

KORALEN en KORAALRIFFEN tweede deel

door P. Schuyf

(vervolg)

Onder de door Umbgrove beschreven ongeveer 40 soorten en variëteiten komt ook voor Moltkia isis Steenstrup, over het algemeen zeldzaam, maar plaatselijk soms veel bij elkaar en behorend tot een heel andere groep korallen, de Octocoralla of Alcyonaria. Deze dieren hebben poliepen met acht tentakels, die niet enkelvoudig zijn, maar geveerd. Bij een groot aantal Octocoralla bestaat het skelet alleen uit in het coenosarc gelegen kleine hoorn- of kalkstaafjes, maar herhaaldelijk komen ook in het centrum van de kolonie stevige staafvormige verdikkingen voor door samensmelting van deze staafjes. Een zeer bekend voorbeeld van zo'n as, hier intens rood gekleurd, is het bekende bloedkoraal of edelkoraal (Corallium rubra (Linné)), welke veel gevist werd in de Middellandse Zee, maar daar nu door overbevissing zeldzaam is gevonden. Uit deze as maakt men de bekende bloedkorallen. Van Moltkia isis Steenstrup (fig. 16) vindt men ook een dergelijke as, die evenwel bestond uit korte stukjes. Bij de levende kolonie waren deze stukjes telkens door een vleesachtig weefsel verbonden tot een netvormig geheel. Op de bij ons alleen gevonden asjes ziet men putjes, waar de kleine kelkjes zaten en fijne, wat geparelde streepjes, min of meer in de lengterichting georiënteerd.

In ons tertiair komen alleen enkelkorallen voor. Aan het strand van Domburg en wat meer, maar ook zeldzaam, bij Cadzand kan men door zorgvuldig gruisonderzoek Eocene soorten van Turbinolia vinden (fig. 17). Waarschijnlijk behoren ze tot twee verschillende soorten: sulcata Lam en nystiana Milne Edwards & Haime, welke laatste ook uit het Eoceen van Twente bekend is. Uit het Onderoligoceen van Zuid Limburg, b.v. uit de deklanden van de mijn Emma is nog bekend T. laminifera Keferstein. Een voor het Eoceen van Twente zeer kenmerkend koraaltje met een hoogte van ongeveer een centimeter is Platytrochus burcki de Gruyter (fig. 18), met vrij wat septen en een typerend spongieuse columella, smal in dwarsdoorsnede en van terzijde gezien met een vingerhoedvorm.

Van het geslacht Caryophyllia, ook al bekend uit het krijt, komen in het Oligoceen van de Peel en Zuid Limburg en het Mioceen van de Peel en Dingden in Duitsland, een zeer bekende vindplaats dicht bij de Nederlandse grens, worden de soorten granulata (Münster) met gekorrelde costae en waarvan sommige exemplaren nog bewijzen van intercalycale en laterale groei vertonen (fig. 19) en crassicosta (Keferstein) gevonden. In het Mioceen van de Peel, Winterswijk en Dingden komen, behalve de reeds genoemde soorten, ook nog verscheidene andere voor als Stephanophyllia (fig. 20). Cylindrophyllia duncani (Reuss) vroeger genaamd Discotrochus duncani (Reuss) (fig. 21) en vooral verscheidene soorten van het geslacht Flabellum (fig. 22), samengedrukte korallen, aan de buitenkant meest van enige ribben voorzien, met talrijke septen en een weinig ontwikkelde columella. Ze vertonen nauwelijks een spoor van vasthechting, al bevindt zich onderaan een tamelijk spits puntje. Ze leefden dus waarschijnlijk geheel vrij liggend, want dat ze met het fijne puntje in de bodem staande konden leven, lijkt vrij twijfelachtig. Aan de waarde van de vele onderscheiden "soorten", gaat men wel wat twifelen als men op de afbeeldingen van De Gruyter de talrijke overgangsvormen naar de verschillende soorten ziet. De door Van der Lijn in het keienboek genoemde Flabellum royssianum is een soort uit het Weense bekken en komt bij ons niet voor.

