





# Schoonmaken of schoonhouden?

Tekst: Tanne Hoff, Foto's: Germain Leys, Luc Luyen



'Als ik de waterkwaliteit meet, lijkt alles in orde. Toch heb ik allerlei problemen: paarse flap, algen, bruine koralen...'. Dit soort vragen hoor je vaak. Om dit soort problemen te begrijpen is het belangrijk te snappen hoe de verschillende voedselkringlopen in elkaar zitten. In onze aquaria hebben we meerdere voedselkringlopen naast elkaar.

Een voedselkringloop is, eenvoudig gezegd, een keten van eten en gegeten worden, de keten eindigt weer bij het begin. Dit artikel is verre van volledig maar geeft hopelijk wat meer inzicht in de processen die zich in het aquarium afspeelen.

## Wat zijn nutriënten?

Nutriënten zijn voedingsstoffen. Dit is een heel ruim begrip. Ze kunnen allerlei organismen voeden. Veel organismen zijn gespecialiseerd in een bepaald soort voeding. Andere organismen pakken wat ze pakken kunnen. Er zijn zelfs organismen die kunnen leven van zwavel... Nutriënten zijn een noodzakelijk kwaad in onze aquaria.

Zonder kunnen we niet, dan zou niets kunnen leven. In de meeste gevallen zijn er te veel nutriënten aanwezig. Omdat we onze dieren voeren voegen we ook nog eens extra nutriënten toe.

Als je hier niets aan zou doen, leidt dit op korte of lange duur tot problemen.

## Hoe komen die nutriënten in onze aquaria en wat is hun functie?

De eerste vraag is eigenlijk heel eenvoudig te beantwoorden als je naar de grafiekjes in dit artikel kijkt. Je kunt je eerder afvragen hoe ze niet in onze aquaria komen. Koolstofverbindingen komen via de lucht, de kalkreactor en het voer binnen. Fosforverbindingen hoofdzakelijk via het voer. Stikstofverbindingen via het voer en uit de lucht. Het kan niet anders: wat je ook doet, er worden stoffen aan de bak toegevoegd. De tweede vraag is ook niet moeilijk te beantwoorden: de organismen (dieren, algen, bacteriën) die we in onze aquaria houden onttrekken de benodigde voedingsstoffen direct of indirect uit het water. Het is slim de invoer van voedingsstoffen gering en stabiel te houden: voldoende voeren zodat de dieren gezond blijven, maar ook geregeld voeren. De bacteriepopulatie heeft weinig reserves. Als je een tijdje niet voert sterven veel bacteriën af.

## Hoe voeden onze dieren zich?

Hoe vissen en de meeste kreeftachtigen zich voeden is bekend bij de meeste hobbyisten. Korallen hebben wat ingewikkeldere mechanismen die lang niet bij iedereen bekend zijn. Korallen hebben meerdere mogelijkheden. Hieronder de belangrijkste methodes:

- Middels producten gemaakt door de zoöxanthellen, het koraal heeft

dan voldoende aan licht en aan een aantal stoffen benodigd door de zoöxanthellen. Hiervoor hoeft behalve licht niets 'toegediend' te worden.

- Middels plankton.
- Middels 'marine snow': zwevende deeltjes die rijk zijn aan voedingsstoffen. Denk bijvoorbeeld aan een zwevend afgestorven plantaardig deeltje waarop zich bacteriën gevestigd hebben.
- Middels opgeloste organische verbindingen in het water, denk bijvoorbeeld aan aminozuren. Elk koraal heeft zijn eigen 'hoofdvoedingsbron'. Veel koralen kunnen bij gebrek aan het een zich aanpassen om hun energiebehoefte via één van de andere methodes te dekken. Dit kost tijd. De meeste koralen die wij in aquaria houden voeden zich middels de zoöxanthellen.

Handig, want dan hoef je die niet of nauwelijks bij te voeren. Soorten die voornamelijk van plankton leven, zoals *Dendronephthya*, zijn erg lastig houdbaar. Met deze kennis in je achterhoofd kun je ten eerste makkelijker 'passende' dieren uitzoeken, ten tweede de hoeveelheid ingebracht voer beperken. Zoals gesteld: de meeste koralen hoeven niet bijgevoerd te worden. Sterker nog, veel kleinpoliepige steenkoralen worden bruin als je ze bijvoert! Korstanemonen kun je een keer in de week met wat fijn diepvriesvoer bijvoeren. Zeeanemonen moeten ook af en toe gevoerd worden.

