

ReefSecrets



2

ReefSecrets is er door en voor de zeeaquariaan!

Verkrijgbaar in 5 modellen

De Aquaja Diamond Line is een serie van hoogwaardige, rimless aquaria. Laat je verrassen door het unieke design met extra aandacht aan de combinatie van uitstraling, kwaliteit en gebruiksgemak.



Geproduceerd door ervaren specialisten

Alle Aquaja Diamond Line aquariums worden door ervaren specialisten geproduceerd in onze eigen productiefaciliteit in Nederland. Onze specialisten hebben veel ervaring in het produceren van grote en unieke aquariums. Hierdoor kunnen wij de hoge kwaliteit van onze aquariums garanderen.

Shallow Reef

Het nieuwste model in onze Aquaja Diamond Line serie is gemaakt van 8mm extra helder glas en is voorzien van een ingebouwde filter van 12 cm, een filter zak en een 800 l/h pomp. De Shallow Reef is bedoeld als "tafel" model en is dus zonder meubel.



Aquaja Diamond Line 275,400,535 en XL

Naast het Shallow Reef model is de Aquaja Diamond Line verkrijgbaar in nog 4 modellen. Deze zijn allen voorzien van een meubel en is verkrijgbaar met een wit of zwart meubel. Ook heeft u de mogelijkheid om een aparte lichtkap te bestellen.



Scan de QR code om een kijkje te nemen op onze webshop



Van de redactie

Beste lezer,

Neen, het is geen aprilvis! Op 1 april verschijnt traditiegetrouw het tweede magazine van de zestiende jaarjng van het ReefSecrets-Magazine

Trekkervissen, we zien ze allemaal graag, maar zijn ze veilig te houden in een aquarium met koralen? Onze hoofdredacteur ging op onderzoek en vond toch wel enkele soorten, die, mits aan de voorwaarden wordt voldaan, samen met koralen kunnen gehouden worden.

Paren en voortplanten, we doen het allemaal! Ook de vissen en lagere dieren. Marion Haarsma heeft tijdens haar vele duiken al heel wat parende dieren gadeslagen en op de gevoelige plaat vastgelegd. We mogen van haar even mee kijken! Zoals steeds kan zij er boeiend over vertellen!

Wat moeten we onze koralen voederen zodat ze goed groeien en gezond blijven? Dat willen we allemaal erg graag weten. Tim Wijgerde Ph.D., heeft al meerdere interessante bijdragen aan ons magazine geleverd. Hij is onderzoeker aan de Universiteit van Wageningen en

hij heeft al veel onderzoek gedaan naar koralen en voeding.

Hij bezorgde ons weer een waardevolle diepgaande studie over alles wat met koraalvoeding te maken heeft. Als je deze studie grondig doorneemt dan ben je zeker succesvol in het houden van koralen. Hoe meer kennis we bezitten over de gedragingen van onze dieren, hoe beter we ze kunnen houden.

Binnen enkele maanden is het weer zomer. De hittegolven volgen elkaar de laatste jaren steeds vlugger op. Kun je jouw aquarium koel houden als het buiten 35 graden Celsius is? Wacht niet tot het water in jouw aquarium 30 °C is! Onze hoofdredacteur geeft in een laatste bijdrage van dit magazine enkele tips om de temperatuur te beheersen zodat je de zomer zonder verlies aan dieren kunt doorkomen.

Tot slot brengt Louis Robberecht een boeiende bijdrage over zeelelies en haarsterren.

Veel leesgenot,

De redactie

Frontpagina:

Odonus niger (Blauwe trekkervis of Red Tooth Triggerfish) wordt max. 30 cm in gevangenschap en vereist een aquarium van minstens 1.000 liter. Sommige exemplaren zullen geschikt zijn voor uw aquarium, andere niet. Ze kunnen per individu een ander temperament hebben.

Foto: www.poppe-images.com



Inhoud

Rif-veilige trekkervissen	pagina 4	Houd het hoofd koel tijdens een hittegolf, maar ook uw aquarium!	pagina 40
Paren en voortplanten	pagina 12	Zeelelies en veersterren	pagina 44
Waar voeden koralen zich mee? Een overzicht.	pagina 20		

Modulage
Webdesign - Support - Development
www.modulage.be www.modstore.be

Vizito
Visitor registration simplified

- Receptionist heaven
- Customize the registration experience
- Privacy guaranteed

www.vizito.be

Balistapus undulatus is geen rif-veilige soort vanwege zijn gedurfde temperament en zijn affiniteit voor het grondig verbouwen van aquaria.
Foto: Danny Van Belle.



Balistes vetula (Koningin trekkervis of Queen Triggerfish) zal aan de koralen plukken wanneer hij onvoldoende gevoerd wordt. *B. vetula* kan tot 60 cm groot worden, dus een groot aquarium is vereist! Foto: <https://www.fishbase.se/>

Rif-veilige trekkervissen

Tekst: Germain Leys Foto's: zoals vermeld

Ik zal beginnen met de titel van deze bijdrage te verduidelijken.

Rif-veilig, bij de liefhebber beter gekend als "reefsafe", betekent dat de vissen niet aan de koralen eten of nippen. Dit betekent echter niet dat hij geen andere vissen of ongewervelden kan eten!

Wat is een trekkervis? Trekkervissen behoren tot de familie BALISTIDAE en zijn enkele van de meest geliefde rifvissen. Het zijn prachtige, energieke vissen, vol persoonlijkheid en interessant gedrag. Toch durven maar weinig aquariumliefhebbers er een aan hun aquarium toe te voegen, uit angst dat het hun vredige, kleine ecosysteem op zijn kop zet. Sommige soorten moeten om deze reden worden vermeden, terwijl andere goede kandidaten zijn voor het rif-aquarium.

De familie BALISTIDAE maakt deel uit van de TETRAODONTIFORMES of kogelvisachtigen, samen met enkele van de beroemdste aquariumvisfamilies, zoals DIODONTIDAE (egelvissen), MONACANTHIDAE (vijlvissen), OSTRACIIDAE (koffervissen) en TETRAODONTIDAE (kogelvissen). De familie is verdeeld in 12 genera en 43 soorten:

- *Abalistes* (3 soorten)
- *Balistapus* (1 soort)
- *Balistes* (7 soorten)
- *Balistooides* (2 soorten)
- *Canthidermis* (3 soorten)
- *Melichthys* (3 soorten)
- *Odonus* (1 soort)
- *Pseudobalistes* (3 soorten)
- *Rhinecanthus* (7 soorten)
- *Sufflamen* (5 soorten)
- *Xanthichthys* (7 soorten)
- *Xenobalistes* (1 soort)

Trekkervissen zijn ongelooflijk gewaagde en sympathieke vissen, die je begroeten als je voor hun aquarium komt staan. Ze hebben een krachtige, maar sierlijke manier van zwemmen, hebben mooie kleuren, passen zich gemakkelijk aan het aquariumleven aan en gedijen goed in gevangenschap. Ze zijn niet gevoelig voor de gebruikelijke aquariumvisziekten en hebben een

legendarische trek in bijna elke soort vlezig voedsel.

Ondanks deze litanie van wenselijke kenmerken, halen sommige minpunten de glans van dit glorieuze beeld weg. Trekkervissen kunnen ook vraatzuchtig zijn en vele zullen hun hart ophalen door je opruimploegen op te eten. Indien al je garnalen, krabben, slakken, egels of zeesterren opgegeten zijn, kan dit een behoorlijk probleem worden, als er geen schoonmaakploeg meer is om de huishoudelijke taken in jouw aquarium uit te voeren. Sommige trekkervissen vormen zelfs een bedreiging voor kleine vissen. Ook verfraaien ze graag jouw aquarium door rotsen rond te slepen, van kleine stukjes tot verrassend zware stenen. Deze zin in renovatie kan leiden tot een echte puinhoop of zelfs glasbreuk in het geval dat je gevaarlijke rotsenglijbanen hebt opgebouwd.

Sommige soorten zijn ervoor gekend dat ze koraaltakken af breken en voor het consumeren van kleine SPS-koraalpoliepen, tot grote ontzetting van koraalhouders. Houd er ook rekening mee dat trekkervissen grote, sterke en energieke vissen zijn. Ze

hebben een grote eigen ruimte nodig en kunnen gemeen zijn tegen hun aquariumgenoten, vooral als ze te klein behuisd zijn. Het kunnen zich dan als echte pestkoppen gedragen.

Als men mij zou zeggen: "Ik wil graag een trekkervis in mijn aquarium", dan zou ik antwoorden: "Niet doen!". Wil je echt "safe" zitten met een trekkervis? Houd ze dan in een aquarium met enkel grote vissen, zoals dokters- en keizervissen, zonder koralen. Zorg er voor dat de trekkervis de kleinste vis in jouw aquarium is. Ze blijven steeds een bedreiging voor alle vissen die in hun mond passen.

BALISTIDAE hebben krachtige kaken en stevige tanden. Iedere duiker die door een trekkervis werd gebeten, zal je vertellen dat deze vissen een enorme druk kunnen uitoefenen met hun muil. Ze zullen de duikers vooral aanvallen als ze hun nest met eieren bewaken en je te dicht in de buurt komt. Hun lichaam is ovaal gevormd, samengedrukt en gedrongen. Ze zwemmen door langzaam hun dorsale en anale vinnen te golven, maar ze gebruiken hun staartvin indien een snelle start vereist is.



Rhinecanthus rectangulus (Picasso trekkervis of Wedge-tail Triggerfish) heeft een voorliefde voor garnalen en krabben en beweegt graag rotsen rond, waardoor het een betere kandidaat is voor een groter aquarium met enkel vissen. Foto: www.poppe-images.com

Aquaasan



Corals

Openingstijden:
Maandag van 13.00 tot 20.00
Woensdag van 13.00 tot 20.00
Vrijdag van 13.00 tot 20.00
Zaterdag van 10.00 tot 17.00

Schipholweg 991
2143 CG Boesingheliede

+31 6 31979971

www.aquaasan-corals.nl
info@aquaasan-corals.nl



Vizito

Visitor registration
simplified



Receptionist heaven



Customize the registration
experience



Privacy guaranteed



www.vizito.be

Voedsel

Triggers accepteren vrijwel elk aangeboden voedsel vrijwel onmiddellijk. Bijvoorbeeld, *Balistes vetula* (Koningin trekkervis) voedt zich bijvoorbeeld voornamelijk met egels (meer dan 70 % van hun darminhoud-analyses), maar monsters van veel andere dierfamilies werden ook in de darm gevonden, zoals krabben, schaaldieren, zeesterren, wormen, slakken - zelfs grote en dikwandige slakken zoals de koningin schelp *Aliger gigas* - algen, garnalen, kreeften, manteldieren, vissen en koraalfragmenten

Rhinecanthus rectangulus (Picasso trekkervis, zie foto pagina 5) geeft de voorkeur aan een dieet van voornamelijk *Gammarus* spp (vlokreeften). Amfipoden (garnaalachtigen), manteldieren, draad- en koraalalgen, krabben, borstelwormen, garnalen en andere kleine schaaldieren, bryozoën (mosdierjes) en egels. Hoewel dit dieet in orde zou kunnen zijn als je deze vis in een rif-aquarium houdt, maakt zijn gedurfd temperament en krachtige rotsomwoelingen hem meer geschikt voor een groot aquarium met enkel vissen.

Aan de andere kant van de schaal kan *Melichthys niger* (zwarte trekkervis) een mooie potentiële kandidaat zijn voor het rif-aquarium, omdat de analyse van de darminhoud voornamelijk algen, kleine schaaldieren, garnalen,



Xanthichthys ringens (Sargassum trekkervis of Sargassum Triggerfish) wordt max. 25 cm en in gevangenschap zelfs slechts 15 cm. Hij eet ook niet aan de koralen, wat hem geschikt maakt voor een rifaquarium. Foto: <https://www.marineworldaquatics.co.uk/>

copepoden en weekdierlarven onthult. Het is echter vaak een ordinaire zandgraafmachine, wat een probleem kan vormen in rifaquaria. *M. niger* kan worden overwogen door liefhebbers die niet zo gericht zijn op koraal of waar het potentiële graven geen probleem is.

Xanthichthys ringens (Sargassum trekkervis, deze naam is afgeleid van hun gedrag als juvenielen. Jonge dieren leven in schoolverband onder drijvend "Sargassum-wier". Deze drijvende wieren vormen vaak eigen biotoopjes met vaak unieke dieren) is een echte pelagische planktoneter. De meeste darmanalyses laten een enorme aanwezigheid van eenoogkreeftjes, weekdierlarven, planktonische viseieren, borstelwormen en holtedieren zien. Dit is de beste soortenkeuze om elke bedreiging in een rifaquarium te voorkomen, inclusief je schoonmaakploeg. *Xanthichthys mento* (roodstaart trekkervis), wiens favoriete banket een selectie van amfipoden, copepoden, kreeftlarven, weekdierlarven, borstelwormen en viseieren is, is een andere ideale optie.

Welke zijn nu de beste soorten voor het rif-aquarium?

Xanthichthys leven in het open water, in het midden tot diep in het rif.

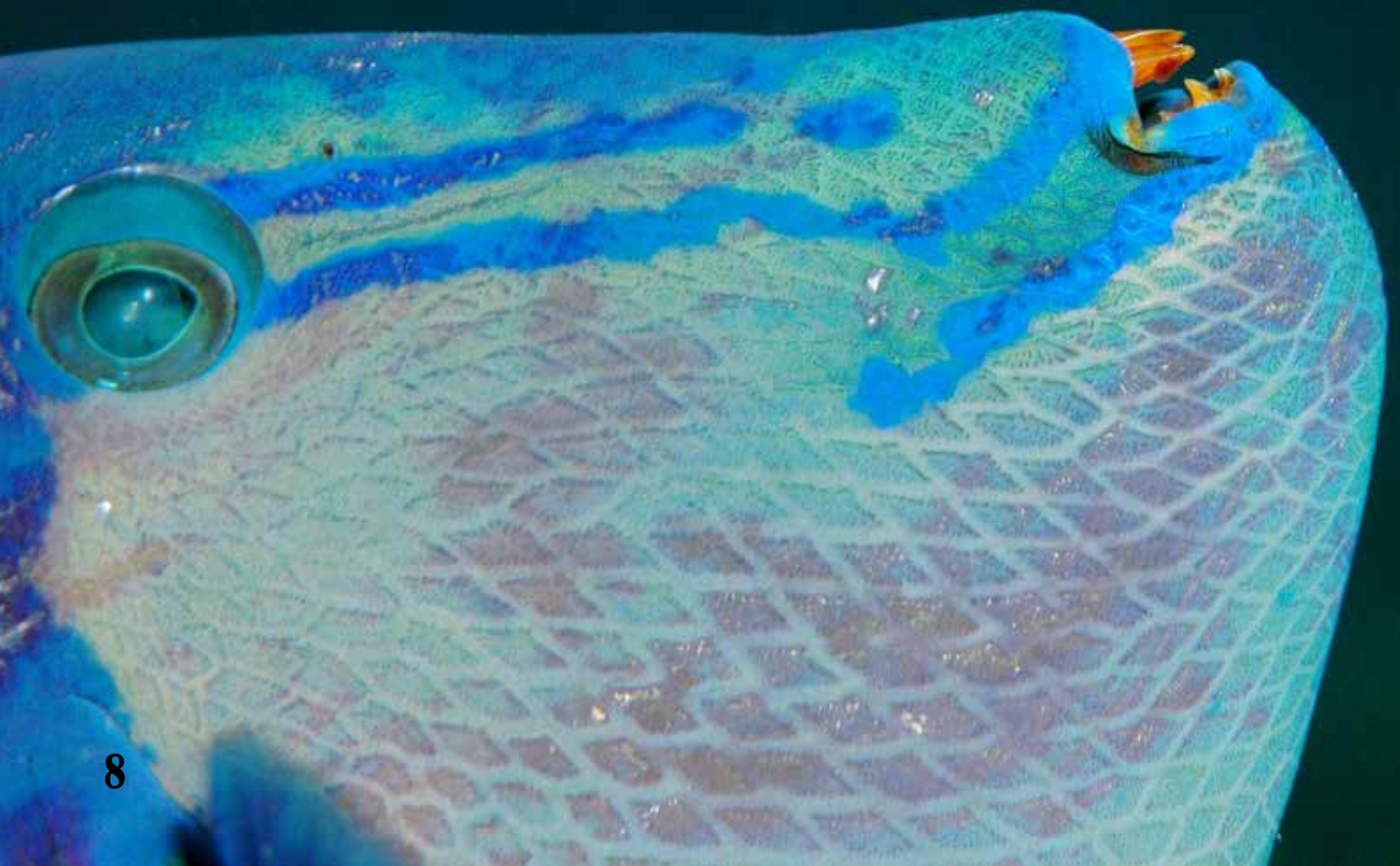
Ze zijn, zoals hierboven beschreven, bijna uitsluitend planktoneters.



Melichthys niger (zwarte trekkervis of Black Triggerfish) algemeen gekend als de Black Durgon, kan er ofwel erg donker zwart of bruinig uitzien met een gele rug, afhankelijk van zijn stemming, leeftijd en omgevingslicht. Max. lengte 50 cm. Foto: Danny Van Belle



Foto's boven en onder: Odonus niger (Blauwe trekkervis of Red Tooth Triggerfish) max 30 cm in gevangenschap. Vereist een aquarium van minstens 1.000 l. Sommige exemplaren zullen geschikt zijn voor jouw aquarium, andere niet. Ze kunnen per individu een ander temperament hebben. Foto's: www.poppe-images.com



De meeste soorten in dit genus zijn diepwatervissen en, hoewel ze in sommige gebieden heel gewoon kunnen zijn, zijn ze schaars in de handel. Dit doordat de meeste visverzamelaars niet uitgerust zijn om vissen op grote diepte te verzamelen. Het zijn daarom ietwat dure vissen. Met een gemiddelde volwassen grootte van 20 tot 25 cm in gevangenschap, is een minimum van 1.000 l vereist voor één enkele vis, en minstens 1.500 l voor een koppel. Het is belangrijk om deze open water zwemmers in een lang aquarium te houden, idealiter 250 cm lang, maar gezien de gemiddelde grootte van het thuisaquarium, zou 180 cm een goed compromis zijn. Houd er rekening mee dat de meeste soorten diepwatervissen zijn, gewend aan een koelere temperatuur dan de gebruikelijke soorten in een ondiep rif. Ze zullen zich meer op hun gemak voelen bij 21 tot 24 °C dan bij 25 tot 28 °C. De watertemperatuur kan een rol spelen in hun metabolisme en door extrapolatie, hun levensduur. Het zijn echt vreedzame vissen (maar toch energiek in hun gedrag) en ze zullen geen medebewoners lastig vallen of onderhoudsploegen opruimen. Verleid je trekkervis echter niet met nanogarnalen zoals *Thor amboinensis* of andere soortgelijke kleine dieren. Deze trekkervissen negeren koralen en ongewervelde dieren volledig. Er zijn zeven soorten in het genus. *Xanthichthys* is het enige genus waar mannetjes en vrouwtjes behoorlijk onderscheidend van kleur zijn en dit geldt voor elke *Xanthichthys*-soort.



Gebaseerd op de maaginhoud van *Xanthichthys mento*, (roodstaart trekkervis of Redtail Triggerfish) is het een ideale soort voor rifaquaria. Wordt in de natuur max. 30 cm lang en in gevangenschap nog geen 20 cm. Foto: internet <https://www.marineworldaquatics.co.uk/>

De twee soorten die ik consequent aanbeveel, op basis van temperament en beschikbaarheid, zijn de *Xanthichthys auromarginatus* (blauwkeel trekkervis) en de *Xanthichthys mento* (roodstaart trekkervis).

X. auromarginatus is wijd verspreid in de Indo-Pacific, van Oost-Afrika tot Hawaï en in het noorden van de Ryukyus tot aan Nieuw-Caledonië aan de zuidkant van zijn areaal. Hij komt vaak voor in kleine, losjes georganiseerde groepen, langs zeewaartse ravijnen in sterke stromingen, die rijk zijn aan zoöplankton. Het is de enige soort die soms in ondiep water (12 m) kan gevonden worden, maar vaker worden

ze gezien op diepten tussen 20 en 40 m. De gemiddelde volwassen grootte is 20 tot 25 cm. Mannetjes dragen de kenmerkende felblauwe keel en felgele vin uiteinden. Vrouwtjes zijn over het algemeen grijs, met lichte, parelachtige schubben op het hele lichaam, een zwarte ruglijn en zwarte staart uiteinden.

