschelpen in het voorjaar van 2012 hard gegroeid. Het steeds beter onder controle krijgen en houden van de algenkweek ligt daaraan ten grondslag.



Figuur 3: Groei van de tapijtschelpen (2012)

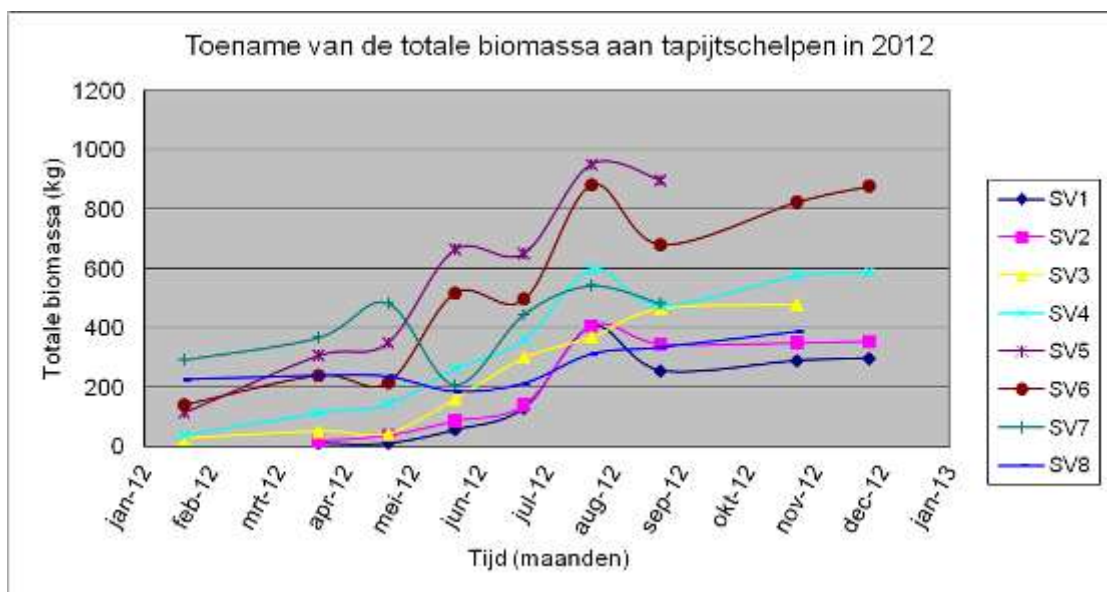
De grotere tapijtschelpen in het voorjaar (maart t/m augustus) in schelpdiervijver 3 t/m 8 zijn gegroeid met een gemiddelde groeisnelheid van 0,033 gram/dag. De

tapijtschelpjes van ca. 3 mm, die begin april 2012 zijn uitgezaaid, zijn in de periode april t/m augustus gegroeid met een gemiddelde groeisnelheid van 0,045 gram/dag. In het najaar zijn de tapijtschelpen amper gegroeid. Dit valt deels te wijten aan het weer (veel donkere dagen met regen) en de problemen met de filters waardoor de beschikbaarheid van voldoende water soms een probleem was. Er werd blijkbaar precies voldoende algen gekweekt om de schelpdieren in conditie te houden (het gemiddelde gewicht is niet afgenomen), maar onvoldoende om de tapijtschelpen daadwerkelijk te laten groeien.



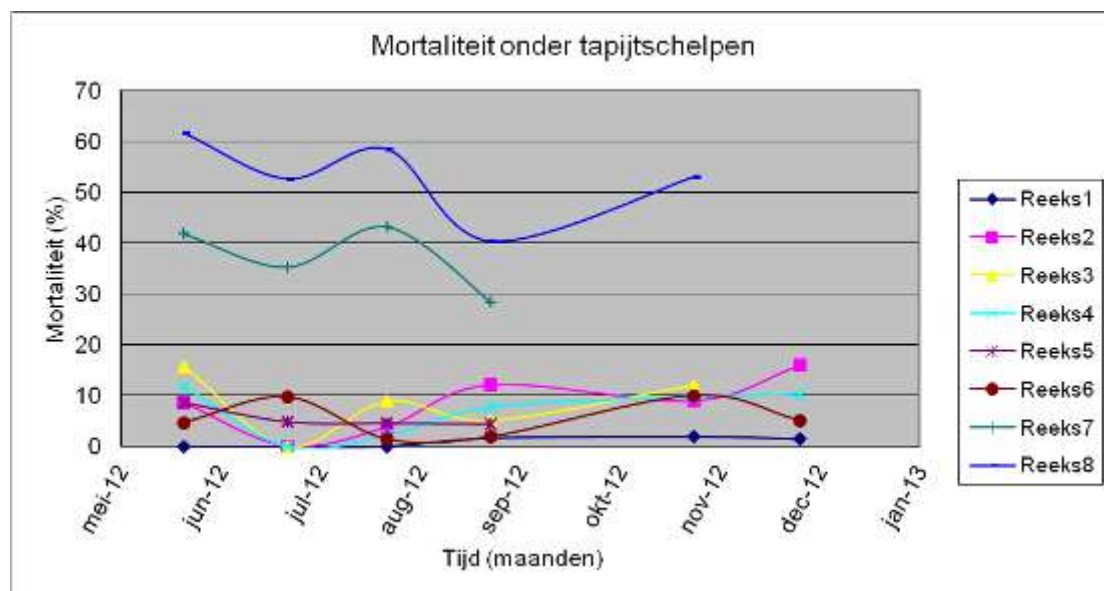
Figuur 4: Toename van de gemiddelde schelplengte in 2012.

Ook als we kijken naar de schelplengte blijkt dat de kleinere tapijtschelpen (ingezaaid april 2012) in het voorjaar harder zijn gegroeid dan de grotere tapijtschelpen die eind 2011 terug zijn gezaaid. De groeisnelheden zijn resp. 0,07 en 0,22 mm/dag (DGR).



Figuur 5: De biomassa van alle tapijtschelpen per vijver (2012)

De biomassa in het systeem is berekend uit het gemiddeld individueel gewicht en de dichtheid van de schelpdieren in de vijver. In Mei is er een duidelijke afname te zien in de biomassa in vijver 7 en 8. Deze afname is te wijten aan de plotselinge mortaliteit onder de tapijtschelpen in deze twee vijvers. Om het verloop van de mortaliteit in de gaten te houden, zijn vanaf dat moment ook de dode schelpdieren verzameld bij de monsternamen.



Figuur 6: Mortaliteit onder de tapijtschelpen (2012)

Deze plotselinge mortaliteit in mei heeft geresulteerd in ca. 55% uitval in vijver 8 en ca. 40% uitval in vijver 7. Gelukkig heeft deze mortaliteit zich niet voorgezet en is het bij een 'eenmalige' sterfte gebleven. In de overige vijvers is nagenoeg geen noemenswaardige mortaliteit opgetreden gedurende het gehele kweekproces.

Omdat er geen sprake is geweest van problemen met de waterkwaliteit in vijver 7 en 8, zijn de stervende tapijtschelpen voor onderzoek opgestuurd naar het CVI. Uit autopsie van de schelpdieren bleek dat waarschijnlijk de parasiet *Mikrocytos sp.* de doodsoorzaak is (zie bijlage 2). Opvallend is wel dat er in de andere vijvers geen/zeer weinig uitval is opgetreden. Dit terwijl de vijvers door het recirculeren van het water, wel met elkaar in verbinding staan. Daarnaast viel het op dat de sterfte vooral optrad onder de grotere schelpdieren en uitsluitend onder de soort *Tapes phillipinnarum* terwijl er ook wat *Tapes decussatus* in deze vijvers voorkwam.

Om de FCR te kunnen bepalen is bijgehouden hoeveel algen er dagelijks zijn gevoerd aan de schelpdiervijvers. Op basis van de totale biomassa per vijver is gestreefd naar een FR van 1% dw algen per levend gewicht aan schelpdieren.

Tabel 3, overzicht van de groei van de tapijtschelpen en de gevoerde algen

Periode	Totale biomassa schelpdieren (kg) bij monsternam e (eind v/d maand)	Toename biomassa schelpdieren (kg)	Gevoerd ds algen (kg)	FR (%) (kg dw algen/kg schelpdieren / dag)	FCR
maart	1344				
april	1519	175	154	0.38	0,880
mei	2135	616	104	0.23	0,169
juni	2735	600	134	0.21	0,223
juli	4461	1725	163	0.20	0,094
aug	3937	-523	172	0.13	
Sept-okt	2903	-1034	166	0.07	
Nov-dec	2116	-787	13	0.007	

De feeding rate (FR) is bepaald op basis de biomassa aan het begin van de maand (monsternam e eind vorige maand) en de gevoerde algen over deze maand.

De feed conversion rate (FCR) is bepaald aan de hand van de gewichtstoename over de maand en de gevoerde algen gedurende deze periode.

In praktijk is dus gedurende de periode begin april t/m eind augustus in totaal 555 kg ds algen gevoerd aan de schelpdieren. In diezelfde periode is de totale biomassa aan schelpdieren toegenomen van 1344 kg naar 4460 kg.

Dit komt neer op een gemiddelde FCR van 0,18.

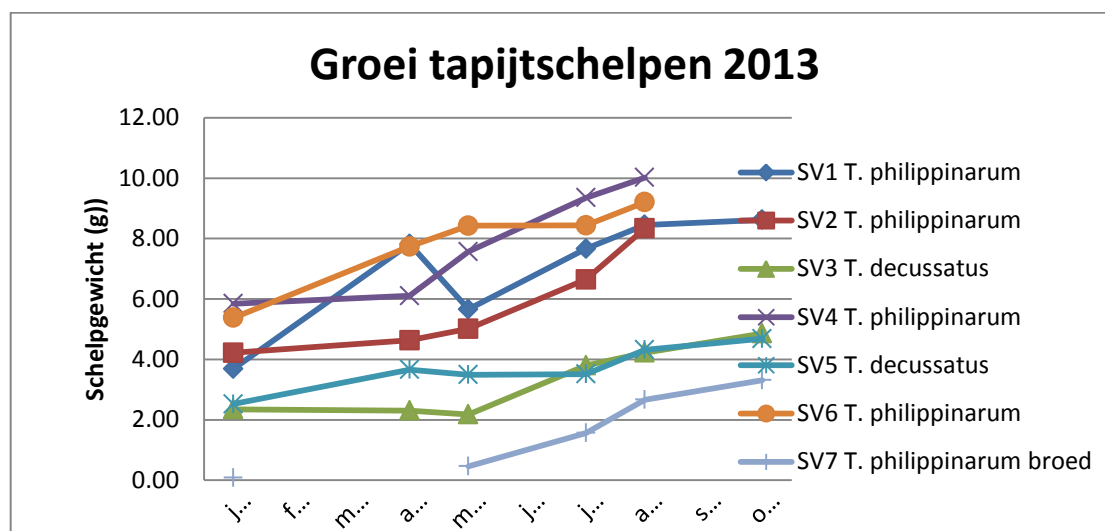
Dit betekent dat met 1 kg drogestof algen 5,6 kg schelpdieren (versgewicht) gekweekt kan worden.

