

Gebruik van grondwater voor zilte aquacultuur op land in Zeeland

Ervaringen en resultaten van drie jaar onderzoek (periode 2009 – 2012)

T. van der Hiele, J. Heringa, J. Creemers, P. van Dalen¹⁾

¹⁾ HZ University of Applied Sciences, Delta Academy, onderzoeksgroep Aquacultuur in Delta gebieden, Vlissingen

Op tien plaatsen in Zeeland wordt zout grondwater gebruikt voor het kweken van zoutwaterorganismen in binnendijkse systemen. Het gebruik van grondwater heeft grote voordelen ten opzichte van oppervlaktewater en de ervaringen zijn overwegend positief. Men kan er echter niet van uitgaan dat het grondwater op iedere locatie en op iedere diepte zonder meer geschikt is voor gebruik in de aquacultuur. Het gebruik van zout grondwater blijkt een complex onderwerp. De onderzoeksgroep Aquacultuur van de HZ Delta Academy heeft de ervaringen op een rij gezet en aanvullend onderzoek gedaan.

Grondwater als alternatief

Bij de kweek van zoutwateralgen, wieren, schelpdieren, zagers, kreeftachtigen en vis is de beschikbaarheid van kwalitatief hoogwaardig zout water essentieel. Zeventig procent van de land-based aquacultuurbedrijven in Zeeland gebruikt zout oppervlaktewater, voornamelijk uit de Oosterschelde. De praktijk wijst uit dat het gebruik van zout oppervlaktewater een aantal bezwaren heeft. Het beperkt de keuze van locatie tot de nabijheid van een zeedijk, het ingenomen water heeft een wisselende kwaliteit en temperatuur, is vaak nutriëntenarm en het kost veel inspanning om ongewenste organismen, zoals de larven van pokken, krabben of schelpdieren uit het water te filteren. In aquacultuur waarin verschillende teelten worden gecombineerd, is de gecontroleerde productie van algen en wieren vaak

de eerste stap in de productieketen (IMTA; Chopin, 2006). De geproduceerde plantaardige biomassa is het voedsel voor filter feeders zoals schelpdieren. Het inkomen van de oppervlaktewater bevat in veel gevallen weinig voedingsstoffen. Daarom is het noodzakelijk om water te bemesten voor een goede productie van algen. Bemesting en waterbehandeling, zoals filtratie tegen ongewenste organismen, brengen in de regel hoge kosten met zich mee (Barbosa et al. 2009).

Grondwater daarentegen is vaak rijk aan nutriënten en bevat de benodigde sporenelementen voor algen- of wierenkweek. Daarnaast is het constanter van samenstelling en temperatuur en het is steriel, dat wil zeggen dat er geen levende organismen in zitten die schadelijk voor de kweek zijn. Er is in Zeeland vrijwel overal zout grondwater aanwezig. Wel is het

Locatie	Vlissingen	Yerseke1	Borsele	Wilhelmina- dorp	Yerseke2	St. Philipsland	Burghsluis		Kamperland
Diepte (m)	29	15	15	12	20	160	22	45	50
Saliniteit (g/l)	29,7	18	29	30	30	17	32,5	31,4	31
pH	7,03	7,2	7,0	7,34	7,1	7,24	7,43	7,1	8,0
Ervaringen:									
Algen	++	+	+/-	+	++	++	+	++	++
Schelpdieren	++	+/-	--	++	-	--	+	--	
Wormen	++						++	+/-	

++ Groeisnelheid vergelijkbaar met Oosterscheldewater

+ Groeisnelheid vergelijkbaar met Oosterscheldewater maar met bijkomende effecten (zoals verkleuring en/of smaakverandering) of groeivertraging tot 20%

+/- Geen groei of meer dan 20% groeivertraging t.o.v. Oosterscheldewater, maar nog geen uitval

- 50% uitval

-- Totale uitval/mortaliteit

Tabel 1. Ervaringen met zout grondwater op verschillende locaties gedurende de laatste 3 jaar of getest via bioassays.