Xanthichthys mento heeft een gemeenschappelijke volwassen grootte van 9 tot 11 cm, tot 30 cm in het wild. Deze soort is wijd verspreid in de subtropische Stille Oceaan, met een zuidelijke populatie van Fiji tot Chili en een noordelijke populatie van Zuid-Japan tot Zuid-Californië. Deze trekkervissen vormen grote scholen rond oceanische eilanden, bijvoorbeeld Pitcairn, Paaseilanden, Hawaï, Clipperton en Galápagos, bijvoorbeeld. Juveniele exemplaren kunnen onder algenvlotten drijven en soms honderden kilometers van de kust belanden.

X. mento is een van de meest felgekleurde *Xanthichthys*-soorten. Mannetjes zijn mosterdgeel met blauwe stippen op elke schub aan de zijkanen, een fel paarse staart in rood en blauw en een brede, donkerrode lijn op de rug- en buikgrenzen. Ze hebben een zeer heldere oranje vlek onder de eerste rugwervelkolom (verborgen wanneer de wervelkolom in rust is), heldere gele einden op de dorsale- en anale vinnen. De kop is mosterdgeel tot legergroen.



Xanthichthys auromarginatus (Blauwkeel trekkervis of Gilded Triggerfish.) Foto: Danny Van Belle

Xanthichthys auromarginatus is volgens mij één van de geschikteste trekkervissen voor een gemengd rif-aquarium mits dat hij minstens drie maal per dag wordt gevoederd.
Foto: www.ReefSecrets.org



Xanthichthys auromarginatus (Blauwkeel trekkervis of Gilded Triggerfish) wordt in het aquarium max 20 cm. Foto: Archief Aquariumwereld (RoVaMo).



Ze hebben ook drie, felblauw gekleurde, groeven op elke wang. Vrouwtjes zijn bijna hetzelfde, enkel saaiër gekleurd over het hele lichaam.

Aanpassing en gedrag in het aquarium

Trekkervissen passen zich gemakkelijk aan gevangenschap aan. Ze zijn niet verlegen en ze zijn altijd op zoek naar iets om te eten. Ze nemen gretig bijna elk voedsel aan dat je aanbiedt, van zodra ze worden ingebracht in het aquarium. Ze zijn niet gevoelig voor veel voorkomende ziekten en parasieten doordat ze dikke schubben en een slijmlaag hebben die hen beschermt. Om kleinere vissen te intimideren, introduceer je een trekkervis als laatste vis aan je populatie. Zelfs als ze vreedzaam zijn, hebben trekkervissen een indrukwekkend temperament en halen hoge zwemsnelheden. Houd er rekening mee dat, net als bij vele andere soorten, het gedrag van trekkervissen agressiever wordt naarmate ze groter en ouder worden. Ze zijn vaak een aantal jaren perfect vreedzame vissen en onthullen dan plotseling een veel agressievere kant. Ze eten dan plots een aantal ongewervelden, snuffelen aan kleine vissen of tonen nieuwe niveaus van agressie. Dit gedrag kan ook een teken van stress zijn, zoals

wanneer een vis honger heeft of zich ongemakkelijk voelt in zijn omgeving. Als een trekkervis zich claustrofobisch voelt, kan deze agressief reageren op zijn aquariumgenoten. Zorg ervoor dat je voldoende ruimte beschikbaar hebt voor je trekkervissen en voeder ze elke dag royaal om je aquarium rustig te houden. Een gezonde trekkervis is dik, vertoont levendige kleuren en gedraagt zich levendig. Hij is helemaal niet verlegen en moet naar het glas komen als de verzorger in zicht komt. Voer je trekkervis met een verscheidenheid aan dierlijke soorten zoals: garnalen (grote krill, garnalen voor menselijke consumptie, vers, bevroren of gedroogd, maar zonder toevoegingen), schelpdieren (kokkels, oesters, mosselen), inktvisvlees en zelfs kleine bevroren of verse vis. Aarzel niet om dit dieet geregeld te verrijken met vitamines, knoflooksap of visolie. Als jouw vis wordt gevoed met een breed scala aan kwaliteitsvoedsel en royaal wordt gevoed, zal hij niet op zoek gaan naar een "snack" en dit zal de vijandigheid tegenover zijn aquariumgenoten verminderen.

Meestal huisvest je herbivore vissen zoals doktersvissen in jouw gezelschapsaquarium. Er is een goede

kans dat je jouw trekkervis ziet aanvallen op de algenvellen die je de herbivoren aanbiedt. Veel carnivore rifvissen nemen een deel van hun dagelijkse rantsoen uit algen, omdat het rijk is aan eiwitten, vitamines, omega-3-vetzuren en oligo-elementen zoals ijzer, mangaan en jodium. Aarzel dus niet om jouw vissen elke dag te voeren met verse of gedroogde algen.

Er bestaat binnen elke soort een verschillend gedrag. Net zoals bij de mens heb je meer en minder agressieve vissen. De omstandigheden waarin ze gehouden worden spelen ook een grote rol. Heb je dus de pech een agressief individu aan te schaffen, dan kan dit een dure aankoop worden als blijkt dat de nieuw aangekochte trekkervis verschillende van jouw vissen of koralen naar binnen heeft gewerkt. Heb je een schuwer exemplaar aangekocht, dan zou het kunnen dat hij veelal achter het levend steen blijft en zich maar nu en dan laat zien.

Trekkervissen zijn verbazingwekkende vissen indien ze in een geschikte omgeving worden gehouden. Ik wens je het beste met je trekkervissen en vele jaren plezier met hun gezelschap!

Bronnen:

Literatuur:

- Scott, W. Michael, Reef Fishes, vol 1, A Guide to Their Identification, Behavior, and Captive Care, ISBN 1-890087-21-1
- Debelius, Helmut, Indian Ocean, Reef Guide, IKAN-Unterwasserarchiv D-65933 Frankfurt
- Burgess, Warren & Dr. Axelrod, Herbert R., Poissons de recif du Pacifique, Tome 1, Ets. Humblet sprl, 4000 Liège, Belgique.
- Randall, John E. & Allen, Gerald R. & Steene, Roger C., The Complete Divers' & Fishermen's Guide to Fishes of the Great Barrier Reef and Coral Sea, ISBN 1 86333 012 7.
- Reef Hobbyist Magazine 3/2019.

Internet:

- <https://nl.wikipedia.org>
- <https://www.zeewaterforum.info/database/>
- <http://www.marinespecies.org>



Trekkervissen kunnen ook het slachtoffer worden van predatie! Hier wordt een trekkervis verorberd door een hagedisvis. Gelukkig zal dat niet in een aquarium gebeuren! Foto: Marion Haarsma www.onderwaterfilm.nl





De verleiding van de Sepia's



Zeewolven in hun grot

Paren en voortplanten

Tekst en foto's: Marion Haarsma - www.underwaterfilm.nl

Het eerste dier wat in gedachten komt bij dit onderwerp zijn de sepia's (*Sepia officinalis*). De zeekatten zijn niet verlegen. Ze doen het zo voor de neus van iedereen. In de Oosterschelde ook. Minutenlang houdt het mannetje het vrouwtje vast bij de kop. (zie foto linkerpagina) Het zijn koppotigen, Cephalopods (Kephalos is hoofd en podos zijn poten).

VERLEIDING Het lijkt alsof het mannetje het vrouwtje stevig beetpakt, of ze wil of niet, maar ook is een enkele keer te zien dat het vrouwtje haar armen opent, als een uitnodiging. Heel goed is dan haar bek te zien met de scherpe tand. Het mannetje aarzelde niet en pakte haar beet. Het moment voor de fotograaf is dan over. Welgeteld een foto kunnen maken, het is een oude dia, maar hij is bewaard als een kostbaar bezit. De titel? De Verleiding!

Het mannetje doet zijn best, want met al zijn armen, het zijn er acht, houdt hij haar zo vast, dat hij altijd haar ogen vrij laat. Er kunnen nog zoveel foto's worden bekeken, haar ogen zijn altijd onbedekt. Wat niet te zien is dat hij met zijn 2 lange armen zijn zaad bij het vrouwtje binnenbrengt. Zij bevrucht de eieren in haar lichaam en maakt ze zwart met haar inkt. Daarna gaat ze de zwarte eieren afzetten. Het is een fenomeen, wat nooit gaat vervelen...

RAZENDSNEL

Ook in de Oosterschelde de pijlinktvissen (*Loligo vulgaris*). Deze soort is nauw verwant aan de sepia, maar ze doen het toch anders. Het gaat razendsnel, goed opletten, want het is binnen een seconde gebeurd! Het verschil tussen



de mannetjes en vrouwtjes is heel moe-lijk te zien, het vrouwtje zet de eieren af. Soms is ze heel groot en het mannetje klein, en soms is het andersom.

Zo was er eens (geen sprookje!) een klein vrouwtje. Ze kwam tot heel dichtbij. Liever niet natuurlijk, niet bang, maar bekend is dat ze een scherpe bek hebben. Onderwaterhuis dus voor het gezicht gehouden. En jawel, ze zette haar eiersnoer op het toen nog analoge kamerahuis af. Nog geprobeerd voorzichtig te zwemmen, om het legsel niet te verliezen, maar helaas bleef het niet lang zitten.

KRAAMKAMER

Een ander dier, dat alleen voor de voortplanting naar Zeeland komt is de snotolf (*Cyclopterus lumpus*). Ze komen in het vroege voorjaar, het mannetje kleurt fel oranje in de paaitijd. Het vrouwtje is groter en vaak donker van kleur. Het vrouwtje zet duizenden, meestal roze eieren af in klompen, meteen daarna gaat ze weg. Het mannetje blijft de eieren wekenlang bewaken. Zijn fel oranje kleur verdwijnt langzaam en de eieren veranderen ook van kleur en worden donkerder. Soms heeft hij meerdere legsels te verzorgen, dan duurt zijn creche bewaking wel maanden.



Pas als de eieren uitgekomen zijn, is hij vrij. Hij gaat de vrouwtjes achterna, die al het diepere water van de Noordzee opgezocht hebben. Voor al deze dieren is de Oosterschelde een ware kraamkamer. In het warme, ondiepe water kunnen de kleine diertjes goed groeien en vinden ze voldoende voedsel. In het

voorjaar zijn al kleine snotolfjes, een centimeter groot, te vinden, en later, in de zomer de sepiaatjes. Die groeien ook als kool. In september zijn ze vaak al zo groot als de muis van een hand. De pijlinktvissen blijven schuw, soms is er een kleintje te zien tijdens een nachtduik.

OESTER

Het snotolfmannetje is niet de enige soort, waarvan het mannetje de eieren bewaakt. De mannetjesgrondel doet dat ook! Vaak heeft hij een schuilplaats in een openstaande oester. Hij krijgt het vrouwtje zover, dat ze haar eieren in de oester legt, dan verdwijnt ze weer. Het mannetje blijft bij het legsel.



Een ander visje, dat soms in de Oosterschelde voorkomt, is het zeepaardje (*Hippocampus hippocampus*). Vaak zijn ze een paartje. Een heel beroemd stel werd Wilma en Dirk genoemd. Dirk was zwanger en hij werd dikker en dikker. Ook 's nachts dus kijken, in de hoop een geboorte te kunnen meemaken. Maar op een zondagmorgen was hij weer heel normaal, een beetje mager zelfs. 'Het moment suprême' dus gemist!



Zwanger zeepaardmannetje



Parende mantisgarnalen op Sabang



Zeeëgel met zaad

Niet alle vissen leggen eieren. Er zijn ook vissen, die de eieren in hun lichaam bewaren, dat heet ovovivipaar. Dan lijkt het alsof er levende vissen geboren worden, maar die komen toch uit het ei. In Nederland is dat onder andere de puitaal, maar meer spectaculair is dat te zien bij de citroenhaai. Op een foto genomen bij de Bahamas is de dikke buik duidelijk te zien!



Dikke buik van een citroenhaai

GARNALEN EN KRABBen

De fluwelen zwemkrabben (*Macropus puber*) doen het ook en het is geen makkelijke taak. De mannetjes dragen de vrouwtjes wekenlang mee.



Fluwelen zwemkrabben

Ze wachten op de verschaling. Zodra het vrouwtje verschaald is, draait hij haar om, zodat ze buik aan buik liggen, dan gebeurt het! Een keer ook gezien tijdens een nachtduik. Maar het om-draaien ging zo snel, er was geen foto te maken... Alleen dus maar van de buik aan buik positie.

Andere krabbensoorten en ook garnalen zijn vaak met eieren onderaan hun schild te zien. Bijvoorbeeld aasgarnalen



Aasgarnaal Grevelingen

(*Leptomysis gracilis*) in de Grevelingen en op Curaçao de arrowcrab (*Stenorhynchus seticornis*). Op Sabang Beach



Zwangere arrowcrab op Curaçao

vond de gids twee enorme mantis garnalen (*Lysiosquilla maculata*) in een kuil op het zand. (bovenste foto op pagina 16) Deze dieren zitten altijd verborgen in de grond en vaak zijn alleen hun ogen maar te zien, die uit het zand steken. In het boek van Helmut Debelius over Crustacea is te lezen dat het vrouwtje altijd verborgen zit in het hol, het mannetje jaagt actief. Dus wat doet ze nu op het zand? Als er langzaam dichtbij wordt gekomen vertonen ze geen vlucht- of paargedrag. Ze kijken gewoon terug! Na de foto's genomen te hebben, worden ze uiteraard met rust gelaten. In de hoop dat uit deze ontmoeting veel mantisbaby's zullen ontstaan.

SLAKKEN

Ja, slakken doen het ook. En ze doen het zoals het hoort: heel langzaam, ideaal voor de fotograaf! Naaktslakken hebben een opening achter hun kop. Ze bevruchten elkaar met mannelijke en vrouwelijke cellen. Ze zijn hermafrodit, maar kunnen niet zichzelf bevruchten. Daar hebben ze toch een andere slak voor nodig. Bij gebrek aan een partner kunnen ze wel eieren afzetten, maar die hebben geen levenskansen, dat wordt niets.

Soms kunnen de eieren al in het lichaam worden gezien, bij een doorzichtige soort, zoals de gekroonde ringsprietslak



Facelina auriculata, gekroonde ringsprietslak met eieren in zijn doorzichtige lichaam

(*Facelina auriculata*) uit de Oosterschelde, klaar om af te zetten. De slakkensoorten in slakkenhuizen paren ook. Het lichaam van de wulk (*Buccinum undatum*) komt dan helemaal uit het huis. Het wordt dan wel een rommeltje. De eieren zijn weer heel interessant, vooral als ze uitkomen. De piepkleine slakjes lopen over de eieren, ze zijn identiek aan hun ouders met schelpje en al.



Kleine wulkjes

In tropisch water zijn er behalve prachtige naaktslakken ook mooie slakken met schelpen. De slakkenhuizen van de Murex (*Murex pecten*) zijn werkelijk bijzonder, maar hoe doen ze het dan met al die stekels? Waarschijnlijk heel voorzichtig...



Murexparing

KOUD

De dieseltreinworm (*Phyllococe maculata*) is een kleine, dunne zeeduizendpoot, met 2 rijen zwarte vlekjes. Normaal valt het wormpje niet op, alhoewel het een geduchte aaseter is, actief zowel in de zomer als de winter. In het voorjaar maakt hij 1 centimeter grote flesgroene geleiachtige klonten met eieren.



Dieseltreinworm

Zeestermannetje



Zeestervrouwkje



Het duurt soms wel 2 weken voordat de eieren uitkomen, het hangt af van de watertemperatuur. Het water is dan nog koud, zo'n acht graden. In Noorwegen zijn ook van die kleine bolletjes gevonden. Daar was het water 6 graden in de maand mei, alles gebeurt daar zo'n 2 maanden later.

Dat is ook de periode dat de zeesterren (*Asterias rubens*) zich voortplanten. Ze doen dat met hoog water en springtij. In Nederland is dan meestal geen helder water, in Kristiansand gelukkig wel. De zeesterren doen dat heel opvallend, ze gaan hoog op hun poten staan, zo van 'hier ben ik!' En zodra er eentje begint, doen de anderen mee. Ze laten sperma los vanuit hun oksels en geven het mee aan de stroming. De mannetjes hebben zo van die slierten, de vrouwtjes laten duidelijk eieren los. Even goed kijken, dan is het verschil te zien.

KALENDER

Zelfs zeeegels (*Psammechinus miliaris*) doen het. Helaas maar een keertje gezien. Bij Soetersbout, een paar dagen na volle maan in juni. Daar komt de duik kalender weer! De dieren houden zich aan de kalender, ze zijn vaak voorspelbaar. Natuurlijk is de watertemperatuur ook heel belangrijk. Maar het komt niet altijd als een verrassing, wanneer ze 'het' gaan doen. Dat is ook het moment waarop ze zich manifesteren en het 'aha' moment voor de fotograaf. De massale voortplanting door koralen en sponzen wordt vaak afgedaan door de duikers als een periode met slecht zicht. Maar voor de vissen en alle planktoneters zijn de eitjes een waar feestmaal.

Vissen zijn vaak samen te vinden tijdens de paartijd, net als de zeepaardjes. De tropische spookfluitvissen (*Solenostomus cyanopterus*) zijn ook zelden alleen. Andere vissoorten zoeken elkaar alleen voor de voortplanting op, zoals de snotolf. Op Sabang wist de gids een grote gorgoon met twee spitssnuit-



koraalklimmers (*Oxycirrhites typus*). Ze zitten vaak met meerdere vissen in de gorgoon, maar zo netjes naast elkaar is echt toevallig, of niet?

SCHUW EN VERLEGEN

De zeewolf uit Saltstraumen doet het in de zomer. Het is er daar dan toch maar 10 graden... De zeewolf (*Anarhichas lupus*) ziet er gevaarlijk uit, met die tanden, maar het is een schuwe en vooral verlegen vis. Hij verschuilt zich graag onder de rotsen of verdwijnt tussen de stenen. Hier zitten ze samen in een grot, alleen de snuitjes kijken naar buiten.

De mandarijnvisen houden zich niet zo aan de kalender. Wel doen ze het op een vaste tijd, iedere dag, tussen 5 en 6. Daar wordt het borreluur voor opgeschoven. Op Sabang vonden de gidsen, behalve de groene mandarijnvis, ook de bruine gestippelde, de picture dragonet (*Synchiropus picturatus*). Het ondiepe koraal, waarin de visjes leven, is massaal afgebroken tijdens een grote storm (Durian). Maar het koraal groeit gewoon door, dat zorgt voor een mooie achtergrond op de foto!

FORELLEN



Tot slot terug naar Nederland, het Oostvoornse Meer. Daar zijn forellen gesignaleerd. Ze zijn weliswaar uitgezet door de hengelaarsorganisatie, maar dat doet er niet toe. Aan het eind van de zomer zoeken ze elkaar op! In het ondiepe water, zo'n 2 meter diep, maakt het vrouwtje de kiezelsteentjes schoon. Haar staart is al helemaal gefarfeld. Helaas maakt ze veel zweefvuil

bij deze aktie. De duikers, die in en uit het water gaan om een oefenduik te maken, helpen ook niet met het zicht. De vissen gaan onverstoord door met om elkaar heen te draaien. Het mannetje heeft een prachtige rode buik en spierwitte streepjes op zijn vinnen. Te zien is dan dat het vrouwtje met haar neus in de buik van het mannetje stoot om hem te stimuleren. Het eierlegsel zal niets worden, want de eieren hebben stromend water nodig en dat is er niet in het Oostvoornse Meer. Maar het schouwspel is zeker de moeite waard om te observeren.

Het laatste diertje in deze rij is eigenlijk een landdier, maar het komt ieder jaar in maart terug naar het zoete water om zich voortteplanten. De gewone pad (*Bufo bufo*) houdt zich keurig aan de kalender. De padden doen het ieder jaar heel stilletjes, eigenlijk heeft niemand er last van. Ze maken nauwelijks geluid, alleen de mannetjes kunnen piepen. Soms zitten ze 's nachts massaal op de straat, waarom weet eigenlijk niemand. Misschien wordt de straat door de auto's verwarmd? Dan lopen ze wel de kans om overreden te worden, vaak worden wegen in die periode afgezet. Gelukkig blijven er altijd genoeg over, het is geen bedreigde diersoort. De padden verblijven een paar weken in het water, al die tijd zit het mannetje op het vrouwtje en hij houdt haar stevig vast. De eieren komen uit haar achterste, het zijn snoeren met zwarte eieren, twee naast elkaar. Als het goed is, bevrucht het mannetje tegelijkertijd de eieren. De terugtocht verloopt nog minder opvallend. De eieren komen uit in het ondiepe water, wat snel in de voorjaarszon opwarmt. De kleine kikkervisjes groeien voorspoedig uit tot kleine kikkertjes. Ook die verlaten in het voorjaar het water om aan land te gaan leven. Daarom zijn de padden zo leuk. Ze kondigen het einde van de winter aan en brengen het voorjaar!



