

Waterparameters in het rifaquarium deel 2

door Rien van Zwienen

Het voorbije jaar verschenen er een aantal interessante artikelen op de internetsite www.reefkeeping.com. Ze zijn van Ronald L. Shimek Ph.D., een bekend auteur in aquariumtijdschriften en op het internet in de USA.

Deze artikelen wekten mijn interesse en hoewel ze vrij technisch zijn (veel scheikunde en uitgebreide tabellen) wil ik trachten hier een korte samenvatting te geven waarin de toon van de artikelenreeks tot uiting komt.

Artikel Feb 2002: It's (in) the water.

Maart 2002 :It's still in the water

April 2002: What we put in the water

Aug 2002: Our own Personal experiments in the in the effects of Trace element

Toxicity.

Dec 2002: Down the drain, Export from reef aquaria.

Wij allen hebben ons rifaquarium opgestart met de bedoeling een zo gezond mogelijk milieu te creëren voor onze dieren. Bijgevolg wensen wij de best beschikbare materialen te gebruiken en te voorkomen dat er bronnen van vervuiling in onze bakken komen. In de hobby is er veel volkswijsheid van wat mag en niet mag. Het staat vast dat je zuiver water moet gebruiken, goede zoutsmenstellingen oplossen, en verontreiniging moet vermijden. Zonder enige twijfel is dit alles waar. Maar een aantal zaken worden opzettelijk of niet opzettelijk aangeraden, met soms desastreuze gevolgen.

Ieder aquariaan die al een paar jaar bezig is heeft waarschijnlijk al een ramp tegengekomen, te wijten aan een of ander vorm van pollutie. Bijgevolg besteden wij veel aandacht aan het vermijden van zulke tegenslagen. Zelfs bij de beste verzorging en intenties vinden er een aantal onverklaarbare dingen plaats of treden er verliezen op bij onze dieren. Het gebeurt dat dieren die het al jaren goed doen, plots wegwijnen, zonder ogenschijnlijke reden. Het gebeurt dat er soms een totale neergang is in de zogenaamde "oudere bakken".

Deze fenomenen doen zich niet alleen voor in oudere bakken. Vele verliezen van pas aangeschafte die-

ren vallen waarschijnlijk ook in deze categorie. De dieren hebben wel sterk geleden onder het transport en onder de behandeling bij het importeren. Ze kunnen er ernstige beschadigingen aan overhouden. Vele dieren komen echter in goede toestand toe. Niet tegenstaande dat verzieken regelmatig sommige van deze dieren al na enige weken. Dikwijls gebeurt dit nog veel vlugger in de huisaquaria zelf. De auteur vermoedt dat de oorzaak hiervan verborgen ligt in het aquarium zelf. Hij stelt dat de hoofdoorzaak van vele, zoniet alle onverklaarbare verliezen te wijten is aan een vergiftiging door zware metalen. Hij is van mening dat er aanwijzingen zijn van extreem hoge concentraties van sommige sporenelementen in ons aquariumwater. Hij wil trachten door een studie de eventuele oorzaak hiervan te ontdekken.

Ook wij hebben in de club al dikwijls gesproken over de samenstelling van het water in onze bakken en het al of niet toevoegen van sporenelemen-

TABLE IV
Trace Elements (micromoles per kilogram)

	Lithium	Molybdenum	Barium	Vanadium	Nickel	Chromium	Aluminum	Copper
Seawater	20	0.1	0.04	0.04	0.004	0.003	0.002	0.001
Instant Ocean	54	1.8	0.085	3.9	1.7	7.5	240	1.8
Tropic Marin	39	2.5	0.32	3.8	1.7	7.6	250	1.9
HW Marine Mix	36	3.3	0.71	3.4	2.3	8.3	250	3.0
Reef Crystals	62	2.4	0.27	3.5	3.1	8.8	250	2.4
Red Sea Salt	44	2.8	0.70	3.4	1.9	8.3	240	2.3
Kent	62	2.8	0.39	3.7	1.9	8.9	290	2.6
Coralife	1793	2.7	0.37	3.8	2.2	9.7	270	2.8
SeaChem	117	2.6	0.89	2.9	1.7	7.7	270	2.4
	Zinc	Manganese	Iron	Cadmium	Lead	Cobalt	Silver	Titanium
Seawater	0.001	0.0004	0.0001	0.0001	0.00006	0.00005	0.00001	0.00001
Instant Ocean	0.50	1.2	0.24	0.24	2.1	1.3	3.3	0.67
Tropic Marin	0.55	0.7	0.24	0.24	2.3	1.3	3.7	0.62
HW Marine Mix	0.75	1.2	0.34	0.34	3.2	1.8	3.4	0.73
Reef Crystals	0.60	1.0	0.27	0.27	2.6	1.6	4.3	0.79
Red Sea Salt	0.60	1.6	0.27	0.27	2.7	1.5	3.7	0.83
Kent	0.60	1.4	0.27	0.30	2.6	1.6	4.0	1.04
Coralife	0.90	0.9	0.30	0.30	2.9	1.7	3.8	0.97
SeaChem	0	1.7	7.7	0.26	2.3	1.4	3.9	0.85

ten. Omdat het voor ons haast onmogelijk is een degelijke analyse te laten uitvoeren op ons zeewater (welk labo, welke kosten?) weten wij niet wat er in de werkelijkheid in onze bakken gebeurt.

Daarom zal ik proberen een korte samenvatting van zijn artikelen te maken, zonder de te ingewikkelde formules en berekeningen weer te geven. Je kunt ze altijd bekijken op het internet.

1. "It's (in) the water":

Eén van de minst gekende items voor een zeeaquariaan is de kennis van de watersamenstelling van zijn bak. Omdat rifaquaria maar een kleine afspiegeling zijn van de natuurlijke systemen, kunnen, door de geringe afmetingen van de bakken, kleine chemische wijzigingen een nadelige impact hebben op de aanwezige dieren.

De samenstelling van natuurlijk zeewater dient als vergelijkingsnorm voor ons aquariumwater. Hiervoor wordt de samenstelling Noordzeewater genomen en niet van het water op een rif. Aangenomen wordt dat de samenstelling van zeewater altijd overal constant is. Als we de oceanen in zijn geheel beschouwen kan dit zo zijn. In de nabijheid echter van een rif kunnen er belangrijke wijzigingen in de samenstelling plaatsvinden. Hierover zijn er echter weinig data bekend.

