



# Koralen rif aquarium

Hoofdstuk 2, Vermeerdering van de neteldieren, deel 2

REEFSECRETS

35

In het algemeen hebben steenkoralen een vermeerderingsseizoen, welk tijdpunt en duur van gebied tot gebied kan variëren. Enkele gebieden wijzen op relatief grote jaarlijkse schommelingen, bijvoorbeeld wat betreft de temperatuur en het zoutgehalte van het zeewater, terwijl in de andere regionen gedurende het hele jaar over tamelijk stabiele verhoudingen heersen. Dat heeft een invloed op de vermeerderingsfasen. Wederom mag de *Acropora palifera* als een voorbeeld hiervoor dienen. Gedurende zij bij Heron Islands, zo'n 23° zuidelijke breedte gelegen, maar een keer in het jaar afzetten, geschiedt dat bij Lizard Island, met zo'n 14° zuidelijke breedte en wezenlijk dichter bij de equator gelegen, het gehele jaar. Bij hermafroditische vrij leggers zijn de vermeerderingsfasen korter het seizoen zeer begrenst, vaak in de vroege lente, wanneer het watertemperatuur van een lage wintertemperatuur tot een maximum oploopt. Dan kan het tot een zeer intensieve en massale afzetting komen, wat één tot enige nachten lang kan duren. Gescheiden geslachtelijke vrij leggers hebben vaak langere en in het algemeen tijdelijk weinig gelijklopende afzetfasen. De meeste broeders zetten hun larven gedurende het gehele jaar af.

Gelezen uit het boek  
"Korallenriff Aquarium"  
van Sven Fosså en Alf Jacob Nilsen,  
en bewerkt door Henk de Bie.



*Foto bijschrift. Het maanlicht is een sleutelfactor, die de steenkoralen in het rif tot afzetting aanzet. De belichtingssterkte bij volle maan is weliswaar maar een fractie van die om de middagtijd, dan nog reageren vele koralen op dit koude blauw witte licht van de maan en leggen in synchronisatie van de maanfasen af.*

De relatie tussen lux en  $E/m^2/sec$  is niet lineair. Het is erg moeilijk, zulke metingen voor één "aquariummaan" te doen. Hoe het ook zij, als basis voor een volle maan kan men met ongeveer 50% van de lichtintensiteit voor de schemering in een aquarium mee beginnen, het strooilicht van andere lichtbronnen verkregen, bijvoorbeeld straatlantaarns, licht uit andere ruimtes, et cetera.

In zo'n geval bereikt maar een gedeelte van het schemerlicht de

koralen. Wordt het aquarium 's nachts in een volledig donkere ruimte gehouden, dan kan men een zwak kunstlicht als maanlicht inzetten. Volgens Tyree moet het de koralen bereikende volle maanlicht ca 200 lux zijn.

Wij hebben de belichtingssterkte aan de oppervlakte in het midden van een aquarium gemeten, dat van voor in een hoek van 45° tot de oppervlakte, met twee neonlampen van 40w, van Philips TL03, verlicht werden; uitkomst

= ca. 1.850 lux (een neonlamp produceert 1.200 lux). Aan de toppen van de koralenkoloniën, ongeveer 20 cm onder het wateroppervlakte, is de belichtingssterkte tot 650 - 400 lux gereduceerd.

Een 40w blauwe gloeilamp produceert ongeveer 200 lux aan het wateroppervlak, wanneer de gloeilamp ongeveer 10 cm daarboven is aangebracht. Op de toppen van de koralenkoloniën, ongeveer 20 cm onder het wateroppervlak, bedraagt de belichtingssterkte nog maar 20 lux.

Het is tegenwoordig mogelijk, natuurlijke maancyclusen met een hoogontwikkelde, programmeerbare automaten, zoals de "Simatic S5-95U" van Siemens, of met een elektronische dimmer te produceren. Beide systemen zijn helaas erg duur, maar met hen in verbinding kan bijvoorbeeld een 18w TL 03 maanlicht van Philips een natuurlijke cyclus simuleren (volgorde en sterkte). Wanneer men wil bereiken, dat zich steenkoralen in het aquarium seksueel vermeerderen, moet men zo iets maken.

In een experiment probeerde Tyree (1993) allereerst, de normale maancyclus van 29,5 dagen naar 15 dagen te reduceren, om zo een gesynchroneerde massale vermeerdering van steenkoralen in een testperiode van drie maanden te bereiken. Ofschoon de proef misging, werd belangrijke kennis vergaard. In een tweede experiment veranderde hij het systeem naar de natuurlijke cyclus van 29,5 dagen. Dit leidde tot het afzetten van een gorgoon, vermoedelijk gaat het om een *Swiftia exserta*.

Voordat de gameten in het vrije water afgegeven worden, maken zij zich los van de gonaden en komen in het gastmalenruimte van een poliep. Hier kan men de eieren duidelijk waarnemen. Het sperma daarentegen is veel te klein, om ze te ontdekken.

De eieren worden vaak in een klomp vorm afgegeven, maar bij sommige soorten ook enkel. Bij de *Fungia* soorten konden wij waarnemen, dat een poliep gedurende het uitstoten van de spermacellen zich krachtig opblies. Een zelfde gedrag werd in de zee bij de *Heliofungia actiniformis* gedurende de afgifte van volledig ontwikkelde planula larven vastgesteld.