GEJO

GEJO



www.dszgejo.be

... Vlaanderens

grootste dierenspecialzaak!



Gouden Kruispunt 28

3390 Tielt-Winge

Tel : 016/63.50.55

Fax : 016/64.06.55

**Open alle dagen 10:00u - 18:00u
(Maandag gesloten)**

deltablue

Trusted by



Proud partner of **18**



PROPHETS



LDV UNITED



Lunar Gravity

Kunstmaan

DR. BASSLEER BIOFISH FOOD

- ruim assortiment siervisvoer voor zowel zoet- als zeevatervissen
- proteïnen voornamelijk van wilde Scandinavische zeevissen
- 100 % vrij van hormonen en antibiotica – zonder kunstmatige kleurstoffen
- probiotica *Pediococcus acidilactici*
- meerdere functionele additieven die op artisanale wijze gecoat zijn bij lage temperatuur



Aquarium
Münster

Fish like us

Tot 59%
ruwe
proteïnen



Aquarium Münster Pahlmeier GmbH
Galgheide 8
D-48291 Telgte (Germany)
www.aquarium-munster.com

BASSLEER
biofish

www.bassleer.com
info@bassleer.com

Aquaja Diamond Line - Verkrijgbaar in 4 modellen

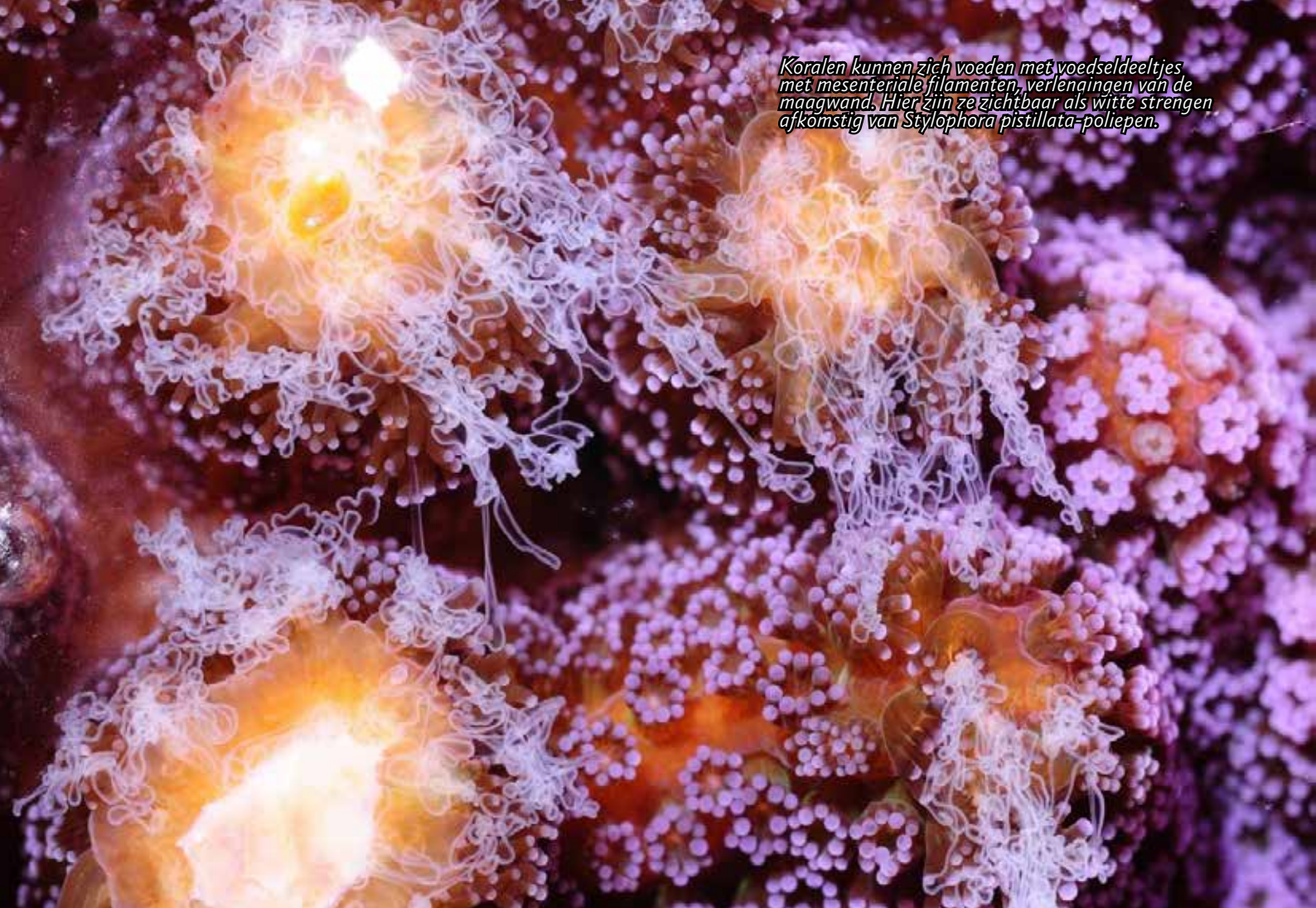


- Rimless design
- Extra helder glas
- Aluminium frame
- Uniek leidingwerk
- Volledig geproduceerd in Nederland

Bestel nu via onze webshop

www.aquaja.nl/diamond-line

AQUAJA
DIAMOND LINE



Koralen kunnen zich voeden met voedseldeeltjes met mesenteriale filamenten, verlengingen van de maagwand. Hier zijn ze zichtbaar als witte strengen afkomstig van Stylophora pistillata-poliepen.



Octokoralen hebben karakteristieke, dicht bij elkaar gelegen pinnulen waarmee ze fytoplankton uit het water kunnen zeven.

Waar voeden koralen zich mee? Een overzicht

Door Tim Wijgerde Ph.D.

De idee dat koralen, net als alle andere dieren, moeten worden gevoed om goed te kunnen groeien, lijkt eindelijk de aquariumhobby te zijn doorgedrongen. Sinds de invloedrijke werken van koraalwetenschappers zoals Thomas Goreau en Leonard Muscatine, is onze kennis over hoe koralen aan voeding winnen gestaag toegenomen. Tegenwoordig weten we dat koralen die een mutualistische symbiose vormen met dinoflagellaten (*Symbiodinium* spp.) het grootste deel van hun koolstofenergie halen uit deze zogenaamde zoöxanthellen (zie ook Wijgerde 2013a). Koolstofrijke verbindingen zoals glucose en glycerol alleen zijn echter niet voldoende om koralen te laten groeien. Daarvoor zijn andere elementen zoals stikstof, fosfor en zwavel nodig. De huidige opvatting is dat zoöxanthellen hun gastheerkoraal niet van voldoende hoeveelheden van deze elementen voorzien zodat koralen volledig op de symbiose kunnen vertrouwen. Het is om deze reden dat koralen ook voeden door organische voedingsstoffen uit de externe omgeving op te nemen. Inderdaad, koralen voorzien van een externe, organische voedingsbron heeft uitgesproken effecten op hun groei. Dit roept belangrijke vragen op, zoals: waar voeden koralen zich mee, hoe wordt voeding beïnvloed door omgevingsfactoren en wat betekent dit voor de aquariumhobby en kostenefficiënte koraalaquacultuur?

Waar voeden koralen zich mee? Verplaatste voedingsstoffen van symbiotische zoöxanthellen, endolithische algen en stikstofbindende bacteriën.

Onder natuurlijke omstandigheden ontvangen koralen het grootste deel van hun organische koolstof van de endosymbiotische zoöxanthellen en in sommige gevallen van endolithische algen die zich in het koraalskelet bevinden (Muscatine et al. 1990; Fine en Loya 2002). Door gebruik te maken van lichtenergie zetten zoöxanthellen (genus *Symbiodinium*) en endolithische algen (genus *Ostreobium*) anorganische verbindingen verkregen uit het koraal

en zeewater (kooldioxide, bicarbonaat, ammonium, nitraat, fosfaat) om in organische moleculen zoals glucose en glycerol. Dit proces staat bekend als fotosynthese of fotoautotrofie (van de Griekse woorden *phos*, of licht, *autos*, of zelf, en *troph*, of voeden), en het stelt de zoöxanthellen in staat zichzelf en hun gastheerkoraal te voeden, aangezien het overschot aan geproduceerde organische verbindingen wordt afgegeven aan de cellen van het koraal. De anorganische afvalproducten die door het koraal worden geproduceerd (kooldioxide, ammonium) worden vervolgens gerecycled door de zoöxanthellen. Bovendien voorzien stikstofbindende cyanobacteriën zoöxanthellen van ammoniak, die de bacteriën produceren uit opgeloste stikstof (N_2). Door deze uitwisseling van voedingsstoffen tussen koralen, zoöxanthellen en bacteriën kunnen koralen groeien in wat soms een woestijnachtige zee wordt genoemd, met een lage beschikbaarheid van voedingsstoffen (Muscatine 1990; Lesser et al. 2007).

Een beperking van fotosynthese is echter dat het koralen niet lijkt te voorzien van voldoende organische stikstof en fosfor om weefselgroei en organische matrixsynthese te behouden (zie hieronder). Daarom moeten koralen zich voeden met organisch materiaal, dat heterotrofie of heterotrofe voeding wordt genoemd (van de Griekse woorden *heteros*, of anders, en *troph*, of voeding). Hieronder zal ik de verschillende externe voedselbronnen beschrijven die koralen kunnen gebruiken. Het is belangrijk op te merken dat niet elke koraalsoort al deze bronnen kan gebruiken. Bovendien hangt de mate waarin koralen auto- of heterotroof zijn af van omgevingsomstandigheden, zoals de beschikbaarheid van licht en voedseldeeltjes.

Bacteriën en protisten

Hoewel het aannemelijk is dat koralen virussen opnemen en verteren (femtoplankton, deeltjesgrootte $<0,2 \mu\text{m}$), is vastgesteld dat koralen zich

kunnen voeden met microben zoals (cyano)bacteriën en flagellaten. Deze microben worden geclassificeerd als picoplankton, met een deeltjesgrootte van $0,2$ tot $2 \mu\text{m}$, en nanoplankton, met een grootte van 2 tot $20 \mu\text{m}$. Tijdens een studie over het voeden van koralen, Houlbrèque et al. (2004) geïncubeerd drie scleractinian koralen, *Stylophora pistillata*, *Galaxea fascicularis* en de azooxanthella *Tubastraea aurea* gedurende 6 uur in stroomkamers met pico- en nanoplankton (deeltjesgrootte $<100 \mu\text{m}$). Ze volgden veranderingen in de concentraties van bacteriën, cyanobacteriën en flagellaten tijdens de incubatie en ontdekten dat deze microben allemaal werden opgenomen door de drie koraalsoorten. Nanoflagellaten bleken een belangrijke bron van stikstof te zijn, wat belangrijk is voor de groei van koralen. Sinds de jaren negentig is bekend dat koralen zich kunnen voeden met pelagische (vrij zwevende) microalgen, hoewel dit beperkt is tot octokoralen. De werken van Fabricius et al. (1995a,b) hebben aangetoond dat de koralen *Dendronephthya*, *Nannochloropsis*, *Isochrysis* en *Tetraselmis Alcyonium* dit doen (Elyakova et al. 1981).

Microalgen (fytoplankton)

Sinds de jaren negentig is bekend dat koralen zich kunnen voeden met pelagische (vrij zwevende) microalgen, hoewel dit beperkt is tot octokoralen. De werken van Fabricius et al. (1995a,b) hebben aangetoond dat de koralen *Dendronephthya hemprichi*, *D. sinaiensis*, *Scleronephthya corymbosa* en *Acabaria* sp. voeden zich voornamelijk met fytoplankton, dat in het laboratorium *Nannochloropsis*, *Isochrysis* en *Tetraselmis* spp omvat. Het vermogen van octokoralen om zich te voeden met fytoplankton is waarschijnlijk gerelateerd aan de nauw uit elkaar geplaatste pinnulen op hun tentakels, evenals morfologische en gedragsaanpassingen aan het leven in sterke stroming (Fabricius 1995a). Deze bevinding komt goed overeen met het feit dat plantverterende carbohydrasen (amylase en laminarinase) zijn gevonden in koralen van het genus *Alcyonium* (Elyakova et al. 1981).

Microscopische beelden van Stylophora pistillata-poliepen die Artemia-nauplii binnenkrijgen.



Copepoden vormen een belangrijke voedselbron voor scleractinian koralen.

Op dit moment zijn er ook aanwijzingen dat scleractinische koralen zich kunnen voeden met microalgen, in tegenstelling tot eerdere overtuigingen. Tijdens een recente studie hebben Leal et al. (2013) ontdekt dat verschillende koralen zich konden voeden met fytoplankton, meer specifiek diatomeeën (*Conticribra weissflogii*, *Thalassiosira pseudonana*), een cryptofyt (*Rhodomonas marina*) en een haptofyt (*Isochrysis galbana*). Al deze algen worden beschouwd als nanoplankton, met een groottebereik van 4 tot 12 µm. Tijdens voedingsproeven werden zes koraalsoorten blootgesteld aan de verschillende algenstammen en na een uur werden de koralen gewassen met gefilterd zeewater en geanalyseerd op algen-DNA. De resultaten toonden aan dat het azoöxanthellaat scleractinisch koraal *Tubastraea coccinea* zich kon voeden met *C. weissflogii*, *T. pseudonana* en *I. galbana*. Het zachte koraal *Heteroxenia fuscescens* werd gevoed met *R. marina*, het madreporaria koraal *Pavona cactus* nam *R. marina* en *I. Galbana* aan en het gematigde madreporaria koraal *Oculina arbuscula* werd gevoed met *C. weissflogii* en *I. Galbana*. Het scleractinisch koraal *Stylophora pistillata* en het zachte koraal *Sinularia flexibilis* leken zich met geen van de ge teste microalgen te voeden.

Deze resultaten geven aan dat elke koraalsoort een voorkeur heeft voor specifieke deeltjestypes, hoewel het nog niet duidelijk is hoe deze selectiviteit plaatsvindt. Ook moet nog worden onderzocht in hoeverre de koralen deze algen kunnen verteren, aangezien hun celwanden (kalkhoudende coccolieten of silica-frustules) het koraal nodig hebben om specifieke zuren en enzymen te produceren voor de spijsvertering. Osinga et al. (2012) rapporteerden het bestaan van borstelrand-enzymen in *S. pistillata*, wat suggereert dat scleractinische koralen plantaardig materiaal kunnen afbreken, hoewel plantverterend amylase en laminarinase begin jaren tachtig niet werden gevonden in steenkoralen (Elyakova et al. 1981). Bovendien toonden ze aan dat het koraal *Pocillopora damicornis*, een soort verwant aan *S. pistillata* (familie Pocilloporidae), een verhoogde groei vertoonde na enkele weken dagelijkse batchvoeding

met de microalg *Tetraselmis suecica*. Ze vonden niet zo'n gunstig effect van *Nannochloropsis* sp., wat in overeenstemming lijkt te zijn met Leal et al. (2013), in die zin dat elke koraalsoort een specifieke voorkeur en verteringscapaciteit van bepaalde levende voedseldeeltjes kan hebben. Het vermogen van het koraal om bepaalde materialen te verteren kan verband houden met het microbiële consortium in de spijsverteringsholte van de poliep (coelenteron), waar verschillende aanwezige bacteriën de afbraak van specifieke componenten kunnen vergemakkelijken met behulp van spijsverteringsenzymen. De reden waarom gevoede koralen verhoogde dichtheden van zoöxanthellen vertonen, is hoogstwaarschijnlijk dat verhoogde stikstofhoudende afvalproducten (zoals ammonium/NH₄⁺) die door het koraal worden uitgescheiden, de groei van zoöxanthellen bevorderen. Op zijn beurt kan voeding de zoöxanthellen ook overhalen om meer aminozuren te produceren en naar hun koraalgastheer te verplaatsen, wat de groei van zacht weefsel en organische matrixsynthese ten goede komt (Swanson en Hoegh-Guldberg 1998; Wang en Douglas 1999).

Benthische (macro)algen

In verband met het voeden met microalgen, kunnen koralen zich ook voeden met benthische algen. Tijdens een koraalverbleking in 2011 bleken de steenkoralen *Colpophyllia natans* en *Montastraea faveolata* zich te voeden met algengras en *Dictyota* macroalgen (Marhaver 2011). De koralen strekten hun mesenteriale filamenten (uitsteeksels van de gastroderm of maagwand) uit door de mond of zijkant van de poliepen en kwamen fysiek in contact met verschillende soorten algen. Het is bekend dat deze mesenteriale of maagfilamenten cnidocyten en spijsverteringscellen bevatten, waardoor koralen naburige koralen kunnen doden en verteren, en hun rol bij het verkrijgen van voedingsstoffen wordt steeds duidelijker (Wijgerde et al. 2011). Door enzymen af te scheiden, zorgen mesenteriale filamenten ervoor dat koralen voedseldeeltjes extern kunnen verteren, waarna gespecialiseerde cellen in de filamenten de vrijgekomen voedingsstoffen kunnen opnemen. Door

zich te voeden met benthische algen, of hun koolstofrijke uitscheidingen, compenseerden de gebleekte koralen mogelijk het verlies van voedingsstoffen die normaal via hun zoöxanthellen worden gewonnen. Marhaver (2011). Een soortgelijke waarneming werd gedaan in ons laboratorium aan de Wageningen Universiteit, waar verschillende *S. pistillata*-kolonies een uitgesproken uitdrijving van mesenteriale filamenten vertoonden in gebieden waar een biofilm zich ophoopte door stilstaand water. Omdat deze biofilms rijk zijn aan organische verbindingen en bacteriën, kan dit verklaren waarom de koralen deze gebieden met filamenten hebben bezaaid.

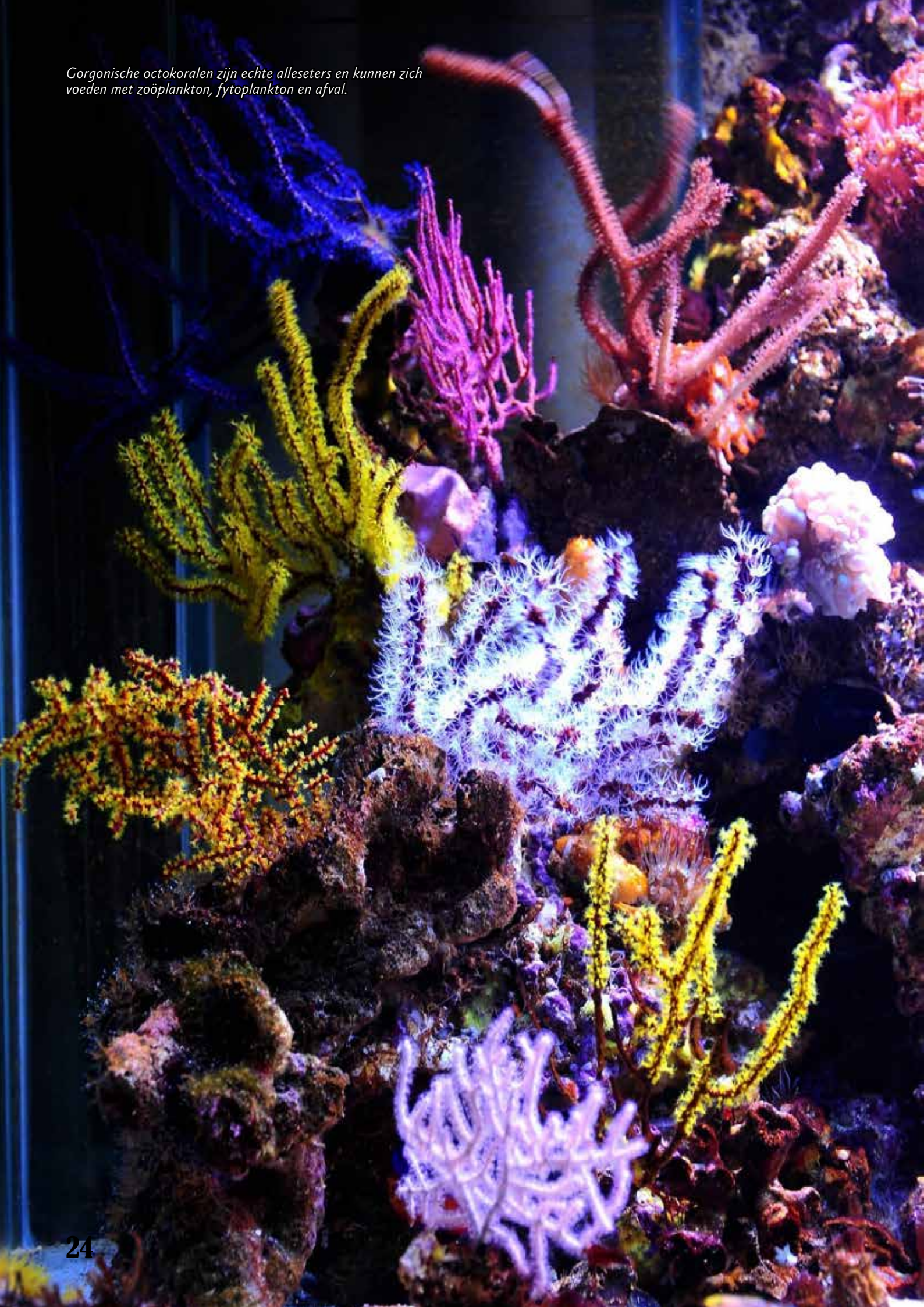
Zeegrassen

Een laatste studie die suggereert dat koralen zich kunnen voeden met (lagere of hogere) planten werd uitgevoerd door Lai et al. (2013), die ontdekte dat het scleractinische koraal *Oulastrea crispata* zeegras deeltjes opneemt (*Halophila ovalis*). Ze stelden koraalkolonies gedurende twee uur bloot aan zeegrasdeeltjes die waren gelabeld met een stabiele stikstofisotoop (¹⁵N), waarna ze het coelenterische gehalte van tien poliepen uit elke kolonie extraheren. Toen een kolonie positief bleek te zijn voor zeegras, hebben ze het weefsel schoongemaakt, verwijderd en geanalyseerd op ¹⁵N. Hieruit bleek dat *O. crispata* *Halophila ovalis* opneemt in deeltjes, en mogelijk organische voedingsstoffen die uit dit zeegras worden verkregen, verteert en assimileert. Ze ontdekten ook dat dit koraal organische verbindingen uit het zeegras absorbeerde. Deze studie suggereert dat koralen die in de buurt van zeegrasweiden leven, zich kunnen voeden met losgeraakt zeegrasmateriaal en zeegras-exsudaten. Net als bij de studie van Leal et al. (2013), moet nog worden bepaald in welke mate koralen zeegrasmateriaal kunnen verteren en assimileren.