Vele aquarianen zijn van mening dat er weinig fout kan gaan in hun bak als men tracht deze natuurlijke waarden te benaderen. We veronderstellen dat organismen hoe dan ook elementen verbruiken en vele van deze chemische elementen wijzigen. Gedeeltelijk is dit zo, maar voor de meeste elementen gaat dit niet op. Organismen zijn dynamisch, en terwijl sommige elementen tijdelijk opgenomen worden, kunnen ze toch ter beschikking blijven dank zij de stofwisselingsprocessen die zich in het aquarium voordoen. Dit geldt niet voor een element zoals Calcium, dat ingekapseld wordt in een vaste structuur en zodoende niet meer beschikbaar is. Een andere belangrijke variabele gegeven in ons systeem is de export van chemische elementen door onze filters of door het verwijderen van organismen uit de bak. De ene filtermethode verwijdert al meer als de andere. Specifieke gegevens over de hoeveelheid export ontbreken.

Indien we altijd natuurlijk zeewater zouden kunnen gebruiken dan zou het relatief eenvoudig zijn om de waterveranderingen op te volgen. Maar meestal zijn we verplicht gebruik te maken van kunstmatige zeezouten in combinatie met een bepaald type van aanmaakwater. Hun samenstelling verschilt in belangrijke mate van die van het natuurlijk zeewater. (zie Atkinson and Bingman, 1999:AFM-online)

(Aquarium Frontiers Magazine)

Als voorbeeld geef ik hier deze tabel met het gehalte van een aantal sporenelementen: (Table IV)

Op te merken is dat we voortdurend maar in niet onbelangrijke mate de chemische samenstelling van onze bakken veranderen door het toedienen van voedsel en allerhande additieven.

De auteur is reeds een tweetal jaren bezig geweest met te kijken naar de chemische samenstelling van het water in een rifaquarium. Verder maakte hij een studie naar de chemische samenstelling van een 15-tal populaire voedselbronnen en additieven. Deze gegevens hiervan kun je vinden op: AFM-online. Door deze gegevens te gebruiken meent hij dat we redelijk goed kunnen bepalen wat er nu eigenlijk in onze bakken zit.

Deze studie is een poging om de chemische samenstelling van een gemiddelde rifbak te bepalen. Om dit te kunnen, vroeg hij een aantal vrijwilligers, dat bereid waren om tegen betaling, hun aquariumwater te laten ontleden. 18 personen reageerden positief en dit stelde hem in staat om 23 verschillende bakken en 1 staal van kunstmatig zeewater te laten ontleden. De analyse van de stalen gebeurde bij een commercieel analyselabo uit de omgeving van Seattle:

AM TEST LABORATORIES INC.

Er werd gekozen voor één bepaalde analysemethode. Een andere analysemethode zou eventueel afwijkende cijfers kunnen geven. De hier aangevonden methode is echter voldoende nauwkeurig. Ze wordt dikwijls toegepast bij analyses voor het leefmilieu en bovendien is ze relatief goedkoop (<200 \$ per staal). Maar zoals bij iedere methode zijn er nadelen. Ook bij deze methode. Het nadeel van deze methode is een moeilijke beoordeling van de elementen met de detectielimiet van de testen die boven deze is van de gehalten zoals gevonden in natuurlijk zeewater zijn. Hoewel de stalen geanalyseerd werden op Beryllium, Chroom, Cadmium, IJzer, Lood, Mangaan, Kwik, Selenium, Zilver en Yttrium, werd geen enkel van deze metalen gedetecteerd in de stalen. De meeste van deze metalen zijn toxisch, maar worden normaal in zeer lage concentraties gevonden en zijn waarschijnlijk niet belangrijk voor de aquariaan. IJzer en Mangaan echter zijn biologisch actief en belangrijk voor vele organismen en het zou wenselijk geweest zijn om een idee van hun concentratie te hebben.

In de volgende tabel vind je hiervan een samenvatting:

Conclusie:

Het is verwonderlijk dat er zoveel verschillen te vinden zijn in deze 23 ribbakken. Enkele van deze bakken vertonen problemen, alhoewel ze allemaal een grote diversiteit aan dieren bezitten.

De enige gelijkenis tussen het water van de bakken en het natuurlijk WW zeewater is dat ze beide nat zijn, en dat ze beide ongeveer 3.5 % (of 35%) zout per gewicht bevatten. Het is echt moeilijk om andere overeenkomsten te vinden. Uit de proportionele datagegevens zien we dat, terwijl er een aantal elementen in deze bakken vrij dicht aan-

leunen bij deze van het natuurlijk zeewater, er andere elementen afwezig zijn zoals bvb. Beryllium, er een aantal in geringe mate te vinden zijn zoals Aluminium, en er andere aanwezig zijn in sterk hogere concentraties, zoals Antimoon, Titanium en Jodium. Terwijl er voor vele elementen tamelijk gelijke waarden gevonden zijn, variëren er andere sterk. Lithium bvb. varieert met een factor 500 tussen de hoogste en de laagste concentratie.

Niettemin staande dat vertoont het aquariumwater van de onderzochte bakken in menig opzicht enige gelijkenis. De studie wijst uit dat op enkele uitzon-

dering na, de meeste onderzochte waterstalen tot een groep behoren met een proportionele overeenkomst van ongeveer 85 tot 90%. Waarschijnlijk is dit het gevolg van het veelvuldig gebruik van Instant Ocean voor de aanmaak van het water.

Zoals reeds gezegd streven de meeste aquarianen er naar dat de samenstelling van het water van hun bakken in de mate van het mogelijke dat van het natuurlijk zeewater benaderd. Ze doen dat echter zonder enige meting uit te voeren voor van de meeste van de chemicaliën, en zonder de dynamische natuur van de concentraties van deze chemicaliën in een semi-gesloten systeem als het aquarium te kennen. Een andere struikelblok is het gebruik van kunstmatig zeezout vermits de samenstelling ervan ver afwijkt van deze van het natuurlijk zeewater. Bij aquarianen die wel natuurlijk zeewater gebruiken vinden we echter ook een watersamenstelling die ver afwijkt van dit natuurlijk zeewater.

Vragen naar hoe deze afwijkingen ontstaan en de bespreking van invloed van ervan zullen hierna besproken worden.

Voor het ogenblik is het wel duidelijk dat veel van het gepekerd over een aantal chemische elementen en waarden gewoonweg niet nodig is. Het is gebleken dat onze dieren een vermogen bezitten om deze afwijkingen zelf te corrigeren.