De samenhang met het afzetten kan men een der fascinerendste gebeurtenissen noemen. Het is een groots natuurschouwspel, dat pas eerst in 1982 met zijn verloop verklaard werd. In het Grote Barrièrerif vond ieder jaar een gigantische massale vermeerdering plaats van steenkoralen. Daarvan namen 134 van de 356 aangewezen soorten aan deel, die zich op 11 van in totaal 15 families verdeelden. Gedurende enkele nachten in het voorjaar of vroege zomer, worden ontelbare ei- en zaadcellen in het water losgelaten, dat zich daardoor roodachtig kleurt.

Dit fenomeen was in Japan vroeger erg goed bekend en voerde tot het ontstaan van de mythe van de "Prinses van de onderzeese drakenpaleis, die eenmaal in het jaar een menstruatie heeft". Het Japanse rif is tegenwoordig niet meer zo gesteld, zoals het eerst was, zo dat hier een massale vermeerdering maar heel zelden optreedt. Eerst, in de laatste tien jaar zijn de geheime oorzaken van het "rode water" en de bijzonderheden van de massale vermeerdering bekend geworden. Zoals reeds eerder beschreven, wordt de vermeerdering van de steenkoralen door meerdere factoren aangestuurd.

Wanneer in het Grote Barrièrerif de watertemperatuur na het minimum van gedurende het koelere jaargetijde weer oploopt, beginnen de gameten in de koraalpoliepen te rijpen. Het afzetten wordt dan door de maanfasen en de jaargetijden ingezet. Drie tot zes nachten na de eerste volle maan, wanneer het water de optimale temperatuur bereikt heeft, beginnen circa 40 soorten met het afzetten.

Ongeveer een week later volgen de

overige 94 soorten. Het rif geraakt vormelijk in een hel van gameten, die in lange slierten samenhangen. Zij drijven naar het wateroppervlak, waar zij hun samenhang verliezen. Eerst beginnen de spermacellen hun jacht naar de eieren. Het afzetten gebeurt altijd bij eb, zodat de concentratie van eieren en sperma in de hogere waterlagen zeer hoog is. Dat verhoogt de kansen voor een succesvolle bevruchting. Massale vermeerderingen zijn ook van West Australië en in delen van de Indische Oceaan bekend (Simpson, 1985). Dit gebeurt hier weliswaar in andere jaargetijden.

Gedurende de massale vermeerdering in het Grote Barrièrerif, kort voor het bereiken van de maximale temperatuur, vinden zij in West Australië lange tijd, nadat deze overschreden worden, plaats (Simpson, 1985; Babcock & al., 1986). In het Grote Barrièrerif is waarschijnlijk de samenwerking van watertemperatuur, maanfase, daglengte, waterkwaliteit en voedingsaanbod verantwoordelijk voor het uitstoten van de massale vermeerdering.



Een gorgoon, waarschijnlijk een *Swiftia exserta*, legt ten tijde van het kunstmatige volle maanlicht in het aquarium af. Foto; St. Tyree.



Is de vermeerdering eenmaal op gang gebracht, dan is het mogelijk, dat bovendien de afgegeven hormonen het explosiefachtige afzetten stimuleren, zie ook pagina 45. Hoezo gebeurt er überhaupt een massale vermeerdering?

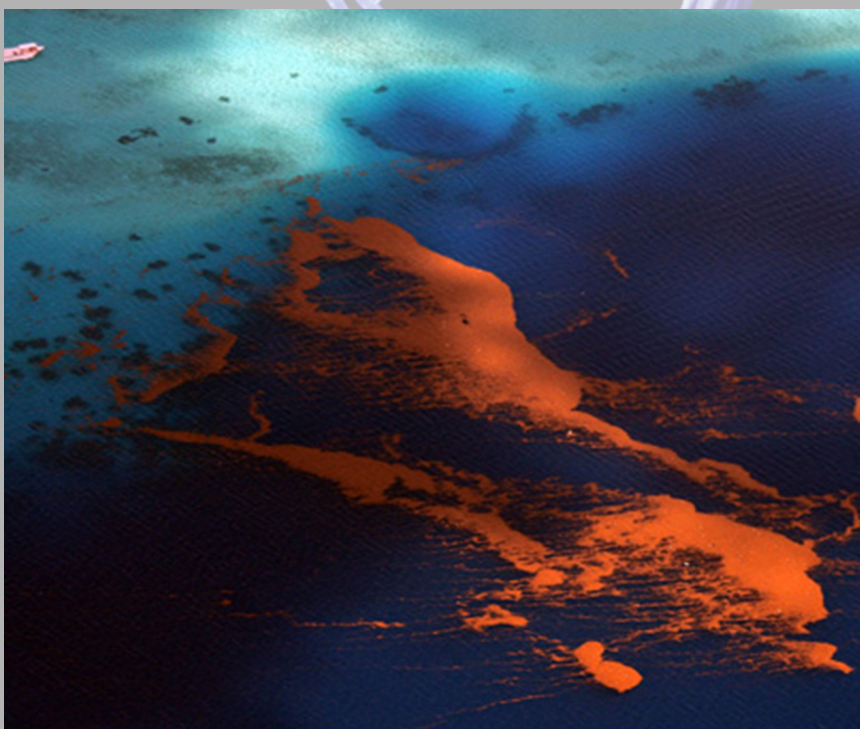
Een van de onderzoekers verdedigde de mening, dat de oorzaken in de natuurlijke schommelingen van de milieuverhoudingen, zoals in temperatuur en getijdenverschillen, te zoeken zijn. Vergelijken met de Rode en de Caribische zee, waar het afzetten verreweg minder gelijk lopend gebeurt, zijn deze schommelingen in het Groot Barrièrerif zeer groot. Dat gelijktijdige afzetten verhoogt mogelijkwijze de kans voor succesvolle bevruchtingen. Gelijktijdig biedt zich zo een betere mogelijkheid, om in een gebied met hoge selectiedruk door vraatzuchtige vijanden te overleven (Harrison & al., 1984).