Zoöplankton

Het vermogen van koralen om zich te voeden met zoöplankton is in de loop der jaren uitgebreid bestudeerd, vooral wanneer rekening wordt gehouden met scleractinische koralen (Houlbrèque en Ferrier-Pagès 2009; Ferrier-Pagès et al. 2011).

Gorgonische octokoralen zijn echte alleseters en kunnen zich voeden met zoöplankton, fytoplankton en afval.



Over het algemeen zijn deze koralen zeer goed in staat om zoöplankton te vangen dankzij hun krachtige cnidocyten, die capsules bevatten die vol zitten met neurotoxinen en met lasso-achtige strengen kunnen vangen. Bovendien gebruiken deze koralen slijm om levende prooien te vangen. Door gebruik te maken van microscopisch kleine haartjes, cilia genaamd, transporteren de poliepen van het koraal prooi-items (in) naar de mond. Zoöplankton kan ook extern worden verteerd met mesenteriale filamenten.

Op koraalriffen omvat het zoöplankton dat door steenkoralen wordt belaagd schaaldieren zoals roeipootkreeftjes, vlokreeften, ostracoden, mysiden, wormen zoals polychaeten en chaetognaths (pijlwormen) en veel dierlijke larven. In het aquarium zijn veel van deze natuurlijke prooi-items niet beschikbaar, en levende of dode *Artemia* en *Mysis* zijn veelvoorkomende feeds. Onderzoek heeft aangetoond dat *Artemia*-nauplii, hoewel ze van nature niet beschikbaar zijn voor koralen, een zeer geschikte voeding zijn, die de koraalgroei aanzienlijk verbetert (zie ook hieronder).

Zwarte koralen hebben, als verwanten van scleractinische koralen, ook het vermogen om zoöplankton te vangen en te verlammen. Laboratoriumexperimenten op *Antipathes grandis* tonen aan dat zijn poliepen amfipoden, roeipootkreeften en chaetognaths kunnen vangen. Net als bij steenkoralen vindt vangst plaats door het gebruik van tentakels en slijm, waarna trilhaartjes op het ectoderm voedsel naar de mond transporteren (Bo 2009). Zwarte koralen met grote poliepen, zoals die van *Antipathes* en *Cirripathes* spp., kunnen roeipootkreeftjes van minstens 1700 µm groot opnemen.

Octokoralen variëren in hun vermogen om zoöplankton te vangen en vast te houden, en zachte koralen lijken specifiek minder aangepast aan deze klasse van prooien. Zachte koralen van de genera *Sinularia*, *Sarcophyton*, *Cladiella*, *Nephthea*, *Dendronephthya* en *Paralemnalia* zijn bijvoorbeeld niet in staat groter zoöplankton vast te houden na vangst (Fabricius et al.

1995a). Bijvoorbeeld *Dendronephthya hemprichi* vangt alleen klein en zwak zwemmend zoöplankton, zoals tweekleppige en buikpotige larven, ostracoden, amfipoden, tintinniden (ciliaten), polychaeten en viseieren. Items kleiner dan 300 µm worden gevangen en binnen 10 tot 20 seconden opgenomen, maar prooien van 750 µm groot en groter worden nauwelijks gevangen en ontsnappen meestal binnen een minuut. Interessant is dat wanneer *Dendronephthya* spp. grotere zoöplankton vangen, er geen tekenen van verlamming zijn, zelfs niet na enkele minuten, of wanneer deze deeltjes meerdere keren worden gevangen. Het lijkt erop dat *Dendronephthya* spp. en andere zachte koralen niet beschikken over voldoende ontwikkelde cnidocyten om grotere prooien effectief te verlammen. Er is inderdaad gevonden dat de nematocysten-gifcapsules in de cnidocyten van veel octocoralen slecht ontwikkeld zijn (Fabricius en Alderslade 2001).

Vergelijkbare resultaten zijn gevonden met octocoralen zoals *Dendronephthya* spp. en de mediterrane gorgonen *Paramuricea clavata* en *Corallium rubrum*, die zich ook voeden met bacteriën en protisten (Fabricius et al. 1995a,b; Picciano en Ferrier-Pagès 2007; Ribes et al. 1999). Hoewel bacteriën slechts een klein deel van de totale koolstoftoevoer uitmaken, kunnen ze een belangrijke bron van stikstof zijn.

Gorgonen zijn octokoralen die over het algemeen goed zijn aangepast om zoöplankton te vangen. Het is bekend dat verschillende gorgonen, waaronder de tropische soorten *Subergorgia suberosa*, *Melithaea ochracea* en *Acanthogorgia vegae*, actief zwemmende *Artemia*-nauplii in het laboratorium kunnen vangen (Dai en Lin 1993; Lin et al. 2002).

Hydrozoaire koralen (familie Milleporidae, of vuurkoralen, en familie Stylasteridae, of kantkoralen) dragen ten slotte krachtige cnidocyten op hun tentakels waardoor ze zoöplankton efficiënt kunnen vangen. Het is inderdaad bekend dat deze koralenvraatzuchtige zoöplanktonvoeders zijn (Lewis 2006).

Hun nematocysten vuren met zo'n kracht dat zelfs de menselijke huid er gevoelig voor is, het aanraken van deze koralen veroorzaakt een intens branderig gevoel en huiduitslag. In tegenstelling tot andere koralen, wordt verlamming en opname van prooien opgevangen door twee soorten poliepen. Prooien worden gestoken door verdedigende stekende poliepen die dactylozoïden worden genoemd, terwijl prooien worden ingenomen en verteerd door gastrozoïden. Elke gastrozoïd is omgeven door vijf tot vijftien dactylozoïden, de laatste veel langer en dunner.

Vissen

Koralen met grotere poliepen kunnen kleine vissen heel verslinden, wat soms in het aquarium wordt waargenomen. Dit kunnen vissen zijn die om de een of andere reden verzwakt zijn en als gevolg daarvan weerloos worden overgelaten aan de tentakels en cnidocyten van grote koralen. *Scolymia* spp., *Fungia* spp. en *Trachyphyllia geoffroyi* zijn voorbeelden van koralen die dit gedrag vertonen.

Andere koralen

Een interessante voedselbron voor koralen zijn de koralen zelf. Op het rif is gevonden dat koralen zich voeden met naburige kolonies, die ze aanvallen en extern verteren met mesenteriale filamenten. Dit gedrag kan in de eerste plaats een vorm van effectieve competitie zijn tussen soorten en individuen binnen soorten (respectievelijk de zogenaamde interspecifieke en intraspecifieke competitie), maar het biedt koralen ook een extra voedselbron.

Afval

Detritus is een verzamelnaam voor organische deeltjes die ontstaan uit ontlasting, voedselresten en rottende organismen. Afvalstoffen komen veel voor op koraalriffen en in het aquarium en bezinken langzaam op de bodem als sediment. Dit sediment bevat bacteriën, protozoa, microscopisch kleine ongewervelde dieren, microalgen en organisch materiaal. Deze sedimentaire bronnen kunnen allemaal dienen als koraalvoedingsstoffen wanneer ze worden gesuspendeerd, vooral voor soorten die in troebel water groeien.

Een *Millepora* sp., mogelijk *M. dichotoma*, met zijn krachtige dactylozooids uitgebreid (Rode Zee, Egypte).



Een kleine *Galaxea fascicularis*-kolonie die afvalstof in slijmnetten heeft gevangen.



Experimenten hebben aangetoond dat veel scleractinische koralen afval kunnen opnemen en assimileren (bijv. Anthony 1999,2000; Anthony en Fabricius 2000; Roff et al. 2009), dat vastzit in koraalslijm. Hoewel steenkoralen afval kunnen opnemen als het beschikbaar is, is gebleken dat verschillende gorgonen zich voornamelijk voeden met zwevend afval. Bijvoorbeeld, de mediterrane gorgonen *Corallium rubrum*, *Paramuricea clavata* en *Leptogorgia sarmentosa* verwerven het grootste deel van hun koolstof als afval (Ribes et al. 1999; Tsounis et al. 2006). Dit lijkt ook te gelden voor sommige van hun tropische tegenhangers, zoals *Menella* en *Swiftia* spp. Deze gorgonen vangen en nemen gemakkelijk kleine gepelleterde visvoerders in het aquarium op.

<https://youtu.be/y0hm3ads15w>

Link naar een video van een gorgonen (*Menella* sp.) die zich voedt met deeltjes organisch materiaal van 5-800 µm groot (droog visvoer). Hoewel het technisch gezien geen afval is, is droog visvoer vergelijkbaar omdat het niet-levend organisch materiaal is dat wordt geproduceerd uit dieren en planten.

Koralen die in diepere wateren leven, gebruiken ook afvalstof als een belangrijke voedingsbron. Het diepwater scleractinisch koraal *Lophelia pertusa* (maar ook gorgonen en zwarte koralen) vangt zeesneeuw op, of afvalmateriaal dat via neerwaartse stromingen vanuit hogere oceanische lagen naar de diepte wordt gebracht (Bo 2009; Davies et al. 2009). Er moet echter worden opgemerkt dat te veel sediment schadelijk is voor koralen en riffen. Hoge sedimentatie verstikt het rif letterlijk door licht, voeding en gasuitwisseling te blokkeren (Erftemeijer et al. 2012).

Opgelost organisch materiaal

Opgeloste organische stof (DOM) is een belangrijke voedselbron voor veel koralen. Hoewel bekend is dat koralen organisch materiaal afscheiden, voornamelijk via slijmafgifte, nemen ze wel opgeloste organische stoffen op uit het water. Met radioactieve tracers werd ontdekt dat scleractinische koralen opgeloste glucose uit het water opnemen. Meer ecologisch relevant, koralen kunnen

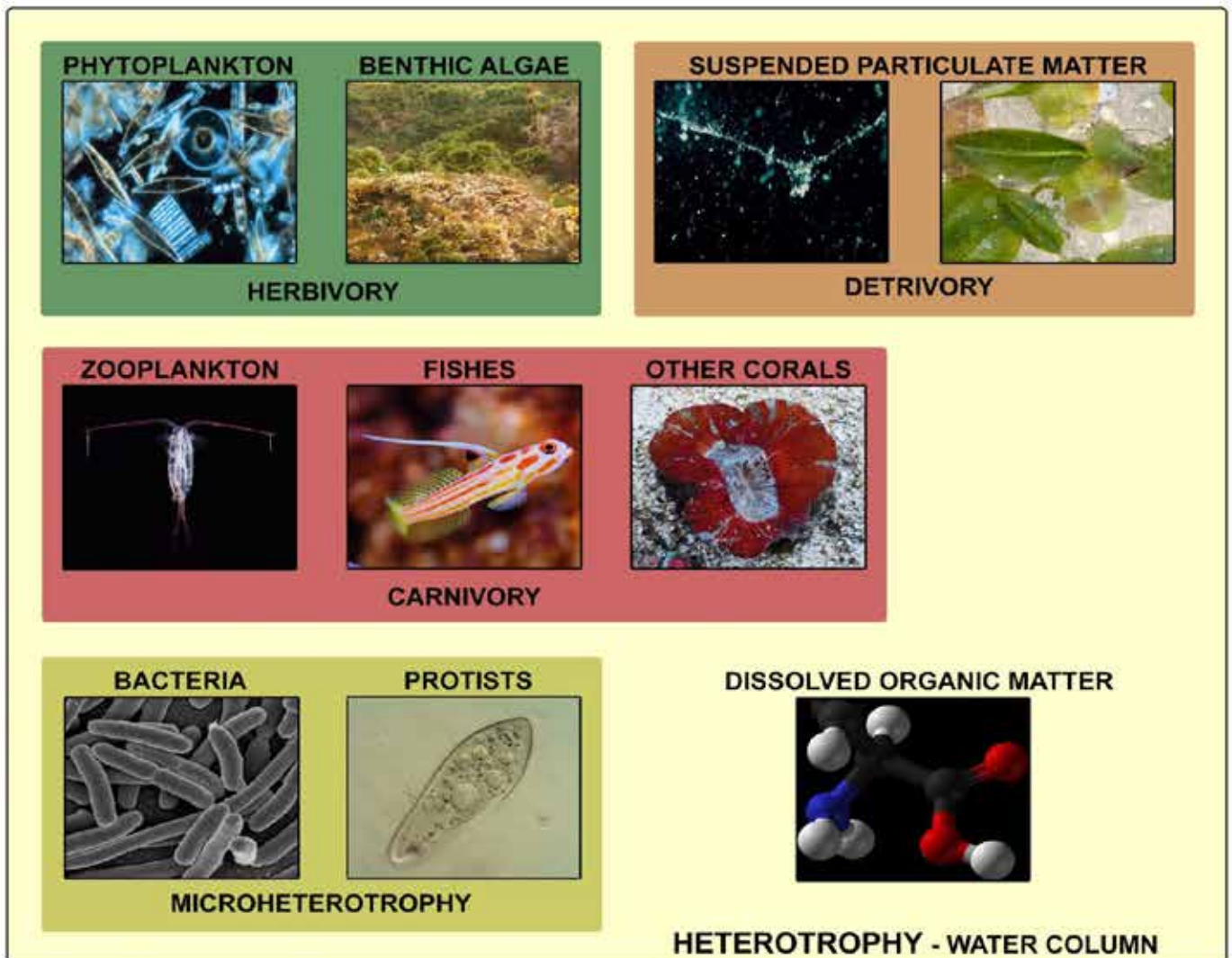
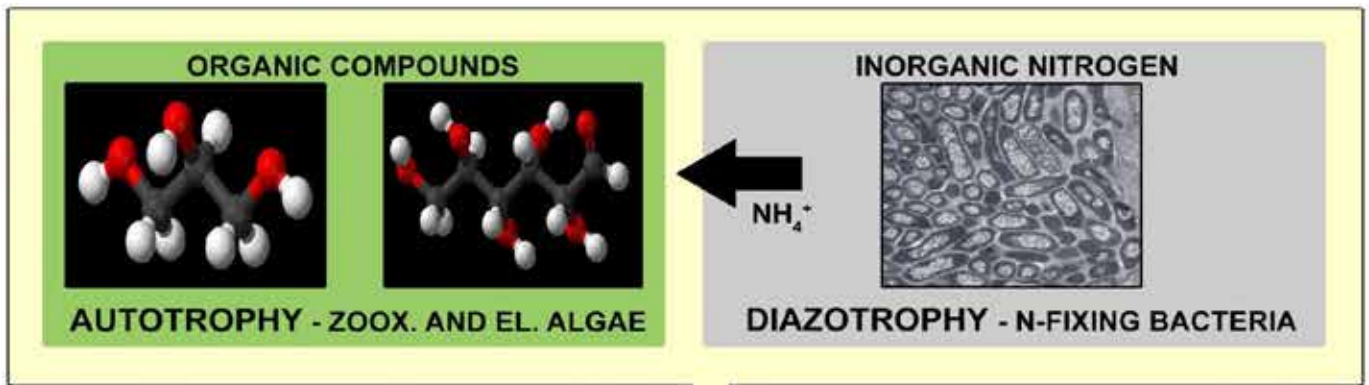
ook aminozuren en ureum uit het zeewater opnemen (Grover et al. 2006, 2008). Hoewel deze stoffen slechts in minieme concentraties op koraalriffen aanwezig zijn, vormen ze een belangrijke bron van organische stikstof. Voor *Stylophora pistillata*, kan de opname van aminozuren 21% van het stikstofbudget uitmaken (Grover et al. 2008), hoewel de balans tussen deze opname en de opname van voedingsstoffen uit andere bronnen afhangt van wat beschikbaar is voor het koraal. Aminozuren zijn belangrijk voor de synthese van de organische matrix, een extracellulair eiwitachtig raamwerk dat nodig is voor skeletgroei in koralen (zie hieronder). Het is intrigerend dat koralen ook ureum uit het water opnemen. Dit geeft aan dat koralen zich mogelijk hebben aangepast aan de aanwezigheid van hogere dieren op het rif, zoals vissen, die gezamenlijk dagelijks grote hoeveelheden van deze stikstofverbinding produceren. Koralen nemen niet alleen organische stoffen op, ze lijken deze ook in het water op te sporen. Een veel voorkomende observatie is de verlenging van koraaltentakels na toevoeging van plankton of organische stoffen aan het aquariumwater. Toevoeging van de aminozuren glycine, alanine of glutamaat aan het water resulteert in tentakelverlenging, zwelling van weefsel (coenenchym) en soms extrusie van mesenteriale filamenten (Goreau et al. 1971). Net zoals de menselijke tong receptoren heeft om veel stoffen te detecteren, kunnen koralen ook receptoren hebben ontwikkeld die organische verbindingen zoals aminozuren herkennen. Het vermogen om aminozuren in het water te detecteren, kan dienen om zoöplankton waar te nemen, waardoor koralen zich kunnen voorbereiden op het vangen van prooiën.

Voedselbronnen die door koralen worden gebruikt voor de opname van energie en voedingsstoffen kunnen worden onderverdeeld in interne en externe bronnen. Interne bronnen zijn stikstofbindende bacteriën, die opgeloste stikstof (N₂) omzetten in ammoniak (NH₃), een proces dat diazotrofie wordt genoemd, en zoöxanthellen, die de ammoniak omzetten in aminozuren en eiwitten.

Daarnaast zetten zoöxanthellen kooldioxide (CO₂) tot glycerol, glucose, vetzuren en aminozuren via een proces dat bekend staat als fotosynthese, een vorm van autotrofie. Een groot deel van deze organische verbindingen wordt verplaatst naar de gastheercellen van het koraal, die deze voornamelijk gebruiken om in hun energiebehoefte te voorzien. Externe bronnen zijn fijn stof en opgeloste organische stof, die uit de waterkolom worden opgenomen. Koralen voeden zich met fytoplankton en bentische algen (herbivoor), zoöplankton, kleine vissen en andere koralen (carnivoor), bacteriën en protisten (microheterotrofie), zwevende deeltjes (detrivory) en tenslotte opgeloste organische stoffen zoals ureum en aminozuren. Deze opname van deeltjes en opgelost organisch materiaal uit de waterkolom staat bekend als heterotrofie, en de organische verbindingen die uit dit proces worden verkregen, worden door het koraal gebruikt voor energieproductie en groei. Om tot nu toe te concluderen, is het duidelijk dat koralen in staat zijn om organische verbindingen uit een breed scala van bronnen op te nemen, wat de diverse en efficiënte aard van koralen als alleseters onderstreept.