In de maanden hierna (september, oktober en november) zijn een aantal schelpdiervijvers geogst waardoor de totale biomassa vanzelfsprekend is afgenomen, over deze maanden is het dus onmogelijk een goede FR en FCR te bepalen.

2013

In 2013 zijn we gestart met 4 schelpdiervijvers waarin halfwas *T. philippinarum* zaten (ingezaaid voorjaar 2012) en 2 schelpdiervijvers met halfwas *T. decussatus* afkomstig van de Zeeuwse Tong proefboerderij te Colijnsplaat (ingezaaid eind 2012). Daarnaast is eind 2012 in één vijver nieuw *T. philippinarum* broed ingezaaid afkomstig uit de hatchery van Roem van Yerseke. Dit heeft als doel de groeisnelheid van *T. decussatus* te kunnen vergelijken met *T. philippinarum*. Aangezien de prijs van *T. decussatus* veel hoger ligt dan die van *T. philippinarum*, is deze soort wellicht veel interessanter voor de binnendijkse kweek op basis van de 'dure'gecontroleerde algenkweek zoals deze wordt toegepast binnen de pilot Zeeland Aquacultuur.

Eén vijver is begin 2012 ingericht met een opwelling systeem voor de uit te voeren 'nursery' proeven. Er is wederom gebruik gemaakt van de mengtank voor het toedienen van de algen, er is gestreefd naar een continue algenkweek in 3 algenvijvers wat resulteert in een algenproductie van ca. 150m³ algen/dag. Op basis van de biomassa per vijver, zijn de algen d.m.v. de mengtank en flowmeters verdeeld over de schelpdijvers. Maandelijks is de groei/overleving bemonsterd. Na iedere monsternamen, is deze algendosering aangepast.

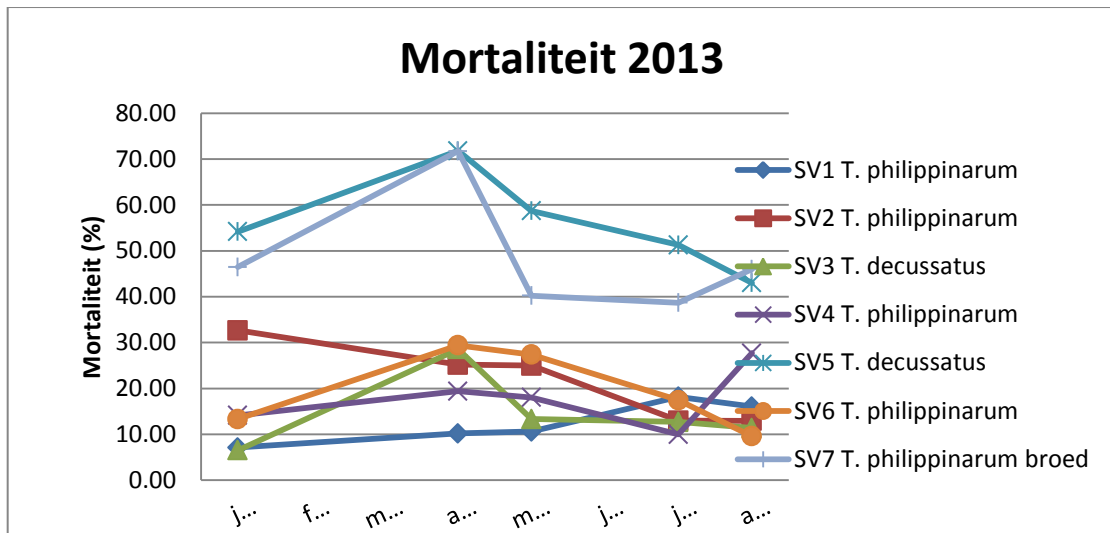


Figuur 7: Groei van de tapijtschelpen in 2013

Tabel 4: Vergelijking van gewichtstoename tussen de verschillende vijvers.

	SV1	SV2	SV3 decussatus	SV4	SV5 decussatus	SV6	SV7 zaad
Gewichtstoename jan t/m aug (g)	4,77	4,12	1,87	4,17	1,79	3,83	2,59
DGR (g/dag)	0,026	0,023	0,010	0,023	0,010	0,021	0,014
Gewichtstoename (%)	229	198	180	171	171	171	3372

Hoewel de data gebaseerd is op een kort tijdsbestek (januari t/m augustus), blijkt dat de groeisnelheid van *T. decussatus* iets lager ligt als die van *T. philippinarum*, dit valt te verklaren door het feit dat de *T. decussatus* bij het begin van de proef kleiner waren dan de *T. philippinarum*. De leeftijd van beide soorten was echter gelijk. Kijkend naar de procentuele gewichtstoename, blijkt dat *T. decussatus* in verhouding net zo hard is gegroeid als *T. philippinarum*. Het opvolgen van de groei tot consumptieformaat is echter noodzakelijk om iets te kunnen zeggen over de lengte van de kweekcyclus en een eventueel toekomstperspectief voor de kweek van *T. decussatus*. Over het algemeen zijn niet de groeisnelheden behaald zoals in 2012, toen was de gemiddelde DGR 0,033 g/dag. Dit valt mogelijk te verklaren door koude voorjaar. Pas vanaf mei zijn de tapijtschelpen pas echt goed gaan groeien.



Figuur 8: Mortaliteit onder de tapijtschelpen in 2013.

In de vijver met het eind 2012 ingezaaide broed en in één vijver met *T. decussatus* is in de winter extreme mortaliteit opgetreden, waarschijnlijk door de aanhoudende koude en bevrozing van de vijvers. Opvallend is echter dat dit in de andere vijvers niet/nauwelijks is gebeurd.

Vervolgens is er qua mortaliteit eigenlijk hetzelfde gebeurd als in 2012; er is in het voorjaar (april) wederom plotselinge mortaliteit opgetreden in de schelpdiervijvers met de grootste tapijtschelpen die in dit geval verspreid zaten over 4 vijvers. De mortaliteit is bepaald door het aantal lege/dode schelpen in het monster te tellen en hierin worden dus ook de lege schelpen van een eerdere uitval (voorjaar 2012) in meegenomen, vandaar dat er in 2013 is begonnen met ca. 10% mortaliteit in de vier vijvers met halfwas tapijtschelpen. Hoewel er geen monsters opgestuurd zijn naar het CVI lijkt het er op dat de doodsoorzaak weer de parasiet *Mikrocytos* is.

Opvallend is dat de uitval alleen in deze periode optreedt en alleen onder de grootste tapijtschelpen, het lijkt er op dat ook de start van het reproductieproces (paarijp worden) meespeelt in deze mortaliteit. In dezelfde periode is overigens in de Oosterschelde ook uitval waargenomen onder *T. philippinarum*.

Tabel 5: Berekening van de FR en FCR in 2013

Periode	Totale biomassa	Toename biomassa	Algen gevoerd (kg)	FR (%)	FCR
start januari	2319,15				
februari - april	1858,62	-460,53	255,10	0,12	-0,55
april-mei	2000,39	141,78	205,00	0,37	1,45
mei-juli	2980,70	980,30	110,80	0,09	0,11
juli - augustus	3874,90	894,20	23,00	0,03	0,03
Gemiddeld februari - augustus		2016,28	593,90	0,09	0,29

We zijn per 1 februari begonnen met voeren en vanaf dat moment is dagelijks bijgehouden hoeveel algen gevoerd zijn richting de schelpdiervijvers. De biomassa is vervolgens (twee) maandelijks bepaald aan de hand van het gemiddeld gewicht van de levende schelpen bij de monsternamen en de dichtheid van de schelpen. Door de mortaliteit onder de tapijtschelpen in de periode februari –april is de biomassa gedurende deze periode afgenomen. De feeding rate (FR= kg dw algen/kg schelpdieren/ dag) en feed conversion rate (FCR) kan dus alleen bepaald worden van de periode april t/m augustus. In de periode april-mei was er een zeer goede algenkweek en is maar liefst 205 kg ds aan algen gevoerd), gezien de lage watertemperatuur konden de tapijtschelpen deze hoeveelheid nog niet aan zodat overmatig gevoerd werd. Dit valt terug te zien in de zeer hoge FCR van 1,45. Vervolgens is de watertemperatuur opgelopen en is in de zomer (mei t/m augustus) , net als in 2012, weer een prima groei gerealiseerd met slechts een beperkte hoeveelheid voeding. Door de hoge temperatuur en veel zonlicht vind er algenproductie plaats binnen het systeem (schelpdiervijvers en biologisch filter) waardoor de tapijtschelpen naast de gekweekte algen ook deze algen ter beschikking hebben. Een daadwerkelijke FCR is hierdoor moeilijk te bepalen.



Groei van groen rotswier op de bodem van de vijver

Naast de groei van micro-algen binnen het systeem is er in de zomer ook een enorme bloei ontstaan van groen rotswier zowel op de bodem van de schelpdiervijvers als in het biologisch filter. Dit valt mogelijk te verklaren door de hoge temperatuur en het zonnige karakter van de zomer. Bovendien is er in 2013 door de aanleg van de kalkdam in het biologisch filter veel meer water gerecirculeerd dan in vorige jaren, zodat er waarschijnlijk meer nutriënten beschikbaar waren voor zowel micro-als macroalgen. Bovendien lijkt het erop dat de aanwezige zagers dit wier niet/nauwelijks op eten of was de zagerdichtheid te laag. Om verstikking van de schelpdieren te voorkomen is het wier regelmatig handmatig verwijderd.

Oogst

Eind september 2013 is begonnen met het oogsten van de schelpdiervijvers. Daarbij is net als in 2011 en 2012 gebruik gemaakt van een oude aangepaste zageroogstmachine. De schelpdieren zijn vervolgens gesorteerd op een schudzever en verkocht op de lokale markt a €4,50/kg.

Tabel 6: Oogstgegevens 2013

Schelpdiervijver	Soort	Bruto oogst schelpen (kg)	Tarra (kg)	Netto oogst schelpen (kg)	Oogst zagers (kg)
1	T.philippinarum	420			15.5
2	T.philippinarum	560			8.8
3	T.decussatus	260			12
4	T.philippinarum	520			20
5	T.decussatus	280			8.5
6	T.philippinarum	850			14.1
7	T.philippinarum				
8	T.philippinarum				
Totaal					

(wordt aangevuld voor 1 dec)

4.2 Conclusie

In 2011 zijn de tapijtschelpen onder de meest optimale omstandigheden (1000 stuks/m² en 2m³/kg/week verversing) in een tijdsbestek van 6 maanden gegroeid van gemiddeld 8,8 mm naar gemiddeld 25 mm. Dit komt neer op een groeisnelheid van 0,09 mm/dag (DGR). De acht schelpdiervijvers zijn gevoerd met 9000 m³ algen met een gemiddeld drooggewicht van 22,5 g ds/m³ bij een algendichtheid van 500.000 cellen/ml. Dit komt neer op een totale algengift van 202 kg ds. De totale biomassa aan schelpdieren is in deze periode toegenomen van 250 kg in maart naar 1150 in September. Er is dus 850 kg schelpdieren geproduceerd met 202 kg ds algen. Dit komt neer op een feed conversion rate (FCR) van 0,18.