Weliswaar stijgt natuurlijk ook het risico voor een totaal fiasco, wanneer namelijk de gameten door storm of regen vernietigd worden. Nog kan de wetenschap het fenomeen van de massale vermeerdering nog niet volledig verklaren. Bij Wallace & al. (1986) vindt men een algemeen verstandige beschrijving, Babcock & al. (1986) behandelde dit thema uitvoerig.

### Bevruchting en larvenontwikkeling

Na het afzetten verzamelen zich de gameten gewoonlijk in grote massa's aan de wateroppervlakte, waardoor de bevruchtingstermijn verhoogd wordt. Hoe hoger dus de concentratie van gameten is, des te groter worden natuurlijk de kansen voor een succesvolle bevruchting.

Bij koraalsoorten die niet gelijktijdig afzetten, kunnen de gameten langere tijd zwevend in het water overleven. Bij de *Goniastrea favulus*, uit de familie Faviidae, zijn de eieren zwaarder als het water, en verzamelen zich tot de sperma afgifte in de slijm massa om de moederkoloniën (Kojis & Quinn, 1981; Babcock, 1984; Babcock & al., 1986). Kort na de afgifte ondergaan de eieren een chemische verandering. Eerst wanneer zij polair lichamelijk ontwikkeld zijn, zijn ze bevruchtingsgeschikt. Normalerweise treedt deze toestand zo'n 30 minuten na de eiafgave in.



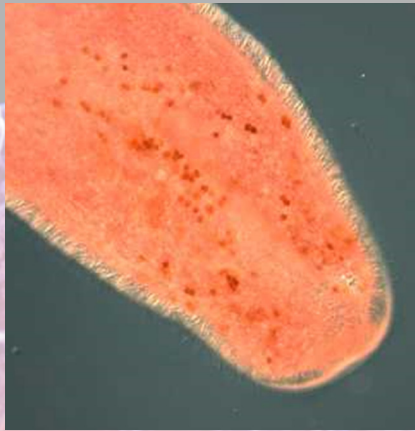
Bij het contact tussen ei- en spermacellen is de chemotaxis (door chemische prikkelingen opgeloste oriëntatiebeweging) voor een succesvolle bevruchting van grote betekenis. Bij neteldieren worden de spermacellen door deze chemotaxis op de juiste weg gebracht, wanneer zij meerdere millimeters van het ei, hun doel, verwijderd zijn. Nog weet men niet, of die chemotaxis ook daarvoor verantwoordelijk is, dat spermacellen en eieren van een soort in het "gewemel" van gameten zo vele soorten tot elkaar brengen.

Zoals reeds is vastgesteld, zijn de meeste steenkoralen hermafroditische vrij leggers, die gelijktijdig ei- en zaadcellen afgeven. Dit verhoogt evenwel de waarschijnlijkheid van een zelfbevruchting. Dat is in de grond van de zaak, tot de instandhouding van een genetische veelvoud van een soort niet wenselijk. Onderzoekingen hebben weliswaar aangetoond, dat de termijn van een zelfbevruchting verschillend kan zijn. Zo kwam bijvoorbeeld bij de *Montspora* soorten geen zelfbevruchting voor. Bij de *Acropora* soorten was het aantal erg weinig, bij twee *Goniastrea* soorten daartegen erg hoog, Heyward & Babcock, 1986.

De ontwikkeling van een embryo, embryogenese, strekt zich uit voor de eerste celdeling, die normalerwijze een tot twee uur na de bevruchting van een cel gebeurt, tot de opbouw van de planula larven met een buitenhuid en met wimperhaartjes.

De tijdsduur van dit stadium varieert bij vrij leggers van zes tot acht uur bij de *Astrangia danae* bij voorbeeld uit de familie Rhizangiidae, Szmant - Froelich & al., 1980, tot zo'n 24 uur bij anderen, Kojis & Quinn, 1982; Heyward & Babcock, 1986; Buil, 1986; Heyward, 1986. Bij broeders duurt de embryogenese verreweg wat langer, zo strekt dit bij de *Favia fragum* over vier dagen uit, Szmant - Froelich & al., 1985.