Opgelost anorganisch materiaal

Hoewel dit artikel zich richt op het voeden met organische verbindingen, nemen koralen ook anorganische stoffen op uit de waterkolom. Ik zal kort de belangrijkste elementen noemen die in anorganische vorm zijn opgenomen. Deze omvatten, maar zijn niet beperkt tot, anorganische stikstof (opgeloste stikstof/N₂, ammonium/NH₄⁺ en nitraat/NO₃⁻) en fosfor (fosfaat, HPO₄²⁻), anorganische koolstof (kooldioxide/CO₂, bicarbonaat/HCO₃⁻), alkalimetalen (natrium/Na⁺, kalium/K⁺), aardalkalimetalen (calcium/Ca²⁺, magnesium/Mg²⁺, strontium/Sr²⁺), overgangsmetalen (bijv. zink/Zn²⁺, ijzer/Fe^{2/3+}, koper/Cu²⁺, mangaan/Mn²⁺), metalloïden (Boor/B) en niet-metalen (jodium als jodide/I⁻ en jodaat/IO₃⁻, zuurstof/O₂). De opname van anorganische stikstof en fosfor is te wijten aan de aanwezigheid van symbiotische zoöxanthellen en bacteriën, die deze omzetten in organische verbindingen voor hun groei.



De opname van niet-metaalverbindingen is te danken aan zowel de koraalgastheer als zijn symbionten. Calcium en magnesium zijn belangrijk voor koraalverkalking, koolstofdioxide en bicarbonaat zijn essentieel voor fotosynthese en koraalverkalking, sporenelementen zoals zink en jodium worden door koralen en symbionten gebruikt voor de enzymfunctie en mogelijk hormoonproductie, en zuurstof is belangrijk voor de ademhaling.

Effecten van voeding op koraalgroei en fysiologie

De effecten van voeding op de groei en fysiologie van koralen zijn goed bestudeerd en worden uitgebreid besproken in recente beoordelingen door Houlbrèque en Ferrier-Pagès (2009) en Ferrier-Pagès et al. (2011). Tot nu toe hebben de meeste studies zich gericht op de effecten van zoöplanktonvoeding, voornamelijk *Artemia*-nauplii, op de groei en fysiologie van koralen.

Fotosynthese en zoöxanthellendichtheid

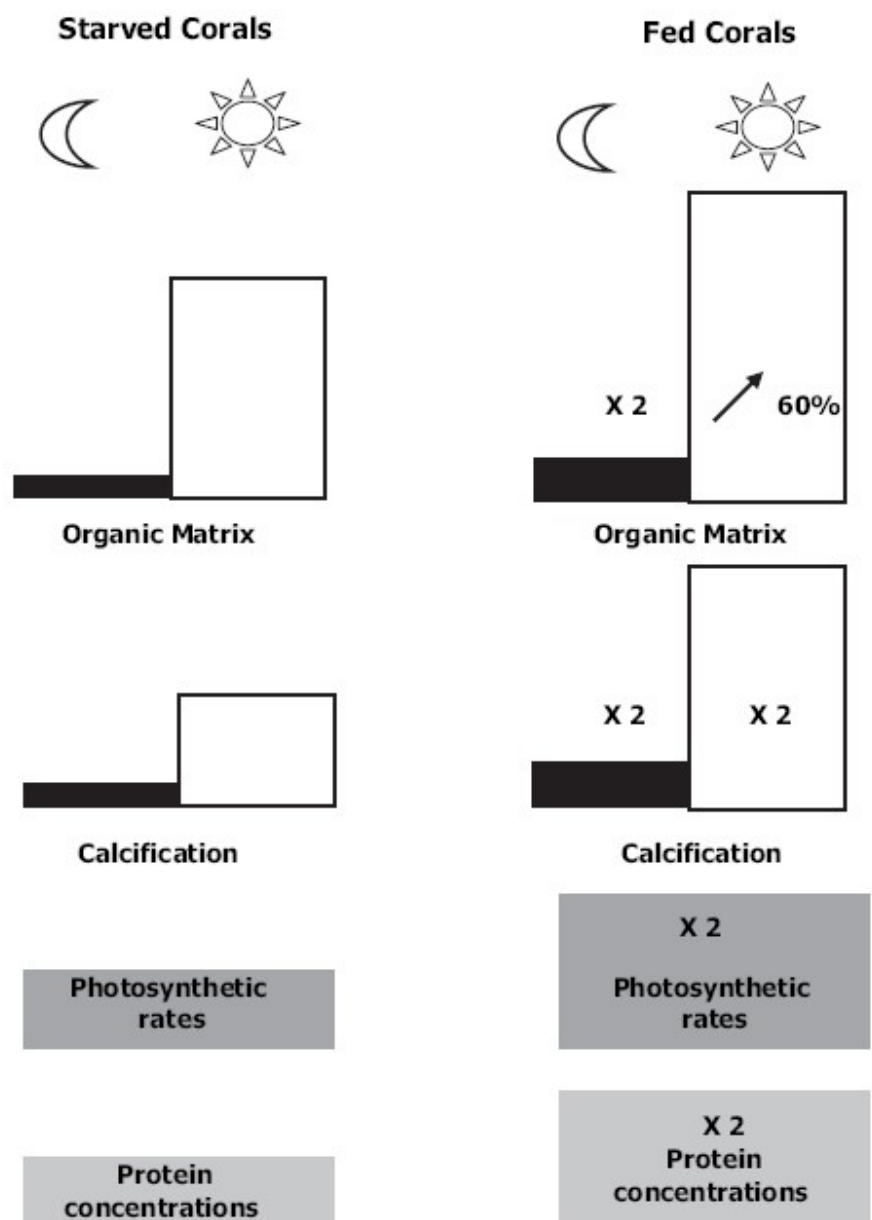
Onderzoek heeft aangetoond dat voeding de fotosynthesesnelheid van zoöxanthellenkoralen verbetert, door de dichtheid van zoöxanthellen en het chlorofylgehalte te verhogen. Voor *S. pistillata* verdubbelt de zoöxanthellae-dichtheid binnen enkele weken na zoöplanktonvoeding, zowel bij lage als hoge lichtniveaus. Het aantal dinoflagellaten dat zich in een enkele koraalgastcel bevindt, neemt ook toe, met maximaal vier zoöxanthellen per koraalcel. Een hogere fotosynthesecapaciteit stelt het koraal in staat meer lichtenergie om te zetten in chemische energie, die kan worden gebruikt voor groei. De reden waarom gevoede koralen verhoogde dichtheden van zoöxanthellen vertonen, is hoogstwaarschijnlijk dat verhoogde stikstofhoudende afvalproducten (zoals ammonium/ NH_4^+) die door het koraal worden uitgescheiden, de groei van zoöxanthellen bevorderen. Op zijn beurt kan voeding de zoöxanthellen ook overhalen om meer aminozuren te produceren en naar hun koraalgastheer te verplaatsen, wat de groei van zacht weefsel en de organische matrixsynthese ten goede komt (Swanson en Hoegh-Guldberg 1998;

Wang en Douglas 1999).

Verkalking en de organische matrix

Naast het stimuleren van de fotosynthese, verhoogt het voeren de verkalkingsnelheid in zoöxanthellen-scleractinische koralen. Na acht weken voeden met zoöplankton (*Artemia*-nauplii), verdubbelt de verkalkingsnelheid van *Stylophora pistillata*. Verschillende mechanismen kunnen verantwoordelijk zijn voor dit fenomeen. Ten eerste kan voeren verkalking stimuleren via een verhoogde bicarbonaatproductie. Voeren verhoogt de massa van koraalweefsel en daarmee de productie van metabolisch CO_2 . Een deel van

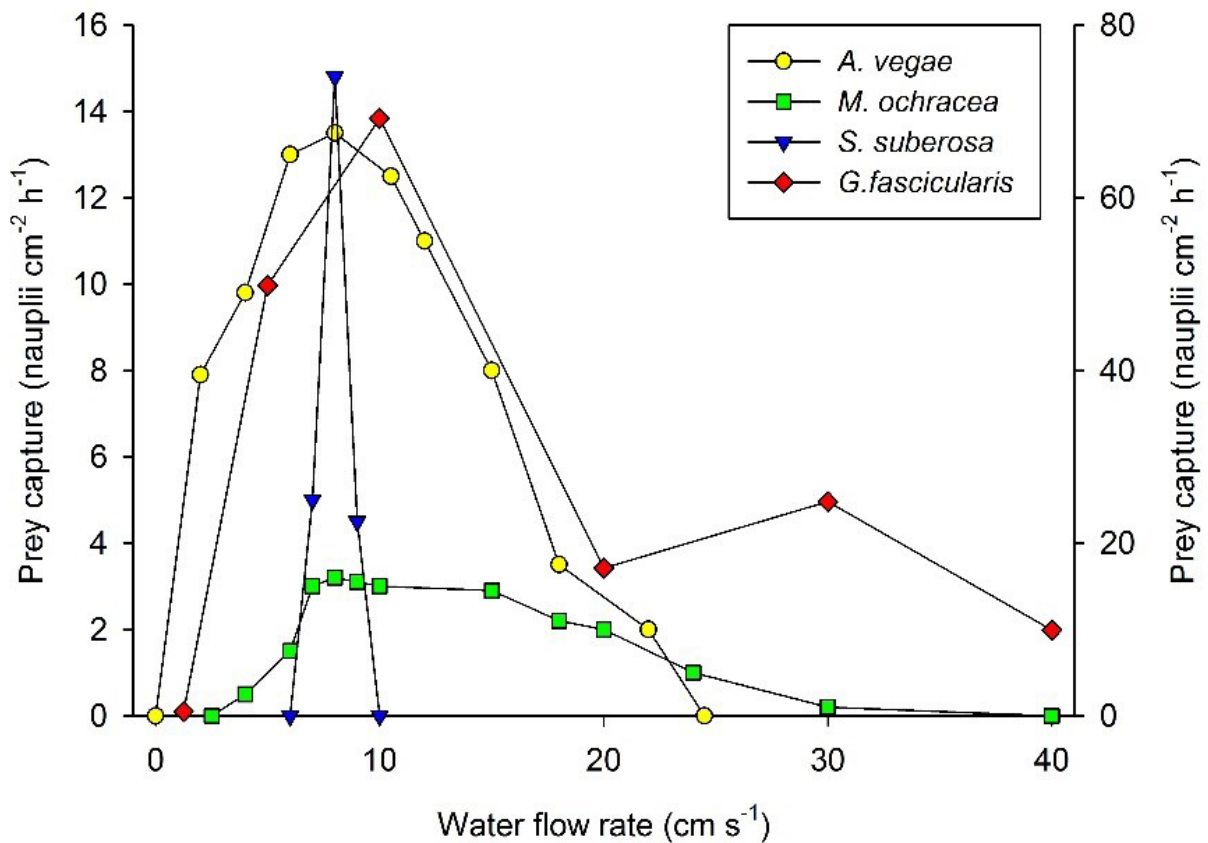
deze CO_2 wordt enzymatisch omgezet in bicarbonaat, dat als substraat voor verkalking kan worden gebruikt. Voor het koraal *Stylophora pistillata*, is berekend dat het ongeveer 75% van zijn bicarbonaat uit zijn eigen metabolisme kan verkrijgen. Ten tweede zorgt meer voeding voor meer chemische energie, direct maar ook indirect door de fotosynthetische capaciteit van het koraal te vergroten (zie hierboven), waardoor er meer calciumionen naar het groeiende skelet kunnen worden getransporteerd. Ten slotte kan voeding verkalking stimuleren door de synthese van de organische matrix te verbeteren via een verhoogde toevoer van aminozuren.



Overzicht dat de diepgaande effecten van het voeren met koralen laat zien. Gevoede koralen vertonen (1) tweevoudig hogere eiwitconcentraties en fotosynthesesnelheden per eenheid skeletoppervlak; (2) tweevoudig hogere donkere en lichte calcificatiesnelheden; (3) tweevoudig hogere organische matrixsynthese in het donker en een toename van 60% overdag (Houlbrèque en Ferrier-Pagès 2009).



Enkele voorbeelden van vraatzuchtige koralen met uitgestrekte tentakels. Linksboven: *Acanthastrea lordhowensis*. Rechtsboven: *Caulastraea* sp. Linksonder: *Tubastraea* sp. Rechtsonder: *Trachyphyllia geoffroyi*.



Relatie tussen waterstroomsnelheid en prooivangst voor vier koraalsoorten. Linker as: *Acanthogorgia vegae*, *Melithaea ochracea* en *Subergorgia suberosa* (prooi-concentratie: 20 individuen L-1). Rechter as: *Galaxea fascicularis* (prooi-concentratie: 10.000 nauplii L-1). Waarden zijn gemiddelden (N=2-4). Voor de duidelijkheid zijn de standaarddeviaties weggelaten. Na Dai en Lin (1993) en Wijgerde et al. (2012a).

De organische matrix is een extracellulair eiwitraamwerk dat wordt uitgescheiden door koraalcellen en essentieel is voor de vorming van skeletten. Het biedt een kiemplaats voor aragoniet (calciumcarbonaat) kristallen om te groeien, en stimuleert en reguleert hun vorming (Allemand et al. 1998, 2004). Omdat de organische matrix rijk is aan aminozuren zoals asparaginezuur, kan voeding de synthese van de organische matrix en dus verkalking verbeteren door de toevoer van dit aminozuur te vergroten.

Opgemerkt moet worden dat zware voeding van koralen nadelen kan hebben. In ons laboratorium van Wageningen UR hebben we de korte termijn effecten bestudeerd van het voeden van zoöplankton op de lichte en donkere verkalking van het koraal *Galaxea fascicularis*. Hoewel voeding weinig effect had op de groei onder lichte omstandigheden, waren de verkalkingspercentages van gevoede koralen in totale duisternis bijna nul (Wijgerde et al. 2012b). Onze huidige hypothese is dat donkere verkalking wordt geremd door zware voeding als gevolg van een tijdelijke acidose van koraalweefsel, veroorzaakt door verhoogde metabolische activiteit. Tijdens de nachtelijke voeding kunnen koralen energie investeren in de groei van zacht weefsel en de synthese van organische matrix, in plaats van verkalking.

Koraal weefsel

Naast het verbeteren van de fotosynthese, de dichtheid van zoöxanthellen, de calcificatiesnelheid en de organische matrixsynthese, verhoogt het voeren van zoöplankton ook het eiwit- en vetgehalte van zacht weefsel. Verzadigde en onverzadigde vetzuren, evenals alcoholen en steroïden nemen in concentratie toe na langdurige voeding met *Artemia*-nauplii. Door de toename van lipidenvoorraden kunnen koralen beter omgaan met stress, vooral bleken. Wanneer hoge watertemperaturen een verlies van zoöxanthellen veroorzaken, kunnen koralen niet langer fotosynthese uitvoeren en moeten ze vertrouwen op het vangen van prooien en energiereserves om te overleven (Grottoli et al. 2006).

Wat bepaalt de voedingsnelheid van koraal?

Waterstroom

Waterstroming is om veel verschillende redenen essentieel voor koralen. Naast het verbeteren van de gasuitwisseling en het bevorderen van de verwijdering van sediment, zorgt de waterstroom ervoor dat koralen zich kunnen voeden met (levende) deeltjes (Wijgerde 2013 en referenties daarin). Omdat de belangrijke rol van waterbeweging vrij duidelijk is, is waterstroming een van de best bestudeerde factoren die het vangen van prooien door koralen beïnvloeden.

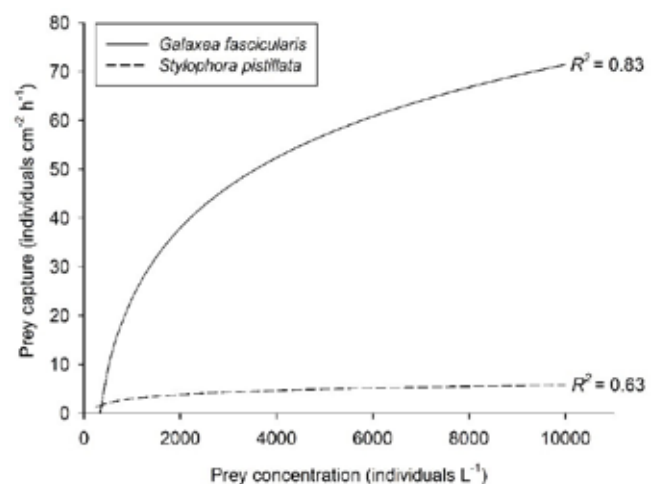
Waterstroom heeft zowel gunstige als nadelige effecten op de koraalvoeding, afhankelijk van de stroomsnelheid. Hogere stroomsnelheden zullen de instroom van voedseldeeltjes vergroten en zullen daarom ten goede komen aan het voeren. Hogere stroomsnelheden zullen echter ook de kinetische energie van voedseldeeltjes verhogen, wat het vangvermogen van koraalpoliepen zal beperken. Bovendien zorgt een sterke waterstroom voor weerstandskrachten, wat resulteert in vervormde poliepen en een kleiner vangoppervlak en minder efficiëntie.

Deze mechanismen verklaren waarom voor verschillende koraalsoorten klokvormige relaties tussen waterstroomsnelheid en prooivangst zijn gevonden, waarbij optima vaak tussen een stroombereik van 5 tot 10 cm/s⁻¹ ligt. De bovenstaande grafiek illustreert hoe stroming de voedingsnelheid van vier verschillende koralen beïnvloedt;

de octokoralen *Acanthogorgia vegae*, *Melithaea ochracea* en *Subergorgia suberosa*, en het scleractinische koraal *Galaxea fascicularis*. De grafiek toont direct de soortspecifieke reactie op stroming. De verschillende manieren waarop deze soorten reageren op waterstroming in termen van prooivangst, kunnen worden verklaard door verschillen in poliepmorfologie (zie hieronder).

Koraal maat

Naast de waterstroomsnelheid heeft de koloniegrootte invloed op heterotrofe voeding. De grootte van kolonies kan de voedingsnelheid van individuele poliepen beïnvloeden, zowel in negatieve als positieve zin, als gevolg van poliepinteracties binnen kolonies. Negatieve effecten zijn onder meer poliepschaduw (dwz poliepen die elkaar bedekken en belemmeren) en lokale uitputting van deeltjes, wat resulteert in verminderde prooivangst door stroomafwaartse poliepen (Hunter 1989). Positieve effecten zijn onder meer het genereren van intrakoloniale turbulentie en slijmafscheiding door stroomopwaartse poliepen, waardoor het vangen van prooien door stroomafwaartse poliepen wordt verbeterd (Wijgerde 2013 en referenties daarin). Hoewel poliepen in kolonies hogere voersnelheden kunnen vertonen in vergelijking met solitaire poliepen, lijkt de kolonie als geheel minder efficiënt te worden. In ons laboratorium ontdekten we dat slechts 7,7% van de poliepen in een kleine *Galaxea fascicularis* zoöplankton vangen. Dit betekent dat deze koralen per poliep minder voedsel vangen dan individuele poliepen. Deze waarneming past goed bij de afname van de relatieve groei van *Galaxea* met toenemende omvang (Schutter et al. 2010; Wijgerde et al. 2012a). Na 245 dagen incubatie vertonen kleine *Galaxea*-kolonies een reductie van 76% (van 2,5 tot 0,6% dag⁻¹) in relatieve groei in vergelijking met enkele poliepen.

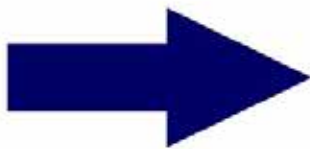


Verband tussen prooiconcentratie en prooivangst voor twee koraalsoorten, *Galaxea fascicularis* (*Artemia nauplii*) en *Stylophora pistillata* (Mediterraan zoöplankton). Best passende curven, respectievelijk $N=30$ en $N=25$. Nadat Ferrier-Pagès et al. (2003) en Wijgerde et al. (2011a, 2012c).



Rhizotrochus typus is een soort met grote, solitaire poliepen die vissen en garnalen kunnen verslinden.