In 2012 is in het begin van het kweekseizoen (april) is duidelijk een overmaat aan algen gevoerd. Ondanks dat er gevoerd werd met een feeding rate van 0.4% ds algen per levend gewicht aan schelpdieren/dag, konden de schelpdieren deze hoeveelheid voeding niet aan. De lage watertemperatuur heeft waarschijnlijk gezorgd voor een tragere opname van de algen door de schelpdieren.

Hierop is geanticipeerd door de hoeveelheid algen te verminderen en de algenconcentratie in de vijver te reguleren tussen de 50.000 en 100.000 cellen/ml. Vanaf mei t/m juli zijn de tapijtschelpen vervolgens veel harder gegroeid met in verhouding veel minder algen. Vooral in juli (hoge watertemperatuur) zijn er in verhouding weinig algen nodig geweest (FR=0,20%) om de tapijtschelpen te laten groeien. Het lijkt erop dat er naast de gevoerde algen, ook een algenbloei ontstaat

binnen de schelpdiervijvers (en het wierfilter). Bij een hogere temperatuur is er meer algenproductie binnen de schelpdiervijvers en het wierfilter. De schelpdieren zullen daardoor veel meer algen opnemen dan dat er daadwerkelijk gevoerd zijn. Het bepalen van een werkelijke FCR is daardoor moeilijk. In 2012 is een gemiddelde groeisnelheid van 0,033 gram/schelp/dag bij een feed conversion rate (FCR) van 0,18. Het komt erop neer dat met deze groeisnelheid het consumptieformaat van 10 g/stuk in een tijdsbestek van ca 300 dagen kan worden bereikt.

In 2013 proeven gedaan naar de kweek van een duurdere tapijtschelpsoort (*T. decussatus*). Ondanks dat er dit projectjaar niet dezelfde groei gerealiseerd is als in 2012. Blijkt dat onder 'betere' omstandigheden in een vijversysteem in vergelijking tot het wild, de groeisnelheid niet veel trager is dan die van *T. philippinarum*. Dit is in tegenstelling tot wat er in de literatuur geschreven wordt.

4.3 Toekomst perspectief

Een gemiddelde FCR van 0,20 zoals die in zowel 2011 als 2012 gerealiseerd is, geeft aan dat per kg geproduceerde schelpdieren 0,20 kg ds algen nodig is. In vergelijking met bijvoorbeeld de kweek van vis (FCR van 1 tot 2) is dit een zeer lage FCR wat aangeeft dat de tapijtschelpen met weinig voeding toch een hoge groeisnelheid kunnen realiseren. Dit geeft bovendien aan dat er naast de gevoerde algen uit de algenvijvers een hoge primaire productie plaatsvindt in het vijversysteem zelf. Ondanks deze gunstige FCR komt de voeding met algen (kostprijs is ca €11/kg ds) neer op €2/kg.

De kweek van de duurdere soort *T. decussatus* heeft, wanneer uit wordt gegaan van dezelfde groeisnelheid als *T. philippinarum* (aangetoond in 2013) en eenzelfde FCR (niet aangetoond) bij opschaling van de pilot naar grotere schaal, meer potentie dan de 'goedkope' *T. philippinarum*. De vraag is echter of het mogelijk is de schelpen tegen een hogere prijs in de lokale markt te brengen.

5. Nursery proeven

5.1 Resultaten

2012

In de hatchery wordt broed (*Crassostrea gigas*) opgekweekt tot maximaal 12 mm. Wanneer dit wordt uitgezaaid, vind er een hoge mate van predatie plaats op dit broed, van onder andere krabben en zeesterren. Er zijn twee voor de hand liggende opties om dit te voorkomen: het broed beschermen tegen de predatoren, door ze bijvoorbeeld in mandjes te doen, of het broed op kweken tot een formaat dat de predatoren er geen vat meer op hebben (ongeveer 80 mm). Deze beide mogelijkheden zijn uitgevoerd en met elkaar vergeleken.

De oesters zijn vanuit de hatchery naar ZA gekomen, met een gemiddelde lengte van 12 mm en een gewicht van 0,7 gram. De oesters zijn toen op tafels gelegd in een algenbassin bij ZA. Hier zijn ze gevoed met gekweekte algen. Een deel van de oesters is toen in mandjes gedaan en in de Grevelingen opgehangen. Een deel van het broed is in het wierenfilter geplaatst, om hier verder door te groeien. De bedoeling was om het broed op te kweken en te blijven voeden met algen, echter doordat de inzet van algen op andere gebieden belangrijker waren, is dit niet doorgezet. In het wierenfilter hebben ze het overschot aan algen uit de tapijtschelpenvijvers uit het water kunnen filteren.

Het broed uit de hatchery is in de periode begin juni– eind juli gegroeid tot een gemiddelde lengte van 30 mm en een gewicht van 8 gram. Het broed wat vervolgens in het wierenfilter is geplaatst (weinig voedsel) is nauwelijks nog toegenomen (tot ongeveer 10 gram). Het broed wat in de Grevelingen is uitgehangen is wel goed gegroeid. Dit broed had eind oktober een gemiddelde lengte van 60 mm en een gewicht van gemiddeld 24 gram. Uitschieters hadden een gewicht van > 60 gram, wat betekent dat ze al binnen de sortering van ZO3 vallen.

1 Juni	12 mm, 0,7 gram	t0
30 Juli	30 mm, 8,0 gram	t60 dagen
30 Oktober	60 mm, 24,0 gram	t150 dagen

Doordat het broed in 2012 te dik op de tafels lag, is het niet allemaal goed kunnen groeien. Het was goed zichtbaar dat het broed wat bovenop lag harder groeide dan het broed wat onderop lag. De onderste broedjes hadden waarschijnlijk minder algen ter beschikking.

De sterfte was moeilijk te bepalen. In het uitgangsmateriaal van de hatchery zaten al redelijk veel lege schelpen. Geschat wordt dat er 10-30 % sterfte is opgetreden in het broed.

2013

Begin 2013 is in één schelpdiervijver een nursery systeem aangelegd. Dit opwelling systeem bestaat uit een bak waaruit het water gepompt wordt door middel van een schoepenrad. In deze bak zijn 24 doorvoeren gemaakt waaraan een schelpdierhouder bevestigd kan worden. Deze schelpdierhouder bestaat uit een pvc ring van diam. 50cm met een bodem van gaas. Het water stroomt vervolgens van onderen af door de schelpdierhouder terug in de bak zodat een opwaartse waterstroom door de laag schelpdierbroedjes ontstaat.

In dit geval is het opwelling systeem geplaatst in het recirculatiesysteem zodat de schelpdierbroedjes in de opwellers in theorie net zoveel algen krijgen als de tapijtschelpen in de vijvers.

Op 29/4 zijn 100.000 T2 (ca. 4mm groot) oesterbroedjes (*C. gigas*) in het systeem geplaatst. Tegelijkertijd zijn eveneens 100.000 T2 oestertjes van dezelfde batch

opgehangen in de nursery van Roem van Yerseke en in het drijvende upwelling systeem (Flupsy) in het Veerse Meer. Dit om de groei van de oestertjes in de nursery van Zeeland Aquacultuur te kunnen vergelijken met andere locaties.

Op het moment van inzetten hadden alle batches een totaalgewicht van 870 gram, dit komt neer op een individueel gewicht van 0,87 mg. Wekelijks zijn de batches bekeken en schoongespoeld of eventueel overgezet in een schone schelpdierhouder. Op 4/6 zijn de oestertjes opnieuw gewogen. In dit tijdsbestek (36 dagen) zijn de oestertjes in de nursery van Zeeland Aquacultuur gegroeid tot een totaalgewicht van 7640 gram, dit komt neer op een individueel gewicht van 0,076 gram. De oestertjes in de nursery van Roem van Yerseke en de Flupsy hadden op dat moment een totaal gewicht van resp. 3950 gram en 11300 gram. Er is gedurende deze proef in geen van de batches mortaliteit opgetreden. Dit experiment geeft aan dat de oestertjes in het upwelling systeem bij Zeeland Aquacultuur het niet verkeerd gedaan hebben.



Verskil in groei na 36 dagen; boven broed uit de flupsy, links nursery ZA en rechts nursery RvY

Als vervolg zijn de T6 oesters op tafels in een bassin gelegd. Gedurende een proef van vier maanden, zijn 100.000 oesterbroedjes van 0,2 g/stuk met een totaal gewicht van 20 kg opgekweekt. De oesters zijn gelijkmatig verdeeld over drie tafels in een bassin van 100 m³.

Na vier maanden bedraagt het totaalgewicht van de oesters 116,25 kg. De gewichtstoename van de oesters is $(116,25 - 20) = 96,25$ kg. In totaal is er 91 kg algen gevoed. Dit komt neer op een FCR van $(91/96,25) = 0,95$. Het gemiddelde

eindegewicht van de levende enkele oesters op de verschillende tafels komt neer op 5,53 g/stuk.

Van het totaalgewicht van 116,25 kg is gemiddeld genomen; 61% levend, 22% levend maar aan elkaar gegroeid en 17% dood (percentages op basis van gewicht). Van de ingezette broedjes (100.000 stuks) zijn er na 4,5 maanden nog 21.000 in leven. Een gedeelte hiervan was aan elkaar gegroeid. Dit is te wijten aan het ruimtegebrek en te weinig opschudden van de oesters (hierbij breken ze weer los van elkaar). De sterfte is bijna volledig opgetreden in de laatste twee maanden. Hierbij is waarschijnlijk te weinig water ververs.

Voordat de sterfte optrad was de totale mortaliteit slechts ongeveer 10%. Ook de biomassa was toen veel hoger. Na de sterfte is de vis opgegeten door gammerus sp. en is de schelp waarschijnlijk ook gedeeltelijk opgelost. Hierdoor kwam de biomassa aan het einde van de proef veel lager uit. Doordat er in de laatste periode niet veel meer gevoerd is, zijn de levende oesters ook niet veel meer gegroeid.



Tafel met oesters na inzetten



Tafel met oesters na 2,5 maanden

5.3 Toekomstperspectief

De prijs van T2 oesterbroed is €7 euro per 1000 terwijl de prijs voor T6 oesterbroed (ca 0,1 gram/stuk) €13 per 1000 is. Met dezelfde groeisnelheid als behaald in dit experiment kan dit formaat bereikt worden in een tijdsbestek van 49 dagen. Eén kg opgekweekt oesterbroed (10.000 stuks bij T6) zorgt dus voor een waardevermeerdering van €60. Omdat het broed is opgekweekt binnen het recirculatiesysteem is onduidelijk hoeveel algen precies gevoerd zijn aan dit oesterbroed en dus ook wat de exacte kostprijs is van deze manier van kweken is. Duidelijk is echter wel dat de opkweek van schelpdierbroed op het land (nursery fase) meer toekomstperspectief heeft als de doorkweek tot consumptieformaat omdat voor consumptieformaat schelpdieren (zowel oester, mosselen als tapijtschelpen) een kiloprijs geldt van €3 tot maximaal €5 per kg.