De ontwikkelde die reeds klaar zijn en bij neteldieren met wimpelhaartjes bedekte larven worden als "planula larven" gekenmerkt. Met hulp van die wimpelhaartjes kunnen die planula larven zich voortbewegen. Allereerst zoeken zij het wateroppervlak op, waar zij zich rond laten drijven. In dit stadium zijn ze nog kogelrond. Planula larven van broeders zijn bij hun "geboorte" groter als die van vrij leggers, evenwel



Drie dagen oude planula larven van de *Acropora*. Planula larven leven planktonisch en hebben normalerwijze vier tot zeven dagen ontwikkelingstijd nodig, voordat zij zich vestigen en in een primair poliep kunnen veranderen.

vindt hun ontwikkeling in de moederdieren langzaam plaats. Hun typische peer- of tonvormige gedaante bouwen de planula larven na drie tot zeven dagen verder uit. In het voorste deel bezit die larve een opening, die tot een holle ruimte voert. In doorsnede zijn ze nu 1,5 mm lang en hebben vol ontwikkelde en verschillende cellen, onder andere worden de mesenterien uitontwikkeld. In dit stadium zoeken de planula larven dieper wateren, in de buurt van de bodem op. Planula larven bezitten energiereserve, die waarschijnlijk uit de stofwisseling van de zoöxanthellen van de moederkolonie in de eicellen overgedragen worden. Bijzonderheden hierover zijn echter tot nu toe weinig bekend. Voorbeelden tonen aan dat Planula larven actief voedsel opnemen, zoals bijvoorbeeld die van de noord Atlantische bekerkoraal *Caryophyllia smithi*. In planula larven van broeders vindt men vast altijd zoöxanthellen en pigment. Dat verklaart ook, waarom zij zich langer het hoofd kunnen bieden, als die van vrij leggers.

Bij de laatste ontbreken meestal de zoöxanthellen. Uitzonderingen zijn evenwel de soorten van de families *Montipora* en *Porites*, waarbij de eieren zoöxanthellen bevatten.

#### Verspreiding van de larven en ontwikkeling van de primair poliepen

Door een larvenstadium verschafft een soort zich principieel grotere mogelijkheden voor een geografische verspreiding. Men kon daarom menen,

dat een planktonische larvenstadium, zoals dat van de planula larven, ervoor zorgen, dat een steenkoralen soort zich verwijderd van zijn ontstaansoord, kunnen nestelen. Bij vele is dit niet zo, want hun planula larven nestelen zich in de buurt, niet meer dan een kilometer verwijderd. Alleen planula larven met een langer planktonisch stadium kunnen zich in een wijdere omgeving op het substraat vastzetten. In de wetenschap geeft het tegenwoordig nog geen eenduidige opvatting daarover, hoe ver steenkoralen zich kunnen verspreiden.

Planula larven zoeken in het rif een leeg vestigingsgebied op. Hier laten zij zich neer en bouwen primair poliepen, waaruit deze bij gunstige levensomstandigheden nieuwe koloniën kunnen opgroeien. De overlevingstermijn van primair poliepen is tamelijk klein. Alleen een klein gedeelte voert tot een nieuwe kolonie.

De overlevingskansen van de primair poliepen zijn niet overal even groot. Daarom is het belangrijk, waar de planula larven zich in het rif neer laten. Het water in de lagune of in de buurt van de kust bezitten een hoger gehalte aan organische stoffen en kleine deeltjes.

Hier is het sterftecijfer van de planula larven erg hoog. Er zijn echter enige koraalsoorten, die zulke verhoudingen tolereren. Ook aan de rifkant zijn de overlevingsuitzichten gering, daar hier de golven van de branding de primair poliepen kunnen vernietigen. De beste ontwikkelingsmogelijkheden is de plaats op het rifdak.

Daar is de waterstroming erg sterk, maar beschadigt de primair poliepen niet. In de eerste ontwikkelingsfase is de primair poliep in doorsnede niet groter dan 2 mm en is moeilijk om met het blote oog te ontdekken. In het eerste jaar bereikt een nieuwe kolonie nauwelijks meer dan  $\pm 10$  mm aan grootte.

Weliswaar is dat bij de eencellige families verschillend en ook daarvan afhankelijk, welke vermeerderingsvorm, vrij legger of broeder, tot een kolonie kan voeren en welke hoedanigheid het micromilieu in de onmiddellijke omgeving heeft, Babcock, 1985; Sato, 1985.

Jonge koloniën van broeders groeien

sneller dan die van vrij leggers. Door Harrison & Wallace, 1990, zijn vele bijzonderheden over de groeisnelheid in het eerste levensjaar bekend gemaakt.

### Geslachtelijke vermeerdering in het aquarium.

Zoals we gezien hebben, is de vermeerdering van steenkoralen een zeer gecompliceerde en variabele gebeurtenis en in het koralenrifaquarium tot nu toe nog een zeldzame gebeurtenis. Het is zeer zeker niet eenvoudig, een volledige levenscyclus van de steenkoralen in het aquarium te bereiken. Met op de achtergrond de razendsnelle ontwikkeling in de laatste tien jaar in de koraalrif aquaristiek, durven wij zeker de prognose te stellen, dat spoedig meer berichten over geslachtelijke vermeerdering in het aquarium zullen worden gepubliceerd.