Table 2. Average values of Natural Sea Water and Tank Study Values Compared to Detection Limits. These data are in descending order with the element found in the highest relative concentration in the tank listed first. All values are in parts per million (? mg/kg). Blank cells indicate that the data are not available. Values that are "0.000000" do not indicate a value of zero, but rather indicate the actual value is less than 1 part per trillion (the average concentration is less than 10⁻¹²). The variance measures in the average tank data are the sample standard deviations. Arsenic has no variance measure in the study as it was only found in one tank.

Element	Natural Sea Water			Test Detection Limits	Average Tank Values ± Variance (Mean ± Std)	Value as a Proportion of NSW Average	
	Average	Low	High			Average Tank	Detection Limit
Tin	0.000000	0.000000	0.000001	0.005	0.095 ± 0.01	200725	10531
Thallium	0.000012			0.01	0.015 ± 0.005	1250	815
Titanium	0.000010	0.000000	0.000014	0.001	0.007 ± 0.001	735	104
Aluminium	0.000270	0.000000	0.001080	0.01	0.173 ± 0.070	640	37
Zinc	0.000392	0.000000	0.000589	0.001	0.212 ± 0.021	540	255
Cobalt	0.000001	0.000001	0.000006	0.001	0.0002 ± 0.0001	154.5	848.9
Antimony	0.000146			0.01	0.018 ± 0.007	125.5	68.47
Copper	0.000254	0.000032	0.000381	0.001	0.024 ± 0.005	96.03	3.93
Nickel	0.000470	0.000117	0.000704	0.005	0.024 ± 0.005	51.11	10.65
Arsenic	0.001723	0.001124	0.001873	0.01	0.020	11.81	5.80
Iodine	0.050760	0.025380	0.063450	0.01	0.447 ± 0.518	8.80	0.197
Phosphorus	0.071300	0.003100	0.108500	0.01	0.328 ± 0.745	4.60	0.140
Lithium	0.172500			0.005	0.686 ± 1.462	3.86	0.029
Molybdenum	0.009590	0.008823	0.010070	0.005	0.016 ± 0.017	1.94	0.521
Barium	0.013740	0.004397	0.020610	0.0005	0.015 ± 0.008	1.10	0.036
Potassium	380			0.1	405.2 ± 61.1	1.07	0.00028
Magnesium	1272			0.05	1326 ± 138.9	1.04	0.00039
Sodium	10561			0.05	10850 ± 1246	1.03	0.00005
Calcium	400			0.05	400.4 ± 85.1	1.00	0.00013
Sulfur	884			0.05	789.6 ± 68.9	0.89	0.00057
Boron	4.60			0.05	3.935 ± 1.42	0.86	0.011
Strontium	13			0.0005	6.786 ± 1.89	0.52	0.000038
Silicon	2.810000	0.028100	5.620000	0.05	1.270 ± 1.30	0.45	0.018
Vanadium	0.001527	0.001018	0.001782	0.005	0.00002 ± 0.0000	0.01	3.27
Chromium	0.000208	0.000104	0.000260	0.001	Not Detected		4.81
Cadmium	0.000079	0.000000	0.000124	0.0005	Not Detected		6.35
Manganese	0.000027	0.000011	0.000165	0.0005	Not Detected		18.21
Yttrium	0.000022	0.000007	0.000027	0.0005	Not Detected		22.60
Iron	0.000056	0.000006	0.000140	0.005	Not Detected		89.81
Beryllium	0.000000	0.000000	0.000000	0.0005	Not Detected		2777.8
Silver	0.000003	0.000000	0.000005	0.01	Not Detected		3710.6
Lead	0.000002	0.000001	0.000006	0.01	Not Detected		4626.3
Mercury	0.000000	0.000000	0.000002	0.01	Not Detected		24925.2

In dit eerst deel werd er vooral gekeken naar de samenstelling van een gemiddeld aquarium, afgeleid uit analyse van de 23 bakken. Verborgen in deze gemiddelde waarden zijn er tendensen te vinden van data met wederzijdse verbanden. Deze tendens wordt duidelijk wanneer we deze data onderzoeken. Het stelt ons in staat gelijkaardige veranderingspatronen die zich voordoen door alle stalen heen op te sporen. Als twee factoren bvb. een sterk verband vertonen, zullen ze steeds in eenzelfde mate wijzigen. Het onderzoek van de wederzijdse verbanden laten ons toe een idee te vormen over welke factoren en welke processen er zich in de rifbakken afspelen. Bij het bestuderen van de testresultaten van de 23 aquaria kon hij verbanden leggen tussen zowel de grootte, de ouderdom van de aquaria, als tussen het gebruik van verschillende watertypes en zouten. De onderzochte bakken varieerden van 150 tot 1500 l en hadden een ouderdom van enkele weken tot ongeveer 10 jaar.

Een aantal zaken is enigszins verassend. De grootte van de bak speelt geen rol: uit de studie blijkt dat een 150 l-bak even goed is als een 1200 l. Alle bakken zijn vergelijkbaar: er zijn geen specifieke data eigen aan kleine of grote bakken.

Verschillende sporenelementen wijzigen in een wederzijdse relatie, dit geldt in het bijzonder voor Kobalt, Tin, Zink, Titanium, Koper en Vanadium en in iets mindere mate met Nikkel en Aluminium.

Al deze elementen worden gevonden met waarden ver boven deze in het natuurlijk zeewater.

Tin heeft zelfs een gemiddelde concentratie van meer dan 200.000 keren groter. Wel hoeft gezegd dat deze gemiddelde Tinconcentratie nog steeds aan de lage kant is, alhoewel de natuurlijke concentratie dus nog veel lager is.

De effecten van sommige van deze metalen op rifdieren zijn nog niet gekend. Zo wordt aangenomen dat Titanium geen invloed op de dieren zou hebben. Anderzijds hebben een aantal elementen wel degelijk invloed. Zo is Kobalt een essentiële co-factor bij het ademhalingsproces daar het een deel is van Vitamine B 12. Koper is essentieel en noodzakelijk voor de stofwisseling. Maar anderzijds is het reeds toxisch zelfs bij kleine waarden boven de vereiste concentratie. Vanadium is eveneens zeer toxisch, zelfs een aantal zeedieren kunnen het totaal niet verdragen.

De verhoogde concentraties van deze metalen gaan in het algemeen samen met de ouderdom van de bak.

Een verklaring voor dit fenomeen kan zijn dat zij zich accumuleren in de loop van de tijd. Verder lijkt er een relatie te bestaan met de aanwezigheid van vetten in het aquariumwater. Het is mogelijk dat deze vetten afkomstig zijn van het soort voedsel dat we toedienen. Deze vetten kunnen ook afkomstig zijn van organismen die in de bak groeien en vermits er meestal in oudere bakken grotere dieren aanwezig zijn, produceren die steeds meer van die vetten. Mogelijk scheiden deze dieren ook metalen af via een secreet als onderdeel van hun verweer tegen deze metalen. Wat de oorzaak ook is, de opbouw van deze metalen moet ons zorgen baren.

