

DE KOR

maandorgaan van

'BIOLOGIA MARITIMA'

Nederlandse Vereniging van
Zee-aquariumliefhebbers

(Opgericht: 12 november 1939)

TIJDSCHRIFT VOOR ZEE-BIOLOGIE

JAARGANG 9, N^o 8, SEPTEMBER '59

REDACTIE: H. Compaan

Abeelstraat 42, DEN HAAG

Tel.: na 18.30 uur 070 - 394935

VASTE MEDEWERKERS:

E.L. Hoog: veldwerk boven water;
tevens met vele anderen: technische verzorging en expeditie.

H.A. van Vlimmeren Jr.: duiken,
en veldwerk onder water.

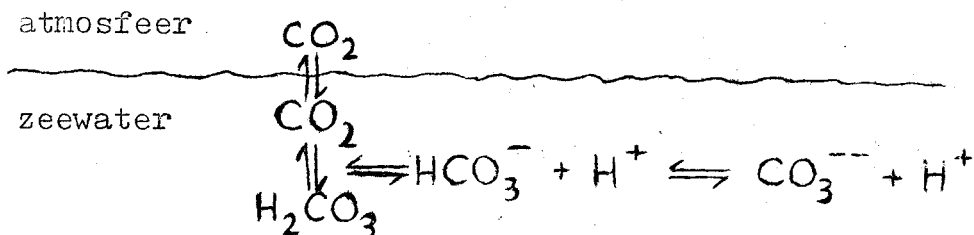
J.H. Kroon: aquariumfotografie.

Omslagontwerp : M.J. COMPAAAN.

IN DIT NUMMER o.a.:

Tropisch zee-aquarium 2	161
Over het Centraal Systeem van de S.W.G.	
Verschenen boeken	171
Waterstanden	II

Koolzuur komt in zeewater, zoals in zoetwater, voor in de vorm van bicarbonaationen en carbonaationen, als ongedissocieerde moleculen kooldioxyde (CO_2) en als koolzuur (H_2CO_3). Deze verbindingen zijn met elkaar en met de waterstofionen in evenwicht volgens het schema:



Het koolzuur speelt in het zeewater een belangrijke rol in het zg. buffersysteem, dat sterke verschuivingen in de zuurgraad van het water voorkomt. Eveneens speelt het vanzelfsprekend een zeer essentiële rol bij de levensverrichtingen van plant en dier. In het kader van dit artikel voert het te ver om op details van deze verhoudingen nader in te gaan. Het zij voldoende om er op te wijzen, dat in het water van de koraalriffen vrij koolzuur slechts in geringe mate aanwezig is. Het koolzuur, dat vrij komt bij de ademhaling van de organismen en bij de afbraak van dood organisch materiaal, wordt terstond opgenomen door de algen of wordt aan het oppervlak afgegeven aan de atmosfeer. Onder normale omstandigheden draagt de hoeveelheid vrij koolzuur in het zeewater ongeveer evenveel als die in de atmosfeer nl. 0,23 cc per liter (bij 20°C). Zeewater kan ten opzichte van koolzuur sterk oververzadigd worden, daar het gas zich slechts langzaam uit het water laat verdrijven. De waterbeweging in de oceanen en speciaal op de koraalriffen (brandingszone!) is echter van dien aard, dat een dergelijke oververzadiging niet plaats

kan vinden. In de afgesloten ruimte van een aquarium liggen de factoren echter anders en kan een oververzadiging wel degelijk optreden. Daar komen wij nog nader op terug.

De hoeveelheid koolzuur, die chemisch gebonden is aan bicarbonaten en carbonaten, is ruim 100maal groter dan die van het vrije koolzuur. De zee vormt dan ook een groot reservoir van koolzuur, dat regulerend op het koolzuurgehalte van de atmosfeer kan werken, daar beide systemen met elkaar in evenwicht staan. De carbonaathardheid van het zeewater bedraagt slechts 6-7° D.H., terwijl de calciumhardheid om de 60° D.H. en de magnesiumhardheid om de 300° D.H. schommelt. De totale hardheid bedraagt dus ca. 360° D.H. in zeewater.