Wij moeten vanaf deze plaats alle aquarianen uitnodigen, die zich tot dit hele gebied aangetrokken voelen, om over uw waarnemingen te berichten, hetzij in notities dan wel met artikelen in vaktijdschriften of direct aan ons. Ook aquariumverenigingen zullen zich dit thema als opgave moeten stellen. Hier zullen bijvoorbeeld werkgroepen opgezet kunnen worden, die zich met afzonderlijke vragen, zoals temperatuurcyclus, maanfasen, geslachtsrijpheid, voer en speciale watertoevoegingen, bezighouden. Wij zelf hebben weinig ervaring met de geslachtelijke vermeerdering van steenkoralen in het aquarium. Er zijn ons ook gebeurtenissen uit aquariums van andere bekend, waarbij het zich om geslachtelijke vermeerdering handelt.

Vanaf 2 november 1992 om 17.00 uur namen wij in ons steenkoralen experimenteaquarium een zwakke sperma afgifte waar, bij een *Euphyllia divisa* uit de familie Caryophylliidae. Dit sperma kon met de microscoop geïdentificeerd worden. Het koraal bezat negen grote poliepen en bevond zich ongeveer 1 jaar in het aquarium, intussen heeft het poliepenaantal zich naar 18 verhoogd, het koraal gedijt verder goed. De sperma afgifte was niet sterk. Zij werden toevallig ontdekt, omdat op dat moment de stromingspompen werden schoongemaakt. Bij volledige watercirculatie hadden wij dat uitstoten van sperma, zeker niet opgemerkt.

De belangrijkste waterwaarden van toen, waren:

Temperatuur: 26,8 °C  
pH-waarde: 8,45  
Zoutgehalte: 50,1 mS = 33,5‰  
Redoxpotentie: 404 mV  
Nitraat: < 1 mg/l

Op 8 april 1993, tussen 10.30 uur en 11.15 uur konden wij bij een *Fungia fungites*, die in december 1992 uit Indonesië geïmporteerd was, eveneens de afgifte van sperma waarnemen. Dat dit maar reeds 5 maanden na de import geschiedde, schijnt het ons, dat dit exemplaar reeds bij zijn aankomst geslachtsrijp of op weg daarvoor was.

Vele soorten uit de familie Fungiidae zijn gescheiden geslachtelijk, zodat het zich bij deze kolonie om een mannelijk dier handelt. De afgave van spermacellen gebeurt stoets gewijs en duurt ongeveer 45 minuten. De intervallen tussen de afzonderlijke afgaven bedragen een tot drie minuten, zie ook de fotoserie op pagina 58. Bij een sterke uitstoot steeg deze spermawolk op tot ongeveer 40 cm hoogte. De poliep blies zich daarbij zo sterk op, dat de tentakels haast volledig verdwenen. De waterwaarden en de belichtingssterkte bedroegen:

Temperatuur: 26,0°C  
pH waarde: 8,35  
Zoutgehalte: 50,6 mS = 34‰  
Redoxpotentie: 392 mV < 1 mg/l  
bij de kolonie; 8.000 tot 10.000 lux,  
bij 12 tot 14 uur per dag.

Vier dagen voor de sperma afgave was ca 6% van het gezamenlijke volume van het aquariumwater door natuurlijk Noordzeewater verversd. Dit was de eerste planmatige waterwissel na ander half jaar. Op hetzelfde tijdstip hebben we ook een "maankunstlicht" geïnstalleerd. Het geeft echter geen zeker aanknopingspunt daarvoor, dat deze maatregelen het afzetten op gang hebben gebracht.

In het aquarium van Kjell Nagy uit Flekkefjord, Noorwegen, gaf op 21-11-1993 tegen 23.00 uur een *Polyphyllia taipina* uit de familie Fungiidae sperma af. Tot dit tijdstip was het aquarium alleen maar met een actinisch blauwe TL lamp, Philips TL 03, belicht.

Het koraal was met de gereed vermelde *Fungia* soort zonet geïmporteerd en dien ten gevolge iets minder als een jaar in het aquarium. Het is onwaarschijnlijk, dat de kolonie bij hun aankomst al rijpe spermacellen bevatte, veel meer zijn deze onder gunstige aquariumvoorwaarden spoedig aangerijpt. De waterwaarden en de belichtingssterkte was:

Temperatuur: enige dagen tevoren 28°C, normaal 26°C  
pH-waarde: 's morgens 8,2  
's avonds 8,5  
Nitraat: <1 mg/l  
Belichting: bij de kolonie; HQI-T 1.000 w/d van Osram  
belichtingstijd; 12 uur per dag, ca 10.000 lux

De interval tussen de afzonderlijke sperma afgaven bedroegen ongeveer anderhalve minuut. Na drie dagen vond weer een vernieuwde afzetting plaats, precies op de zelfde manier en op de zelfde tijd. Nadat wij van de gebeurtenissen, die Tyree in 1993 publiceerde, gelezen en wij met hem contact opgenomen hadden, veranderden wij het maanlicht in de door hem beschreven en in het diagram van pagina 50 weergegeven cyclus.

Wij startten deze fasen met 17% van het volle maanlicht op 17 januari 1994, om zo ook een natuurlijke maancyclus aan te houden. Verrassenderwijs gebeurde reeds na acht dagen, 's morgens de 25<sup>e</sup> januari, als 54% van het volle maanlicht bereikt was, het afzetten, zie wederom het diagram op pagina 50. Of hier een zeker rechtstreeks verband bestaat, is niet bewijsbaar. Ongelukkigerwijze waren wij gedurende het afzetten niet in de aquariumruimte, maar kwamen slechts enkele minuten later binnen, toen het water nog troebel was. Zo was het niet mogelijk om vast te stellen, welke koraal of koralen afgezet hadden. Het afzetten moet tussen 9.10 uur en 9.30 uur plaats gevonden hebben.