Zowel in het Oligoceen als in het Mioceen, maar vooral in het Plioceen komt voor het kleine enkelvoudige koraal Sphenotrochus intermedius (Münster) (fig. 23) met duidelijke costae aan de buitentzijde van de kelk en een plaatvormige columella. Heel eigenaardig is Cryptangia woodii (Milne Edwards & Haime) (=parasitica (Michelin) (fig. 24), omdat dit kleine enkelvoudige koraal nooit anders gevonden wordt dan in massa's van de bryozo Holoporella palmata (Michelin). Nooit vindt men één exemplaar van het koraal, maar steeds zijn er een aantal op onregelmatige wijze in de mosdiertjeskolonie verdeeld, zodat het waarschijnlijk lijkt, dat uit het moederdier andere poliepjes ontstonden door vorming van uitlopers, wat in de koraalfamilie, waartoe Cryptangia behoort, meer voorkomt, maar deze stolonen waren dan niet fossiliseerbaar, want nooit heeft men ze gevonden. Ook een Flabellumsoort komt soms voor, duidelijk verschillend van de Miocene verwanten, vooral door het nagenoeg gladde, niet van richels, maar van dicht bijeenstaande groeven voorziene buitenvlak van de kalk.

In het Palaeozoicum komen ook veel koraalsoorten voor, bij ons vertegenwoordigd in de zwerfstenen, op een enkel exemplaar na, dat in de ondergrond in ons Carboon, is gevonden.

De Palaeozoische koralen behoren tot de klasse der Rugosa, vaak nog aangeduid door het wat jongere woord Tetracoralla, dat volgens de regels van de prioriteit plaats moet maken voor de oudere aanduiding en de klasse der Tabulata. Bij de Rugosa overheersen de radiaire skeletdelen, dus de septen, boven de dwarse, dus de tabulae en de dissiplimenten, bij de Tabulata is het omgekeerde het geval. Het wetenschappelijk gesproken belangrijkste verschil met de Scleractinia, is de plaatsing van de septen. De ontwikkeling van de septen bij de Rugosa begint met 6 septen, waarbij echter twee septen, in elkaars verlengde gelegen en meestal in de eerste ontwikkelingsfase in het midden verbonden, een symmetrische as vormen, terwijl de vier andere zich op twee plaatsen voorbij het middelpunt daaraan hechten. Latere septen worden nu alleen gevormd om de vier plaatsen bij de laatstgenoemde twee paar septen. Daardoor ontstaat een bilateraal-symmetrische plaatsing van de septen en geen radiaal symmetrische zoals bij de latere steenkoralen. Meestal verdwijnt de verbinding tussen de septen, die met elkaar verbonden waren, maar het komt ook vrij dikwijls voor, dat ook de later gevormde septen tenslotte ook in de buurt van het middelpunt komen, zich om elkaar heenslingeren en een vals zuiltje vormen. Dikwijls komt één van de, de symmetrische as vormende septen in een vrij van septen zijnde of met kleine bagesepten opge vulde ruimte te liggen, de fossula, en heeft men nu een onbeschadigd exemplaar, maar dat is bij zwerfstenen nogal erg zeldzaam, dan is zo'n fossula een zeer belangrijk determinatiekenmerk. Van die ontwikkeling heeft men zich kunnen overtuigen door dunne slijpplaatjes te maken van het oudste gedeelte van gave Rugosa, dus van het onderste deel van de in vele gevallen peperhuisvormige coralliet. Belangrijker voor determinatie zonder slijpplaatjes is het feit, dat we bij de Rugosa bijna steeds met slechts tweeërlei grootte van de septen te doen hebben, lange en korte. Bij vormen met een dunne buitenwand kan men ook wel een typische vedervormige plaatsing van de septen zien doorschemeren, omdat bij het meestal kleine, zogenaamde cardinale septum, dat in de fossula gelegen is, de volgende septen ook klein zijn en zich aan het cardinale septum hechten en dus een soms duidelijk verschil met de andere langere en verder doorlopende septen te zien geeft. Komen er veel septen, dan is er van boven in de kelk gezien, van een bilateraal symmetrische rangschikking weinig meer te merken. Door dit alles wordt de bouw moeilijk bij waarneming met het oog op de loupe te analyseren en moet men bij wetenschappelijke, nauwkeurige bepaling wel zijn toevlucht nemen tot de dikwijls moeilijke en langdurige vervaardiging van slijpplaatjes.