## Vorraadkast

Zoals de meeste mensen thuis een voorraadkast heb ben voor schaarse tijden, zo zijn er in de natuur ook voorraadkasten aanwezig. Veel organismen slaan energiereserves op, denk maar aan de onderhuidse vetlaag bij veel dieren of de ondergrondse knollen van sommige planten.

Als je een stap groter kijkt, namelijk naar het ecosysteem waar een organisme leeft, vind je ook voedselreserves. In het bos is bijvoorbeeld de laag afgevalen bladeren en dode takken zo'n reserve. Deze laag wordt door verschillende organismen afgebroken totdat er uit eindelijk mineralen overblijven.



Detail aquarium Luc Loyen

Deze mineralen worden dan weer door de bomen en planten opgenomen. Een koraalrif is ook een ecosysteem. Koraalriffen komen normaal gesproken voor in gebieden waar voedingsstoffen schaars zijn. Daarom hebben de organismen op de riffen zich gespecialiseerd in het zo efficiënt mogelijk vastleggen van voedingsstoffen die voorbij komen. Het web van eten en gegeten worden is zeer effectief. Net als in bossen zijn hier voorraden aanwezig die onder meer door biologische activiteit vrijgemaakt kunnen worden. De voorraden worden nog beter dan in de bossen beschermd: zouden ze zo 'voor het grijpen' liggen, zouden ze wegspoelen de onmetelijke oceaan in. De toevoer van nieuwe voedingsstoffen vindt voornamelijk plaats door het plankton. Door de grote hoeveelheid zonlicht kunnen er veel stoffen vastgelegd worden. Voedingsstoffen worden vastgelegd in dieren, planten of bacteriën. Gaan deze dood, komen de voedingsstoffen weer vrij. Grazende dieren kunnen voedingsstoffen transporteren: als een doktersvis algen op het ene rif eet en pas boven het andere rif poept, worden de voedingsstoffen verplaatst. Een andere belangrijke vorm van transport van voedingsstoffen is golflslag: stukjes alg en wier worden in stromingsarme gebieden afgebroken tot kleinere deeltjes. Deze kleinere deeltjes zweven in het water en kunnen door andere organismen opgegeten worden. Het inzetten van grazende dieren in het aquarium zorgt er voor dat de algen worden omgezet in materie die (deels) door de eiwitafschiemer gepakt kan worden. Als de dikke keutels van een doktersvis uit elkaar vallen en de deeltjes via de overloop

in de afschiemer terecht komen, worden ze definitief uit het systeem verwijderd. In de meeste pas gestarte aquaria is de voorraadkast nog leeg: nauwelijks detritus en fosfaat heeft zich nog niet aan de stenen en het zand kunnen binden. De waterwaarden in vrijwel alle pas gestarte bakken zijn dik in orde. Hoe komt het dan dat veel aquaria enkele maanden tot enkele jaren na de start ineens allerlei problemen krijgen? De reden is eigenlijk eenvoudig. Door vuilophopingen (tussen de decoratie of in een biologisch filter), een te geringe stroming of een te kleine eiwitafschiemer is een grote voorraad aan voedingsstoffen opgebouwd. Op een gegeven moment gaan door chemische en biologische activiteit een deel van de opgenomen stoffen weer in oplossing. Problemen met het nitraatgehalte, het fosfaatgehalte, algenplagen en bruine of zelfs dode koralen zijn het gevolg.

Hieronder per element een uitleg over de kringlopen en het belang voor de aquariaan.

### Fosforkringloop

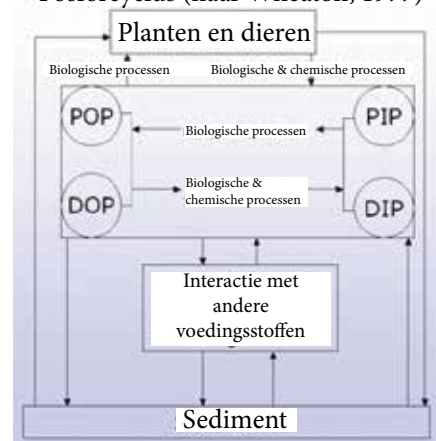
Er werd de laatste tijd herhaaldelijk gesproken over de manieren waarop men opgeloste fosfaten uit het systeem kan verwijderen. Hier ga ik in dit artikel dan ook niet op in. Er werd herhaaldelijk gesteld dat fosfaat voornamelijk in het aquarium wordt gebracht met het voer.