De zuurgraad van het zeewater wordt primair bepaald door de hoeveelheid gedissocieerde koolzuurmoleculen en de neutrale zouten. Daar in het zeewater de OH-ionen ten opzichte van de H-ionen in overmaat aanwezig zijn, reageert het normale zeewater alkalisch. De zuurgraad van het zeewater is, zoals alle andere milieufactoren, zeer constant. Afgezien van het kustwater, waar dikwijls andere omstandigheden heersen, beweegt de pH zich tussen 7,9 en 8,3. Dat zijn dus wel zeer nauwe grenzen.

Stikstofverbindingen. Het stikstof (N), een onmisbare bouwstof voor het levende organisme, wordt in de zee hoofdzakelijk gevonden in de vorm van ammonium (NH_4), nitrieten ($-\text{NO}_2$) en nitraten ($-\text{NO}_3$). Deze groep van verbindingen vormen de eindproducten van de afbraak van de eiwitten van gestorven organismen, urine en faeces. Door bacteriën worden de eiwitten via een aantal tussentrappen van eenvoudiger gebouwde organische verbindingen afgebroken tot het ammonium. Het ammonium wordt, weer met behulp van bacteriën, eerst geoxydeerd tot nitriet en vervolgens tot nitraat. De hoeveelheden in het oceaanwater zijn gering, in het oppervlaktewater dikwijls zelfs té gering om chemisch aantoonbaar te zijn. Dit laatste vindt zijn verklaring in het feit, dat het plantaardige plankton (het fytoplankton) en de

hogere algen het ammonium en de nitraten als voedingszouten in zich opnemen. Daar de beschikbare hoeveelheid klein is, wordt aan de ontwikkeling van het fytoplankton een limiet gesteld. In de diepere waterlagen, waar door gebrek aan licht geen plantengroei meer plaats vindt, worden belangrijk hogere concentraties aangetroffen. Als grenswaarden, geldend voor het niet verontreinigde oceaanwater, dat de koraalriffen omspoelt, mogen de volgende getallen geciteerd worden:

ammonium	0,000 tot 0,090 mg N per liter
nitriet	0,000 tot 0,040 mg N per liter
nitraat	0,000 tot 0,250 mg N per liter.

In overeenstemming met deze lage cijfers is ook het gehalte aan organische stof in de oceanen zeer gering: 2-5 mg per liter.

Na deze bespreking van de belangrijkste chemische factoren, zien wij nogmaals bevestigd, dat het milieu van de koraalvissen stabiel is en dat slechts geringe wijzigingen in de het milieu samenstellende factoren optreden.

Een volgend belangrijk kenmerk van het zeewater is het buitengewoon lage aantal bacteriën dat er in wordt aangetroffen. Hoewel de hoeveelheid beschikbaar voedsel voldoende is voor de ontwikkeling van miljoenen bacteriën per kubieke centimeter, vindt men doorgaans slechts 10-200 bacteriën per kubieke centimeter oceaanwater. Er moet dus een aantal factoren werkzaam zijn, die het bacteriënaantal zo laag houden. Eén van die factoren is het gemis aan substraat (ondergrond), waarop de cellen zich kunnen vasthechten en vermeerderen. Het aantal planktonorganismen, waarop bacteriën zich zouden kunnen vasthechten, is in het oceaanwater slechts gering. Brengt men een substraat in zeewater aan, of, wat hetzelfde is, brengt men zeewater in contact met zandkorrels of glas (aquarium!) in een besloten

ruimte, dan ontwikkelen zich explosief vele miljoenen bacteriën. Ook de protozoën en andere lagere dieren uit het plankton zorgen er voor, dat het aantal bacteriën laag blijft, door hen in grote getale te verslinden. Men heeft echter naast deze beide factoren nog het bestaan van een stof met bactericide werking in het zeewater moeten aannemen. Men denkt in dit verband vooral aan bacteriofagen en aan jodaten. Bacteriën groeien sneller in gesteriliseerd zeewater dan in normaal zeewater. De bactericide stof is dus hitte-labiel. Een verdere factor, die het aantal bacteriën in het open oceaanwater, althans in de oppervlakte-lagen, laag houdt, is de intense zonnebestraling van het water in de tropen. In dit verband moeten wij vooral denken aan het aandeel van de ultraviolette stralen van het zonlicht. Zoals uit het vervolg zal blijken, is het vooral de bacterie-armoede van het oceaanwater, overgaand in een overvloed van bacteriën, zodra het water gebracht wordt in een besloten ruimte, die bij de acclimatisering van pas gevangen dieren grote moeilijkheden oplevert.