Het grote risico van de opkweek van japanse oesterbroed is plotselinge mortaliteit door het oesterherpesvirus. Filtratie en UV behandeling van het water lijken echter voldoende om besmetting met het oesterherpesvirus tegen te gaan; hetgeen juist bij binnendijkse kweek toepasbaar is en daarom een voordeel vormt t.o.v. de reguliere oesterkweek in het buitenwater. Ook kan gedacht worden aan de nursery kweek van andere schelpdiersoorten zoals platte oesters of tapijtschelpen. De vraag is echter of hier ook zoveel vraag naar is/komt als naar japanse oesterbroed.

6. Wierenfilter

Van april t/m mei van 2012 is er, in samenwerking met de Hogeschool Zeeland en PRI (plant research international), onderzoek gedaan naar de mogelijkheid verschillende zeewiersoorten te telen in het wierenfilter. PRI heeft een adviesrapport uitgebracht met daarin de wiersoorten die gekweekt kunnen worden binnen de jaargetijden. Vanuit Zeeland Aquacultuur zijn er onderzoeksvragen opgesteld. Een student van de Hogeschool Zeeland heeft een onderzoek in het wierenfilter uitgevoerd onder begeleiding van Zeeland Aquacultuur.

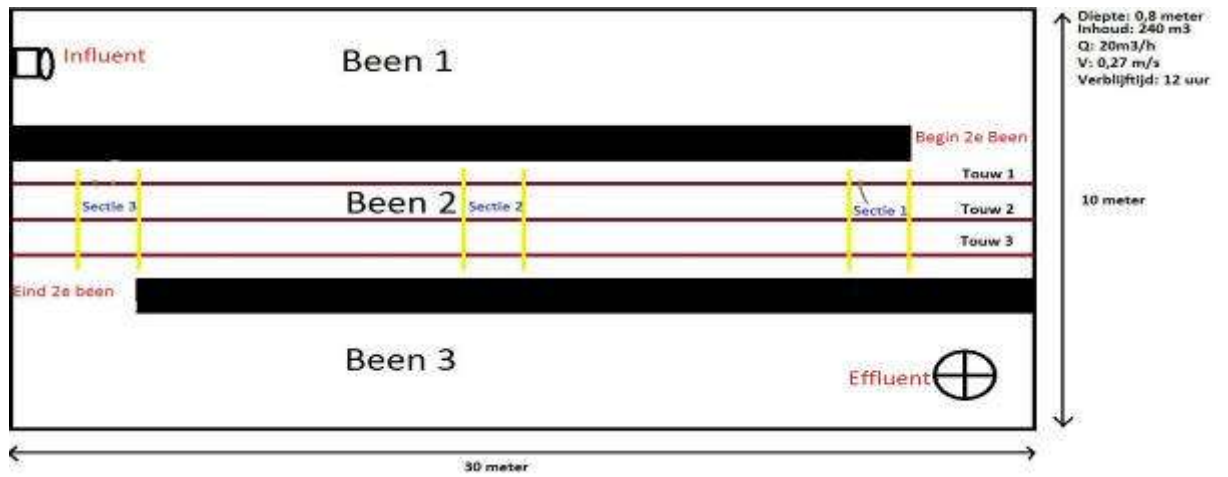
Onderzocht is de mogelijkheid naar wierenteelt van de soorten *Ulva lactuca*, *Undaria pinnatifida* en *Fucus vesiculosus* en de invloed van deze wieren op de waterkwaliteit. Hierbij is gebruik gemaakt van 1 been van het wierenfilter. In dit been zijn over de lengte drie touwen gespannen. Elk touw was bestemd voor één zeewiersoort welke, volgens het adviesrapport van PRI, op de gewenste diepte aangebracht zijn. *Undaria* en *Fucus* is door de student zelf verzameld uit de Oosterschelde, *Ulva* was afkomstig van PRI.

In de eerste weken werd al snel duidelijk dat de graasdruk van de *Gammarus* nog steeds een probleem is. De wierensoorten *Ulva* en *Undaria* waren binnen enkele dagen zodanig begraasd dat het niet meer te gebruiken was in het wierenfilter (afbeelding 1). Besloten is om alle drie de lijnen in te zetten met *Fucus*. Gebleken is dat dit wier te "stug" is voor de *gammarus* om te begrazen.



Afbeelding 1, één week begraasd *Ulva* door *gammarus*

Het begingewicht (natgewicht) van de *Fucus* is voor het inzetten van de proef bepaald (tabel 5). Voor, midden en achterop (hierna genoemd sectie 1, sectie 2 en sectie 3) ieder touw zijn tien stukjes wier gemarkeerd en wekelijks op lengte bepaald. Per sectie komt dit dus neer op dertig stukjes wier (figuur 5).

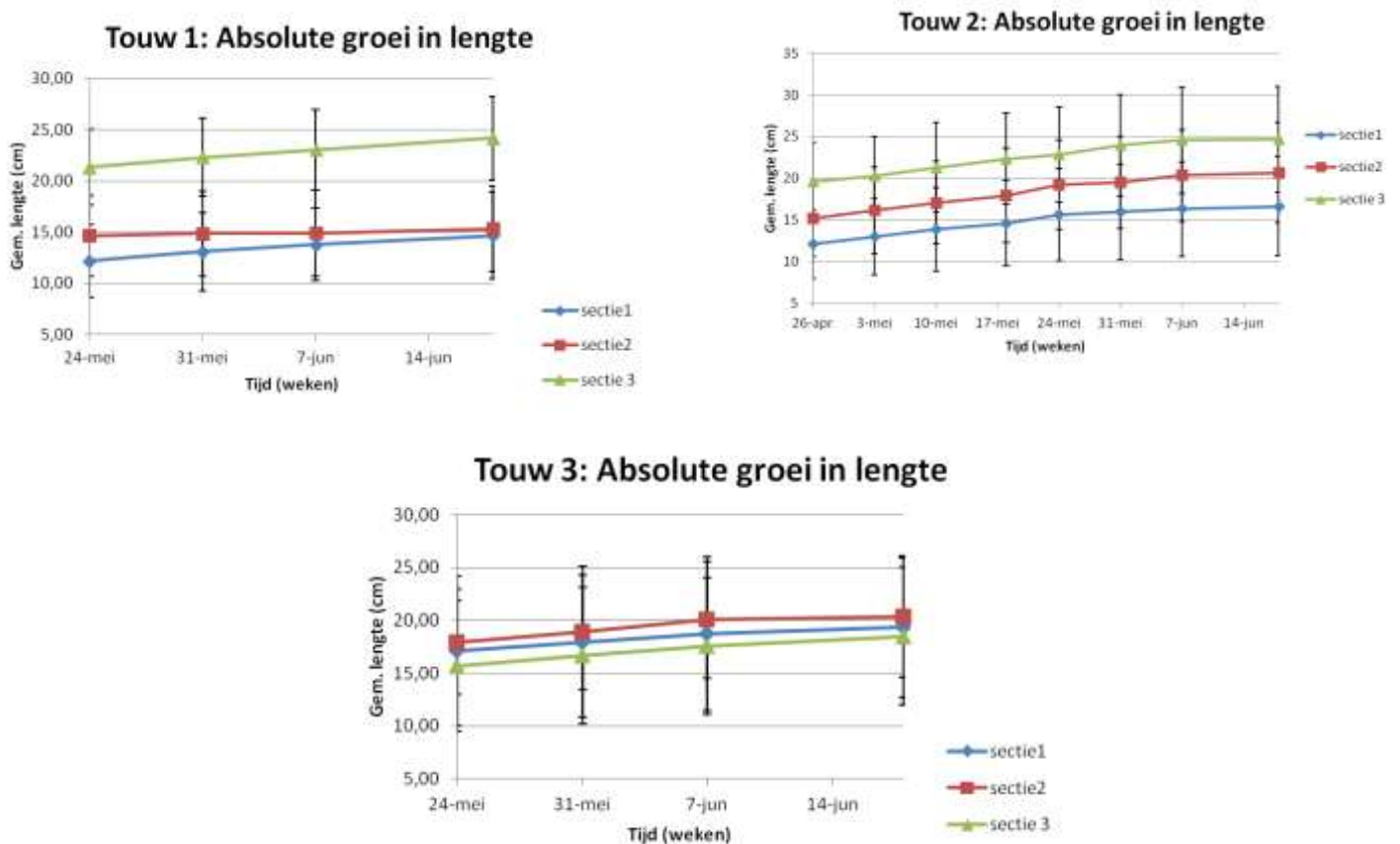


Figuur 5, schematische weergave wierenfilter met afmetingen en debiet(rechts) en de gebruikte inrichting, been 1 en 3 waren niet ingezet met wier

Wekelijks zijn er watermonsters genomen van het begin en einde van het been welke bepaald werden op ammonia, nitriet, nitraat en ortho-fosfaat. Met deze gegevens had de zuiveringsefficiëntie van de ingezette wieren berekend kunnen worden. Helaas zijn deze monsters, door het niet juist conserveren, verloren gegaan.

Halverwege de proef is er een 24-uurs meting geweest waarbij pH en zuurstof metingen ieder half uur gemeten zijn. Tijdens de 24-uurs meting zijn er om de 4 a 5 uur watermonsters genomen aan het begin en einde van het been. Deze monsters werden geanalyseerd op ammonia en ortho-fosfaat. Deze bepalingen zijn gedaan om de invloed van de donker- en lichtreactie van het zeewier op de waterkwaliteit te bepalen.

In figuur 6 zijn de gemiddelde wierlengtes gedurende het experiment per sectie weergegeven.



Figuur 6, Gemiddelde groei in lengte(n=10) per touw per sectie

Touw één en drie zijn, zoals te zien in de grafiek, later ingezet met Fucus. Deze touwen waren eerder ingezet met Ulva en Undaria welke begraasd werden door de Gammarus. Er is geen significant verschil gemeten in lengtegroei tussen de verschillende secties.

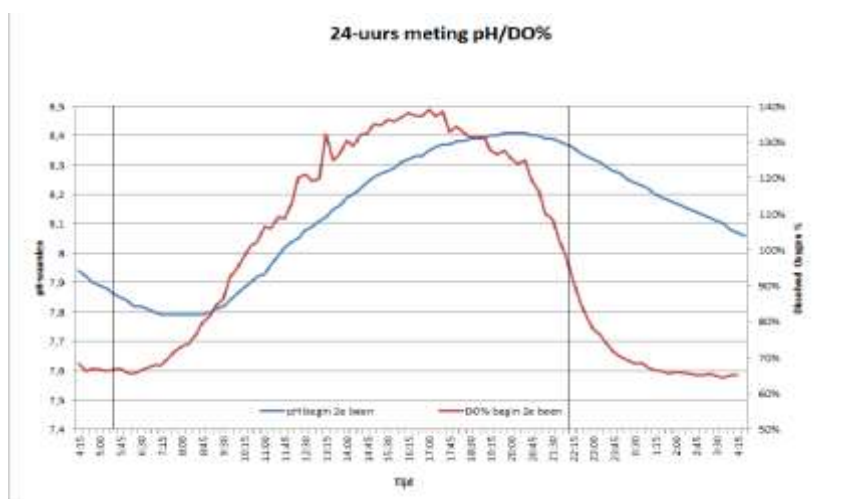
In tabel 5 zijn de totaal natgewichten van ieder touw weergegeven. De gemiddelde gewichtstoename per dag komt neer op 1,61%/dag.