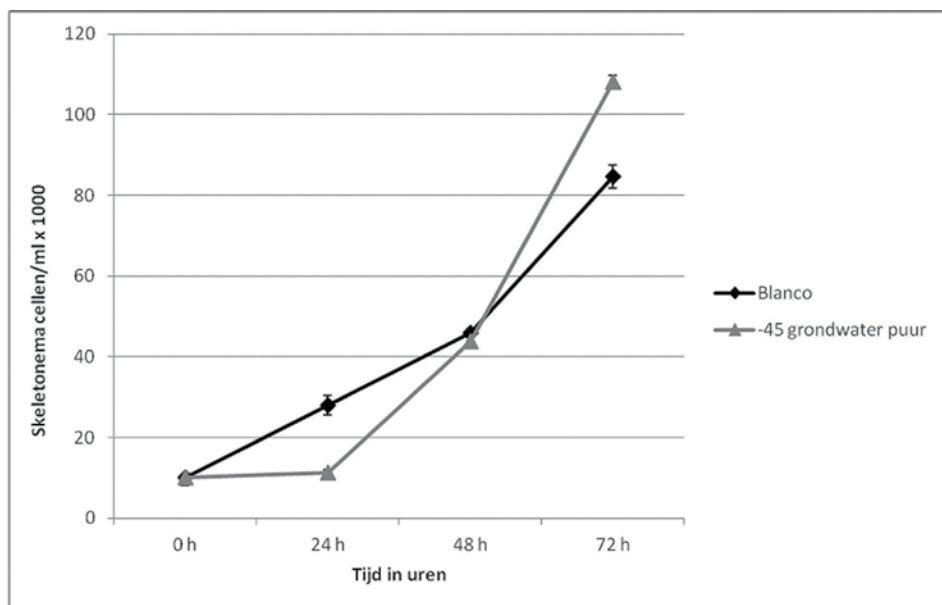
zo dat geschikt zout grondwater (eerste, tweede en in sommige gevallen het derde watervoerende pakket) op de ene locatie, bijvoorbeeld Tholen, dieper zit dan op de andere locatie, bijvoorbeeld Schouwen-Duiveland. De diepte en herkomst van het zoute grondwater is afhankelijk van de plaatselijke geologische opbouw en de oorsprong van het water (Paulissen et al. 2007). Er zijn door het International Groundwater Resources Assessment Centre (IGRAC) zeven verschillende oorsprongscategorieën voor zout grondwater getypeerd (van Weert, et. al. 2009). In Zeeland, dat een geschiedenis van overstromingen en inpoldering kent, is het meeste grondwater afkomstig van zee (kwel) en geïnfilterd overstromingswater, dan wel van regenwater dat mariene afzettingen in de bodem passeert.

Wisselende ervaringen

De samenstelling van grondwater op de verschillende locaties en diepte varieert; grondwater is mogelijk niet op iedere locatie en diepte geschikt voor alle kweken. De HZ Delta Academy heeft gegevens over

de samenstelling van twaalf zoute grondwaterbronnen in de provincie Zeeland verzameld. De saliniteit van zout grondwater varieert van 17 tot 31 g/l. Ook de kleur van grondwater wijkt vaak af van oppervlaktewater, zie voorkant/omslag. IJzer is soms in hoge concentraties aanwezig in grondwater, soms tot 17 of zelfs 24 mg/l. Ontijzerling moet in zulke gevallen plaatsvinden door middel van beluchting en zandfiltratie. Grondwater heeft soms ook een hoog gehalte aan waterstofsulfide (H_2S) wat zich kenmerkt door de sterke geur.

Op vrijwel alle locaties ligt het ammoniumgehalte boven de 1,5 mg/l, op zes locaties zelfs meer dan 10 mg/l NH_4 . Zeer geschikt voor algenkweek, zou men zo op het eerste gezicht denken. De ervaring in pilotvijversystemen en kleinschalige testen leert echter dat de opstartfase van een algenkweek in zout grondwater langer duurt dan in zeewater met toegevoegde voedingsstoffen. Op zich hoeft dat geen groot probleem te zijn omdat daar tegenover staat dat er aanzienlijk bespaard kan worden op de kosten van bemesting en arbeid.



Figuur 1. Groei van *Skeletonema costatum* op onverrijkt grondwater (45 meter -NAP) van locatie Burgh Sluis en Oosterscheldewater verrijkt met nutriënten.

De ervaringen met schelpdieren zijn wisselend: in veel gevallen is de groei vergelijkbaar met die in zeewater. In een paar gevallen vindt er slechte filtratie plaats en is de mortaliteit hoog en op sommige locaties blijken de schelpen van tapijtschelpen donker te kleuren.