Nadat het voer in het aquarium is opgenomen, volgen de fosfaten alle hun eigen weg. Fosfaat kan ook in de bak komen door filterkool van slechte kwaliteit. Het is slim bij het gebruik van

een nieuwe soort filterkool enkele korrels in een testbuisje te doen, aan te vullen met osmosewater en dan een fosfaatstest uit te voeren. Kleurt het water, dan weet je genoeg: die kool niet gebruiken! Onderstaand schema verduidelijkt de fosforkringloop.

- POP = *Particulate Organic Phosphorus* = Vaste organische fosforverbindingen
- DOP = *Dissolved Organic Phosphorus* = Opgeloste organische fosforverbindingen
- PIP = *Particulate Inorganic Phosphorus* = Vaste anorganische fosforverbindingen
- DIP = *Dissolved Inorganic Phosphorus* = Opgeloste anorganische fosforverbindingen

### Fosforcyclus (naar Wheaton, 1977)



Als je bovenstaand schema bestudeert, zie je dat de wegen die fosfor in aquaria kunnen afleggen erg complex zijn. Dit biedt voor ons voordelen: er zijn namelijk veel mogelijkheden het fosfaatgehalte te verminderen. De meeste liefhebbers denken dan vooral aan het verwijderen van fosfaat uit het water, een fosfaatfilter is daarvoor een goede oplossing, je verwijdert dan 'DIP'. Naar mijn idee is zo'n filter ook zeker een goed hulpmiddel.

Als je het schema goed bestudeert, zie je dat er nog meer mogelijkheden zijn. De vaste fosforverbindingen die bijvoorbeeld gebonden zijn aan kalkhoudende oppervlakken kunnen ook eenvoudig verwijderd worden. Hiervoor is een meersporenbeleid nodig: allereerst is het zaak te zorgen dat zich sowieso weinig vaste verbindingen kunnen ophopen. Dit doe je door te zorgen dat er een goede sterke stroming staat die ervoor zorgt dat de vuildeeltjes de eiwitafschiemer kunnen bereiken.

Probeer er vooral ook voor te zorgen dat er achter en tussen de stenen en tussen het bodemmateriaal geen vuilophopingen kunnen ontstaan! Wat je ook doet, je krijgt nooit 100% van deze deeltjes te pakken. De rest zal tussen de decoratie en op andere plekken met minder stroming neerslaan. Detritus bevat verhoudingsgewijs veel PIP en POP. Zuig je de detritus weg bij het water verversen, dan zal je zien dat - zonder inzet van een fosfaatfilter - het fosfaatgehalte uiteindelijk minder ver zal stijgen dan als je dat niet zou doen. Met het fosfaatfilter en het 'stofzuigen' hebben we DIP, PIP en POP te pakken. DOP wordt voornamelijk verwijderd door de eiwitafschuimer.

Een deel van de vaste verbindingen kan, zoals je in het schema ziet, in oplossing gaan. Hierdoor ontstaat een gelijkgewicht: een deel is in het aquarium in vaste vorm aanwezig, een ander deel in opgeloste vorm. Testsetjes meten alleen de opgeloste vorm, meer specifiek enkel DIP. Je kunt dus onder bepaalde omstandigheden '0' meten terwijl er wel degelijk fosfaat aanwezig is! De wieren en algen (voor het gemak reken ik de zoöxanthellen van de lagere dieren hier ook onder) nemen de opgeloste fosfaten op uit het water en gebruiken ze voor groei. Als er niet voldoende fosfaten opgenomen worden zie je het fosfaatgehalte in het water stijgen. Dit kan komen doordat er óf te veel fosfaat ingebracht wordt, óf te weinig fosfaat verwijderd wordt. Eigenlijk komt beide op hetzelfde neer, het resultaat is ook hetzelfde: er is een overschot aan een voedingsstof. In dit soort gevallen zullen vrijwel altijd algen de overhand krijgen. Doordat de reeds gebonden fosfaten geleidelijk in oplossing gaan en de hoeveelheid algen is ingesteld op deze afgifte, is het mogelijk dat de liefhebber met z'n testsetje geen fosfaten kan aantonen. De algen nemen de fosfaten (en nog een aantal andere stoffen) op en groeien ervan. In dit geval zijn opname en afgifte in een uitstekend evenwicht. Helaas voor de liefhebber is dit meestal niet het gewenste evenwicht.