In oudere bakken vinden we meer Ammonia, Nitraat/Nitriet, Fosfor, Jodium en Koper.

Nitraat en Nitriet ontstaan door zowel de ontbinding van voedseloverschotten, die waarschijnlijk meer aanwezig zijn in oudere bakken en anderzijds door het omzetten van dierlijke urine, wat voornamelijk uit ammonia bestaat. Het eindproduct van deze urine gevonden in lagere dieren, schelpdieren en arthropoden bestaat eveneens uit ammonia, fosfor en aminozuren. Het is dus hoogst waarschijnlijk dat de hogere waarden van deze chemische elementen een grotere weerslag hebben op aanwezige dieren in oudere bakken.

De hogere jodiumwaarde in deze oudere bakken is waarschijnlijk toe te schrijven aan een accumulatie, zowel door de voeding als door het toevoegen van supplementen.

De jodiumwaarde in de bakken bedraagt gemiddeld het 10-voudige van natuurlijk zeewater.

Dit biologisch actief element ontstaat vooral bij de stofwisseling van planten in marine ecosystemen. De hoge concentratie in de bakken kan eenvoudigweg op een wiergroei duiden of op het toedienen van plantaardig voedsel en van additieven. Jodium is een toxisch element bij hoge concentraties en bij waarden zoals ze hier gevonden worden kan er aanleiding zijn tot enige zorg.

Interessant genoeg vertoont dit element een klein negatief verband (-0,179) met het toedienen van jodiumsupplementen. Hetgeen wil zeggen dat er geen verband bestaat tussen het toedienen van jodiumsupplementen en de uiteindelijke jodiumconcentratie in onze bakken. Waarschijnlijk wordt er meer jodium toegevoegd via het voedsel. De verschillende vormen van jodium variëren in biologische activiteit en toxiciteit. Voortgaande op deze gegevens denkt hij dat dit jodium geen enkele bijdrage, of negatief of positief, aan het systeem

levert.

Het was onmogelijk de ontvangen monsters te filteren en alzo de fijne deeltjes de verwijderen. In ieder staal was een variabel aantal van deze deeltjes aanwezig. Deze deeltjes kunnen verantwoordelijk zijn voor enkele wederzijdse verbanden tussen ammonium, fosfor, aminozuren en vetten. Ook het verband tussen vetten en de ouderdom van de bak als ook de andere factoren die indirect samengaan met de veroudering van de bak, kan eenvoudig te maken hebben met het vermogen van oudere, meer gerijpte bakken, om meer fijn levend materiaal aan te maken, zoals fytoplankton of bakterioplankton. Hij is van mening dat zulk plankton vrij weinig aanwezig is, maar hij kan zich ook vergissen.

Enkele verbanden kunnen ons meer vertellen over de aquariaan zelf dan over de bak. Bij voorbeeld, het Titaniumgehalte vertoont een negatief verband met oudere bakken. Meestal wordt het gevonden in nieuwere. Het duidt op het regelmatig toedienen van supplementen. Hetgeen kan betekenen dat nieuwere bakken onderhouden worden door mensen die veel belang hechten aan het toedienen van supplementen. Ook het Kopergehalte staat in relatie met het gebruik van leidingwater voor het aanmaken van het zeewater. Dit is zeker te wijten aan de waterinstallaties van de woningen, en zou verwijderd kunnen worden door een osmoseinstallatie, ook andere metalen kunnen oplossen uit solderingen of verbindingen van leidingen. Ook Zink kan via deze weg in onze bakken komen. Het kan nuttig zijn voor diegenen die geen osmosewater gebruiken, om andere hulpmiddelen te gebruiken om deze metalen te verwijderen.

Er zijn enkele vreemde bevindingen. De gemiddelde hoogte van de bodems is aan de lage kant. Maar met een negatieve relatie inzake het Ca-gehalte en Ca-toevoegingen, en een positief verband met de Magnesiumconcentratie. Waarschijnlijk duidt dit op een zekere slordigheid om het Ca-gehalte op peil te houden door diegenen met dikkere bodems.

Een aantal concentraties van de sporenelementen zijn lager dan bij het vers aangemaakte zeewater. Of dit duidt op een gebruik door organismen of op abiotisch chemische reacties is niet duidelijk. Zelfs als deze waarden lager zijn dan bij vers aangemaakt zeewater, nog altijd zijn ze veel hoger dan in natuurlijk zeewater. Hetgeen ons zorgen kan baren.

Al deze processen zijn interessant en mogelijk afhankelijk van meerdere factoren. Mogelijk is er meer dan één oorzaak. Waarschijnlijk zijn er ook

een aantal toevallige omstandigheden die meespelen.

De hoge metaalconcentraties in de bakken komen misschien van het voedsel, van de zoutsamenstellingen, van slecht samengestelde supplementen of van het slecht toedienen van deze laatste. Andere hoge concentraties zoals van vetten en andere stofwisselingsrestanten komen van het voedsel of van het stofwisselingsproces in de bak zelf.

Spijtig, zonder onderzoek kunnen we de oorzaken niet vinden. Zulke onderzoeken vragen veel tijd en geld. Voor het ogenblik kennen we enkele oorzakelijke verbanden en moeten we het hier mee stellen.

2. What we put in the water

Hij onderzocht het water van de 23 rifaquaria om 2 redenen:

Ten eerste zijn vele aquarianen gefixeerd, zo niet geobsedeerd door deze sporenelementen en ten tweede kunnen de concentraties van deze elementen op een tamelijk goedkope manier geanalyseerd worden.

Tot nu toe heeft hij aangetoond dat de concentraties van vele van deze elementen in onze bakken veel hoger zijn dan in de natuur. Ook heeft hij hierboven aangetoond dat er wederzijdse verbanden bestaan tussen een aantal van deze elementen.

Door vergelijking van deze data met de samenstelling van verschillende kunstmatige zeezouten (zie Atkinson and Bingman, 1999), blijkt dat vele van deze hoge concentraties te wijten aan het gebruik van deze zouten.

Onze systemen zijn echter dynamisch en zelfs na een korte periode kunnen ze sterk afwijken in samenstelling van het vers aangewende natuurlijk of kunstmatig zeewater.