Bioassays

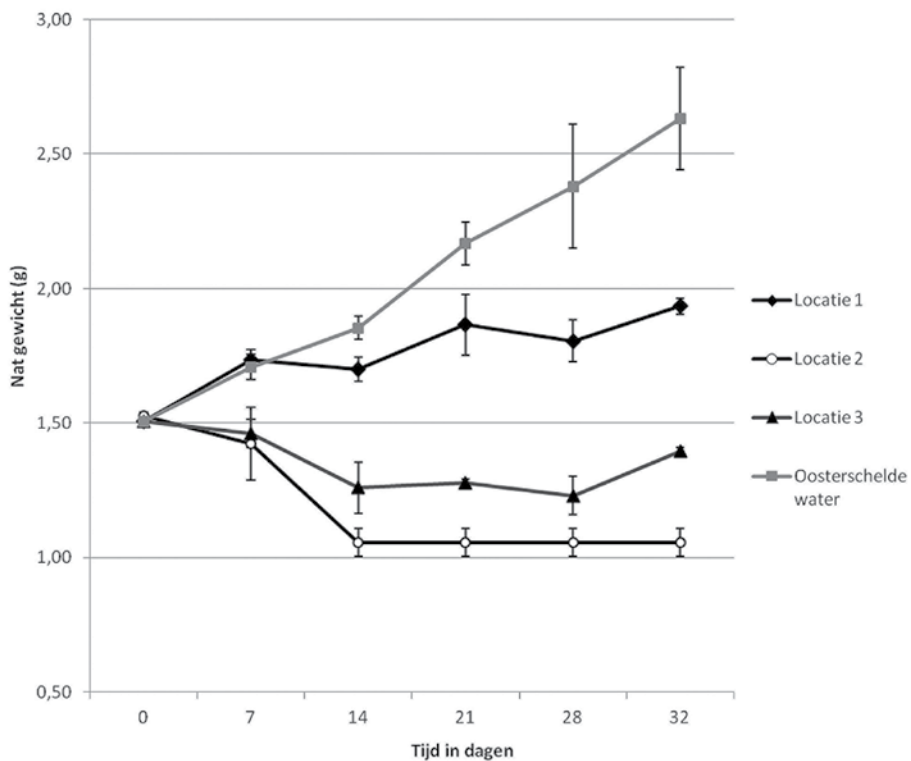
Middels bioassays, eigenlijk een term voor toxiciteitstesten voor water of sediment, kan ook de geschiktheid van het water voor de kweek (groei) van een organisme getest worden. De onderzoeksgroep Aquacultuur van HZ Delta Academy heeft voor verschillende aquacultuurorganismen bioassays ontwikkeld en bestaande bioassay protocollen aangepast, om de geschiktheid van een bepaald type grondwater te testen. In

deze bioassays dient Oosterscheldewater als referentiemedium.

Voor verschillende grondwaterbronnen in Zeeland zijn bioassays uitgevoerd. Hieronder worden twee voorbeelden genoemd.

Voorbeeld 1:

Burghsluis is de beoogde locatie voor het zgn. Kustlaboratorium, waar op 25 hectare zilte productie gaat plaatsvinden. Er zijn op twee verschillende diepten bioassays uitgevoerd voor de vier soorten organismen: algen, schelpdieren, wormen en vis (Creeemers, 2012). Dit resulteerde in een betere groei van algen op puur grondwater van 45 meter -NAP (figuur 1) dan de referentie op Oosterscheldewater welke verrijkt was met nutriënten. De hogere groei is waarschijnlijk te verklaren door een betere



Figuur 2. Gewichtsverloop van tapijtschelpenbroed gevoerd met *Cheatoceros* sp. op 3 verschillende typen grondwater gedurende 32 dagen.

N:P verhouding van het water van 45 meter diep. De molaire N:P verhouding voor algenkweekwater ligt idealiter tussen de 10:1 en 16:1.

Voor schelpdieren zijn er groeitesten gedaan met broed van de tapijtschelp en de blauwe mossel en filtratietesten met halfwasdieren van deze soorten. Groei en filtratie van beide schelpdiersoorten was voor 22 meter gelijk aan de blanco, maar in grondwater van 45 meter diep vond er geen filtratie plaats en waren alle testorganismen na een week dood. Op grondwater van 22 meter diep vond een kleurverandering plaats van tapijtschelpenbroed: ze kleurden donker, iets wat hoogstwaarschijnlijk verband houdt met bepaalde sulfidenverbindingen in het water (zie foto hiernaast).