Wij hebben nu min of meer in detail de voornaamste milieufactoren van het koraalrif leren kennen. In het eerste gedeelte van deze artikelenserie hebben wij reeds vastgesteld, dat de koraalvissen door hun verblijf in hun ideale milieu weinig of geen weerstand kunnen bieden aan minder gunstige factoren of wijzigingen in hun omgeving. Deze vaststelling is vooral van toepassing op de eerste dagen dat de koraalvissen in gevangenschap verkeren. Wanneer men pas gevangen koraalvissen onderbrengt in quarantaine-aquaria, waarin de eigenschappen van het zeewater in belangrijke mate afwijken van die van het water van de vangplaatsen, dan sterft een groot percentage van de dieren in zeer korte tijd. Een zo grote en plotselinge overgang naar andere milieucondities is noodlottig. Door echter vooral tijdens de acclimatisatieperiode de milieufactoren zo gunstig mogelijk te maken, kan men de dieren geleidelijk aan wennen aan de

minder gunstige condities, waaraan zij in gevangenschap onderworpen worden. Koraalvissen kunnen zich dus, hoewel langzaam, aan andere omstandigheden aanpassen, vooropgesteld dat nimmer té grote afwijkingen ten opzichte van het natuurlijke milieu voorkomen. De aandachtige lezer zal het bovenstaande reeds hebben aangevoeld, daar het anders nooit mogelijk zou zijn koraalvissen in gevangenschap te houden. Wij stellen echter bij het onderhavige onderwerp de dingen liefst zo scherp mogelijk, opdat iedereen de specifieke moeilijkheden vast in zijn geheugen prent en op die wijze teleurstellingen kan voorkomen.

In welke mate verschillen nu de milieufactoren in het tropisch zeeaquarium van de natuurlijke factoren en is het mogelijk om in de begrensde ruimte van een aquarium deze natuurlijke omstandigheden te imiteren of te benaderen? Wij hebben uitvoerig de eigenschappen van het oceaanwater zoals dat wordt aangetroffen op de koraalriffen, besproken. De volgende stap in ons betoog zal zijn deze zelfde eigenschappen in het zeeaquarium aan een onderzoek te onderwerpen en na te gaan in hoeverre zij afwijken of op den duur gaan afwijken. Daarbij zullen wij ons tevens moeten afvragen in welke mate eventueel optredende veranderingen ongunstig inwerken op de bewoners van het aquarium.

Het zoutgehalte van het water op de koraalriffen bedraagt gemiddeld 3,5%. Het is dan ook aan te raden het water in het tropisch zeeaquarium eveneens die waarde te geven. Overigens speelt het zoutgehalte, ondanks de hierover neergeschreven meningen, een relatief onbelangrijke rol. Het is een feit, dat lagere waarden dan 3,2% ongeschikt zijn, evenals hogere waarden dan 3,8%. In het traject van 3,2-3,8% echter voelen de dieren zich evengoed thuis als bij 3,5%. Plotselinge veranderingen moeten echter vermeden worden, daar verschillende soorten hiervoor zeer gevoelig zijn. Het verdampte water van het aquarium dient bijgevuld te worden met op temperatuur gebracht leidingwater. De kwaliteit van het leidingwa-

ter (hard of zacht) speelt hierbij geen rol, zolang het niet zwaar gechloroerd is. Er wordt dikwijls aangeraden dit zoete water via het filter in het aquarium bij te vullen. Tegen deze praktijk moet echter ernstig bezwaar worden gemaakt, omdat het zoete water in staat is door de verschuiving van het osmotische evenwicht alle micro-organismen in het filterbed te doden.

Een regelmatige controle van het zoutgehalte is, hoewel niet strikt noodzakelijk, aan te raden. In het geval, dat een gedeelte van het aquariumwater ververst moet worden, dient men zich ervan te overtuigen, dat het verse water niet te veel in zoutgehalte verschilt met het oude water. Is het nieuwe water te laag, dan kan door indampen het zoutgehalte verhoogd worden. In het tegenovergestelde geval moet men het zeewater met leidingwater verdunnen.