Onze zwerfsteenfossielen uit de klasse van de Rugosa zijn dan ook moeilijk op naam te brengen, vooral de enkelvoudige koralen. Eén van degenen, waarbij men met een redelijke kans van juistheid dit kan doen, is Rhynchophyllum conulus (Lindström) (fig. 25), die een duidelijke fossula heeft en waarbij de lange septen ongeveer tot het middelpunt reiken en de coralliet een duidelijke kegelvorm heeft. Dit Gotlandiefossiel is tamelijk zeldzaam, maar wordt soms met verscheidene exemplaren tegelijk in één kalksteen gevonden, zodat het waarschijnlijk schijnt, dat de planula's zich dicht bij het moederdier nederzetten of dat de dochterkolonies door laterale knopvorming ontstonden. In oudere literatuur staan ze te boek onder de naam Zaphrentis conulus. Los komt ook nog al eens voor de soort Zaphrentis vortex Lindström met een kegelvorm met wrongen en minder duidelijke fossula. Grotere, hoornvormige enkelvoudige koralen met vele septen en een dunne wand, vindt men in oudere literatuur vermeld onder de naam Streptelasma europaeum Roemer, maar is waarschijnlijk evenals Zaphrentis vortex een verzamelnaam voor verschillende soorten, die zonder slijpplaatjes moeilijk op naam te krijgen zijn. Een eigenaardigheid van de zeer zeldzame bekervormige, grote en van lange septen voorziene Ketophyllumssoorten (fig. 26) (vroeger Omphyma genaamd) is het bezit van aan de buitenkant van de kelk geplaatste wortelachtige kalkstaafjes die natuurlijk bij onze noordelijke zwerfstenen verdwenen zijn, maar waarvan men korte stompjes nog kan zien of de moeten daarvan. Heel wonderlijk is de Devonische Calceola sandalina (Linné) door het bezit van een dekseltje, zeer bekend door het talrijke voorkomen in het Eifelgebied (fig. 36). Ook in het Gotlandien komen koralen met deksel voor.

Bij een aantal samengestelde vormen treft men buiten de septenkrans een ring van wat anders gevormde kalkstaafjes aan, zoals bij Entelophyllum articulatus (Wahlenberg) (fig. 27) waarbij ook de eenvoudige kolonievorm alleen door vereniging nabij de voet van de corallieten opvalt, zonder of nauwelijks met coenenchym. (Bloemkoolachtig). Er komen zowel onder de noordelijke als de zuidelijke zwerfsteenfossielen verscheidene overeenkomstig gebouwde vormen voor, die bij slijpplaatjesonderzoek zeer verschillend kunnen blijken te zijn en die in oudere literatuur alle samen gevat werden onder de naam Cyathophyllum, welke geslachtsnaam men daar ook voor Entelophyllum aantreft.

Bij Acervularia ananas (Linné) (fig. 28) ook wel A. Luxurians (Eichw.) genoemd of mogelijk is dit een wat afwijkende soort, treft men zelfs drie verschillend gevormde delen aan met bovendien een wat opstaande rand. Door vertering is nogal eens de opstaande rand nog meer opvallend geworden en de kelk zelf wat verdiept en de verdere samenstelling onduidelijk geworden, maar wel zijn altijd de corallieten vlak tegen elkaar gedrukt met nagenoeg rechte zijden.

Over het algemeen zijn de Tabulaten als zwerfsteen talrijker dan de Rugosa, zowel in de noordelijke als bij de oostelijke zwerfstenen, bij deze laatste komt het mij voor, dat Rugosa veel minder voorkomen.

Bij de Tabulaten zijn over het algemeen de septen klein en in gering aantal dikwijls nauwelijks aanwezig en maar even aangeduid. De meeste typische Tabulaten die men bij ons kan vinden en tevens wel de meest voorkomende Palaeozoische koralen zijn de Favositessoorten, die uit niet veel anders dan langgerekte prismatische buizen met talrijke tabulae bestaan, terwijl er in de wanden vele poriën voorkomen. Het beste krijgt men deze gaatjes meestal te zien bij de sterk verkieselde exemplaren uit het oostelijk diluvium. Ze hebben een veelhoekige doorsnede, meestal vijf- of zeshoekig, die elkaar op onregelmatige wijze aflossen, soms met vrij gelijke, soms met zeer verschillende doorsneden. De soortbepaling