Een bak met een groene wuivende mat draadalgen is vaak ook in evenwicht, maar niet het evenwicht dat je in

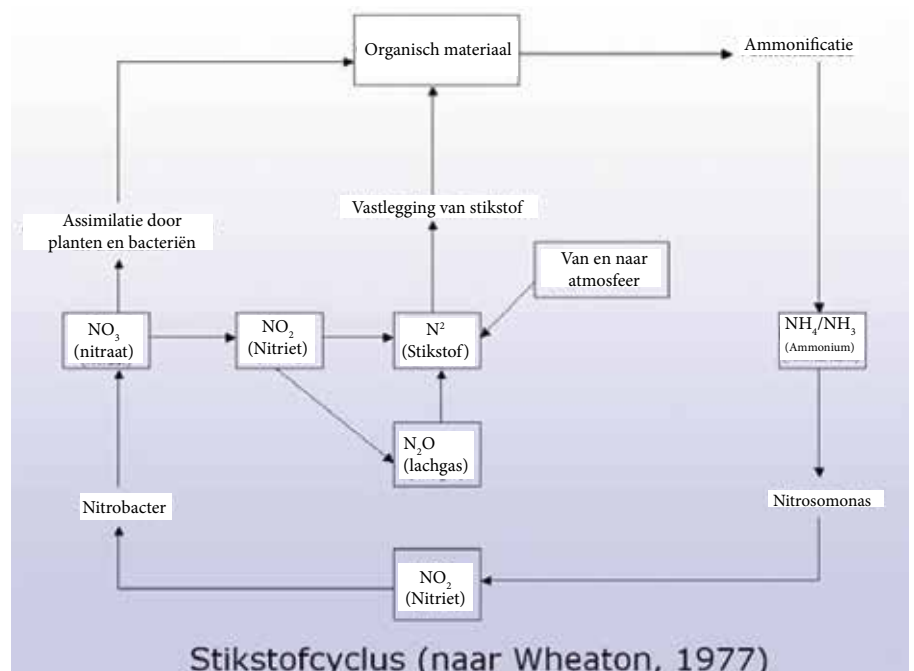
gedachten had toen je de bak startte! Het is dan zaak te sleutelen aan het gelijkgewicht: Ophopingen van detritus tussen de decoratie en grote hoeveelheden alg moeten verwijderd worden. De inzet van een fosfaatfilter is ook zinnig. Ook is het zaak de stroming en de afschuim-capaciteit onder de loop te nemen. Licht is ook belangrijk: de hoeveelheid én het spectrum moeten afgestemd zijn op de koralen die je wil houden. Veel algen en wieren nemen genoeg met wat 'warmer' licht. Koralen doen het dan niet goed, de algen en wieren hebben dan alle gelegenheid zich te vermeerderen. De hoeveelheid ingebracht fosfaat (voer, ofwel 'Planten en dieren' in het schema) moet uiteraard ook onder de loop genomen worden. Een fosfaatgehalte van 0,00 tot 0,03 mg/L is een mooie waarde. Het natuurlijk gehalte ligt overigens rond 0,003 mg/L!

### Stikstofkringloop

Over nitraat wordt door aquariumliefhebbers veel gesproken. Logisch, het is naast fosfaat in de meeste aquaria het belangrijkste eindproduct van de afbraak van organisch materiaal. Hieronder een schema van de stikstofkringloop: In het schema zie je dat organisch materiaal (voornamelijk uitwerpselen, plantaardig weefsel of resten daarvan) via enkele tussenstappen

afgebroken kan worden tot nitraat, wat opgenomen kan worden door bacteriën en planten.