Tabel 5, Nat begin- en eindgewicht van de ingezette wieren per touw waarbij t in dagen en gewicht in gram

Natgewicht (g)	t=0	t eind
Touw 1	3008,5	4725 (t=26)
Touw 2	3321	6750 (t=54)
Touw 3	3786	6000 (t=26)

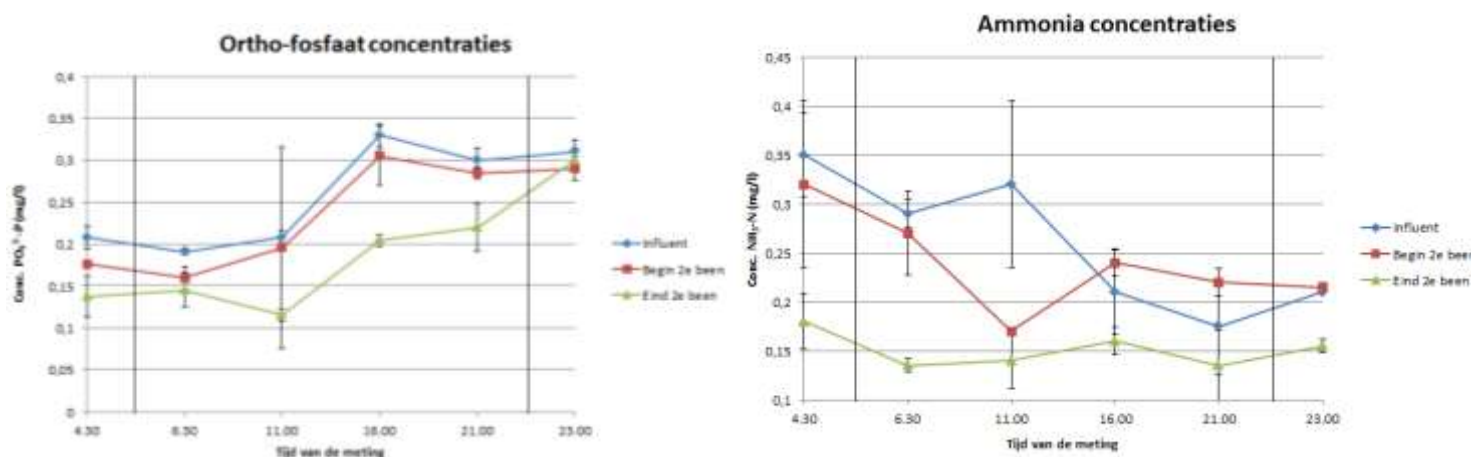
In figuur 7 is de pH en zuurstof tegenover de tijd weergegeven tijdens de 24-uurs meting.

Een duidelijk patroon is zichtbaar van de zuurstof en pH gedurende de licht- en donkerreactie van het zeewier. Te zien is dat de zuurstof daalt tot net onder de 70% en overdag oploopt tot net onder de 140%. Dit geeft aan dat er sprake is van fotosynthese en dus ook van opname van stikstof en fosfaat.



Figuur 7, gemeten pH en zuurstofpercentage gedurende 24 uur

In figuur 8 zijn de analyses van ortho-fosfaat en ammonia gedurende de 24-uurs meting weergegeven voor het influent, begin en einde van het tweede been. Door de fluctuerende en vrij lage concentraties aan N en P van het influent en de foutmarges van de bepalingen is het moeilijk de zuiveringsefficiëntie te bepalen en deze te koppelen aan de fotosynthetische activiteit. Wel is er een duidelijk verschil gemeten tussen N en P concentraties in het begin en in het eind van het tweede been wat dus duid op filtratie van de zeewieren.



Figuur 8, concentraties van ortho-fosfaat en ammonia van het influent, begin 2^e been en eind 2^e been (n=3)

Voor een functioneel wierenfilter in de toekomst is het noodzakelijk om komend jaar een oplossing te zoeken voor de aanwezigheid van *Gammarus*. De vlokreeft maakt het onmogelijk hoogwaardige wieren te telen zoals *Ulva* en *Kelp*.

De concentraties aan N en P zijn erg laag, dit komt waarschijnlijk door de aanwezigheid van *Ulva Intestinalis* in de schelpdiervijvers. Dit wier neemt waarschijnlijk het grootste deel van de door de schelpdieren geproduceerde N en P op, er is dus waarschijnlijk sprake van interne zuivering in de schelpdiervijvers. Dit mogelijke scenario is één van de onderzoeksvragen die in het vervolg van 2012-2013 onderzocht moet worden.

Mocht er in de toekomst grootschaliger wieren geteeld worden in het wierenfilter is het essentieel beluchting aan te brengen. Met de aanwezigheid van ongeveer slechts vijftien kilo natgewicht *Fucus* daalt de zuurstof al tot net onder de 70%. *Fucus* is dan ook nog een wier wat zeer langzaam groeit, 3-6 cm per maand. *Ulva* daarentegen kan zijn biomassa verdubbelen per dag waarbij dus de fotosynthetische activiteit een stuk hoger zal liggen.

Aan de hand van de resultaten van 2012 en de opgestelde kostprijsberekening van de huidige pilot en het opgestelde 1ha model, werd duidelijk dat het innemen, filteren en verpompen van het water zorgt voor een hoge kostprijs. Recirculatie en

hergebruik van het water kan voor een grote reductie van de kostprijs zorgen. Naast het hergebruiken van het water voor de algenkweek, is er in 2013 ook veel meer water voor de schelpdierkweek gerecirculeerd (en dus minder ververst). Bovendien blijven door deze recirculatie de nutriënten binnen het systeem waarvan de micro- en macro algen profiteren.

Bij de kweek van schelpdieren in een recirculatiesysteem is echter het grootste probleem de opname van CaCO_3 uit het water voor de schelpvorming. Door de opname van deze base zal de pH-waarde van het kweekwater langzaam afnemen waarna bij een $\text{pH} < 7,0$ de schelp van de gekweekte schelpdieren langzaam begint op te lossen. Dit resulteert in vale schelpen. Ook moet de ammoniumconcentratie in de gaten gehouden worden wanneer er veel gerecirculeerd wordt. Een mogelijke oplossing voor beide problemen is het gebruik van een biologisch filter dat is opgebouwd uit oesterschelpen. De oesterschelpen bevatten veel CaCO_3 dat bij een lage pH op zal lossen terwijl de schelpen zorgen voor een oppervlaktevergroting waarop de nitrificerende bacteriën zullen gaan groeien. Deze bacteriën zorgen voor omzetting van ammonium naar nitraat dat een stuk minder giftig is.

Allereerst is een onderzoek uitgevoerd door studenten van de Hogeschool Zeeland om een beeld te krijgen van de processen die binnen het oorspronkelijke wierfilter plaats vinden (zie bijlage). Bovendien hebben deze studenten onderzoek gedaan naar de toepasbaarheid van oesterschelpen voor het toevoegen van CaCO_3 aan het kweekwater.

Uit dit onderzoek blijkt dat er binnen het wierfilter, zoals werd verwacht een algenbloei optreedt. Deze toename van de algenconcentraties zorgt naast de aanwezige nitrificerende bacteriën en opname door macrowieren voor een afname van de nutriëntenconcentraties en heeft dus een positief effect op de waterkwaliteit. Bovendien blijkt uit dit onderzoek dat het mogelijk is om CaCO_3 toe te voegen aan het water door middel van het gebruik van oesterschelpen.

Aan de hand van deze resultaten is besloten tot het aanleggen van een 'kalkdam' in het oorspronkelijke wierfiltr. Deze dam bestaat uit een stapel oesterkratjes met daarin ca. 700 kg oesterschelpen waardoor het recirculatiewater stroomt. Het filter heeft er in feite extra functies bij gekregen; het omzetten van Ammonium naar Nitraat en de toevoeging van nieuw CaCO_3 aan het water.

Ondanks dat de calciumgehalten voor en na de kalkdam nooit bepaald zijn, vormt de pH een goede indicatie voor het effect van de dam. De kalkdam verhoogd de pH van gemiddeld 7,5 voor de dam naar een pH van 7,6 na de dam. Dit is een klein effect, toch lijkt het er op dat dit wel toekomstperspectief heeft wanneer de dam groter gedimensioneerd zou worden.

7. Kwaliteitsverbetering oesters

Er zijn verschillende oesters op de markt die zich onderscheiden op smaak en kwaliteit. Deze oesters verkrijgen hun eigen karakteristieke smaken vanwege het voedselaanbod op de verschillende kweeklocaties. Vanwege de hoge beschikbaarheid aan algen is de mogelijkheid van het opkweken van een speciale oester bij Zeeland Aquacultuur onderzocht.

Als uitgangsmateriaal werden oesters genomen uit de Oosterschelde. Deze oesters zijn vaak vrij mager vanwege het lage voedselaanbod. Het percentage visgewicht is bij aanvang ca. 11%. Na een periode van 3 weken (bij een temperatuur van 10-18 °C), waarin dagelijks een hoeveelheid algen is gevoed blijkt de vis vetter te worden en wordt ook de smaak van de oester zachter. Het visgewicht stijgt naar ongeveer 16%.

Tijdens het kweekproces is het belangrijk dat de algenconcentratie niet boven de pseudofaeces grens komt. Wanneer dit gebeurt gaan de oesters energie steken in het aanmaken van pseudofaeces en gaan er daarnaast ook (kostbare) algen verloren. De pseudofaeces grens is afhankelijk van de grootte van de algen, de oesters en van de temperatuur. Bij *Skeletonema sp.* ligt de grens ongeveer bij 200.000 cellen/ml.

Prins en Dingemanse heeft een oester op de markt gebracht, welke is opgekweekt met zelfgekweekte algen. Deze oesters zijn onder een aparte merknaam op de markt gebracht en zijn kwalitatief duidelijk onderscheidend ten opzichte van de 'normale' creuzen. De verkoopcijfers tonen aan dat er zeker markt is voor dergelijke speciale producten, echter deze is nog klein.

De werkwijze van het opkweken van oesters op praktijkschaal is vrij eenvoudig. De oesters worden opgekweekt in kratje in een bassin van 100 m³. In dit bassin worden maximaal 15.000 oesters geplaatst. Dagelijks wordt een gedeelte van het leeg gefilterde water vervangen door vers water met algen. Aan de hand van de gewenste toename aan visgewicht worden er algen toegediend. De FCR waarmee gerekend wordt is 1:1 (1 gram drooggewicht algen wordt omgezet naar 1 gram vis). Wanneer er bijvoorbeeld 10.000 oesters in het bassin staan met een totaal vers gewicht van gemiddeld 100 gram/stuk, staat er 1.000 kg oesters in het bassin. Wanneer deze 11% vis bevatten, is het visgewicht van deze partij 110 kg. Wanneer men als eindresultaat oesters wil met een visgewicht van 16%, zal het visgewicht van de totale partij 160 kg zijn. Voor de toename van 50 kg aan vis, zal ook 50 kg DW algen gevoed moeten worden in een periode van 21 dagen, wat in de praktijk neerkomt op 2,4 DW algen per dag wanneer men een kweekcyclus hanteert van 3 weken.