Dit dynamisme zal weinige van ons verbazen. Echter de omvang en de snelheid van enkele van deze wijzigingen kunnen indrukwekkend zijn. Vele, zo niet alle veranderingen, gebeuren door middel van organismen in onze bakken. Waarschijnlijk meestal door bacteriën en wieren. (Redfield, et al., 1963). Onder de juiste omstandigheden hebben vele soorten bacteriën en wieren aanzienlijke populaties in onze bakken.

In natuurlijke rifsysteem is 80 percent van de niet-bacteriële biomassa van plantaardige origine. Koraalriffen zijn in feite wierriffen met een klein dierlijk bestand dat er boven op is uitgesmeerd. We mogen aannemen dit ook zo is in onze bakken. Algen groeien op bijna alle oppervlakken in onze bakken, zowel als in onze stenen, koralen

Table 4. Estimated effects of feeding and water changes on the tank concentrations of the more abundant trace materials. All materials with an average tank concentration of less than 0.01 of NSW removed. The average period between water changes was 2.96 weeks. Values for Instant Ocean come from this study and are given for comparative purposes.

Element	Accumulation Between Water Changes	Number of:	Concentrations After The Water Changes As a Proportion of NSW Concentrations							
			Water Changes							
			Years	0.06	0.57	1.14	2.27	4.55		
			Weeks	2.96	29.57	59.13	118.26	236.52		
			Changes	1	10	20	None	40	None	80
Instant Ocean										
Aluminum	32.53	407.41	26.25	120.09	134.15	650.68	135.99	1301.35	136.01	2602.70
Antimony	1.54	136.95	1.26	5.97	6.75	30.87	6.87	61.75	6.87	123.50
Arsenic	0.38	0.00	0.31	1.38	1.54	7.62	1.56	15.24	1.56	30.48
Beryllium	108.01	0.00	86.80	392.30	436.35	2160.19	441.85	4320.38	441.92	8640.76
Cadmium	0.76	0.00	0.61	2.78	3.09	15.29	3.13	30.57	3.13	61.15
Chromium	1.01	0.00	0.81	3.67	4.08	20.19	4.13	40.38	4.13	80.77
Cobalt	67.16	28862.48	54.00	244.51	272.15	1343.18	275.62	2686.36	275.67	5372.72
Copper	11.32	70.87	9.11	41.42	46.16	226.36	46.77	452.72	46.78	905.44
Iodine	5.49	5.32	4.68	25.32	30.47	109.71	31.73	219.41	31.78	438.82
Iron	727.26	0.00	584.42	2641.44	2938.07	14545.15	2975.12	29090.31	2975.60	58180.62
Lead	114.91	0.00	92.34	417.37	464.24	2298.23	470.09	4596.47	470.16	9192.93
Manganese	233.04	0.00	187.27	846.43	941.48	4660.87	953.35	9321.73	953.50	18643.46
Mercury	558.08	0.00	448.47	2026.97	2254.59	11161.55	2283.03	22323.09	2283.39	44646.18
Nickel	0.30	42.59	0.26	1.53	1.90	6.09	2.02	12.17	2.02	24.35
Phosphorus	11.66	0.70	9.42	43.24	48.36	233.29	49.04	466.58	49.05	933.17
Silver	83.65	0.00	67.22	303.83	337.95	1673.05	342.21	3346.10	342.27	6692.20
Thallium	19.37	0.00	15.57	70.36	78.26	387.42	79.24	774.84	79.26	1549.67
Tin	832.87	181128.90	669.38	3026.52	3366.84	16657.43	3409.40	33314.86	3409.95	66629.72
Titanium	28.70	939.46	23.07	104.30	116.16	673.98	117.64	1147.95	117.66	2295.91
Yttrium	1.48	0.00	1.19	5.37	5.97	29.56	6.05	59.12	6.05	118.23
Zinc	42.95	535.17	34.72	159.67	178.72	858.96	181.27	1717.92	181.31	3435.83

en sedimenten. En ze kunnen zich zeer snel vermeerderen, reeds al vanaf de opstart.

De meeste liefhebbers beschouwen deze vlugge vermeerdering als een teken van het veranderen van de watersamenstelling; sommige elementen verdwijnen, andere nemen sterk toe. Een aantal dieren helpt hier aan mee, maar het overgrote deel van deze veranderingen zijn het werk van bacteriën en wieren. De snelle veranderingen zijn een karakteristiek kenmerk van deze twee laatste groepen en niet van alle dieren. De meeste dieren nemen weinig opgeloste stoffen op en nemen de chemische stoffen die ze nodig hebben uit het voedsel.

Eén enigszins speciaal dier, de zeeaquariaan, echter, doet de samenstelling van het water in belangrijke mate wijzigen.

Ze kunnen dit actief of passief doen, of ze voegen bij of ze verwijderen elementen uit het systeem, ofwel doen ze niets en laten ze de wijzigingen over aan de aanwezige organismen.

Ongetwijfeld komen er tal van niet-biologische chemische reacties voor in ons systeem, maar met uitzondering, zoals het effect van kalkwater of gebruik van buffers, hebben ze minder invloed dan de biologisch ontstane reacties.

Om enkele van deze effecten in te schatten, heeft

hij aan de deelnemers van de "Tank water study" gevraagd naar een lijst van het gebruikte voedsel en hoeveelheid van het verstrekte voedsel, ook van de frequentie en hoeveelheid van de waterverversing. Aan de hand hiervan kon hij enigszins de invloed van enkele factoren op de wijziging van het systeem inschatten.

Hierna beschrijft hij dan hoe hij de verschillende parameters toepast in zijn berekeningen. Ik ga hier niet over uitweiden.

De resultaten van de schatte invloeden op de bak wordt in een tabel voorgesteld :

Men zou kunnen veronderstellen dat een belangrijke hoeveelheid van deze sporenelementen verwijderd worden bij iedere waterverversing. In tegendeel, de verversingen wijzigen niet veel.

Hoewel, wanneer het water meer en meer geconcentreerd wordt, zal de relatieve verwijderde hoeveelheid stijgen. Als er 20 verversingen zijn geweest, stagneert de concentratie, zij het boven de waarde van natuurlijk zeewater.

In de tabel zouden de waarden voor Instant Ocean in ieder andere kolom moeten bijgevoegd worden teneinde de totale concentraties weer te geven. De kolommen geven enkel een idee voor toevoegingen te wijten aan het voederen. De cijfers in de kolommen zijn proportionele waarde, of hoeveel

maal de waarde van natuurlijk zeewater.