is nog zeer omstrede. De Treatise noemt als typesoort Favosites gothlandicus Lamarck (fig. 29) met een doorsnede van de corallieten van enige mm. Bij zeer nauwe buizen, bij flinke afmetingen van de kolonie, spreekt men van forma forbesi (Milne Edwards & Haime). De Favosites soorten waren nogal lang levend, tot in het Bovendevoon toe. In het Devoon zijn het meestal zeer grove vormen, die als Favosites poly morfis Goldf. onderscheiden worden of als Favosites basaltiformis Goldf., maar erg duidelijk zijn deze nomenclatuurvragen niet, te meer omdat er ook wel verschil tussen oudere en jongere kolonies zal geweest zijn. De muurtjes van de verschillende corallieten zijn vlak tegen elkaar gelegen zonder coenenchym bij verkiezelde exemplaren kan men wel eens de afzonderlijke wallen constateren, doordat ze van elkaar geschoven waren en er een klein hiaat tussen gevonden wordt. Septen zijn er niet of ze zijn even aangeduid door stekeltjes.

Heel kenbaar zijn ook de kettingkorallen, die bestaan uit cilindrische of ovale buizen die bij enige exemplaren tegelijk aan elkaar verbonden zijn en deze reeksen hangen samen door dergelijke gewoonlijk wat kortere verbindingsdelen, waardoor netvormige kettingen ontstaan met flinke mazen ertussen. De meest voorkomende soort, die vrij algemeen is, Halysites catenularia (Linné, fig. 30) heeft telkens tussen enige grotere cellen een kleinere, microcoralliet, ingeschakeld, bij Catenipora escharoides Lamarck (fig. 31) ontbreken deze en zijn de cellen zelf gewoonlijk kleiner van doorsnede en hebben aanduidingen van 12 septen (meestal nog vermeld onder de naam Halysites escharoides).

Alleraardigste koraaltjes, die bijna uitsluitend in de noordelijke zwerfstenen voorkomen, zijn de Auloporasoorten, kruipende bundeltjes gerekte buisjes met een wat verwijde, trompetachtige opening, die meestal op andere korallen of op steenkernen van Orthoceras of Endoceras voorkomen. Bij ons vinden we meestal de Gotlandiesoort Aulopora repens (Milne Edwards & Haime), hoewel er in de zuidelijke zwerfstenen ook een kans bestaat op het vinden van Aulopora serpens Goldfuss uit het Devoon.

Ook Syringoporasoorten komen nogal eens voor, dichtbijeenstaande, maar niet aan elkaar grenzende, meestal wat gekronkelde buizen, die op verschillende plaatsen door dunne korte verbindingsbuisjes zijn verbonden.

In noordelijke kalkstenen is dit gewoonlijk Syringopora bifurcata Lonsdale (fig. 33) met enige mm. dikke buisjes, die maar weinig kronkelig zijn en ook wel in oostelijke zwerfstenen voorkomen, terwijl in zuidelijke zwerfstenen, vooral bij Carbonische, verscheidene andere voorkomen, zij het lang niet overvloedig. (fig. 34).

Een type van Tabulata, dat nogal van de andere afwijkt door het bezit van duidelijke septen, al is bij onze Groningse zwerfstenen b.v. zelden te zien, dat het er 12 moeten zijn. Het zijn meest stukken van ongeveer 5 cm. lengte, onregelmatig knolvormig of gegolfd en bestaande uit over elkaar gelegen lagen, die aan de bovenzijde sterachtige figuurtjes vertonen. De naam is Thracia swinderniana (Goldfuss, fig. 35). Dikwijls ziet men de soortnaam gespeld swinderenana, wat begrijpelijk is, omdat Goldfuss zelf vermeldt, dat hij het door hem beschreven en afgebeelde exemplaar van Groningen gekregen heeft van Prof. Van Swinderen (waarschijnlijk is hiermee bedoeld Van Swinden, een bekend geleerde in zijn tijd, begin van de 19e eeuw, bekend als één van de leden van de Commissie die door Napoleon werd ingesteld om de lengtemaat, de latere standaardmeter, vast te stellen). Maar volgens de nomenclatuur moet de soortnaam blijven als vastgesteld door de oorspronkelijke auteur (alleen wijziging van vervoeging van de soortnaam in verband met het geslacht van de voorafgaande genusnaam is toegestaan) en Goldfuss noemde zijn soort Agaricia swinderniana.

Ook nogal afwijkend van het standaardtype zijn de Heliolites-soorten door het bezit van vrij duidelijke septen en het bezit van coenenchym, dat zich voordoet als veel kleinere buisjes dan de echte corallieten zonder septen, zoals bij de soms fraai ronde (knikkerkoraal) gotlandische of devonische Heliolites porosa (Goldfuss) (fig. 38).