Al deze processen kosten aardig wat zuurstof. Ook kan nitraat worden omgezet tot stikstof. Deze stikstof wordt dan weer afgegeven aan de atmosfeer. Tot hier is het verhaal redelijk overzichtelijk. Vervelend is echter dat de natuur ons te slim af is: er zijn meer wegen die naar Rome leiden. Paarse flap bij voorbeeld is een geweldige bron van ellende voor veel aquariumliefhebbers. Paarse flap wordt ook wel 'smeeralg' genoemd. Deze benaming is eigenlijk fout: het is geen alg, maar een cyanobacterie. En laat deze bacterie nou een heel vervelend trucje hebben: hij kan elementair stikstof (N<sub>2</sub>) uit de lucht opnemen. In onze aquaria is dit ruimschoots aanwezig, net als in de natuur. Samen met wat fosforverbindingen is dan de basis gelegd voor een mooie smeeralgen-plaag. Echte algen en wieren (en zoöxanthellen) kunnen geen elementair stikstof opnemen, zij moeten het doen met nitraten en ammonium. Als er dus in vergelijking met de hoeveelheid fosfaat te weinig stikstofverbindingen aanwezig zijn, riskeer je een plaag cyanobacteriën. Het is uiteraard mogelijk dat flap samen met alg tegelijk voorkomt: de algen benutten de aanwezige stikstofverbindingen, de flap het elementaire stikstof. Fosfaten delen ze. Flap die dood gaat, geeft opgelost organisch stikstof (DON, Dissolved Organic Nitrogen) af aan het water.



*Nitrosomonas zijn de bacteriën die ammonium omzetten naar nitriet. Nitrobacter zijn de bacteriën die nitriet omzet ten naar nitraat. Ammonificatie: het omzetten van organisch materiaal naar ammonium en een aantal bijproducten*