De kostprijs van de kweek van deze speciale oester bestaat op dit moment voor ca 40% uit algen en 40% arbeid. Vanwege de kleine schaal heeft er nog nauwelijks automatisering plaats gevonden. Dit kan de kosten aan arbeid nog aanzienlijk reduceren. Ook op het gebied van algen is er nog veel vooruitgang te boeken. De verkoopprijs van een dergelijke speciale oesters is afhankelijk van de ondernemer. De ondernemer zal de oester goed moeten promoten en met name in het begin veel inspanning leveren op het gebied van marketing.

8. Opschaling ZA pilot (toekomstperspectief)

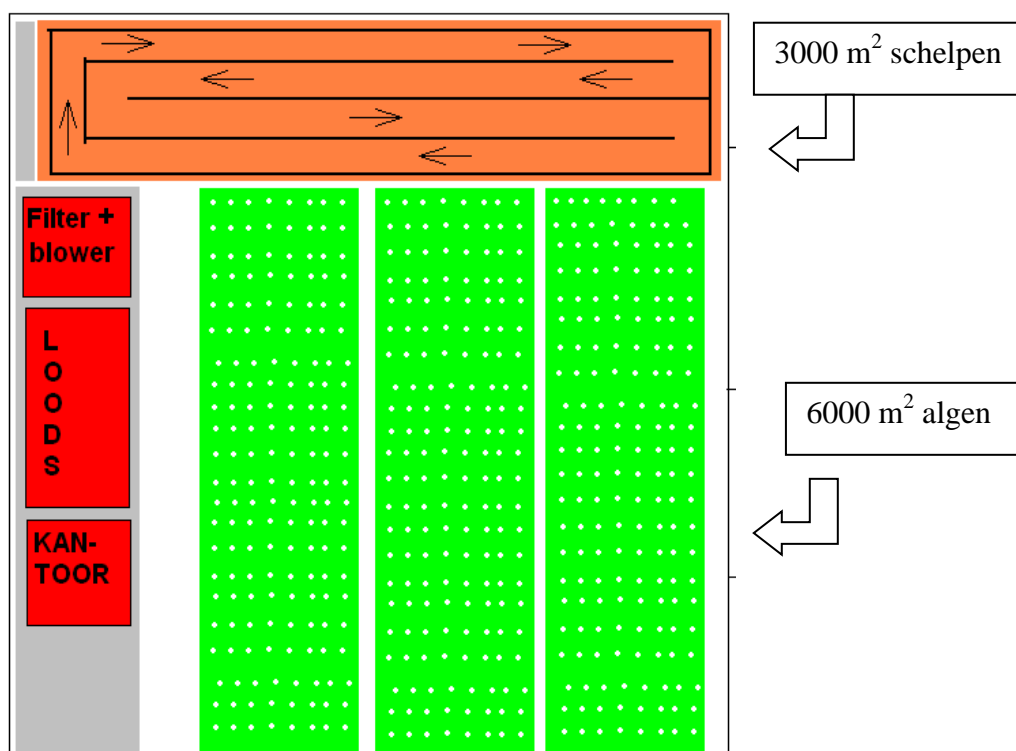
De huidige pilot Zeeland Aquacultuur is niet kostendekkend. Dit komt vooral omdat ZA is aangelegd als proefstation en niet als productiepijl. In het volgende model is een kostprijsberekening gemaakt wanneer ZA opgeschaald zou worden. Hierbij is uitgegaan van een vergelijkbare werkwijze: tapijtschelpen worden gekweekt in een zandbodem. Als voedsel worden algen gekweekt in een semi-intensief systeem.

In 2008 is het onderzoek bij Zeeland Aquacultuur begonnen naar de economische en technische haalbaarheid van de binnendijkse kweek van tapijtschelpen. Nu, in 2012, is aangetoond dat het technisch haalbaar is om tapijtschelpen te kweken in binnendijkse kweekvijvers. De hiervoor gemaakte kosten zijn echter niet representatief voor een plant op productieschaal. De kweekvijvers en algenbassins zijn hiervoor te klein en er is veel onderzoek gedaan.

Om antwoord te geven op de vraag of het economisch ook haalbaar is om tapijtschelpen binnendijks te kweken, is op basis van de opgedane kennis een model gemaakt. Hierbij zijn een aantal uitgangspunten genomen, welke in de praktijk zijn aangetoond.

Het model is gebaseerd op een pilot van 1 hectare. Hierbij is uitgegaan van een oppervlakte verdeling van 30% schelpdijviervers, 60% algenvijvers en 10% wegen en bebouwing. De algenvijvers zijn voorzien van EPDM folie, de schelpdijviervers van een betonvloer en PE wanden. Op het terrein staat een filterinstallatie waarbij het water in 3 stappen naar 5 um wordt gefilterd (grof filter, 50 um trommelfilter, 5 um trommelfilter).

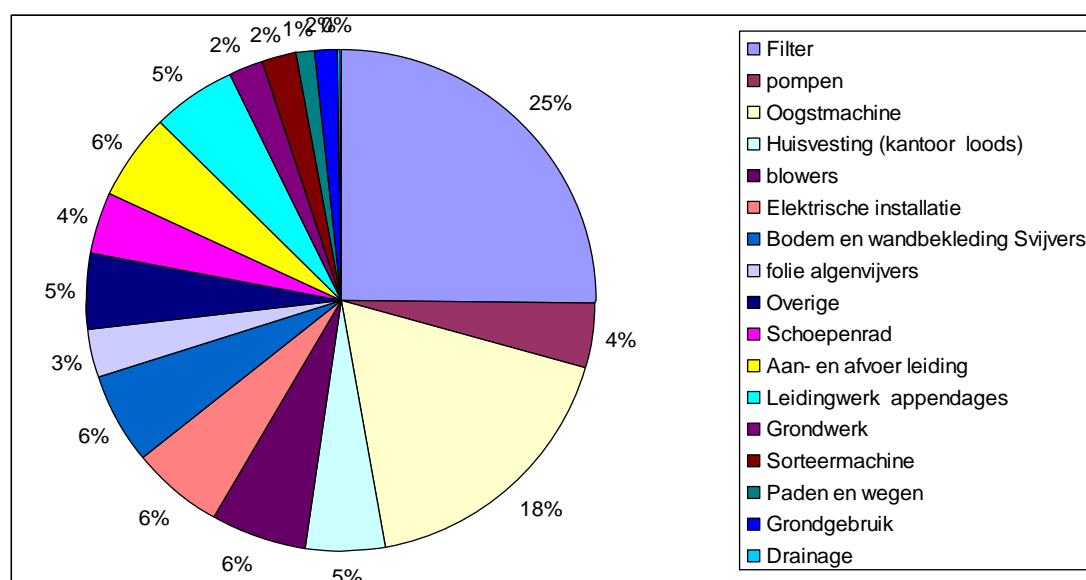
Hieronder een voorbeeld van een mogelijke indeling van het terrein:



In onderstaande tabel zijn de kosten weergegeven van de aanleg van het terrein. Er is rekening gehouden met verschillende afschrijvingstermijnen. Daarnaast zijn er kosten meegenomen voor het onderhoud van de verschillende onderdelen.

Aanleg terrein	stuksprijs	stuks	Totale aanschaf	Afschrij- ving jaar	% onderhoud per jaar	€ afschrijving / jaar	Onderhoud / jaar	Totale jaarlijkse kosten
Filter	€ 100.000	1,0	€ 100.000	10	15	€ 10.000	€ 15.000	€ 25.000
Pompen	€ 4.000	3	€ 12.000	5	15	€ 2.400	€ 1.800	€ 4.200
Oogstmachine	€ 50.000	1	€ 50.000	5	15	€ 10.000	€ 7.500	€ 17.500
Huisvesting (kantoor loods)	€ 50.000	1	€ 50.000	20	5	€ 2.500	€ 2.500	€ 5.000
blowers	€ 5.000	4,0	€ 20.000	5	10	€ 4.000	€ 2.000	€ 6.000
Elektrische installatie	€ 40.000	1	€ 40.000	20	10	€ 2.000	€ 4.000	€ 6.000
Bodem en wandbekleding Svijvers	€ 56.500	1,0	€ 56.500	20	5	€ 2.825	€ 2.825	€ 5.650
folie algenvijvers	€ 6.720	3	€ 20.160	10	5	€ 2.016	€ 1.008	€ 3.024
Overige	€25.000	1	€ 25.000	10	10	€ 2.500	€ 2.500	€ 5.000
Schoepenrad	€10.000	1	€ 10.000	3	5	€ 3.333	€ 500	€ 3.833
Aan- en afvoer leiding	€ 220.000	0,3	€ 55.000	20	5	€ 2.750	€ 2.750	€ 5.500
Leidingwerk appendages	€ 45.000	1	€ 45.000	15	5	€ 3.000	€ 2.250	€ 5.250

Grondwerk	€ 3	7.500	€ 22.500	20	5	€ 1.125	€ 1.125	€ 2.250
Sorteermachine	€ 15.000	1	€ 15.000	10	5	€ 1.500	€ 750	€ 2.250
Paden en wegen	€ 20	500	€ 10.000	20	5	€ 500	€ 500	€ 1.000
Grondgebruik	€1.500	1	€ 1.500	1	0	€ 1.500	€ -	€ 1.500
Drainage	€ 1.500	1	€ 1.500	15	5	€ 100	€ 75	€ 175
Totaal			€ 534.160			€ 52.049	€ 47.083	€ 99.132



Naast de jaarlijkse kosten zijn er ook nog verbruikskosten. Deze zijn als volgt opgebouwd:

Verbruikskosten	
Lozingskosten	€6.000
Nutriënten algen	€ 21.000
Arbeid	€52.000
Elek. Pompen	€9.724
Elek. Schoepenrad	€1.752
Elek. Filters	€4.380
Elek. Blowers	€14.016
Elek. Overig	€8.760
Totaal	€117.632

Deze waarden zijn gebaseerd op:

- Waterverbruik = 600.000 m³ per jaar, voornamelijk voor de algenkweek
- Nutriënten voor 12.000 kg drogestof algen (20 gram/m³)
- 1 FTE
- De kosten voor de energie zijn op basis van het vermogen van de apparaten vermenigvuldigd met de continuïteitsfactor.

De totale kosten min de opbrengst van de zagers is €224.434. De oogst zal 27.000 kg tapijtschelpen zijn, wat neerkomt op een kostprijs van €8,31 / kg tapijtschelpen. Naast de zagers en tapijtschelpen is er ook nog een overschot aan algenproductie van 6.000 kg.