WATER FLOW



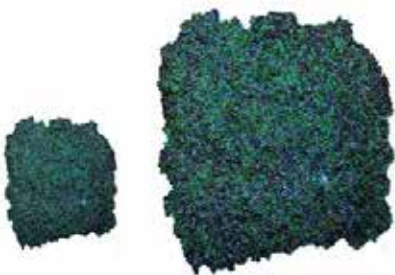
CORAL FEEDING



**PREY
CONCENTRATION**



CORAL SIZE



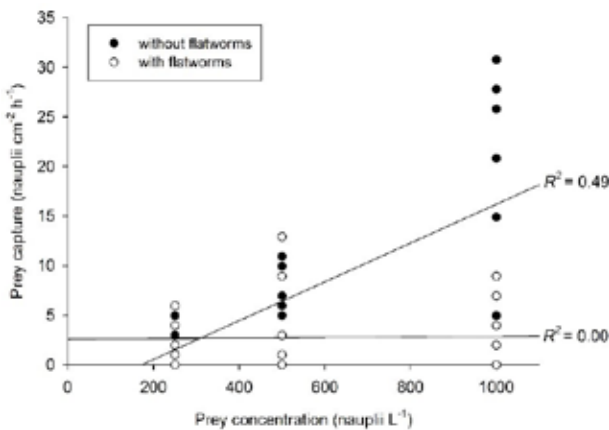
**EPIZOIC
FLATWORMS**



Overzicht van de verschillende factoren waarvan bekend is dat ze de voedingsnelheid van *Galaxea fascicularis* bepalen, waaronder waterstroom, koraalgrootte, prooiconcentratie en epizoïsche platwormen.

Prooi concentratie

Prooiconcentratie is een goed bestudeerde factor die de voedingsnelheid van koraal beïnvloedt. Hogere prooiconcentraties zullen de prooiaankomst van koraalpoliepen verhogen, wat een positief effect heeft op de voedingsnelheid. In eerste instantie wordt een lineair verband gevonden tussen prooidichtheid en koraalvoersnelheid. Wanneer de prooiconcentratie echter hoog genoeg wordt, wordt een verzadigend effect waargenomen. Dit komt omdat koraalpoliepen zijn gebonden aan een maximum aantal prooien dat ze op een bepaald moment kunnen vangen, opnemen en verteren. Dit verzadigende effect van prooiconcentratie wordt geïllustreerd door de onderstaande grafiek, die stabiliserende voedingsnelheden van de koralen *Galaxea fascicularis* en *Stylophora pistillata* laat zien met toenemende beschikbaarheid van prooien.



Relatie tussen prooiconcentratie en prooivangst voor *Galaxea fascicularis* poliepen, met (N=27) en zonder (N=27) epizoïsche platwormen. Een significante, positieve correlatie tussen prooiconcentratie en prooivangst wordt alleen gevonden voor wormvrije poliepen. Nadat Wijgerde et al. (2012c).

Poliep morfologie

De morfologie van koraalpoliepen is nog een andere factor die de koraalvoeding kan beïnvloeden. Zo heeft *Subergorgia suberosa* grote poliepen en stuit hoge trekkrachten, waardoor sterke stromingen haar poliepen gemakkelijk vervormen. Dit helpt verklaren waarom deze soort zich voedt in een smal bereik van stroomsnelheden, zoals te zien is in de bovenstaande stroomgrafiek. *Melithaea ochracea* daarentegen heeft kleinere poliepen en ondervindt daarom een lagere weerstand, wat

resulteert in minder poliepvorming bij sterkere stromingen. Dit is waarschijnlijk de reden waarom het zich in een breder scala aan stroomsnelheden voedt.

Hoewel ze gemakkelijker vervormd kunnen worden, kunnen grotere poliepen een hogere voedingscapaciteit hebben. Dit is duidelijk te zien in de bovenstaande grafiek, waar de grotere *Galaxea fascicularis*-poliepen (~5 mm corallietdiameter) significant meer prooien vangen in vergelijking met de veel kleinere *Stylophora pistillata*-poliepen (~1 mm corallietdiameter). Dit is waarschijnlijk te wijten aan het feit dat de poliepen van *G. fascicularis* grote hoeveelheden prooien extern kunnen verteren.

Een ander resultaat van poliepfmetingen is de maximale grootte die prooikoralen kunnen opnemen. Soorten met kleine poliepen kunnen roeipootkreeftjes en verschillende dierlijke larven vangen als maximale prooigrootte, terwijl soorten met grote poliepen (bijv. Fungiidae, Mussidae en Flabellidae) grote prooidieren zoals vissen en garnalen kunnen consumeren.

Epizoïsche platwormen

De laatste factor waar ik het hier over wil hebben, is de aanwezigheid van epizoïsche acoelomorfe platwormen.

Deze platwormen worden in de aquariumhobby gewoonlijk planaria genoemd, hoewel dit eigenlijk wormen zijn van de geslachten *Waminoa* en *Convolutriloba*. Er is gesuggereerd dat deze wormen koralen negatief kunnen beïnvloeden door de hoeveelheid beschikbaar licht voor het koraal te verminderen en door de koraalslijm laag te verwijderen (Barneah et al. 2007; Naumann et al. 2010). Bovendien concurreren *Waminoa* met hun gastkoraal *Galaxea fascicularis* om plankton, beperken ze de voedingscapaciteit van dit koraal

aanzienlijk en stelen ze prooien van hun gastkoraal (Wijgerde et al. 2011b, 2012c).

Bij het verstrekken van prooi aan *G. fascicularis* wordt alleen bij wormvrije poliepen een positief effect van prooiconcentratie op de voedersnelheid gevonden. Wanneer platwormen in hoge dichtheden aanwezig zijn (~3 tot 4 platwormen per poliep), zijn de voedingsnelheden van *G. fascicularis* beperkt tot ongeveer 2,5 prooi cm⁻² h⁻¹. Op basis van deze bevindingen kunnen epizoïsche platwormen beter worden geclassificeerd als parasieten dan als commensalen, omdat hun aanwezigheid de groei en gezondheid van koralen negatief kan beïnvloeden. Uit veldgegevens blijkt inderdaad dat platwormen ernstige weefselnecrose in koralen veroorzaken (Hoeksema en Farenzena 2012).

Het is duidelijk dat de effecten van waterstroom, koraalgrootte, prooiconcentratie, poliepmorfologie en platwormen belangrijke implicaties hebben voor koraal-aquacultuur en de aquariumhobby. Hieronder zal ik bespreken hoe deze kennis kan worden gebruikt om de voedingsnelheid van koralen en dus de groei te maximaliseren.

Koralen voeren in gevangenschap: maximale voedingsnelheid en groei. Gewapend met de hierboven beschreven kennis, kunnen we proberen de voedingsnelheid en groei van koraal te maximaliseren door de aquariumomgeving te manipuleren. Hieronder worden een aantal belangrijke strategieën beschreven die de aquariumliefhebber hierbij kunnen helpen.

Optimaal waterdebiet

Zoals hierboven vermeld, is waterstroming essentieel voor koralen, wat de groei, fotosynthese, gas- en warmteuitwisseling en sedimentverwijdering bevordert (Mass et al. 2010; Schutter et al. 2010, 2011; Jimenez et al. 2011; Erftemeijer et al. 2012). Hoewel veel koralen met variabele stroomsnelheden zullen groeien, kan elke soort (en genotype binnen soorten) optimaal groeien met een specifiek stroombereik. Dit is, althans gedeeltelijk, te wijten aan optimale voedingsnelheden binnen een bepaald stroombereik. De koralen



Dendronephthya en Scleronephthya spp. produceren dicht opeengepakte sklerieten die koloniestabiliteit bieden onder sterke waterstroom.

Door culturen te doseren in een systeem met peristaltische pompen, kunnen natuurlijke planktonconcentraties worden gehandhaafd.

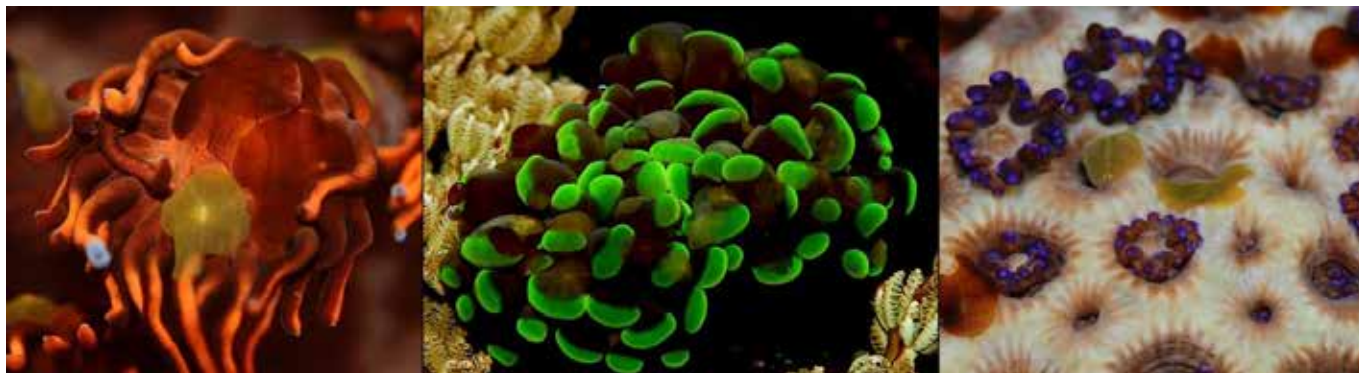


Acanthogorgia vegae, *Melithaea ochracea* en *Subergorgia suberosa* vangen bijvoorbeeld allemaal zoöplankton optimaal op bij een stroomsnelheid van 8 cm/s^{-1} , mogelijk een weerspiegeling van hun gedeelde habitat. Bovendien vangt *Subergorgia suberosa* alleen voedsel bij een zeer smal stroombereik, waardoor het onderhoud van deze soort zeer moeilijk is. Herbivore octokoralen hebben mogelijk meer stroming nodig voor een optimale deeltjesvangst. Het octokoraal *Dendronephthya hemprichi*, dat zich voornamelijk voedt met fytoplankton, voedt en groeit optimaal binnen een stroombereik van 10 tot 25 cm s^{-1} (Fabricius et al. 2005a).

Tabel 1 geeft een overzicht van de optimale stroomsnelheden in termen van deeltjesvangst voor verschillende koraalsoorten, die voor praktische doeleinden kunnen worden gebruikt. Met een waterstroommeter (bijv. Swoffer stroommeters) kunnen stroomsnelheden in elk aquarium worden geoptimaliseerd, voor elke soort waarvoor gegevens beschikbaar zijn. Houd er echter rekening mee dat de onderstaande gegevens mogelijk niet van toepassing zijn op elk individu binnen een bepaalde soort, omdat bekend is dat verschillende genotypen zich anders kunnen gedragen (Osinga et al. 2011).

Tabel 1

Soort	Optimaal waterdebiet (cm s^{-1})	Deeltjestype:	Opmerkingen	Referentie
lage stroom				
<i>Lophelia pertusa</i>	2,5	<i>Artemia</i> naupli		Purser et al. (2010)
matige stroom				
<i>Acanthogorgia vegae</i>	8	<i>Artemia</i> naupli		Dai en Lin (1993)
<i>Briareum asbestinum</i>	6-12	niet vermeld		Fabricius et al. (2005a)
<i>Eunicea tournefortis</i>	6-12	niet vermeld		Fabricius et al. (2005a)
<i>Galaxea fascicularis</i>	10	<i>Artemia</i> naupli		Wijgerde et al. (2012d)
<i>Madracis mirabilis</i>	$10 > 5$	<i>Artemia</i> cysten	optimaal onduidelijk	Sebens et al. (1998)
<i>Melithaea ochracea</i>	8	<i>Artemia</i> naupli		Dai en Lin (1993)
<i>Montastraea cavernosa</i>	$10 > 5$	<i>Artemia</i> cysten	optimaal onduidelijk	Sebens et al. (1998)
<i>Plexaurella dichotoma</i>	6-12	niet vermeld		Fabricius et al. (2005a)
<i>Porites porites</i>	9-11	<i>Artemia</i> cysten	alleen specifieke koraaltakken	Sebens et al. (1998)
<i>Pseudopterogorgia americana</i>	6-12	niet vermeld		Fabricius et al. (2005a)
<i>Subergorgia suberosa</i>	8	<i>Artemia</i> naupli		Dai en Lin (1993)
hoge stroom				
<i>Agaricia-agaricieten</i>	18	<i>Artemia</i> cysten	tweezijdige kolonies	Helmuth en Sebens (1993)
<i>Agaricia-agaricieten</i>	30	<i>Artemia</i> cysten	verticale kolonies	Helmuth en Sebens (1993)
<i>Dendronephthya hemprichi</i>	10-25	fytoplankton		Fabricius et al. (2005a)
zeer hoge stroom				
<i>Agaricia-agaricieten</i>	18-50	<i>Artemia</i> cysten	horizontale kolonies	Helmuth en Sebens (1993)



Platwormen, hier gehost door *Goniopora* spp. (links en rechts) en *Euphyllia paraancora* (midden), kunnen met natuurlijke vijanden onder controle worden gehouden.

Om het belang van de stroomsnelheid te benadrukken, zou ik onze case study van het koraal *Galaxea fascicularis* willen gebruiken (Wijgerde et al. 2013). Voor poliepen in kolonies, resulteerde een waterstroomsnelheid van 10 cm s^{-1} in de hoogste voedingsnelheden en dus de opname van organische koolstof. Met behulp van eerder verkregen gegevens van ons laboratorium werd een nutriëntenbudget voor deze soort berekend onder verschillende stroomregimes. Hiertoe werd de input versus output van organische koolstof vergeleken. De input bestond uit koolstof geproduceerd door fotosynthese en koolstof gewonnen door voeding. De output was gebaseerd op ademhaling (dit wil zeggen de energie die wordt verbruikt door het niet-voedende, rustende dier) en uitscheiding van organisch afval. Door output af te trekken van input, werd een waarde verkregen die bekend staat als ruimte voor groei. Ruimte voor groei werd hier gedefinieerd als de koolstof die beschikbaar is voor groei, nadat is voldaan aan ademhaling en uitscheiding. Tabel 2 toont de groeimogelijkheden voor *G. fascicularis* bij verschillende stroomomstandigheden, en laat zien dat zeer lage en hoge stroomsnelheden resulteren in negatieve waarden. Dit suggereert dat dit koraal onder deze omstandigheden niet in staat is om voldoende prooien te vangen om weefselgroei te behouden. Hoewel deze analyse op verschillende veronderstellingen is gebaseerd, stelt het de aquariumliefhebber in staat om geschikte kweekomstandigheden te selecteren.

Tabel 2

	Invoer (g C cm ⁻² dag ⁻¹)			Uitgang (g C cm ⁻² dag ⁻¹)	
Waterdebiet (cm s ⁻¹)	Fotosynthese	Voederen	Ademhaling	uitscheiding	Ruimte voor groei
1.25	101.09	0.90	77.76	25.27	-1.04
5	101.09	89.00	77.76	25.27	87.06
10	101.09	123.50	77.76	25.27	121.56
20	89.86	30.60	86.40	22.46	11.59
30	70.85	44.30	89.86	17.71	7.58
40	70.85	17.70	89.86	17.71	-19.02W

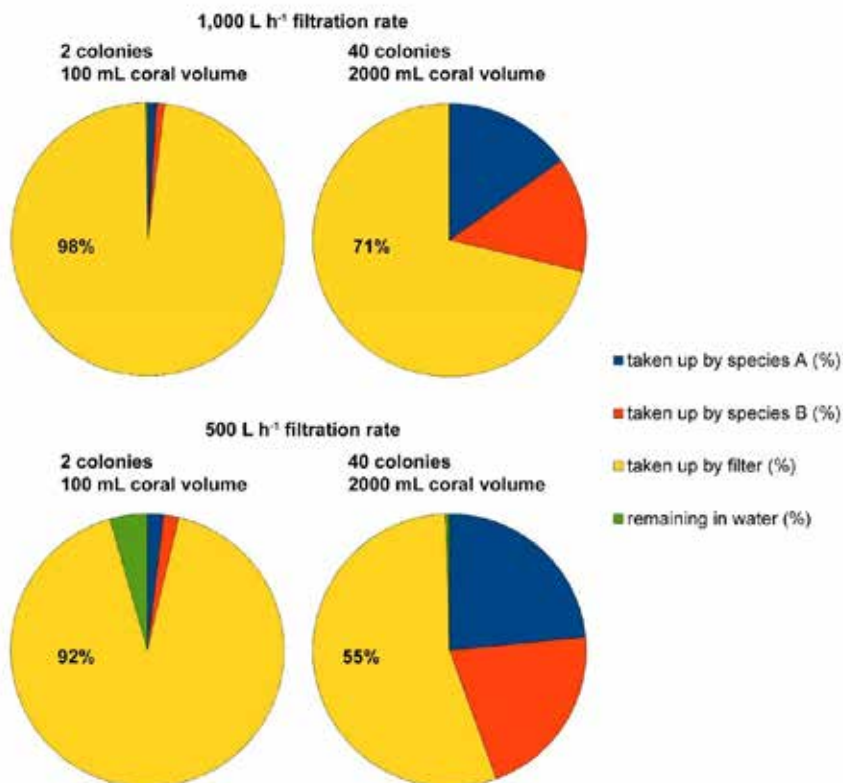
Meer stroming voor grotere koralen

Naast de waterstroom is de koraalgrootte van belang. De vertakte structuur van veel koralen vermindert de hoeveelheid waterstroom en licht die de binnen- en onderkant van kolonies bereikt, een fenomeen dat bekend staat als zelfschaduw. Daarom hebben grotere koralen meer licht en waterstroom nodig om de fotosynthesesnelheid en gasuitwisseling te behouden.

De voedingsnelheid per poliep (dit wil zeggen massaspecifiek) kan ook afnemen wanneer koralen groter worden, zoals gevonden voor *G. fascicularis*. Al deze verschijnselen verklaren gedeeltelijk waarom grotere koralen over het algemeen een lagere relatieve groeisnelheid lieten zien (hoewel de absolute groeisnelheid toeneemt omdat er meer oppervlakte is om te groeien). Dit betekent dat de aquariumliefhebber de groei van grotere koralen kan optimaliseren door te compenseren voor hun grootte, zodat dicht vertakte koralen voldoende waterstroom krijgen voor voeding en gasuitwisseling. Het in stand houden van kleine kolonies kan ook een strategie zijn om een hoge groei in de aquacultuur te behouden.

Hoge dichtheid batchvoeding of continue dosering?

Omdat voeding op lange termijn positieve effecten kan hebben op koralen, is het nuttig om ze dagelijks te voeren.



Voorbeeld van vier voedingsscenario's berekend met de voedselsimulator (ontwikkeld door Dr. Michael Kuecken, Technische Universiteit van Dresden, en Dr. Ronald Osinga, Wageningen Universiteit), gebaseerd op een aquariumgrootte van 1.000L, 100/2.000 ml koraalvolume met een filtratie snelheid van respectievelijk 0,213 en 0,191 L h⁻¹ ml koraal⁻¹ voor *Seriatopora hystrix* (soort A) en *S. caliendrum* (soort B), een aquariumfiltratiesnelheid van 500/1.000 L h⁻¹ en een voedertijd van 6 uur. Deze scenario's laten zien hoeveel fijnstofvoedsel er in het filtersysteem terecht kan komen, vooral wanneer het koraalvolume/biomassa in het aquarium laag is.

Een voordeel van batchvoeding is dat koralen zich snel kunnen voeden, zonder dat al het voer verloren gaat aan de filtratiesystemen (zie ook hieronder). Een moeilijkheid bij het voeren is echter het bepalen van de juiste dosering. Dit is afhankelijk van de biomassa die in het aquarium aanwezig is. Voor meer koralen is meer voeding nodig, onafhankelijk van het aquariumvolume. De aanwezige koraal- en andere ongewervelde dieren zullen ook van invloed zijn op de benodigde hoeveelheid voer, aangezien sommige soorten meer plankton nodig hebben dan andere. Een goede strategie is om te beginnen met een basisdosering van 100 tot 1.000 prooien per liter water en de koralen regelmatig te inspecteren. Verlies van poliepen, gebrek aan kolonie- of tentakeluitbreiding, afname van de koloniegrootte en necrose kunnen allemaal tekenen zijn van uithongering. Het doseren van aminozuren vóór een batchvoeding kan ook poliepexpansie en predatie stimuleren, mogelijk als gevolg van moleculaire receptoren die aanwezig zijn op het oppervlak van het

poliep. Bij batchvoeding kan tijdelijke remming van koraalgroei worden voorkomen door overdag te voeren (zie hierboven).

Een andere strategie is natuurlijk plankton concentraties te handhaven (in het traject van 10⁸ -10⁹ algen / microbecellen en 1-10 zooplankters per liter), door langzaam pompen gekoelde culturen tot het systeem met peristaltische pompen. Voertimers kunnen ook regelmatig droogvoer geven. Deze strategie lijkt ideaal voor het behoud van azooxanthella koralen zoals *Tubastraea* en *Dendronephthya* spp.