Voor de kweek van wormen zijn de juvenielen van de zager *Nereis virens* gebruikt als testorganisme in een vierweekse groei-proef. Ook hier was de groei op grondwater van 22 meter gelijk aan de blanco. Op grondwater van 45 meter ontstond een groeivertraging van ongeveer 25%.

Voorbeeld 2:

Op drie andere locaties waar grondwaterbronnen geslagen zijn voor (beoogde) aquacultuur; een algenvijver, een schelpdiervijver en een schelpdierhatchery, zijn bioassays uitgevoerd met schelpdieren (tapijtschelpenbroed).

Deze vierweekse groei-proef liet zien dat het kweken van schelpdieren op grondwater nog niet op iedere locatie mogelijk is. Op twee locaties is een groot deel van de tapijtschelpen doodgegaan, en op een locatie was er sprake van beperkte groei. Geen van deze drie locaties behaalde de groei van tapijtschelpen in Oosterscheldewater dat als referentie diende (zie figuur 2).

Concluderend kan gezegd worden dat hoewel er op het eerste gezicht veel voordelen aan het gebruik van zout grondwater voor aquacultuur lijken te zitten, grondwater niet op alle locaties en diepten direct geschikt blijkt te zijn. Het gebruik van grondwater kan niet plaatsvinden zonder het nodige vooronderzoek.

Stappenplan

De onderzoeksgroep Aquacultuur van HZ Delta Academy is bezig om een stappenplan met afwegingskader te ontwikkelen voor ondernemers die overwegen zout grondwater te gaan gebruiken voor aquacultuur op land. Het stappenplan toont de ondernemer op een praktische manier welke handelingen en testen uitgevoerd moeten worden om tot een verantwoorde afweging voor het gebruik van zout grondwater te komen. Een stappenplan omvat de volgende elementen: onderzoek naar de geologische opbouw van de bodem, dus welke mogelijke grondwatertypen er op die specifieke locatie te vinden zijn, proefboringen op verschillende diepten en welke waterkwaliteitsanalyses er initieel gedaan kunnen worden en als laatste: welke bioassays zinvol zijn. Afhankelijk van de resultaten van de bioassays kan het water direct gebruikt worden of moet er een bepaalde voorbehandeling plaatsvinden. De voorbehandeling is ook afhankelijk van de te kweken soort(en). Momenteel richt het onderzoek zich op het verkrijgen van meer inzicht in effectieve behandelingsmethoden.

Het werk en de kosten van de voorbehandeling van grondwater vallen in veel gevallen mee ten opzichte van die van oppervlaktewater. Oppervlaktewater moet vaak mechanisch gefiltreerd worden, wat hoge energiekosten tot gevolg heeft. De behandeling van grondwater volstaat in veel gevallen met een combinatie van beluchting



Groei van Skeletonema costatum op onverrijkt grondwater (45 meter diep) van locatie Burgh Sluis en Oosterscheldewater verrijkt met nutriënten (referentie).

en zandbedfiltratie.

De in dit artikel genoemde onderzoeken vinden plaats in het kader van het internationale RAAK project 'Het Zoute Goud' en het Interreg project AquaVLAN.

Referenties

- Barbosa, M.J., Reith, H., Brandenburg, W., Wijffels, R., (2009) Technical and economical analysis of microalgae and seaweeds as feed-stock for biofuels. Delta Nuts, Middelburg.
- Chopin, T. (2006) Integrated multi-trophic aquaculture. What it is and why you should care... and don't confuse it with polyculture. Northern Aquaculture, Vol. 12, No. 4, July/August 2006, pg. 4.
- Paulissen, M.P.C.P., R.C. Nijboer, P.M.F. Verdonchot (2007) Grondwater in perspectief, een overzicht van hydrochemische watertypen in Nederland. Alterra Wageningen, Alterra rapport 1447.
- Van Weert, F., J. van der Gun en J. Reckman (2009) Global Overview of Saline Groundwater Occurrence and Genesis. International Groundwater Resources Assessment Centre. Utrecht, report nr. GP 2009-1
- Creemers, J. et.al. (2012) Rapportage geschiktheid grondwater Kustlab, studie naar de mogelijkheden van grondwatergebruik t.b.v. aquacultuur in het Kustlaboratorium. HZ Delta Academy, Onderzoeksgroep Aquacultuur.