Om tot bovenstaande kostprijs te komen, is gerekend met de volgende waardes:

Drogestof algenkweek	20 gram/m ³
Productie algenvijvers	200 dagen/jaar
Productie schelpvijvers	10 kg/m ²
FCR algen:tapijtschelpen	0,2:1
Overleving tapijtschelpen	75%
Oppervlakte verhouding algen:schelpen	2:1

Bovenstaande waarden zijn gebaseerd op de werkelijke productie die afgelopen jaren is behaald bij Zeeland Aquacultuur. Wanneer er een dergelijk bedrijf nieuw zou worden aangelegd, is er met name in de algenkweek een hogere productie te behalen. De algenvijvers die continu worden afgeoogst, hebben een gemiddelde drogestof concentratie van 34 gram/liter. Uitgaande van een concentratie van 27 gram/m³ is de kostprijs een stuk lager. De verhouding algen:schelpen kan ook lager, omdat de opbrengst per m² algenvijver hoger ligt. Daarnaast is de kostprijs van de tapijtschelpen ook lager wanneer het terrein niet 1 ha groot wordt, maar 15 hectare, daalt de kostprijs ook. Zaken als filters en pompen worden wel duurder, maar bijvoorbeeld de oogstmachine en de loods zijn gelijk bij 1 ha en 15 ha. De kostenberekening ziet er dan als volgt uit:

Aanleg terrein	stuksprijs	stuks	Totale aanschaf	Afschrij- ving jaar	% onderhoud per jaar	€ afschrijving / jaar	Onderhoud / jaar	Totale jaarlijkse kosten
Filter	€ 100.000	10,5	€ 1.051.852	10	15	€ 105.185	€ 157.778	€ 262.963
Pompen	€ 4.000	12	€ 48.000	5	15	€ 9.600	€ 7.200	€ 16.800
Oogstmachine	€ 50.000	3	€ 150.000	5	15	€ 30.000	€ 22.500	€ 52.500
Huisvesting (kantoor loods)	€ 50.000	1	€ 75.000	20	5	€ 3.750	€ 3.750	€ 7.500
Blowers	€ 5.000	42,1	€ 210.370	5	10	€ 42.074	€ 21.037	€ 63.111
Elektrische installatie	€ 40.000	1	€ 180.000	20	10	€ 9.000	€ 18.000	€ 27.000
Bodem en wandbekleding Svijvers	€ 56.500	26,3	€ 1.485.741	20	5	€ 74.287	€ 74.287	€ 148.574
folie algenvijvers	€ 6.720	31,6	€ 212.053	10	5	€ 21.205	€ 10.603	€ 31.808
Overige	€25.000	15	€ 375.000	10	10	€ 37.500	€ 37.500	€ 75.000
Schoepenrad	€10.000	26,3	€ 262.963	3	5	€ 87.654	€ 13.148	€ 100.802
Aan- en afvoer leiding	€ 220.000	1,6	€ 345.844	20	5	€ 17.292	€ 17.292	€ 34.584
Leidingwerk appendages	€ 45.000	15	€ 675.000	15	5	€ 45.000	€ 33.750	€ 78.750
Grondwerk	€ 3	102.556	€ 307.667	20	5	€ 15.383	€ 15.383	€ 30.767
Sorteermachine	€ 15.000	3	€ 45.000	10	5	€ 4.500	€ 2.250	€ 6.750
Paden en wegen	€ 20	7.500	€ 150.000	20	5	€ 7.500	€ 7.500	€ 15.000
Grondgebruik	€1.500	15	€ 22.500	1	0	€ 22.500	€ -	€ 22.500
Drainage	€ 1.500	15	€ 22.500	15	5	€ 1.500	€ 1.125	€ 2.625
Totaal			€ 5.619.490			€ 533.931	€ 443.103	€ 977.035

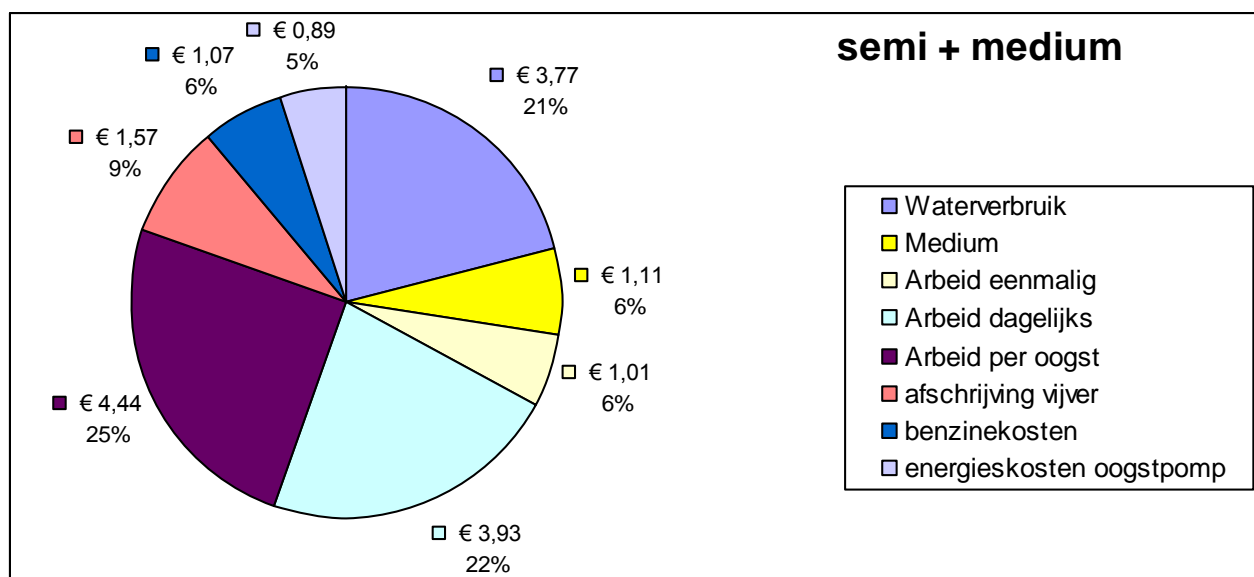
Verbruikskosten	
Lozingskosten	€ 63.111
Nutriënten algen	€ 220.889
Arbeid	€ 488.800
Elek. Pompen	€ 38.894
Elek. Schoepenrad	€ 46.071
Elek. Filters	€ 46.071
Elek. Blowers	€ 147.428
Elek. Overig	€ 131.400
Totaal	€ 1.182.664

De totale jaarlijkse kosten bedragen €2.716.391. De productie van de zagers is 23.667 kg, wat neerkomt op een inkomstenbron van €355.000. De kosten voor de tapijtschelpen zijn dan €2.361.391 / jaar. De tapijtschelpen productie is 710.000 kg. Dit betekent een kostprijs van €3,33 / kg.

Bijlage 1: Kostenberekening algenkweek verschillende methoden.

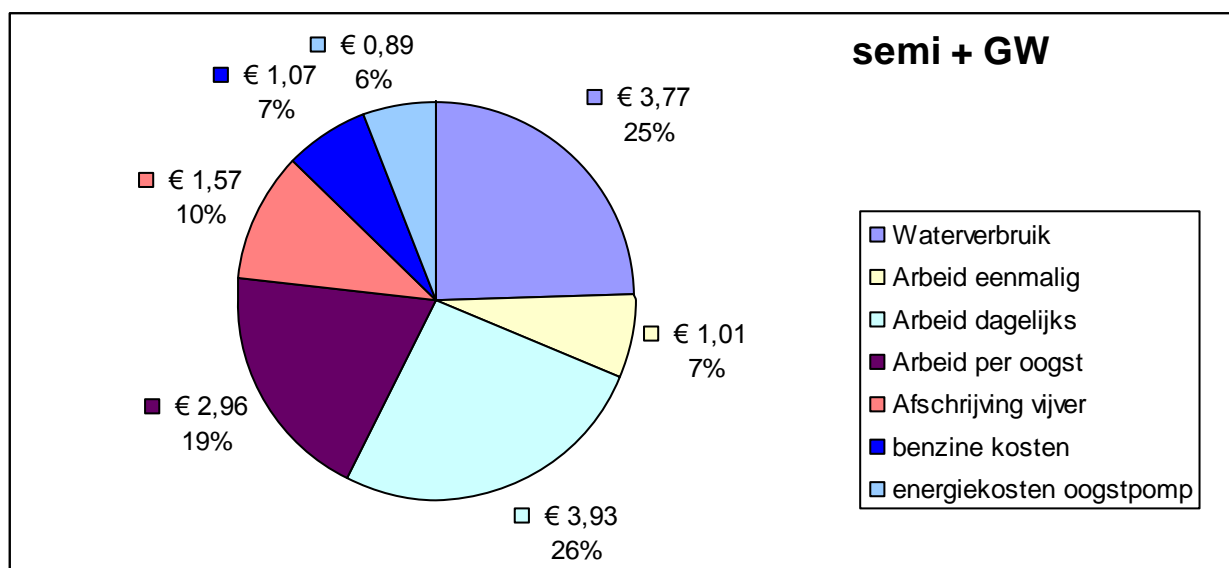
Semicontinu kweek met medium:

Semi medium		KOSTEN	€ / eenheid	€ / run	€ / jaar	€ / kg ds
Oogstvolume / dag (m3)	50	Waterverbruik	€ 0,12	€ 210	€ 1.200	€ 3,77
gram ds / oogst	1.688	Medium	€ 0,04	€ 62	€ 352	€ 1,11
oogstdagen / run	33	Arbeid eenmalig	€ 56,25	€ 56	€ 321	€ 1,01
aantal runs / jaar	5,7	Arbeid dagelijks	€ 6,25	€ 219	€ 1.250	€ 3,93
gram oogst per run	55.688	Arbeid per oogst	€ 7,50	€ 248	€ 1.414	€ 4,44
gram oogst / jaar	318.214	afschrijving vijver	€ 500,00		€ 750	€ 2,36
waterverbruik m3 / run	1.750	benzinekosten energie	€ 0,03	€ 60	€ 340	€ 1,07
waterverbruik m3 / jaar	10.000	oogstpomp	€ 1,5	50	€ 282,86	€ 0,89
		Kosten totaal			€ 5.628	€ 18,57