Controle over platwormpopulaties

Omdat acoelomorfe platwormen een nadelige invloed kunnen hebben op koralen, is het verstandig om platwormpopulaties onder controle te houden door natuurlijke vijanden in het aquarium te introduceren. Er zijn aanwijzingen dat bepaalde lipvissen (bijv. *Halichoerus* spp.), draken (bijv. *Synchiropus splendidus*) en naaktslakken (*Chelidonura varians*) actief op platwormen jagen (Carl

2008; Nosratpour 2008). Chemische behandeling van koralen met anthelmintica zoals levamisol werkt goed (voor acoelomorfen), maar dit is omslachtig en kan de koraalgezondheid op lange termijn negatief beïnvloeden.

Gebruik van planktonbesparende filtersystemen

Tot nu toe heb ik de impact van aquariumfiltratiesystemen op koraalvoeding niet besproken. Aangezien de meeste aquaria zijn uitgerust met schuimfractionators (eiwitafschuimers), met het vermogen om kleine deeltjes te verwijderen, is het logisch dat deze filters enige invloed zullen hebben op de beschikbaarheid van voedsel voor koralen. Inderdaad, wanneer droog visvoer of fytoplanktonculturen aan een aquarium worden toegevoegd, komt een deel hiervan al snel in de opvangbeker van de skimmer terecht. Dit is gemakkelijk te zien wanneer het voer of de cultuur een schijnbare kleur heeft, zoals oranje of groen. De voor de hand liggende vragen die hieruit voortvloeien zijn; hoeveel voedseldeeltjes komen er eigenlijk in het filtersysteem terecht, en hoeveel voedsel zal worden gegeten door de koralen en andere filtervoedende organismen? Hiertoe werd in het kader van het onderzoeksproject CORALZOO een voedselsimulator ontwikkeld. Met behulp van schattingen van de opnamesnelheid van koraalvoedsel, gebaseerd op laboratoriumexperimenten (Wijgerde en Osinga 2007, niet-gepubliceerde gegevens), en informatie zoals koraalvolume (een maat voor koraalbiomassa), prooi-concentratie, systeemwatervolume en aquariumfiltratiesnelheden, kan het lot van voedseldeeltjes die aan het systeem worden toegevoegd, worden berekend.

Om te illustreren hoe nuttig dit programma is, heb ik twee scenario's berekend. In de eerste twee scenario's is een aquarium van 1000 liter gevuld met ofwel twee (een *Seriatopora hystrix* en een *S. caliendrum* kolonie) of veertig (twintig *S. hystrix* en twintig *S. caliendrum* kolonies) koralen van gemiddelde grootte (50 ml volume per kolonie). De aquariumfiltratiesnelheid is ingesteld op 1.000 L h⁻¹, gebaseerd op een netto



Koraalvoeding is van vitaal belang voor een succesvolle koraalquaacultuur.

wateromzet tussen het aquarium en de opvangbak van 1.000 L h^{-1} , en een eiwitafschiemer uitgerust met een 1.000 L h^{-1} pomp. Dus de verblijftijd van de voedseldeeltjes (*Artemia-nauplii*) in het aquarium is precies een uur. In de twee twee scenario's zijn de bezettingsdichtheden gelijk, maar wordt de filtratiesnelheid gehalveerd tot 500 L h^{-1} . Dus de verblijftijd van de voedseldeeltjes (*Artemia-nauplii*) is gestegen tot twee uur. Na zes uur zijn alle scenario's bijna in evenwicht en worden de volgende datasets verkregen; in de eerste twee scenario's is 98% en 71% van het voedsel door het filter geconsumeerd. In de tweede twee zijn deze waarden 92% en 55%. Hoewel dit theoretische voorbeeld een aantal beperkingen kent, zoals de aanname dat alle deeltjes door de eiwitafschiemer worden verwijderd, laat het wel duidelijk zien dat mechanische filters (waaronder biofilters en zandfilters) leiden tot een aanzienlijke verspilling van voedsel. Dit afval kan worden verminderd door de bezettingsdichtheid van koralen te vergroten en/of door de filtercapaciteit van het aquarium (continu of tijdelijk) te verminderen, zodat de koralen zich meer kunnen voederen. Aangezien filtratie vereist is om een hoge waterkwaliteit te behouden, is het duidelijk dat deze wisselwerking tussen voedselbeschikbaarheid en waterkwaliteit kan worden omzeild door planktonbesparende filtratiesystemen te gebruiken, waaronder denitrificerende zandbedden zoals Dynamic Mineral Control (DyMiCo) en algengraswassers (Wijgerde 2012a,b). Omdat de nevenvoordelen van de eiwitafschiemer verloren gaan (dit wil zeggen het behoud van een hoge zuurstofverzadiging en pH via

beluchting van het water), is het belangrijk om dit te compenseren, vooral 's nachts. Dit kan door het water te beluchten met luchtpompen, of door de bezettingsdichtheid van koralen en vissen te beperken.

Slotopmerkingen

Alles bij elkaar genomen, is het duidelijk dat koralen zich op vele manieren voeden, waardoor ze

echte alleseters zijn. Deze kennis kan effectief worden gebruikt door aquariumliefhebbers en zo bijdragen aan koraalquaacultuur en een succesvolle aquariumhobby. Door koralen te voorzien van een verscheidenheid aan voeding, naast voldoende licht, geschikte waterbeweging en schoon water, zullen ze groeien en gedijen in het aquarium. Toekomstig onderzoek zal ongetwijfeld nieuwe wegen blootleggen waarlangs deze fascinerende dieren zich voeden, waardoor aquariumliefhebbers hun beschikbare kweekmethoden verder kunnen verfijnen.

Referenties

Allemand D, Ferrier-Pagès C, Furla P, Houlbrèque F, Puvrel S, Reynaud S, Tambutté É, Tambutté S, Zoccola D (2004) Biomineralisatie in rifbouwende koralen: van moleculaire mechanismen tot milieucontrole. *CR Palevol* 3:453-467

Allemand D, Tambutté E, Girard JP, Jaubert J (1998) Organische matrixsynthese in het scleractinian koraal *Stylophora pistillata*: rol in biomineralisatie en mogelijk doelwit van het organotin tribulytine. *J Exp Biol* 201:2001-2009

Anthony KRN (1999) Koraalsuspensie die zich voedt met fijne deeltjes. *J Exp maart Biol Ecol* 232:85-106

Anthony KRN (2000) Verbeterde capaciteit voor het voeden van deeltjes van koralen op troebele riffen (Great Barrier Reef, Australië). *Koraalriffen* 19:59-67

Anthony KRN, Fabricius K (2000) Verschuivende rollen van heterotrofie en autotrofie in koraaldynamica onder variërende troebelheid. *J Exp Mar Biol Ecol* 252:221-253

Barneah O, Brickner I, Hooge M, Weis VM, LaJeunesse TC, Benayahu Y (2007) Driepartijensymbiose: acoelomorfe wormen, koralen en eencellige algensymbionten in Eilat (Rode Zee). *Mar Biol* 151: 1215-1223

Bo M (2009) Antipatharians - deel twee:

ecologie. *Coralscience.org*, www.coralscience.org

Carl M (2008) Roofdieren en plagen van koralen in gevangenschap, 31-36. In: Leewis RJ, Janse M (Eds) *Advances in Coral Husbandry in Public Aquaria - Public Aquarium Husbandry Series, Volume 2*, Burgers' Zoo, Arnhem, Nederland. 444 p

Dai CF, Lin MC (1993) De effecten van stroming op het voeden van drie gorgonen uit het zuiden van Taiwan. *J Exp Mar Biol Ecol* 173:57-69

Davies AJ, Duineveld GCA, Lavaleye MSS, Bergman MJN, Van Haren H et al. (2009) Downwelling en diepwaterbodemstromingen als voedselvoorzieningsmechanismen voor het koudwaterkoraal *Lophelia pertusa* (Scleractinia) in het Mingulay Reef Complex. *Limnol Oceanogr* 54:620-629

Elyakova LA, Shevchenko NM, Avaeva SM (1981) Een vergelijkende studie van carbohydrase-activiteiten bij ongewervelde zeedieren, *Comp. Biochem Fysiol* 69B:905-908

Erfteimeijer PLA, Riegl B, Hoeksema BW, Todd PA (2012) Milieueffecten van baggeren en andere sedimentverstoringen op koralen: een overzicht. *Mar Poll Bull* 64: 1737-1765

Fabricius KE, Alderslade P (2001) Zachte koralen en zeewaaiers - Een uitgebreide gids voor de tropische ondiepe watersoorten van de Centraal-West Pacific, de Indische Oceaan en de Rode Zee. Australian Institute of Marine Science, Townsville, Australië. 264 euro

Fabricius KE, Benayahu Y, Genin A (1995b) Herbivoor in asymbiotische zachte koralen. *Wetenschap* 268:90-92

Fabricius KE, Genin A, Benayahu Y (1995a) Stroomafhankelijke herbivoor en groei in zooxanthellae-vrije zachte koralen. *Limnol Oceanogr* 40: 1290-1301

Ferrier-Pagès C, Allemand D, Gattuso JP, Jaubert J, Rassoulzadegan F (1998a) Microheterotrofie in het zoöxanthellaatkoraal *Stylophora pistillata*: effecten van licht en ciliaatdichtheid. *Limnol Oceanogr* 43:1639-1648

Ferrier-Pagès C, Gattuso JP, Cauwet G, Jaubert J, Allemand D (1998b) Afgifte van opgeloste organische koolstof en stikstof door het zoöxanthellaatkoraal *Galaxea fascicularis*. *Mar Ecol Prog Ser* 172:265-274

Ferrier-Pagès C, Hoogenboom M, Houlbrèque F (2011) De rol van plankton in koraaltrofodynamica, 215-229. In: Dubinsky Z, Stambler N (Eds), *Koraalriffen: een ecosysteem in transitie*. Springer, Dordrecht, Nederland

Ferrier-Pagès C, Witting J, Tambutté E, Sebens KP (2003) Effect van natuurlijke zoöplanktonvoeding op de weefsel- en skeletgroei van het scleractinian koraal *Stylophora pistillata*. *Koraalriffen* 22:229-240

Fine M, Loya Y (2002) Endolithische algen: een alternatieve bron van foto-assimilaten tijdens het bleken van koraal. *Proc R Soc B* 269: 1205-1210

Goreau TF, Goreau NI, Yonge CM (1971)

- Rifkoralen: autotrofen of heterotrofen? *Biologisch Bulletin* 141:247-260
- Grover R, Maguer JF, Allemand D, Ferrier-Pagès C (2006) Ureumopname door het scleractinian koraal *Stylophora pistillata*. *J Exp mar Biol Ecol* 332:216-225
- Grover R, Maguer JF, Allemand D, Ferrier-Pagès C (2008) Opname van opgeloste vrije aminozuren (DFAA) door het scleractinian koraal *Stylophora pistillata*. *J Exp Biol* 211:860-865
- Helmuth B, Sebens K (1993) De invloed van koloniemorfologie en oriëntatie om te stromen bij het vangen van deeltjes door het scleractinian koraal *Agaricia agaricites* (Linnaeus). *J Exp Mar Biol Ecol* 165:251-278
- Hoeksema BW, Farenzena ZT (2012) Weefselverlies bij koralen aangetast door acoelomorph platwormen (*Waminoa* sp.). *Koraalriffen* 31:869
- Houlbrèque F, Ferrier-Pagès C (2009) Heterotrofie in tropische scleractinian koralen. *Biol Rev Camb Philos* 84:1-17
- Houlbrèque F, Tambuttè E, Richard C, Ferrier-Pagès C (2004) Het belang van een microdieet voor scleractinian koralen. *Mar Ecol Prog Ser* 282:151-160
- Hunter T (1989) Suspensievoeding in oscillerende stroming: het effect van koloniemorfologie en stromingsregime op planktonvangst door de hydroïde *Obelia longissima*. *Biol Bull* 176:41-49
- Jimenez IM, Kühl M, Larkum AWD, Ralph PJ (2011) Effecten van stroming en morfologie op de thermische grenslaag van koralen. *JR Soc interface* 8:1785-1795
- Lai S, Gillis LG, Mueller C, Bouma TJ, Guest JR, Last KS, Ziegler AD, Todd PA (2013) Eerste experimentele bewijs van koralen die zich voeden met zeegras. *Koraalriffen* DOI 10.1007/s00338-013-1062-9
- Leal MC, Ferrier-Pagès C, Calado R, Thompson ME, Frischer ME, Nejtgaard JC (2013) Koraalvoeding met microalgen beoordeeld met moleculaire trofische markers. *Mol Ecol* doi: 10.1111/mec.12486
- Lesser MP, Falcón LI, Rodríguez-Román A, Enríquez S, Hoegh-Guldberg O, Iglesias-Prieto R (2007) Stikstoffixatie door symbiotische cyanobacteriën vormt een bron van stikstof voor het scleractinische koraal *Montastraea cavernosa*. *Mar Ecol Prog Ser* 346:143-152
- Lewis JB (2006) Biologie en ecologie van de hydrocoral *Millepora* op koraalriffen. *Adv Mar Biol* 50:1-55
- Lin MC, Liao CM, Dai CF (2002) Modelling van de effecten van verzadiging op de voedingsnelheid van een koloniale suspensievoeder, *Acanthogorgia vega*, in een circulerend systeem onder laboratoriumomstandigheden. *Zool Stud* 41:355-365
- Muscatine L (1990) De rol van symbiotische algen in koolstof- en energieflux in rifkoralen, 755-87. In: Dubinsky Z (Ed), *Koraalriffen: ecosystemen van de wereld* 25. Elsevier, Amsterdam, Nederland
- Naumann MS, Mayr C, Struck U, Wild C (2010) Koraalslijmstabilee isotoopsamenstelling en labeling: experimenteel bewijs voor slijmopname door epizoïsche acoelomorfe wormen. *Mar Biol* 157:2521-2531
- Nosratpour F (2008) Waarnemingen van een polyclad platworm die acroporide koralen in gevangenschap aantast. In: Leewis RJ, Janse M (Eds) *Vooruitgang in koraalhouderij in openbare aquaria - Public Aquarium Husbandry Series, Volume 2, Burgers' Zoo, Arnhem*, 37-46
- Osinga R, Schutter M, Griffioen B, Wijffels RH, Verreth JAJ, Shafir S, Henard S, Taruffi M, Gili C, Lavorano S (2011) De biologie en economie van koraalgroei. *Mar Biotechnol* 13:658-671
- Osinga R, Schutter M, Wijgerde T, Rinkevich B, Shafir S, Shpigel M, Luna GM, Danovaro R, Bongiorno L, Deutsch A, Kuecken M, Hiddinga B, Janse M, McLeod A, Gili C, Lavorano S, Henard S, Barthelemy D, Westhoff G, Baylina N, Santos E, Weissenbacher A, Kuba M, Jones R, Leewis R, Petersen D, Laterveer M (2012) Het CORALZOO-project: een samenvatting van vier jaar openbare aquariumwetenschap. *Journal Mar Biol Assoc UK* 92:753-768
- Picciano M, Ferrier-Pagès C (2007) Inname van pico- en nanoplankton door het mediterrane rode koraal *Corallium rubrum*. *Mar Biol* 150:773-782
- Ribes M, Coma R, Gili JM (1999) Heterogene voeding in bentische suspensievoeders: het natuurlijke dieet en de begrazingsnelheid van de gematigde gorgonian *Paramuricea clavata* (Cnidaria: Octocorallia) gedurende een jaarcyclus. *Mar Ecol Prog Ser* 183:125-137
- Roff G, Dove SG, Dunn SR (2009) Mesenteriale filamenten maken een schone zwaai van substraten voor koraalgroei. *Koraalriffen* 28:79
- Schutter M, Crocker J, Pajmans A, Janse M, Osinga R, Verreth AJ, Wijffels RH (2010) Het effect van verschillende stroomregimes op de groei en stofwisseling van het scleractinian koraal *Galaxea fascicularis*. *Koraalriffen* 29:737-748
- Schutter M, Kranenborg S, Wijffels RH, Verreth JAJ, Osinga R (2011) Modificatie van lichtgebruik voor skeletgroei door waterstroom in het scleractinian koraal *Galaxea fascicularis*. *Mar Biol* 158:769-777
- Sebens KP, Grace SP, Helmuth B, Maney Jr EJ, Miles JS (1998) Waterstroom en prooivangst door drie scleractinian koralen, *Madracis mirabilis*, *Montastrea cavernosa* en *Porites porites*, in een veldbehuizing. *Mar Biol* 131: 347-360
- Swanson R, Hoegh-Guldberg O (1998) Aminozaursynthese in de symbiotische zeeanemoon *Aiptasia pulchella*. *Mar Biol* 131:83-93
- Tsounis G, Rossi S, Laudien J, Bramanti L, Fernández N, Gili JM, Arntz W (2006) Dieet- en seizoensgebonden prooi-vangstpercentages in het mediterrane rode koraal (*Corallium rubrum* L.). *Mar Biol* 149:313-325
- Wijgerde T (2012a) Verbeterde houderij van ongewervelde zeedieren met behulp van een innovatieve filtratietechnologie – deel één: DyMiCo. *Gevorderde aquariumliefhebber* 11(2)
- Wijgerde T (2012b) Verbeterde houderij van ongewervelde zeedieren met behulp van een innovatieve filtratietechnologie – deel twee: resultaten met twee 12 m³ DyMiCo-systemen. *Gevorderde aquariumliefhebber* 11 (3)
- Wijgerde T (2013a) Zooxanthellae: biologie en isolatie voor wetenschappelijk onderzoek. *Gevorderde aquariumliefhebber* 12(5)
- Wijgerde T (2013b) Heterotrofe voeding, groei en nutriëntenbudget in het scleractinian koraal *Galaxea fascicularis*. Proefschrift, Wageningen Universiteit, Wageningen, Nederland
- Wijgerde T, Diantari R, Lewaru MW, Verreth JAJ, Osinga R (2011a) Extracoelenterische zoöplanktonvoeding is een belangrijk mechanisme voor het verwerven van voedingsstoffen voor het scleractinian koraal *Galaxea fascicularis*. *J Exp Biol* 214: 3351-3357
- Wijgerde T, Henkemans P, Osinga R (2012a) Effecten van bestraling en lichtspectrum op de groei van het scleractinian koraal *Galaxea fascicularis* - Toepasbaarheid van LEP- en LED-verlichting op koraal-aquacultuur. *Aquacultuur* 344-349: 188-193
- Wijgerde T, Jurriaans S, Hoofd M, Verreth JAJ, Osinga R (2012b) Zuurstof en heterotrofie beïnvloeden de verkalking van het scleractinian koraal *Galaxea fascicularis*. *PLoS ONE* 7 (12): e52702. doi:10.1371/journal.pone.0052702
- Wijgerde T, Schots P, van Onselen E, Janse M, Karrupannan E, Verreth JAJ, Osinga R (2012c) Epizoïsche acoelomorfe platwormen verminderen de voeding van zoöplankton door het scleractinian koraal *Galaxea fascicularis*. *Biol Open* 2:10-17
- Wijgerde T, Spijkers P, Karrupannan E, Verreth JAJ, Osinga R (2012d) Waterstroom beïnvloedt de voeding van zoöplankton door het scleractinian koraal *Galaxea fascicularis* op poliep- en kolonieniveau. *J Mar Biol* doi: 10.1155/2012/854849
- Wijgerde T, Spijkers P, Verreth J, Osinga R (2011b) Epizoïsche acoelomorfe platwormen concurreren met hun koraalgastheer voor zoöplankton. *Koraalriffen* 30:665
- Purser A, Larsson AI, Thomsen L, van Oevelen D (2010) De invloed van stroomsnelheid en voedselconcentratie op zoöplankton-opnamesnelheden van *Lophelia pertusa* (Scleractinia). *J Exp mar Biol Ecol* 395:55-62



Houd het hoofd koel



tijdens een hittegolf, maar ook jouw aquarium!

Door Germain Leys

Binnen enkele maanden kunnen we weer genieten van de zomerse temperaturen en dan kijken we er al naar uit om de BBQ opnieuw aan te steken. Maar onze aarde is stilaan aan het opwarmen en extreme temperaturen en weersomstandigheden komen alsmaar meer voor.