Sommige waarde zijn zo hoog dat ze absurd lijken. Beschouw de laatste twee kolommen als de concentratiewaarden van bakken die 4,55 jaar oud zijn. Bij voorbeeld, er is zo veel ijzer in deze periode toegevoegd om de ijzerconcentratie, in de veronderstelling dat het volledig opgelost zou zijn, 2.975 keren boven dat van natuurlijk zeewater komt als het water ververst werd en zelfs 58.181 maal zonder verversing. Vele van deze waarden liggen waarschijnlijk boven het verzadigingspunt.

Wat met Calcium....?

Calcium vormt een uitzondering t.o.v. alle andere elementen. Calcium is het enige element dat de liefhebber in het algemeen beter opvolgt. Natuurlijk zeewater heeft een concentratie van 400 tot 410 ppm (mg/l). Meestal worden er inspanningen gedaan om dit gehalte te behouden of te overstijgen voor een betere koraalgroei.

Bij hogere waarden dan 525 ppm bereikt men het maximum nodig voor de kalkafzetting, een hoger gehalte is nutteloos (Swart, 1981). Meer recente studie wijst op een verzadiging rond 360 ppm (Tabutte, et al., 1996). Dus een waarde tussen 360 en 515 lijkt te volstaan.

Voor het meten gebruiken we de testkits zoals ze voorhanden zijn op de markt. De testdeelnemers werd gevraagd naar het merk van testkit en naar de waarde ze gemeten hadden. Deze waarden werden getoetst aan deze van het labo.

Het Ca-gehalte was gemiddeld 395.4 ppm bij de gebruikers van de Ca-testen, hetgeen zeer goed is. Spijtig genoeg moeten deze aquarianen de uitkomsten van hun testen als

onnauwkeurig beschouwen. De gemiddelde afwijking tussen hun uitkomsten en de werkelijke analyse bedraagt 56,2 ppm. De in de handel aanwezige testen geven enkel een benaderende waarde en dienen ze enkel om te kijken of er geen extreme hoge of lage waarden gevonden worden.

Het Ca-gehalte van natuurlijk zeewater varieert een weinig in de oceanen, maar rond de koraalriffen is een waarde van 400-410 ppm waarschijnlijk een goede schatting van de concentratie.

Hij vergelijkt de Ca-waarden van degenen die hun Ca-gehalte meten met de waarden van degenen die beweerden niet te meten. Hij wilde weten of er hier verschillen waren in de gemiddelde Ca-waarden. Het Ca-gehalte tussen deze beide groepen verschilt weinig. Het regelmatig meten van het Ca-gehalte wil niet zeggen dat men een Ca-gehalte heeft dat dicht bij het gehalte van natuurlijk zeewater aanleunt.

Table 5. Differences between the values determined by ICP and test kits for Calcium concentrations in ppm.

ICP Value	Test Kit Value	Difference between the ICP value and the test kit value.	Test Kit Used
440	606	-166	LAMOTTE
360	500	-120	SALIFERT
350	460	-110	SALIFERT
320	412	-92	LAMOTTE
490	540	-50	SALIFERT
440	450	-10	SEACHEM
320	325	5	SEACHEM
430	415	15	SALIFERT
400	380	20	SALIFERT
350	325	25	SEACHEM
460	430	30	SALIFERT
320	285	35	FASTEST
440	390	50	SALIFERT

Waar leren we hieruit?

Voor eerst, maar zeer belangrijk: aquarianen moeten voor ogen houden dat hoewel een aantal chemische elementen gelijkaardig functioneren, elk element volgens zijn eigen unieke wijze verbruikt en gemetaboliseerd wordt. Men kan eenvoudigweg niet spreken van "sporenelementen verbruiken" in een zinvolle manier. Per element in kwestie moet gespecificeerd worden. Ten tweede: Het is duidelijk dat het hele verhaal tot op heden nog niet af is. We hebben wel gegevens over wat er in het voedsel en in het watersysteem zit, maar vergelijkbare gegevens over de inhoud van het substraat, de dieren en de exporten zijn er nog niet. Dit betekent niet dat er genoeg gegevens zijn om tenminste een gedeeltelijke aanvaardbare verklaring te vinden voor de dynamiek van onze aquaria en om testbare hypothesen voorop te stellen over wat er in onze bakken gebeurt.

Hoewel we geneigd zijn te denken dat het voedsel dat we toedienen onmiddellijk of redelijk vlug in het water oplost, is dit duidelijk niet het geval. Een deel lost zelfs nooit op tot en blijft gebonden in het lichaam van organismen, of het wordt fysisch of chemisch gebonden in één of ander substraat. Om te komen tot lagere concentraties in onze

bakken moeten we het verschil kennen tussen de twee belangrijke groepen van sporenelementen : elementen die voedzaam zijn en degene die acuut toxisch worden. Voor de meest sporenelementen geldt het dat ze oplosbaar worden door actie van de organismen. Bij het toedienen van voedsel zijn alleen de vloeibare componenten onmiddellijk oplosbaar, de rest komt beschikbaar voor de watermassa door deze actie van organismen.

Enkele essentiële, of tenminste vermoedelijk essentiële, voedingsstoffen zoals ijzer en mangaan komen via het voedsel in het water terecht. Een gemiddelde dagelijkse voedselgift bevat deze elementen in die mate dat de concentratie in het water sterk zou moeten verhogen, het tegendeel lijkt waar te zijn. Waarschijnlijk nemen organismen deze elementen in zich op vanaf het moment dat ze in oplossing gaan en ze er blijven voor onbepaalde tijd gebonden.

Enkele zeer gemene en toxische elementen zoals Cadmium en Kwik worden waarschijnlijk gebonden door organismen tot proteïnecomplexen, "metallothineïnen" genoemd. Vele ongewervelde binden toxische materialen zoals zware metalen in complexen en structurele proteïnes (scleroproteïnen). Hierdoor maken ze de toxische materialen onoplosbaar en veilig. Ook zuiver anorganische processen kunnen deze elementen doen neerslaan. Ofschoon het allemaal natuurlijke processen zijn, houden ze toch potentiële gevaren in.

Scleroproteïnen, metalothineïnen en anorganische neerslag accumuleren in onze bakken en het zou kunnen dat ze later toxisch worden. Een ander mogelijkheid bestaat erin dat deze toxische materialen op een of andere manier uit de bak verwijderd worden door een filtraat of door organismen die de tank verlaten. Voor het ogenblik heeft hij er nog geen zicht op, op welke wijze dit zich afspeelt of op een inschatting van hun belangrijkheid.

Het is daarom dat hij gestart met een onderzoek naar exporten uit de bakken en naar hun belangrijkheid bij het in stand houden van lage concentraties aan toxische sporenelementen.