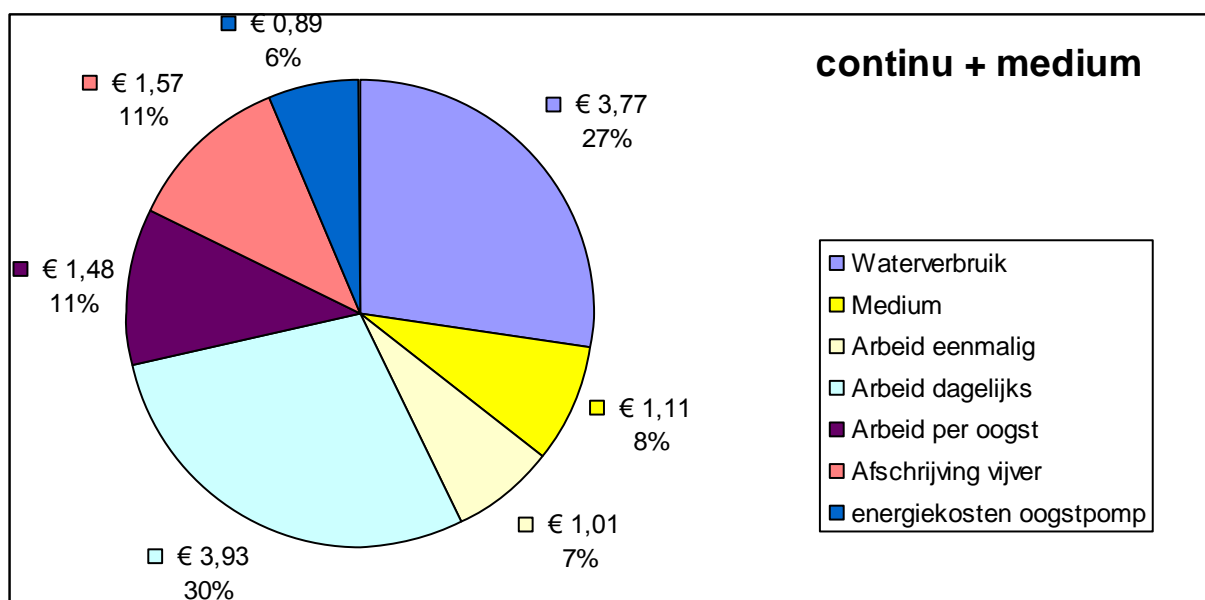
Semicontinu kweek met grondwater:

Semi GW		KOSTEN	€ / eenheid	€ / run	€ / jaar	€ / kg ds
Oogstvolume / dag (m3)	50	Waterverbruik	€ 0,12	€ 210	€ 1.200	€ 3,77
gram ds / oogst	1.688	Medium	€ -	€ -	€ -	€ -
oogstdagen / run	33	Arbeid eenmalig	€ 56,25	€ 56	€ 321	€ 1,01
aantal runs / jaar	5,7	Arbeid dagelijks	€ 6,25	€ 219	€ 1.250	€ 3,93
gram oogst per run	55.688	Arbeid per oogst	€ 5,00	€ 165	€ 943	€ 2,96
gram oogst / jaar	318.214	Afschrijving vijver	€ 500,00		€ 500,00	€ 1,57
waterverbruik m3 / run	1.750	benzine kosten	€ 0,03	€ 60	€ 340	€ 1,07
waterverbruik m3 / jaar	10.000	energie oogstpomp	€ 1,50	€ 50	€ 282,86	€ 0,89
		Kosten totaal			€ 4.837	€ 15,20



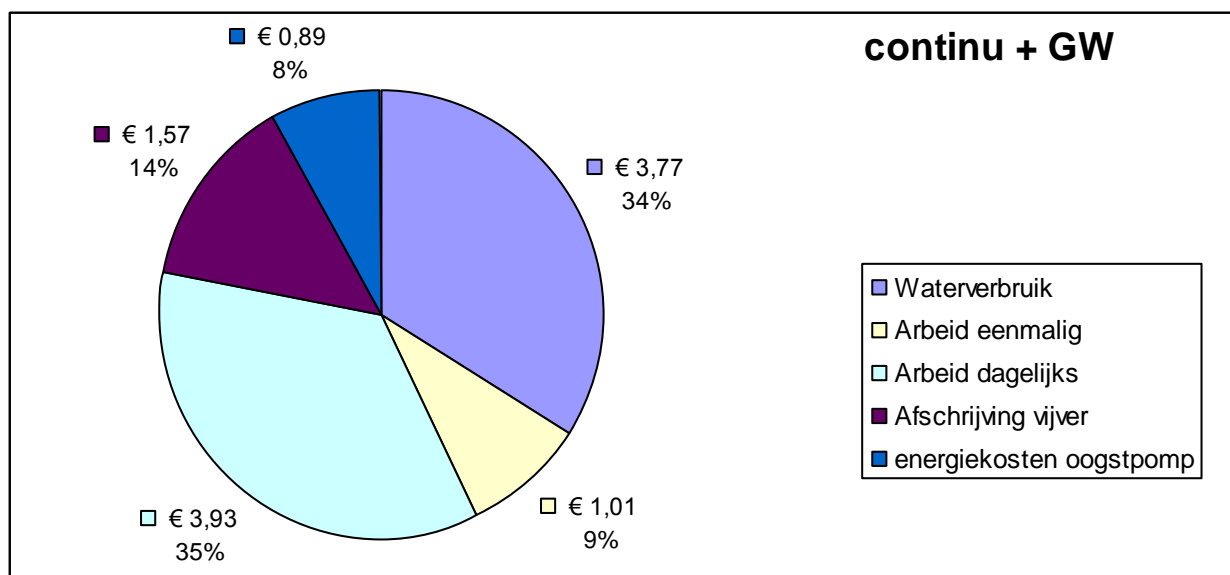
Continu kweek met medium:

Continu medium		KOSTEN	€ / eenheid	€ / run	€ / jaar	€ / kg ds
Oogstvolume / dag (m3)	50	Waterverbruik	€ 0,12	€ 210	€ 1.200	€ 3,77
gram ds / oogst	1.688	Medium	€ 0,04	€ 62	€ 352	€ 1,11
oogstdagen / run	33	Arbeid eenmalig	€ 56,25	€ 56	€ 321	€ 1,01
aantal runs / jaar	5,7	Arbeid dagelijks	€ 6,25	€ 219	€ 1.250	€ 3,93
gram oogst per run	55.688	Arbeid per oogst	€ 2,50	€ 83	€ 471	€ 1,48
gram oogst / jaar	318.214	Afschrijving vijver energie	€ 500,00		€ 500,00	€ 1,57
waterverbruik m3 / run	1.750	oogstpomp	€ 1,50	€ 50	€ 283	€ 0,89
waterverbruik m3 / jaar	10.000	Kosten totaal			€ 4.378	€ 13,76



Continu kweek met grondwater:

Continu GW		KOSTEN	€ / eenheid	€ / run	€ / jaar	€ / kg ds
Oogstvolume / dag (m3)	50	Waterverbruik	€ 0,12	€ 210	€ 1.200	€ 3,77
gram ds / oogst	1.688	Medium	€ -	€ -	€ -	€ -
oogstdagen / run	33	Arbeid eenmalig	€ 56,25	€ 56	€ 321	€ 1,01
aantal runs / jaar	5,7	Arbeid dagelijks	€ 6,25	€ 219	€ 1.250	€ 3,93
gram oogst per run	55.688	Arbeid per oogst	€ -	€ -	€ -	€ -
gram oogst / jaar	318.214	Afschrijving vijver energie	€ 500,00		€ 500,00	€ 1,57
waterverbruik m3 / run	1.750	oogstpomp	€ 1,50	€ 50	€ 283	€ 0,89
waterverbruik m3 / jaar	10.000	Kosten totaal			€ 3.554	€ 11,17



Bijlage 2

Resultaten onderzoek mortaliteit tapijtschelpen door CVI

Sectie:

De ingezonden 39 tapijtschelpen waren deels levend, deels stervend. In de verse preparaten van deze schelpen zijn geen bijzonderheden waargenomen.

Histologie:

Van 35 tapijtschelpen kon histologisch onderzoek worden uitgevoerd. In een groot aantal individuen uit de partij kon een lichte of uitgebreidere degeneratie van het weefsel worden waargenomen. Met name het kieuwweefsel was in het merendeel van de onderzochte monsters gedegeneerd.

In 14 van de 35 onderzochte individuen is een microcell-achtige parasiet aangetroffen. De parasiet was lokaal aanwezig in het spierweefsel van de mantel en in mindere mate van de voet en veroorzaakte een lichte tot matige ontstekingsreactie in het weefsel.

Verder zijn er geen parasieten aangetroffen. Dit is op zich opmerkelijk aangezien in partijen schelpdieren zijn vaak een aantal (onschuldige) parasieten aanwezig zijn in lage prevalentie zoals Rickettsia of eencellige ciliaten in de kieuwen. Er zijn ook geen aanwijzingen voor de aanwezigheid van een bacteriële of virale aandoening in de onderzochte partij.

Voorlopige diagnose:

De degeneratie van het weefsel is te verklaren door de slechte conditie van de partij en het grote aantal stervende individuen.

De aangetroffen microcell is mogelijk primair oorzaak van de sterfte. Microcell parasieten zijn parasieten verwant aan Bonamia of Mikrocytos. Recentelijk (2010) is een nog naamloze Mikrocytos species aangetroffen bij sterfte van het zaagje (*Donax trunculus*) in Frankrijk. Het histopathologische beeld van de microcell infectie in de tapijtschelpen in deze partij lijkt sterk op de Mikrocytos infectie in *Donax*. De mogelijk is de aangetroffen microcell gelijk of verwant aan de Mikrocytos species in *Donax*. Met histologie zijn microcells niet op soort te determineren. We hebben ook materiaal genomen voor moleculair onderzoek en zullen hiermee uitzoeken of het een Mikrocytos species betreft en de verwantschap met de soort in *Donax*.

Wij hebben getracht om de microcell met moleculaire methodes te typeren. Dit is ons helaas niet gelukt. Er lijken veel remmende stoffen in de tapijtschelpen te zitten voor onze analyse methode. Ik heb toen materiaal verzonden van de partij naar het EU referentie laboratorium Ifremer. Na een aantal pogingen is het hun wel gelukt om de microcell uit de tapijtschelp te identificeren. Het is een Mikrocytos soort gerelateerd aan Mikrocytos sp. die recent gevonden is in *Donax trunculus* in Frankrijk.

Ondertussen heb ik ook contact gehad met een Spaanse collega. Zij hebben een andere Mikrocytos soort aangetroffen, *Mikrocytos mackini*, in tapijtschelpen in Galicië.

Wat betreft de oorzaak van de mortaliteit: Wetenschappelijk gezien is de sleutel tot het vast te stellen dat een ziekteverwekker sterfte veroorzaakt het bij elkaar zetten van geïnfecteerde en ongeïnfecteerde dieren waarna onder de niet-geïnfecteerde dieren ziekte/sterfte optreedt en in deze dieren de ziekteverwekker weer kan worden aangetoond (één van de zogenaamde Koch's postulaten). Voor deze Mikrocytos soort is dat (nog) niet uitgevoerd.

De uitkomst van het moleculaire onderzoek is dat de Mikrocytos in de tapijtschelp in de partij dezelfde was als gevonden in *Donax trunculus* in Frankrijk (die in Galicië is een andere). Onder de

Donax trunculus geeft deze soort een hoge sterfte. Dezelfde soort is dus in hoge prevalentie aangetroffen in tapijtschelpen met verhoogde sterfte.
Met andere woorden, hoewel de "Koch's postulates" nog niet compleet zijn voor dit organisme, is het voor mij is het heel aannemelijk dat de Mikrocytos oorzaak is van de sterfte.