De bepaling van het zoutgehalte van het zeewater geschiedt met behulp van een hydrometer. Dit is een glazen buis, van onderen dichtgesmolten en verzwaard met ijzeren kogeltjes, van boven uitgetrokken in een dunne, holle buis, waarin een schaalverdeling is aangebracht. Met dit instrument bepaalt men het soortelijk gewicht (s.g.) of de dichtheid van het zeewater. Hiertoe laat men de hydrometer in het water drijven en leest op de schaalverdeling af tot hoever deze in het water zinkt. Hoe hoger het s.g., dus hoe hoger het zoutgehalte is, hoe hoger de hydrometer in het water blijft drijven. Het zojuist genoemde zoutgehalte-traject van 3,2 - 3,8% komt ongeveer overeen met een s.g.-traject van 1,024 - 1,029. De gemiddelde waarde van 3,5% komt overeen met de waarde 1,027 - 1,028 op de hydrometer. Maar al te vaak is men geneigd het uit het aquarium verdampte water aan te vullen met nieuw zeewater. Degene die dit doet maakt van zijn zeewateraquarium op de duur een pekelfat. Immers, uit het aquarium verdampt slechts zuiver water, alle zouten blijven in de bak achter. Door de verdamping stijgt het zoutgehalte van het achterblijvende water. Dit kan weer worden

opgeheven door bij te vullen met leidingwater. Daar men echter toch van tijd tot tijd zeewater uit het aquarium verwijderd met hevelen, aan het schepnet, aan handen en armen als men in de bak geweest is, verdient het aanbeveling regelmatig het zoutgehalte te controleren. Als dit te laag geworden is, moet men een keer met zeewater bijvullen.

Zuurstof. Een zéér goede zuurstofvoorziening is een eerste vereiste voor een tropisch zeewater-aquarium. Tropische zeevissen verbruiken relatief veel zuurstof en kunnen lage zuurstofgehalten slecht verdragen, ingesteld als zij zijn op een voortdurende verzadiging van het water. Het warme zeewater kan bovendien slechts weinig zuurstof bevatten, zodat de beschikbare hoeveelheid snel opgebruikt zal zijn, indien er niet op een of andere manier een voldoende snelle aanvoer bewerkstelligd wordt. Over het algemeen zal in het aquarium een onvoldoende algengroei aanwezig zijn voor een efficiënte zuurstofproductie. Men zal daarom het tropisch zeeaquarium moeten doorlichten. Deze doorlichting moet zeer krachtig zijn, zodat het water voortdurend in beweging is en het bodemwater steeds weer naar de oppervlakte wordt gestuwd. Proeven hebben aangetoond, dat een permanente doorlichting met vrij grove bellen een constante zuurstofverzadiging van 100% bewerkstelligt. Een doorlichting met fijne bellen is minder efficiënt, vooral in grote aquaria. De waterbeweging teweeggebracht door middel van een uitstromer moet zodanig zijn, dat nergens dode hoeken kunnen ontstaan. In grote aquaria zal dan ook meestal gebruik gemaakt moeten worden van twee of meer uitstromers.

Een krachtige doorlichting voorkomt eveneens de accumulatie van het koolzuur, geproduceerd bij de ademhaling van plant en dier en bij de afbraak van uitscheidingsproducten en dood organisch materiaal (voedselresten). Indien het koolzuur niet wordt uitgedreven door middel van een krachtige doorlichting, dan zullen ademhalingsmoeilijkheden bij de vissen optreden als gevolg van de accumulatie van dit gas.

Zelfs al is een zodanige algengroei in het aquarium aanwezig, dat de zuurstofvoorziening gewaarborgd is, dan is het nog raadzaam door te luchten. Des nachts immers wordt de zuurstofproductie door de algen gestaakt evenals de koolzuuropname. Zelfs bij een normale bevolking kan dan gedurende de nacht de beschikbare zuurstof verbruikt worden en het koolzuur dermate accumuleren, dat de pH sterk verlaagd wordt. Gedurende de dag kan zonder doorluchting de assimilatie van de algen zo intensief zijn, dat als gevolg van de totale onttrekking van het koolzuur de pH oploopt tot waarden boven 9. Met doorluchting is ook deze ongewenste toestand te voorkomen.

Een tropisch zeewateraquarium is zonder krachtige doorluchting niet in stand te houden.