Dat is zo'n kleine 15 tot 35 minuten, nadat 's morgens de blauwe TL-lampen ingeschakeld werden, en ongeveer 45 tot 25 minuten, voor de eerste HQI-lampen ingeschakeld worden.

Het maanlicht is van 23.00 uur tot 06.00 uur aan.

Wij filteren het aquariumwater door een net met een maaswijdte van 15 µm. Onder de microscoop waren de spermacellen duidelijk te herkennen.

De waterwaarden waren;

Temperatuur: 25,7°C  
 Zoutgehalte: 50,3 mS = 33promille  
 Redoxpotentie: 440 mV  
 Nitraat: <1 mg/l

De betekenis bij het afzetten is daarin te zien, dat intussen geen nieuwe koralen in het aquarium ingezet waren. De spermacellen moeten dus onder deze aquariumwaarden aangerijpt zijn. Koralen kunnen dus in het aquarium

geslachtsrijp worden!

Bij steenkoralen hebben wij persoonlijk tot nu toe alleen sperma afgifte, evenwel geen ei afgifte kunnen waarnemen. Er liggen ons echter berichten voor uit Amerika, van J.C. Delbeek, over ei afgifte bij een *Euphyllia* sp. en een gorgoon. Een ei afgifte konden wij bij een lederkoraal uit de soort *Sacrophyton* waarnemen. In het Waikiki aquarium, op Hawaii, werd een ei afgifte bij een *Sandalolitha nobusta*, uit de familie Fungiidae, en bij een *Pocillopora* sp. waargenomen. Dit aquarium bezit evenwel een constante waterwissel met natuurlijk zeewater, en kan daarom niet als een gesloten aquariumsysteem betiteld worden.

Een aquariaan, van wie wij weten, dat hij vele resultaten met betrekking tot

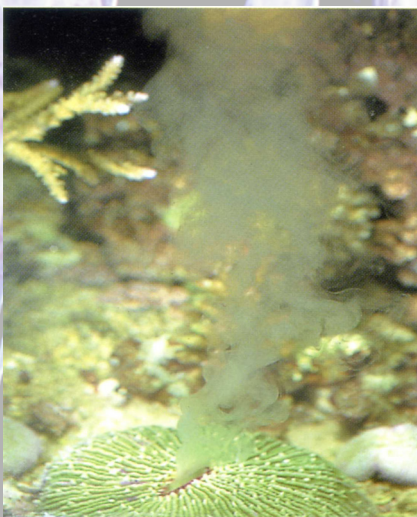
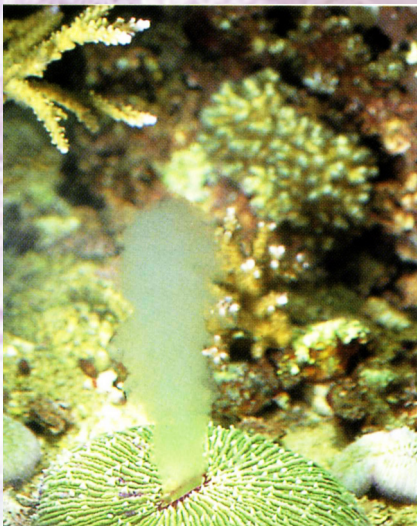
de geslachtelijke vermeerdering van steenkoralen in het aquarium heeft, is Steve Tyree uit Californië. Hij heeft een 680 liter aquarium. De belangrijkste waterwaarden daarin zijn:

pH-waarde: 8,2 - 8,5 ('s morgens tot 's avonds).  
 KH: 7-10°  
 Temperatuur: 26°C, 27 - 27,5°C gedurende het afzetten.  
 Zoutgehalte: ± 36‰  
 Calcium: 380 - 450 mg/l

Het aquariumwater wordt uit osmosewater met een kunstmatig zeezoutmenging gemaakt. Gefilterd wordt uitsluitend over een afschuimer gedaan. Eenmaal in de maand gebeurt een waterwissel van ongeveer 40 liter en alle twee, drie maanden een filtering over actiefkool. De decoratie bestaat uit 75 kg levende steen en 30 kg poreus materiaal als basis.

Gedurende de laatste drie jaren kon Steve Tyree een afzetting bij verschillende neteldieren waarnemen, niet alleen bij steenkoralen, maar ook bij gorgonen en schijfanemonen. Hij vond hieruit, dat broeders, die maandelijks planula larven voortbrengen, niet in de gelegenheid zijn, bij hun verdubbeling van de maancyclus van 15 dagen, hun kuitcyclus overeenkomstig aan te passen.