Tientallen jaren zijn we er van uitgegaan dat waterverversing een manier is om de opbouw van toxische elementen te verminderen, maar zoals je kan zien in tabel 4, verhinderen deze waterverversingen slechts in geringe mate hun accu-

mulatie.

Uiteindelijk komen vele van deze potentiële toxische elementen in het water terecht via de kunstmatige zoutmengsels. In de loop van de tijd echter speelt het toedienen van voedsel een steeds grote rol in hun toename, vooral over een periode van enkele jaren.

Hieronder een tabel met de mogelijk toxische elementen die voor problemen kunnen zorgen met hun gemiddeld gevonden waarden:

zie tabel 2.

Zeewater en de bereiding daarvan

Vooraleer men als liefhebber zeewater kan aanmaken en er zijn aquarium mee vullen, is het van levensbelang te weten welke basisvoorwaarden en eigenschappen natuurlijk zeewater heeft. Immers onze dieren zijn stuk voor stuk wildvang exemplaren en hun houdbaarheid zal in grote mate van twee factoren afhangen:

- 1) de mate waarin we het natuurlijk zeewater benaderen
- 2) het aanpassingsvermogen van de dieren zelf.

Op beiden komen we later nog terug. Daar alle dieren die door de liefhebber gehouden worden, zowel lagere dieren als vissen, op het rif leven of er althans een groot deel van hun leven verblijven, gaan we eens na hoe de omstandigheden van het zeewater op het rif zijn.

De koraalbanken komen aan beide zijden van de evenaar voor in de Indische- en Stille Oceaan, rond Indonesië, in de Rode Zee, en tevens in de tropische gedeelten van de Atlantische Oceaan en de daarin gelegen eilanden, in de Caribische Zee met de Galapagos Eilanden, in totaal 8.000.000 vierkante kilometer! De rifbanken komen steeds voor op vrij ondiepe plaatsen, langs de kusten of rond eilanden waar het water maximaal 45 meter diep is. De temperatuur van het water moet gedurende het ganse jaar begrepen liggen tussen

Table 2. Abundances of Trace Elements of Special Concern in Aquaria. Average of 23 systems. All values in mg/kg (ppm). NSW = Natural Sea Water. Data from the Tank Water Study.					
Element	Aquarium Values			NSW Values	Average Aquarium Values/NSW Values
	Average " 1 Sample S. D.	Maximum	Minimum		
Arsenic	0.0200 (1 tank only)	0.0200	0.000	0.001723	11.61
Copper	0.0244 " 0.0053	0.0380	0.0180	0.000254	96.03
Iron	Not Detected			0.000254	
Nickel	0.0240 " 0.0060	0.0390	0.0160	0.000470	51.11
Vanadium<					

20°C. en 28°C. De koraalriffen zijn steeds zodanig gelegen dat zij de stroming van vers oceaanoewater ten volle kunnen benutten, dus altijd aan de zeezijde. Het gedeelte tussen rif en land noemt men "lagune". Deze lagunes zijn gewoonlijk vrij ondiep en bevatten weinig of geen koralen, hier komen meer wieren en aangepaste dieren voor. Daar de riffen steeds gespoeld worden door nooit aflatende stromingen van vers zeewater, komen vrijwel nooit veranderingen voor in de milieuomstandigheden. Daarbij komt nog, hoe dieper een dier leeft, hoe kleiner eventuele verschillen worden en hoe aangepaster, dus hoe moeilijker houdbaar.

Veel waterbeweging geeft als eerste en logische gevolg een hoge zuurstofverzadiging van het water. Toch is dit nog lager dan zoetwater, dit komt omdat in zeewater reeds een aantal zouten zijn opgelost. Daar waar tussen de watermoleculen zich zout-ionen bevinden, is er logischerwijze geen plaats voor zuurstof. De opneembare hoeveelheid zuurstof is dus afhankelijk van de zoutdichtheid. Bij een dichtheid van 34,3% en 25°C, bereiken we een zuurstofoplossing van 4,95 cc/l water. Bij stijgende temperatuur zal dit volume afnemen. Wel is het mogelijk meer zuurstof in het water op te lossen dan volgens het verzadigingspercentage mogelijk is, men spreekt dan van oververzadiging van het water. Deze toestand is echter zeer tijdelijk, daar de overmaat van zuurstof vrij vlug uitgedreven wordt.

De "totale hardheid" van zeewater schommelt rond de 360°DH, in zoetwater spreekt men al van "hard" bij 20°DH... Een ander kenmerk van natuurlijk zeewater is het bijzonder lage aantal bacteriën dat men aantreft, vooral in "open" water en in tropische gebieden, dit ondanks de enorme hoeveelheden voedsel, welke fabuleuze aantallen bacteriën zouden kunnen toelaten. In tegenstelling vinden we slechts tot 200 bacteriën per kubieke cm water. In ondiepe wateren liggen deze aantallen wel wat hoger. De voornaamste reden voor deze kleine populaties is het ontbreken van een ondergrond in open water. Bacteriën vermeerderen en leven moeilijk zonder geschikte ondergrond, zorgt men echter voor een geschikt substraat (vb in een aquarium) dan ontwikkelen zich plots miljoenen bacteriën! Een gegeven om te onthouden. Een volgend belangrijk gegeven is de aanwezigheid van koolzuurgas, evenals in zoetwater komt het in zeewater voor als CO₂ en als H₂CO₃ of koolzuur. Kooldioxide is maar in geringe mate aanwezig. De hoeveelheid koolzuur kan echter tot 100 x hoger zijn. De zee bevat dus grote hoeveelheden koolzuur welke in evenwicht zijn met het koolzuurge-

halte van de atmosfeer.

In nauw verband met de twee vorige elementen staat het begrip pH Dit omdat de pH van natuurlijk zeewater zowel als het water in ons aquarium erdoor beïnvloed wordt. Bij normale omstandigheden is de pH binnen zeer nauwe grenzen gelegen (pH 8.0 en 8.3). Als zeeaquariaan zullen we er steeds naar streven de pH tussen deze waarden te houden.