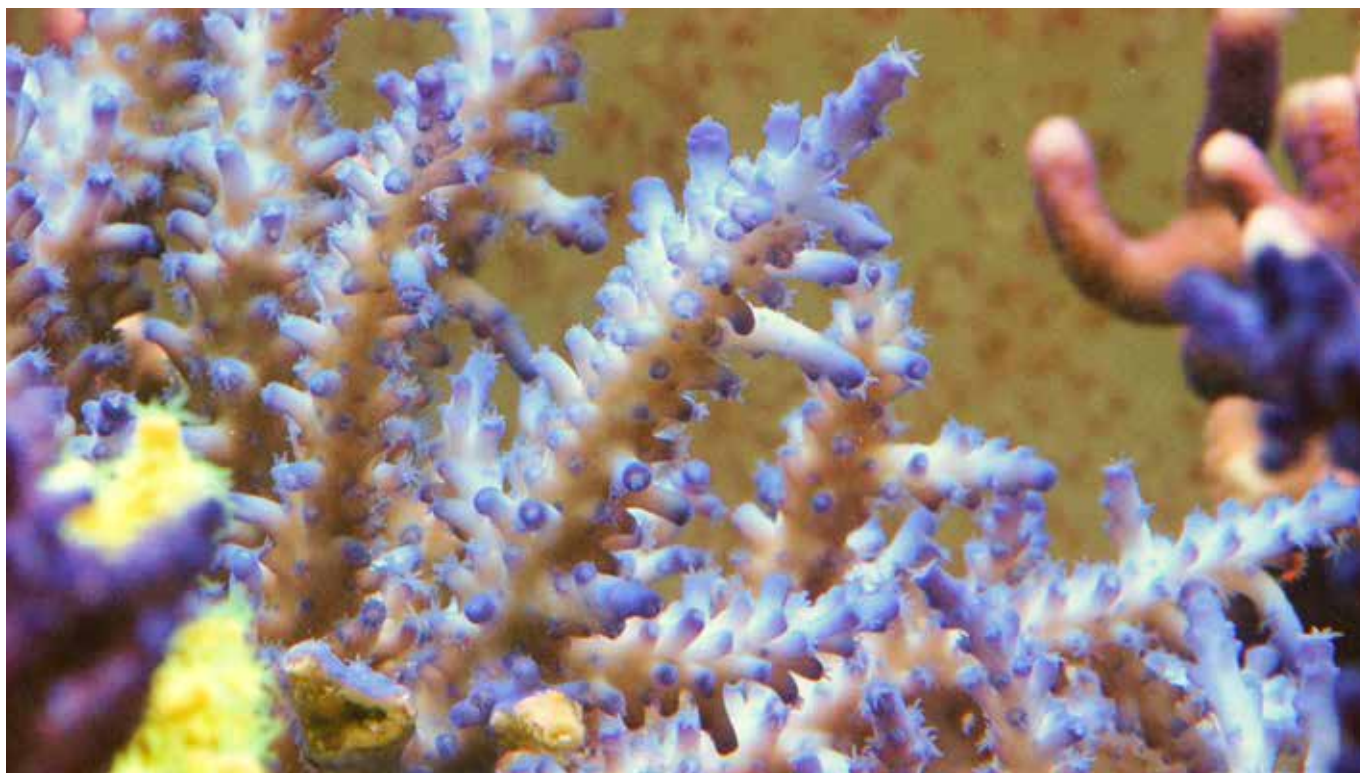


*Foto Luc Loyen*



*Foto Germain Leys*





*Acropora carduus* Foto Luc Loyen

Deze DON wordt dan opgenomen in de stikstofcyclus waardoor een eventuele algenplaag zelfs kan verergeren. Op de riffen, waar stikstofverbindingen schaars zijn, zijn cyanobacteriën zeer welkom: zij leggen elementair stikstof vast wat uiteindelijk via veel omwegen ten goede komt aan de hele rifgemeenschap. In aquaria is het zaak te proberen overtollig organisch materiaal (detritus!) te vermijden. Stroming, de afschuimer en het stofzuigen kunnen hier goede diensten bewijzen. Op deze manier zorg je ervoor dat de hele stikstofkringloop minder sterk aanwezig is: wat afgeschuimd wordt, hoeft ook niet meer afgebroken te worden. Verder is het alweer zaak consumptie en productie in evenwicht te brengen. Productie wordt voornamelijk door vissen gedaan: visvoer is een belangrijke stikstofbron. Ook leidingwater bevat vaak nitraat, een goed osmoseapparaat verwijdert dit. Consumptie vindt plaats via algen en wieren, maar dus ook via koralen met zoöxanthellen. Een aquarium waarin veel gezonde snelgroeiende koralen staan kan meestal een wat grotere belasting hebben dan een vrijwel kale bak. In het levend steen vinden verschillende bacteriële processen plaats. De afbraak van ammonium naar nitriet naar nitraat is de bekendste. Nitraat kan zoals je ziet in het schema ook afgebroken worden naar elementair stikstof, dat dan via gasuitwisseling (wateroppervlakte, eiwitafschuimer) uitgeblazen kan worden

naar de omringende lucht. Nitraat wordt door enkele aquarianen ook gebruikt als 'meststof' voor de zoöxanthellen. Doordat de zoöxanthellen zich sneller kunnen ontwikkelen stimuleren ze zo de groei van het koraal. Het kunstmatig toedienen van nitraat (meestal als calciumnitraat) heeft enkel zin wanneer stikstof (nitraat dus) de beperkende factor is en de andere stoffen, waaronder fosfaat, 'KH' en calcium in de juiste hoeveelheden aanwezig zijn. Uiteraard moeten ook de andere omgevingsfactoren kloppen. Er zijn maar weinig aquaria waarin bemesting met behulp van nitraat zinvol is. Dit zijn altijd aquaria die al langer draaien, stampvol staan met gezonde koralen en waarin algen nauwelijks of niet aanwezig zijn. Ook dan moet het met beleid toegepast worden. Een verhoging van 1 á 2 mg/L is meer dan voldoende.

De omzetting van nitraat naar stikstof vindt in onze aquaria in vergelijk minder sterk plaats dan de productie van ammonium en nitraat. Reden hiervoor is dat de bacteriën die nitraat omzetten naar elementair stikstof voornamelijk leven in zuurstofloze omstandigheden. Daarbij is het zo dat deze bacteriën een voedingsbron nodig hebben. Deze voedingsbron is in de meeste gevallen een koolstofverbinding. Alcohol is veel gebruikt. Een dagelijkse kleine toevoeging (zeg 1 ml per 300 L aquariumwater) van pure jenever of wodka kan de ontwikkeling

van deze bacteriën versnellen. Hierdoor wordt de afbraak van nitraat versterkt. Dit is niet zonder risico: ook veel andere bacteriën profiteren van dit extra voedsel. Een sterke daling van het zuurstofgehalte kan het gevolg zijn. Vissen, koralen en andere lagere dieren kunnen – net als de aanwezige bacteriën - stikken waardoor het hele systeem ten gronde kan gaan. Ga hier dus niet lichtzinnig mee om! Voor normale aquaria is een nitraatgehalte van '0' een goede streefwaarde. Hiermee bedoel ik dat er wel wát nitraat aanwezig is, maar zó weinig dat een normaal testsetje het niet kan aantonen. Een nitraatgehalte hoger dan 5 mg/l of een oplopend nitraatgehalte wijst op een onbalans. Alweer: teveel inbreng, te weinig consumptie. Het goed schoonhouden van het aquarium is de eerste prioriteit. Ook als je een snelfilter of een gafzak niet dagelijks reinigt gaat die biologisch werken. Als je het schema van de stikstofkringloop goed bekijkt, snap je dat een biologisch werkend filter eigenlijk enkel een nitraatfabriek is: nitraat-afbraak vindt nauwelijks plaats in zo'n filter. Organisch materiaal – voor zover zich dat als deeltjes of als opgeloste stof in het water bevindt - kan beter door de eiwitafschuimer verwijderd worden. Zo vindt deze zuurstofverslindende afbraak met al z'n vervelende bijproducten ook minder plaats. Ontwikkeling van algen blijft op deze manier ook beperkt. Een andere optie is een zwavelfilter. Hierop wil ik in dit artikel niet diep in gaan.