Daarentegen kunnen eenjarige vrij leggers, als de gonaden eenmaal rijp zijn, hun afzetritme aan het kunstmaanlicht aanpassen, ook wanneer deze dubbel zo snel is, dus ca 15 dagen in plaats van 29,5 dagen. Deze gebeurtenis toont eenvoudig aan, dat het verkrijgen van een natuurlijke levenscyclus van steenkoralen in het aquarium belangrijk is, om een kunstmaanlicht met een natuurlijk ritme die voldoet aan de belichtingssterkte, te gebruiken. Van verschillende zijden, onder andere van aquarianen uit Amerika en uit Duitsland, wordt over een larvenontwikkeling bij de steenkoraal *Pocillopora damicornis* bericht. Het is zeker goed, wanneer in enkele gevallen van een larvenontwikkeling sprake is; in veel gevallen handelt het zich daarbij feitelijk maar om een ongeslachtelijke vermeerdering, die naar het principe van een afscheiding van poliepen van soorten verloopt.



Een mannelijke poliep, een *Fungia fungites*, schoot kuit 's ochtends in mijn aquarium van: 10.30 en 11.15 uur. Het uitstoten van sperma duurde bijna precies één minuut en werd herhaald met tussen pozen van drie minuten.

Bij het ahermatypische steenkoraal *Tubastraea coccinea* zijn wereldwijd eveneens door aquarianen kleine koloniën waargenomen. Hier schijnt het waarschijnlijk, dat zij uit een larvenontwikkeling tevoorschijn gekomen zijn, maar, ook planula larven kunnen door broeders ongeslachtelijk voortgebracht worden, asexueel broeded planulae.

### Ongeslachtelijke vermeerdering van steenkoralen

Volgens de definitie van hen is de ongeslachtelijke ofwel asexuele vermeerdering "een vermeerdering zonder bevruchting". Bij iedere ongeslachtelijke vermeerdering zijn de nakomelingen een genetische kopie (kloon) van het moederindividu.

Zij is dus voor de genetische ontwikkeling van een soort onbetekenend, voor de verspreiding, door deze snelle productie van vele nieuwe individuen, is zij zeer effectief. Voor een aan een bepaald milieu aangepast genotype is die asexuele vermeerdering vaak de succesvolste reproductievorm, daar zij het voortbestaan en de verspreiding van een goed aangepaste genotype veilig stellen.

Dat is de grondslag daarvoor, dat in een stabiel milieu overwegend de asexuele vermeerdering plaats vindt. Zij wordt meestal eerst bij milieu veranderingen door een seksuele vermeerdering afgelost.

Elektro fonetische onderzoeken van een rif, toonde aan, dat sommige koraalpopulaties vast alleen uit koloniën bestaan, die uit asexuele vermeerdering ontstaan zijn. In zulke populaties behoorden alle individuen tot hetzelfde genotype, dat wil zeggen hun genetisch materiaal waren volledig identiek. Dit geldt in het bijzonder voor de hermatypische *Pocillopora damicornis*, *Pavona cactus*, *Porites compressa* en de ahermatypische *Tubastraea coccinea*, Hunter, 1985; Willis & Ayre, 1985; Ayre & Resing, 1986. Tegenovergestelde verhoudingen worden bij *Acropora palifera*, *Seriatopora hystrix* en *Stylophora pistillata* aangetroffen, Resing & Ayre, 1985; Ayre & Resing, 1986. Er zijn vijf vormen van de asexuele vermeerdering bekend. Er is nog eens daarvan uitgegaan, dat in de toekomst nog meer vormen ontdekt worden.

### Fragmentatie

Veel koralen worden door andere organismen of door uitwendige (fysische) inwerkingen, bijvoorbeeld golfslag, beschadigd. Dat kan ertoe leiden, dat een kolonie breekt of delen van hen afgebroken kan worden en naar de bodem zinken. Dat weefsel sterft daarbij dikwijls niet af, integendeel, het groeit op de bodem weer aan. Zijn de milieuverhoudingen gunstig, dan zal uit de brokstukken geleidelijk aan nieuwe koloniën ontstaan.

De fragmentatie (Branchbreakage) is in het rif de belangrijkste vorm van de asexuele vermeerdering en een belangrijke factor in de overlevingsstrijd. Zo herstelt zich uit de brokstukken na de verwoestende cyclonen, die een koralen rif vormelijk kunnen verwoesten, het rif weer. Een groot fragmentatievermogen bezitten onder andere vele steenkoralen, in het bijzonder de *Acropora* spp., waardoor zij zich ook in het aquarium tot de gemakkelijkste te verzorgende steenkoralen behoren. Zij kunnen eenvoudig door afleggers vermeerderd worden, die van de moederkolonie afgebroken werden. In het hoofdstuk "steenkoralen" komen wij op deze mogelijkheden van vermeerdering in het aquarium nog terug.

### Splitsing, scheuren of deling

Bij de deling ofwel splitsing (Fission) verschijnen ofwel nieuwe individuen aan de voet van het moederdier of laten zich door langs- of dwars deling in twee helften delen tot twee nieuwe individuen. Deze vorm van vermeerdering is bij de aquarianen goed bekend. Zij is erg dikwijls bij schijfanemonen waargenomen. Maar ook anemonen, leder- en steenkoralen kunnen zich in twee of meerdere koloniën opsplitsen. In principe is het zelfs zo dat normale groei van een kolonie een asexuele deling van enkele individuen, zonder dat het weliswaar van de moederkolonie vrijgegeven worden en nieuwe koloniën kunnen opbouwen. Bij lederkoralen kan de aquariaan een splitsing zelf verrichten, indien hij de kolonie met een scalpel mes in twee of meerdere delen verdeelt. In het hoofdstuk lederkoralen komen wij hierop nog terug.