10 juli 2021 werd in Death Valley (Californië) een temperatuur gerapporteerd van 131 °F of 55,0 °C. Lytton, British Columbia, meldde op dinsdag 29 juni 2021 de hoogste temperatuur ooit in Canada van 49,6 °C. voor juli. Lytton ligt ongeveer op dezelfde noorderbreedte als België en Nederland, dus het is niet ondenkbeeldig dat we binnen afzienbare tijd ook temperaturen van 40 °C en meer in onze streken zullen opmeten. Veel aquariumliefhebbers hebben nog nooit een airconditioning of aquariumkoeler voor thuis hoeven te bezitten. Een Canadese vrouw zei in een aquariumgroep op Facebook: "Het is gewoon nog nooit zo warm geweest. We waren totaal niet voorbereid." We kunnen deze zomer waarschijnlijk meer ongewoon hoge temperaturen verwachten in de VS en Canada, maar

ook in België en Nederland!

Als aquariumliefhebbers door een stroomstoring of onverwachte temperaturen in een noodsituatie verkeren, wat kunnen ze dan doen om hun aquarium te redden?

Vries zoveel mogelijk waterflessen in en laat ze drijven in het aquarium of de opvangbak. Wanneer de flessen ontdooien, vervang ze dan door meer bevroren flessen. Opgelet! Gebruik geen glazen flessen en vul ze slechts voor 75% want ijs zet uit en zal je fles doen springen! Als je vriezer niet werkt, kun je zakken ijs kopen bij de supermarkt en deze een paar dagen in een grote gesloten koelbox bewaren. Vul een bak met ijs en laat deze in het aquarium of de opvangbak drijven. Deze methode werkt enkel goed met kleinere aquaria, je zal er hooguit 2 °C mee kunnen afkoelen. Voor aquaria groter dan 500 liter heb je meer technieken nodig dan bevroren flessen.

Als je elektriciteit hebt, gebruik dan een koel- of staande ventilator om over de bovenkant van het water in het aquarium of opvangbak te blazen.

Verdamping kan met een krachtige ventilator de temperatuur van het aquarium tot wel 4 graden Celsius verlagen. Je moet dan wel regelmatig vers water toevoegen, omdat de ventilator de verdamping van het water versnelt.

Je kunt deze ventilatoren ook zelf maken als je enkele computerventilatoren ter beschikking hebt. Enige handigheid is dan wel vereist.

Wikkel het aquarium in isolatie. Gelaagde isolatie werkt het best. Gebruik dekens, karton, kranten en/of piepschuim. Zet de materialen vast met verpakkingstape. Dit verandert jouw aquarium in een geïmproviseerde geïsoleerde koeler en helpt de temperatuur stabiel te houden. Nadeel is wel dat je het aquarium niet meer kunt bekijken en de toestand van de levende have niet meer in het oog kunt houden.

Keer je lichtcyclus om. Doe de lichten aan tijdens de koelere temperaturen van de nacht en doe de lichten uit tijdens de hitte van de dag.







Verwijder alle rottende organische stoffen onmiddellijk. Als levende dieren, planten of algen doodgaan, moeten ze meteen worden verwijderd, omdat het laten ontbinden van materie het zuurstofgehalte verder zal verlagen.

Maar het beste is om een elektrische koeler aan te sluiten op jouw aquarium. Je kunt er kopen in de handel, maar dan moet je er wel een budget van minstens 300 euro voor over hebben. Het is ook gemakkelijk zelf te maken door een oude (kleine) diepvriezer om te bouwen. Laat daar een opgerolde (tuin) slang door stromen en sluit er een circulatie pomp op aan. Zet deze vriezer bij voorkeur in een andere ruimte zodat de

Coel overdag een of twee dunne dekens over de bovenkant van het aquarium om het aquarium te isoleren, maar leg nooit een deken over de lichten als ze aan zijn, aangezien aquariumlampen ventilatie nodig hebben.

Als je in de volledige noodmodus bent en de temperatuur van je aquarium gewoon niet naar beneden lijkt te krijgen, begin dan met het loskoppelen van de aquariumapparatuur die de meeste warmte afgeeft. Kies eerst voor apparaten met het hoogste wattage. Zorg ervoor dat golfmakers, circulatie- of luchtpompen ingeschakeld blijven in het aquarium en de opvangbak voor een goede circulatie. Onthoud dat jouw vissen nu meer watercirculatie

en zuurstofvoorziening dan ooit nodig hebben. Als de temperatuur stijgt, daalt de zuurstofverzadiging. Misschien kun je best alleen pompen met een hoog wattage uitschakelen. Voeg dan extra pompen met laag wattage, golfmakers of luchtpompen toe om het wateroppervlak zoveel mogelijk in beweging te houden, omdat daar de zuurstofuitwisseling plaats vindt.

Controleer de pH en zuurstofniveaus. Een krachtige waterstroom in het hoofdaquarium is belangrijk. Het hebben van een aangesloten refugium met macroalgen en een klein lampje kan helpen. Het doseren van waterstofperoxide in een aquarium kan het zuurstofgehalte verhogen,

maar kan riskant zijn. Maak jezelf vertrouwd met de juiste H_2O_2 -dosering en waarschuwingen voordat je waterstofperoxide in jouw aquarium gebruikt. Als al het andere faalt, kan het een handig hulpmiddel zijn in de meeste noodgevallen bij zuurstofarme situaties.

warmte die de diepvriezer onttrekt uit het water niet in dezelfde ruimte komt, dit zou dan zorgen voor verdere opwarming en dat is dweilen met de kraan open! Regel de temperatuur zodanig dat de leidingen niet kunnen bevriezen, want dan werkt dit systeem niet meer. Verhoog desnoods de doorstroomsnelheid indien dit wel zou gebeuren.

Beschik je over een nog hoger budget, overweeg dan een airconditioning in de kamer waar het aquarium staat, je zult er bij een hittegolf zelf ook deugd aan beleven. Dit is in ieder geval de beste (maar ook de duurste) oplossing.

Wacht in ieder geval niet tot het water (en de temperatuur) je tot aan de lippen staat. Zorg dat je, voor de hittegolven aankomen, voorzien bent van de noodzakelijke afkoelingsapparatuur. Jouw vissen, planten en koralen zullen je dankbaar zijn!

Bronnen:

<https://www.bbc.com/news/world-us-canada-57654133>

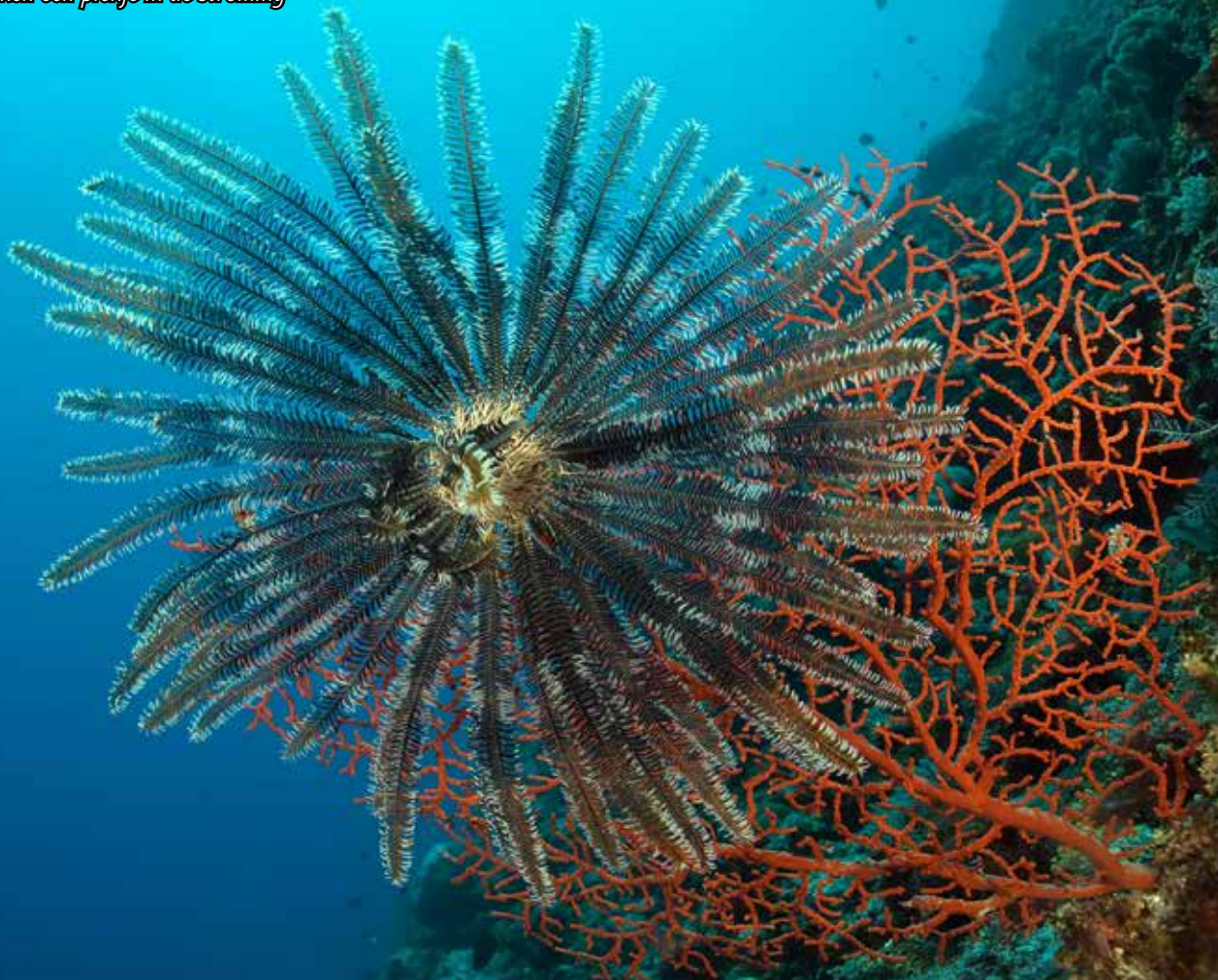
<https://www.scientias.nl/temperatuur-van-meer-dan-54-graden-celsius-gemeten-in-death-valley/>





Er is veel variatie in soorten.

Veersterren zoeken een plekje in de stroming



Veersterren, het bewogen leven van een bos veren

Door Louis Robberecht. Foto's: Marion Haarsma - www.underwaterfilm.nl

Veersterren gaan 's nachts op jacht en wandelen daarbij rond over de zeebodem. Als het moet kunnen ze zelfs een stukje zwemmen. Door de kleine zijtakjes, die afwisselend links en rechts uitspringen, doen de armen aan veren denken.

'Vogels van diverse pluimage.' 'Iemand een pluim geven.'

Deze en nog een aantal andere uitdrukkingen hebben als centraal element het woord 'pluim': een (grote) veer of verenbos. Dit woord is afkomstig van het Latijnse "pluma" (veer, dons) en "plumam" (vliegen). Veren werden vroeger als versiering op hoeden en helmen gestoken, waardoor de drager opviel en zijn belangrijkheid toenam. Op oude prenten en schilderijen zien we vaak adellijke personen trots poseren in een glimmend harnas, met op de helm een enorme pluim. Ook onder water zien we grote pluimen, maar die hebben niets te maken met veren of dons.



rode haarster Marseille. Als het donker wordt kruipen ze tevoorschijn

Uitgestorven

Veersterren zijn nauw verbonden aan de zeelelies en behoren tot de klasse CRINOIDA. Ze zijn verwant aan de stekelhuidigen (ECHINODERMATA). Dat blijkt uit de vijf eerste armleden die zich echter elk weer een aantal keren kunnen vertakken.

Zeelelies bestaan al vijfhonderd miljoen jaar en kwamen destijds in enorme aantallen voor. Ze waren het talrijkst in het Carboon met ongeveer vijfduisend soorten die inmiddels zijn uitgestorven. Nu komen nog ongeveer zeshonderd verschillende soorten zeelelies voor.

Het lichaam van de zeelelies bestaat voor het grootste deel uit kalk.



gele haarster met garnaal Sabang

Ze hebben een lange stevige steel (pedunculum), waarmee ze permanent door middel van een hechtplaat – het laatste steellid – aan het substraat zijn vastgehecht. Ze kunnen echter wel op de steel heen en weer bewegen en zo een cirkel beschrijven. In de oertijd kon de lengte van de steel vele meters bedragen. De splittingsen van de armen hebben verharde stekels (pinnula), die zijn bezet met trilharen. Deze haartjes wuiven de op de armen opgevangen voedseldeeltjes naar een groef (ambulacraalgroef) op het midden van de arm. Daar wordt het voedsel in slijm verpakt en door trilharen naar de mond gevoerd. Deze bevindt zich aan de bovenkant van het lichaam, met op een schoorsteenachtige zuil naast de mondschijf de anus. Door deze verhoogde positie kunnen de uitwerpselen niet in de mond komen.



wandelende haarster Kroatie

Van zeelelie tot veerster

Veersterren of haarsterren worden als larve geboren uit eitjes die vrij in het water zijn afgezet. Zwemmend met

hun trilharen worden de larven als plankton met de stroming meegevoerd. Tijdens deze zwemmende fase voeden de larven zich met de meegebrachte dooiervoorraad. De larven zetten zich ten slotte met een hechtschijf vast en vertonen hier voor het eerst hun vijfstralige symmetrie.

Veersterren zijn in het jeugd stadium zeelelies en zitten met hun steel vast aan het substraat. De tijdsduur van dit jeugd stadium is niet bekend en kan qua soort variëren. Aangenomen wordt dat deze zeker enkele maanden bedraagt.

In tegenstelling tot de situatie in de oertijd is het aantal soorten veensterren nu veel groter dan de zeeleliesoorten.



harthaarster Indonesië

Het basisaantal armen bij veensterren is vijf en meestal zijn het er niet meer dan tien. Er zijn echter veensterren waarbij de vertakkingen tot wel tweehonderd kunnen oplopen. Door de kleine zijtakjes, die afwisselend links en rechts uitspringen, doen de armen aan veren denken.

Als de jonge haarsterren zich van hun steel losmaken, vindt dit altijd onder het eerste steellid plaats. Het bovenste schijfje met zijn ranken (cirren) wordt meegenomen en hierop wordt de romp gebouwd. Volwassen veensterren kunnen met deze cirren, die ze kunnen krommen en waarvan het laatste lid de vorm van een haakje heeft, zich aan het substraat vasthouden.



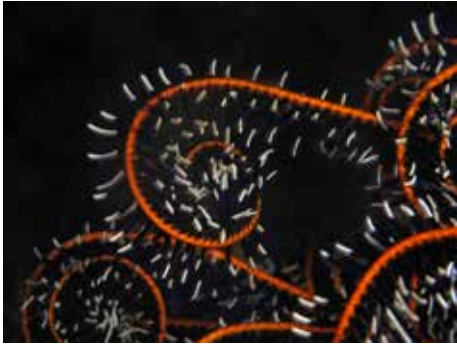
Haarster met symbiosevisje



Veersterren worden ook wel haarsterren genoemd



haarster Tubataha



haarster Palau

Een aantal soorten blijft op een voor hen gunstige plaats zitten. Andere zijn reislustiger en leggen soms flinke afstanden af. Door de armen te krommen en te strekken, waarbij ze zich met de einden van de pinnulae aan het substraat vasthouden, kunnen ze zich als het ware dansend voortbewegen. Hierbij kan wel een snelheid van veertig meter per uur worden bereikt. In een noodsituatie kunnen veersterren gedurende zeer korte tijd zelfs zwemmen. Door het maken van heftige armbewegingen verheffen zij zich van het substraat en komen ze bij elke slag wel een meter of meer vooruit. Anders dan bij de meeste andere stekelhuidigen is de mond van veersterren nooit naar het substraat gekeerd. Worden ze met de mondopening op de ondergrond gelegd, dan zullen ze zich altijd in korte tijd weer omkeren.

Op jacht

Veersterren leven van plankton en rondrijvende micro-organismen zoals kiezelwieren, dinoflagellaten, kreeftlarven, vlokreeftjes, maar ook detritus. Om al dit voedsel te bemachtigen gaan de veersterren meestal tijdens de schemering en de nachtelijke uren op jacht. Overdag houden ze zich gewoonlijk schuil in spleten, holen en onder overhangen. Als we hen overdag toch tegenkomen, hebben zij hun armen meestal opgerold. Als het donker begint te worden kruipen



haarster Sabang

ze tevoorschijn. Hierbij ontrollen ze hun armen, om zoveel mogelijk voedsel te kunnen bemachtigen. Het liefst staan ze dan op een vooruitstekende plek in de stroming. Alles wat aan eetbaars langkomt blijft kleven aan kleine stukjes slijm, die de vangarmpjes door samentrekking van spieren uit hun kliercellen stoten. Het voedsel wordt in de groeven opgevangen en door trilhaartjes naar de mond getransporteerd. Veersterren zijn dus passieve jagers en voor het verkrijgen van hun voedsel geheel afhankelijk van de stroming. Deze mag niet te sterk zijn: ze geven de voorkeur aan water dat zacht of hoogstens matig stroomt. Is de stroming te sterk dan blijft het voedsel onvoldoende kleven en in hevige stroming zouden deze kwetsbare dieren zelfs beschadigd kunnen raken. Bij veersterren is het geslacht gescheiden. Er zijn dus mannelijke



haarster Sabang

en vrouwelijke exemplaren. In het algemeen is de voortplanting het hele jaar door mogelijk. De geslachtscellen ontwikkelen zich in de pinnulae. Als deze openbarsten komen de eitjes en het sperma in het open water, waar ze zich met elkaar vermengen en de bevruchting plaatsvindt.

Parasieten

Veersterren bieden vaak onderdak aan allerlei commensalen en parasieten. Onder de eerstgenoemde bevinden zich visjes en kreeftachtigen (garnalen). Deze nemen vaak de kleur van hun gastheer aan en zijn dan haast niet te onderscheiden. Ook andere stekelhuidigen zoals de slangster worden op veersterren aangetroffen. Als commensalen doen zij hun gastheer geen kwaad, maar profiteren zij van het voedsel en de bescherming dat hij hun biedt. Het aantal commensalen op één veerster bedraagt soms enkele tientallen. Onder de parasieten bevinden

zich kreeftachtigen, maar vooral borstelwormen. Deze kunnen in de huid woekeringen veroorzaken of ze leven in het inwendige van hun gastheer. Maar de meest schadelijke parasieten zijn kleine slakjes. Deze boren zich met hun slurf een weg door de skeletplaten en eten dan de weke delen van de veerster. Dit leidt echter nooit tot de dood van het dier.

Veersterren hebben een groot regeneratievermogen. Vaak worden exemplaren waargenomen waarbij armen, cirren en zelfs de mondschijf en darmen zijn verdwenen. Omdat veersterren een zeer fragiele verschijning zijn, kunnen ze door kwetsuren en zelfs verslechterende levensomstandigheden lichaamsdelen afstoten of verliezen. Bij een intact zenuwstelsel zijn ze in staat deze afwezige lichaamsdelen te vernieuwen, zij het dat de nieuwe delen nooit zo goed worden als de oude.

Divers pluimage

Veersterren en zeelelies komen alleen in zout water voor. De meeste soorten worden in tropische kustwateren aangetroffen, maar ook in koude wateren en zelfs in de poolgebieden zijn ze te vinden. Er zijn diepzeesoorten, hoofdzakelijk zeelelies, die op een diepte van enkele kilometers zijn waargenomen. De populatiedichtheid kan op bepaalde plaatsen bijzonder groot zijn. Veersterren en zeelelies vertonen met hun vele honderden soorten een grote variatie.



haarster Musandam

De uitdrukking 'vogels van diverse pluimage' is niet alleen op hen, maar ook op ons duikers van toepassing. Onze sport kent beoefenaars met een zeer verschillende achtergrond, gewoonten en gebruiken. Zij kunnen worden ondergebracht onder één noemer: hun liefde voor de natuur onder water en de duiksport die hen in staat stelt deze te beleven en te bewonderen.



HUSTINX AQUARISTIEK



www.hustinx-aquaristiek.com



OP 1200M² VINDT U:



**TOPKWALITEIT IN
ZEEVISSEN, KORALEN
EN LAGERE DIEREN**

**ENORME KEUZE IN
TROPISCHE VISSEN,
DISCUSSEN, PLANTEN
EN L-NUMMERS**

**AQUARIUMS
VAN DE BESTE MERKEN
EN AQUARIUMS OP MAAT**

**VOEDERS EN MATERIALEN
VAN DE BESTE KWALITEIT**

**WEKELIJKSE IMPORTEN
VANUIT DE INTERESSANTSTE WERELDDELEN**

MET DESKUNDIG ADVIES



Ma. Di. 13u - 18u Do. 10u - 20u

Vr. Za. 10u - 18u

Woensdag, zondag en feestdagen gesloten



Vildersstraat 26, 3500 Hasselt

Tel. 011 / 210082