*Acropora carduus* Foto Luc Loyen



*Acropora granulosa* Foto Luc Loyen

Zwavelfilters kunnen het nitraatgehalte uitstekend verminderen. Probleem is dat de nadelen groter zijn dan de voordelen. Het is zonder veel moeite mogelijk een hele bak te verzieken met zo'n filter. Dit geldt overigens ook voor het ouderwetse DNF-filter. Een iets verkeerdt afgestelde doorstroming kan al fataal zijn! Het verwijderen van nitraten met behulp van een algen- of wierenfilter is ook mogelijk. Zelf heb ik hier jaren geleden een aardige tijd mee geëxperimenteerd. Bijkomend voordeel van zo'n filter is dat als je het filter 's nachts belicht in plaats van overdag, dit een positieve invloed heeft op de stabiliteit van de pH in het aquarium. Naar mijn idee is dat eigenlijk de enige echt duidelijk merkbare positieve invloed van zo'n filter op de meeste systemen. De opname van voedingsstoffen is vrij gering. Daarbij reageren de koralen niet goed op de door de wieren geproduceerde bijproducten. Voor een aquarium waarin nauwelijks of geen koralen gehouden worden is een wierenfilter beslist een uitkomst. Voor een aquarium waarin wél veel koralen gehouden worden zie ik in de meeste gevallen het nut er niet van. Eigenlijk ken ik nauwelijks succesvolle aquaria waarop ook een wierenfilter draait. Op gezonde koraalriffen komen ook nauwelijks tot geen zeewieren voor.

### Koolstofkringloop

Koolstof is het element dat in alle organische moleculen voorkomt. Koraalriffen worden voornamelijk gevormd door calciumcarbonaat. Koolstof is één van de bouwstenen van calciumcarbonaat. Daarnaast vormt koolstof het 'skelet' van koolhydraten, eiwitten en vetten. Kooldioxide wordt uit de atmosfeer opgenomen in het zeewater. Samen met de aanwezige waterstof en zuurstof vormt het waterstofcarbonaat ( $\text{HCO}_3^-$ ) en carbonaat ( $\text{CO}_3^{2-}$ ) en koolzuur ( $\text{H}_2\text{CO}_3$ ). Waterstofcarbonaat en carbonaat kennen wij als 'KH'. Ook organische koolstof verbindingen komen in het water voor. Deze worden gevormd door fotosynthese in algen, wieren en zoöxanthellen. Zij nemen de carbonaten en eventueel vrij kooldioxide op en maken er energierijke verbindingen van: koolhydraten, eiwitten en vetten. Restanten van algen vormen deel van het detritus. Dit deel van het detritus vormt een voedingsbron voor verschillende kreeftachtigen, wormen en andere organismen. Zij geven op hun beurt kooldioxide af aan het water, net als de bacteriën, koralen en vissen dat doen. 's

Nachts geven de algen en wieren (én de zoöxanthellen!) ook kooldioxide af aan het water. 's Nachts is de productie hiervan gewoonlijk groter dan de opname. Als je kooldioxide in water oplost, daalt de pH van het water. Dit kun je ook meten: 's nachts is de pH in vrijwel alle aquaria lager dan overdag. Dit verklaart ook waarom sommige aquaria continue een te lage pH hebben: een grote hoeveelheid opgehoopt detritus produceert zo veel zuren (koolzuur maar ook andere zuren) dat de pH consequent laag blijft.