Soms kunnen er veranderingen optreden die deze waarden wijzigen. De pH staat trouwens in nauw verband met het voorkomen van koolzuur en koolzuurgas. Wanneer kooldioxide aan het water wordt onttrokken, zal de pH gaan stijgen, bij toename van het vrije kooldioxide daarentegen daalt de pH en wordt het water zuurder. Hieruit volgt dat bij pH 8 - 8.3 praktisch geen vrij kooldioxide in het water aanwezig kan zijn. Een oververzadiging van kooldioxide in zeewater is mogelijk omdat het gas gemakkelijker oplost in het water dan het zich laat uitdrijven. Door voortdurende waterbeweging van de oceanen is een dergelijke oververzadiging in de natuur uiterst zeldzaam, vandaar de zo nodige waterbeweging in ons aquarium. Staat het water echter stil, dan kan dat het koolzuurgehalte zodanig oplopen dat onze pH snel daalt! Langs de andere kant kunnen onze planten (indien aanwezig) onder deze omstandigheden zoveel koolzuur verbruiken, dat onze pH abnormaal oploopt. Een andere belangrijke eigenschap van natuurlijk zeewater (en van belang voor ons aquarium), zijn de anorganische voedingszouten, of beter gezegd het praktisch ontbreken ervan in zeewater.

Naast verbindingen zoals fosfaten en sulfaten, nemen we ammoniak en nitriet even onder de loupe. Vooral omdat deze laatste in ons aquarium belangrijk zijn als eindproducten van de biologische afbraak door bacteriën. De geringe concentratie van ammoniak en nitriet in natuurlijk zeewater is het gevolg van de enorme verdunning, en in de tweede plaats doordat de planktonalgen en wieren deze stoffen uit het water halen zodra deze gevormd worden gezien zij deze gebruiken als voedingszouten.

Ter afronding van dit onderwerp herhalen we nog even de belangrijkste (en te onthouden) eigenschappen van Natuurlijk zeewater:

- Het is constant en homogeen van samenstelling
- Steeds in beweging en hierdoor zuurstofrijk
- Een hoge totale hardheid, en een carbonaathardheid van circa 10DH.
- Een pH rond 8.0 - 8.3

- Een gering aantal bacteriën per kubieke cm.
- Bevat weinig kooldioxide en veel koolzuur
- Weinig anorganische voedingszouten.
- Bevat levensnoodzakelijke sporenelementen.

Kunstmatig zeewater:

Gelukkig hoeven we niet noodzakelijk gebruik te maken van natuurlijk zeewater om ons aquarium te vullen. Het houden van een zeewateraquarium zou dus beperkt blijven tot een zeer beperkt aantal liefhebbers, welke dicht bij de kust wonen.

Er zijn in de handel echter zeer goede zoutmengsels verkrijgbaar, welke de zeeaquariaan in staat stellen, zonder al te veel moeite, zeewater te bereiden dat zelfs aan de eisen van de meest veevende koraalvissen kan voldoen.

Vandaag de dag zullen er wel geen liefhebbers meer zijn die hun zout zelf samenstellen. De voorname zouten uit het mengsel zijn:

- natriumchloride (NaCl) ook gekend als keukenzout
- magnesiumchloride (MgCl₂)
- magnesiumsulfaat (MgSo₁)
- calciumsulfaat (CaSo₄)
- kaliumsulfate (K₂So₄).

Verder komen er nog een 20-tal andere zouten in geringe concentratie voor. Ook nog een aantal elementen in dergelijke kleine hoeveelheden dat men hen sporenelementen noemt.

Een gedeelte van deze sporenelementen, worden eveneens door de fabrikanten toegevoegd. Om nu zeewater te bereiden gaan we een hoeveelheid zout oplossen in water.

Daarvoor nemen we een hoeveelheid van 33gr/l. Dit is een gemiddelde hoeveelheid van de natuurlijke waarden, zo komt er rond Sri-Lanka 30 tot 34gr/l voor, te Singapore 30-32gr, Rode zee 40gr en in de Caribische Zee 35 gr. Dit komt overeen met een zoutgehalte van 35 per duizend.

Voor aquariumdoeleinden nemen we 33 per duizend, dus iets lager. Dit als voorzorg op het verdampen van het water uit ons aquarium, waardoor het zoutgehalte iets stijgt. Toch moeten we grote schommelingen voorkomen en regelmatig met de areometer de dichtheid controleren, kleine hoeveelheden zoetwater worden toegevoegd.

Met de areometer meten we 1,021 dit is het soortelijk gewicht van het water. Hoe hoger de gemeten waarden bv; 1,024 des te verder steekt de meter boven het water uit. Vers bereid zeewater is echter niet direct bruikbaar, het is troebel en kan o.a. teveel chloor bevatten. Daarom laten we

het minstens twee dagen rusten. Beter is het een aquarium met eventueel een biologisch filtertje of een ton als waterreservoir te gebruiken, waaruit dan water kan gebruikt worden. Indien ons huis voorzien is van waterleidingbuizen uit koper, verdient het ook aanbeveling de kraan eventjes te laten lopen, daar het water dat langere tijd in deze buizen heeft stilgestaan een te hoog kopergehalte kan bevatten.

We hebben nu gezien dat kunstmatig zeewater niet direct bruikbaar is voor het aquarium, het dit slechts wordt na enige tijd, en het ook niet onbeperkt blijft. Immers na verloop van tijd zal het water volledig ongeschikt worden om nog dieren in te houden.

Ook indien we natuurlijk zeewater gebruiken, bv. door het in de Oosterschelde vlak aan de Nederlandse grens te gaan halen beschikken we over vrijwel onmiddellijk bruikbaar water. Dit zal echter ook na enige tijd zodanig verslechteren dat het onbruikbaar wordt. Deze achteruitgang is te wijten aan het ontbreken van het natuurlijk biologisch evenwicht in ons aquarium.

In zee onderscheiden we namelijk drie voorname groepen welke het biologisch evenwicht verwezenlijken; namelijk de producenten van organische stof, de algen en de consumenten (of de dieren) en de reducenten of bacteriën.

Deze drie groepen beïnvloeden elkaar en brengen aldus een evenwicht tot stand. Dit evenwicht ontbreekt in deze vormen meestal in ons aquarium hoewel bepaalde gedeelten van deze groepen toch aanwezig zijn in onze bak, en deze toch goed kunnen functioneren. De goede gang van zaken hangt voor het grootste gedeelte af van het bijsturen van deze processen door de liefhebber. Er bestaat dus als het ware een soort van rode lijn die, eens overschreden het fout gaan van het aquarium tot gevolg heeft.

Nu is er wel discussie over de ligging van deze lijn en over de beïnvloeding ervan, doch dat ze ergens bestaat is wel een vaststaand feit. Wie hieraan twijfelt moet zijn aquarium maar eens enige tijd ongemoeid laten en kijken naar de gevolgen. Het zijn vooral de producenten van organische stof of de microalgen welke in ons aquarium zullen ontbreken.

Hierdoor ontbreekt het dierlijk plankton om de dieren (consumenten) te houden. Dit euvel lossen we eenvoudig op door te voederen.