### Poliepen verplaatsing

Een verplaatsing van poliepen (Polyp bail-out), werd bij de steenkoralen

*Seriatopora hystrix* en *Pocillopora damicornis* ontdekt en aanvankelijk door Sammarco in 1982 beschreven.

Bij de afscheiding maken afzonderlijke poliepen zich los van het skelet van de moederkolonie en laten zich met de stroming naar een nieuwe vestigingsplaats afdrijven. Deze fenomenen werden in het laboratorium het eerst bij de *Seriatopora hystrix* waargenomen, toen men het koraal onder stress zette en onder ongunstige milieuomstandigheden hield. Van de hierbij vrijgemaakte poliepen nestelden, zich onder laboratoriumwaarden, ongeveer meer dan 5% weer aan en bouwden een nieuw skelet op.

Later werd bij de *Seriatopora hystrix* een afscheiding van poliepen in het Britomart Reef en in het Davis Reef, beide in de GBR, waargenomen, Sammarco 1982. In het oosten van de Pacific werd vervolgens een afscheiding van poliepen van de *Pocillopora damicornis* vastgesteld, als vol ontwikkelde koloniën een sterke roof- en plunderingdrang, bijvoorbeeld van vraatzuchtige vijanden, uitgesteld waren, Richmond 1985.

*Pocillopora damicornis* behoort tot de veel voorkomende steenkoralen in het aquarium. Wij konden meermaals kleine, nieuw gevestigde koloniën ontdekken. Gelijktijdig was aan de moederkolonie een krijt witte twijg vast te stellen, aan het weefsel ontbrak het nog. Wij geloven, dat het hierbij om een vermeerdering door afscheiding van poliepen handelt.

### Poliepen kluwen

Her en der wordt er van een vermeerdering door "dochterkoloniën" bericht. In deze gevallen bouwen zich op de moederkolonie een nieuwe poliepenkluwen, (Polyp-balls) met poliepen, weefsel, skelet en zoöxantellen op.

Geleidelijk maken deze poliepenkluwen zich los van de moederkolonie en nestelen zich als een nieuwe dochterkolonie vast.

In het aquarium is deze vorm van ongeslachtelijke vermeerdering bij verschillende steenkoralen, een veel voorkomende bekendheid, onder andere van soorten uit de familie *Faviidae*, *Goniopora* spp., *Fungia* spp., *Heliopora actiformis* en de *Euphyllia ancora*.







Enkele koralen kunnen erg kleine poliepenkluwen vormen, bijvoorbeeld de *Porites* spp.. In het aquarium van Flemming Jorgensen uit Stavoren, Noorwegen, werden ongeveer 20 dochterkoloniën met een maximale doorsnede van 3 mm ontdekt.

De moederkolonie had zich uit een levende steen ontwikkeld, en was in ander halfjaar van 2 x 2 cm uitgegroeid tot ongeveer 10 x 7 cm, toen begin 1994 de eerste poliepenkluwen ontwikkeld werden. Twee maanden later, nadat zich de eerste dochterkolonie van de moederkolonie gescheiden had, ontwikkelde zich een nieuwe poliepenkluwen. We hebben de dochterkolonie onderzocht en vastgesteld, dat zij uit een, twee of drie poliepen bestaat. De moederkolonie groeit direct onder blauwe TL-lampen; een Philips TL03 en een TL05.

#### Ongeslachtelijke uitgeoede planula larven

Een planula larve ontstaat normalerwijze uit een seksuele vermeerdering, dit betekent, er heeft bevruchting plaats gevonden. Er zijn koralen, die planula larven vrij uitzetten. Het zijn broeders. Ofschoon men nog nooit een bevruchting binnen in een koralenpoliep waargenomen heeft, bestaat bij de biologen eensgezindheid daarover, dat ook planula larven enkel en alleen het resultaat van een seksuele vermeerdering konden zijn. Een innerlijke zelfbevruchting was dan feitelijk van enkele koralen bekend, onder andere van de *Acropora palifera* en de *Seriatopora hystrix*, Ayre & Resing 1986, en zoals een aantal andere.

Met de elektroforese techniek werd het mogelijk, planula larven genetisch exact te onderzoeken. Bij onderzoeken van de planula larven van de *Pocillopora damicornis* toonde zich, dat deze larven genetisch volledig gelijk waren, dus bijgevolg niet uit een bevruchting kunnen zijn ontstaan. Aseksuele uitgeoede planula larven bezitten weliswaar niet die genetische veelvoud van een soort, maar kunnen evenwel in een enorm aantal geproduceerd en in een omgeving afgegeven worden, die zich reeds als gunstig opgesteld hebben, Stoddart 1986. Van Muir, 1984, stamt de theorie, dat de aseksuele uitgeoede planula

larven zoals bij de *Pocillopora damicornis*, uit vetlichamen (Lipid bodies) ontwikkeld en van de poliepen afgesnoerd worden. Tot nu toe zijn zulke planula larven uitsluitend bij de *Pocillopora damicornis* gevonden. Dit steenkoraal is in de nieuwe tijd met betrekking tot haar vermeerdering goed en diepgaand onderzocht geworden. Het is bovendien een soort, die desbetreffend de grootste en verwarrendste veelvoud vertoont.