Niet alle overblijfselen van plantaardig materiaal zijn even gemakkelijk afbreekbaar, sommige restanten, bepaalde fenolen, kleuren het water geel. Het beperken van de algengroei zorgt er dus voor dat er minder ophoping van deze fenolen plaatsvindt. Algengroei beperk je dus door het aquarium zo goed mogelijk schoon te houden en biologische afbraak voor te zijn door een krachtige afschuimer in te zetten. Afgezien van het feit dat de gele kleur optisch niet fraai is, verandert door de gele kleur van het water ook het spectrum van het licht dat de koralen bereikt. Dit is niet bevorderlijk voor de gezondheid van deze dieren. De andere - kleurloze - restanten zijn bij mijn weten niet onderzocht op schadelijkheid, maar naar mijn idee is het slim het zekere voor het onzekere te nemen: je kunt deze stoffen eenvoudig verwijderen met behulp van actieve kool. Je kunt de gele kleur ook met ozon verwijderen: ozon 'hakt' dan de kleurstoffen in kleinere - andere - moleculen die niet kleuren. Een deel van de gevormde stoffen is helaas nog schadelijker dan de gele kleur zelf. Ozon kan een nuttig hulpmiddel zijn, maar dus niet om de gele kleur te verwijderen. Grotere koolstofverbindingen kunnen door de eiwitafschuimer verwijderd worden. Verder is water verversen altijd zinnig om de hoeveelheid vervelende - maar met onze testsetjes niet aantoonbare - stoffen te verwijderen.

De hoeveelheid vastgelegde koolstof per vierkante meter is een maat voor de hoeveelheid fotosynthese die ergens plaatsvindt. Dit kun je bijvoorbeeld meten op riffen, grasvelden of in bossen. Uit onderzoek is gebleken dat als de hoeveelheden fosfaat en nitraat in het water verhoogd worden, de hoeveelheid vastgelegde koolstof stijgt. Tuinders en zoetwater-aquarianen maken al tijden lang van dit fenomeen gebruik: als je meer bemest, groeien de planten harder. In zoetwater-aquaria wordt om die

reden naast mineralen vaak koolzuur toegevoerd. Uit onderzoek is gebleken dat op koraalriffen de hoeveelheid vastgelegd calcium daalt wanneer de hoeveelheden fosfaat en nitraat verhoogd worden. Er wordt door wetenschappers zelfs letterlijk gesteld dat fosfaat de calcificatie (het vastleggen van kalk) vergiftigt. Voor zee aquarianen betekent dat dat de hoeveelheden nitraat en vooral fosfaat niet te hoog mogen zijn als je een snelle groei van steenkoralen, kalkalgen en doopvontschelpen wil hebben. Koralen maken slijm aan, zoals de meeste liefhebbers weten. Dit slijm bevat ook een aanzienlijk aandeel koolstof. Dit slijm wordt - net als plantaardige resten - opgenomen door verschillende bacteriën en micro-organismen. Het is de meeste liefhebbers bekend dat dit slijm door veel koralen als afweer gebruikt wordt, onder andere tegen ruimteconcurrenten. Er bestaan daarnaast vermoedens dat het koraal het slijm, compleet met de organismen die op en in het slijm leven, ook weer kan opnemen en kan gebruiken als voedingsbron.

### Andere factoren

Fosfor, stikstof en koolstof zijn drie belangrijke elementen die de ontwikkeling van het aquarium mede bepalen. Bij een teveel (vooral van fosfor en stikstof) heb je een te 'rijk' aquarium waarin vooral algen zullen groeien. Een te weinig is praktisch onmogelijk, maar er bestaan uitzonderingen op de regel: de al eerder genoemde aquaria die zeer dicht met koralen zijn bezet en waarbij ook de andere factoren (licht, stroming et cetera) zeer dik in orde zijn. Afgezien van de in dit artikel voornamelijk besproken elementen zijn er nog meer factoren die het slagen van het aquarium bepalen. Silicaten, zwavelverbindingen maar ook stoffen als ijzer, mangaan, strontium, jodium, molybdeen en nog enkele meer hebben grote invloed op de ontwikkeling van algen en koralen. Wat dat betreft is het dus zinnig spaarzaam om te gaan met sporenelementen uit een flesje of potje. Ga niet aan de hand van dit artikel impulsief 'sleutelen' aan de bak. Denk er goed over en overleg met medeliefhebbers, bijvoorbeeld op het forum. In onze hobby is geduld zeer belangrijk. Goede veranderingen vinden meestal zeer langzaam plaats, slechte veranderingen kunnen binnen enkele uren gebeurd zijn.