De zuurgraad van een goed functionerend zeewateraquarium dient te liggen tussen 7,8 en 8,5. Zowel onder als boven deze waarden kan beschadiging van de vissen optreden. De zuurgraad wordt in hoofdzaak beïnvloed door koolzuur- en nitraataccumulatie. In beide gevallen daalt de pH. Zeer intensieve assimilatie van algen kan leiden tot te hoge pH-waarden, zoals reeds gememoreerd. Zoals wij reeds eerder zagen, kan een krachtige doorluchting de pH binnen de vereiste grenzen houden. Het verwerken van gebroken schelpen of schelpengruis in het bodemzand of in het filter helpt mee om de pH constant te houden door de binding van het eventueel optredende agressieve koolzuur.

De stikstofverbindingen.

Wij komen nu aan een zeer belangrijk gedeelte van ons betoog, want het is juist ten aanzien van de stikstofverbindingen, dat het water in ons aquarium sterk gaat afwijken van het natuurlijke water.

Zoals wij reeds eerder besproken hebben, zijn anorganische stikstofverbindingen slechts in zeer geringe concentraties in het oceaانwater aanwezig. De stikstofverbindingen, die gevormd worden bij de

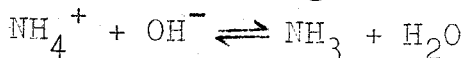
afbraak van de dode organische stof, worden in de oceanen direct opgenomen door planktonalgen en hogere wieren. In het aquarium ligt de situatie anders. Allereerst vinden wij hier in de besloten ruimte van de bak een relatief veel groter aanbod van organisch materiaal in de vorm van voedselresten en uitscheidingsproducten van de vissen. De eindproducten van de afbraak van dit materiaal, de nitraten, vormen in zekere concentratie een sterk en op de duur dodelijk visvergift. Bij langzame concentratie-verhoging treedt een zekere gewenning op, die echter boven bepaalde concentraties niet meer geldt. De gevoeligheid voor nitraataccumulatie is voor de verschillende soorten nogal uiteenlopend. Waarschijnlijk zeer gevoelig zijn de Chaetodontidae en de Acanthuridae, andere soorten verdragen belangrijk hogere concentraties, vooropgesteld, dat deze concentraties langzaam bereikt worden. Waarden van 200-300 mgr per liter worden soms nog verdragen. Meestal treden echter bij lagere concentraties al beschadigingen op (100-150 mgr/l). Nieuwe pas gevangen dieren hebben een belangrijk lagere resistentie en kunnen, indien direct overgezet in het met nitraten beladen water, binnen zeer korte tijd aan vergiftiging te gronde gaan. Het is dus zaak om nieuw aangekochte dieren eerst een quarantaine-tijd te laten doormaken in vers zeewater. Langzame vervanging van het verse water door water uit de gezelschapsbak moet de vis doen wennen aan hogere concentraties.

Indien in het aquarium een waldelige algengroei aanwezig is, kunnen de algen de nitraatconcentratie op een ongevaarlijk peil houden, hoewel bij zeer veel aanbod ook deze algen de zaak niet meer aankunnen. Het schijnt, dat in ieder goed functionerend aquarium ook een gedeelte van het nitraat door nitraatreducerende bacteriën wordt afgebroken tot nitrieten, die verder tot ammonium en tenslotte tot vrije stikstof worden gereduceerd. Men heeft reeds pogingen ondernomen, om deze nitraatreductie in het aquarium te stimuleren.

Indien men slaagt in deze pogingen, dan zou dit een belangrijke stap vooruit zijn en zou men een der belangrijkste vijanden van het tropisch zeewater-aquarium kunnen uitschakelen. Tot het zover is, zullen we moeten trachten de nitraten door middel van algen kwijt te raken. In vele aquaria is het vaak onmogelijk om een bevredigende algengroei te verkrijgen, hetzij dat de milieufactoren niet juist zijn, hetzij dat er zich algenetende vissen in het aquarium bevinden, die de uitbreiding van de algenv egetatie in de weg staan. In dit geval is het aanbevelenswaard om buiten het aquarium een grote zeer goed belichte filterbak aan te brengen, waarin een overdadige algengroei wordt veroorzaakt. Een dergelijk 'algenfilter' wordt dan het beste voor het koolfilter geplaatst, daar het dan meteen dienst kan doen voor de mechanische reiniging van het water.

Ook de hoeveelheid onafgebroken organische stof schijnt op het welzijn van tropische - zowel als niet-tropische zeevissen een grote invloed uit te oefenen. Hoge concentraties worden slecht verdragen, hoewel bij langzame concentratie-verhoging weer een zekere gewenning optreedt. Het ammonium speelt waarschijnlijk een even belangrijke rol in het zeewater-aquarium als de nitraten. De omzetting van ammonium in nitriet is afhankelijk van de zuurstofconcentratie en het gehalte aan nitriet- en nitraatbacteriën. Bovendien kunnen de nitraatbacteriën, die het nitriet tot nitraat oxyderen, dan pas hun werk goed verrichten, als het aanwezige ammonium voor het grootste gedeelte in nitriet is omgezet. Dit betekent, dat wanneer voortdurend ammonium wordt geproduceerd bij de afbraak van de overmaat organische stof, dit ammonium de nitraatbacteriën kan verhinderen nitriet in nitraat om te zetten. Zo kan dus het zeewater in een aquarium relatief grote hoeveelheden ammonium en nitriet bevatten, alhoewel het slechts tussenfasen zijn in de afbraak van de organische stof. Nu is ammonium (NH_4) op zichzelf niet een sterk visvergift. In alkalisch milieu echter gaat het ammonium voor

een gedeelte over in het ammoniak (NH_3), hetgeen een veel sterker visvergift is.



Bij de pH-waarden, die in zeeewater voorkomen, kan zich een vrij grote hoeveelheid ammoniak vormen. Onder bepaalde omstandigheden is het niet ondenkbaar, dat het ammoniak aanleiding kan geven tot plotselinge en op het eerste gezicht onverklaarbare massasterften.

MEDEDELING:

Om verschillende redenen zijn een aantal onderzoekjes, waaraan ik bezig ben, aanmerkelijk en onverwachts vertraagd. Helemaal stop zetten zal ik ze zeker niet, maar de resultaten zullen u slechts met een behoorlijke vertraging bereiken.

Verder heeft slechts één lezer het indrukwekkende initiatief genomen, ons te laten weten dat hij geïnteresseerd was in de indicator voor het vaststellen van de pH. Een (voordelig) gezamenlijk inkopen is natuurlijk slechts dán mogelijk, als er veel deelnemers zijn.

H.C.

V E R S C H E N E N B O E K E N

FLOWERS OF THE COAST door Ian Hepburn

Series "New Naturalist", Collins, London, 1952
xiv + 236 pag.; geïlld.; ± f 15.--.

AQUARIEN-CHEMIE door Wagner

Uitgev. Kosmos, Duitsland, ± 1957; ± f 6.--.

TIERPSYCHOLOGIE FÜR JEDERMANN door H.H.Vogt.

E.Reinhardt Verlag, München & Basel 1957
53 bladz.; ± 3.--.

DER STRANDWANDERER door F.Kuckuck

J.F.Lehmann Verlag, München 15, 1956.
148 pag.; 24 kl. en 4 zw.w.pln.; DM 6.---

Geheel up to date gemaakt door een drietal onderzoekers te Helgoland. De prijs is gehalveerd !!

THE SALMON door J.W.Jones

New Naturalist Special Volume; Collins, London
20 x 14 cm; xvi + 192 + 12 pl; ± f 11.--. 1959

Over het CENTRAAL SYSTEEM

kunt u in de los ingelegde handleiding iets lezen.
We verzoeken u eventueel ingevulde formuliertjes op te sturen naar de redactie van DE KOR. Deze zorgt er voor dat een en ander ter bestemde plaats komt, en zendt u meteen enkele nieuwe invulformuliertjes.

ADRESSEN en GEGEVENS van de VERENIGING

Algemeen voorzitter: de heer M.Bot te Vlaardingen.
Algemeen secretaris: de heer J.H.Kroon, te Leiden.
Algemeen penningmeester: de heer Ir.H.E.Westenberg,
Johan van Oldenbarneveltlaan 20, Den Haag.
GIRONUMMER: 104739, t.n.v. Ir.H.E.Westenberg.

Opgaven voor lidmaatschap bij de heer Kroon,
Leeuwerikstraat 8, te Leiden
of aan de redactie.
Copy naar het redactie-adres.

Het hoofdartikel stond reeds eerder in "Het Aquarium". Onze dank aan auteur en redactie voor het plaatsingsrecht.

Overname van gehele of gedeeltelijke artikelen
s.v.p. NA ruggespraak met de redactie van DE KOR.