Proheliolites dubius (Schmidt) (fig. 37) vertoont nog nauwelijks coenenchym, want de weinige kleinere kelkjes kunnen evengoed nog onvolgroeide corallieten zijn. Deze heeft hier en daar wat steeltjes in de kelken, die de septen voorstellen.

In het zuidelijke grind komt soms Pleurodictyum problematicum Goldfuss (fig. 39) voor, waarvan ik een zeer fraai exemplaar van Roermond uit het Maasgrind zag. Het zijn negatieven, waarvan de "blaadjes" de kelken voorstellen met een wat verlaagde rand met onderbrekingen die, het dikke muurtje aangeeft, doorbroken door grote poriën, terwijl in het midden bijna altijd de overblijfselen van een soort kokerworm te zien zijn. Of we hier nu met een vorm van samenleving met wederzijds nut (symbiose) te doen hebben of met parasitisme, is moeilijk uit te maken, maar in het laatste geval schijnen ze toch weinig last van elkaar gehad te hebben, want in de weinige gevallen, dat de kokerworm ontbreekt, ziet de kolonie er niet welvarender uit dan de andere.

Tenslotte willen we nog even behandelen Sarcinula organum (Linné) vroeger meestal beschreven als Syringophyllum organum, al komen er ook stellig in de noordelijke zwerfstenen nog soorten van Alveolites, Pachypora en denkelijk ook nog wel andere in onze noordelijke zwerfstenen voor. Sarcinula werd altijd beschouwd als nogal een buitenbeentje in de systematiek, vooral door het bezit van zeer duidelijke septen, waarvan men er bij buitengewoon goed bewaarde exemplaren 20 tot 24 heeft geteld en met platformachtige verbindingen tussen de corallieten, maar de Treatise deelt dit koraal nu definitief in bij de Tabulaten.

Nog even moet de aandacht gevestigd worden op het Carbonische geslacht Michelinia, uit dezelfde subfamilie als Pleurodictyum, die er van boven gezien bijenraachtig uitziet zonder septen, met lange corallieten en een stevige, het onderste gedeelte van de kolonie omhullende laag. Deze aandacht verdient deze koraalsoort niet zo zeer om de nogal zeldzame vondsten ervan in zuidelijk materiaal, maar omdat men ze praktisch in heel Nederland kan zien, in trottoirbanden, puien enz., omdat deze koralen in enorme massa's voorkomen in de voor de bovengenoemde bestemming gebruikte Belgische kolenkalk, waar ze als witte "bijenraten" scherp tegen het grijze gesteente afsteken en ook dwarsdoorsneden door de vrij brede puntig uitlopende dunwandige corallieten met de onvolkomen, naar beneden gebogen tabulae kan men herhaaldelijk opmerken.

Hoewel van vrij wat koralen hier een korte beschrijving is gegeven en men zich daardoor mogelijk wat kan oriënteren in zijn vondsten, is deze beschrijving natuurlijk alleen maar een aanwijzing en niet een vademecum, waarmee men alle soorten die men in ons land kan aantreffen, kan thuisbrengen, er zullen puzzles genoeg overblijven. Maar juist aan deze kan men dikwijls het meeste plezier beleven bij het trachten achter de naam te komen en zeker moet men, als het behoorlijke exemplaren betreft, ze niet zonder meer weggooien. Wat men nu nog niet weet, kan later een zeer aardige vondst blijken te zijn.

De koralen zijn geologisch en ook wel economisch een zeer belangrijke groep, zowel in het verleden als in recente tijden. Dat is vooral het geval met de kolonievormende soorten. Deze hebben immers een neiging tot het vormen van grote gezelschappen, de-riffen, vooral de hermatypische vormen. De grootte van sommige dezer riffen kan men moeilijk overschatten. Het rif bij Nieuw-Caledonië is 300 km. lang, langer dan de allergrootste breedte

van Nederland dus; In de Torresstraat komt tussen N.Guinea en Australië één van 1000 km. voor en het Great Barrier-rif langs de Westkust van Australië is ongeveer 2000 km., d.i. ruim tweemaal zo lang als de Alpen en even lang als de Himalaya met op verschillende plaatsen een breedte van 100 tot 150 km. Hoewel de hermatypische koralen in deze, uitsluitend tropische, gemeenschappen wel het geraamte vormen, vooral de vertakte vormen, zijn ze zeker niet bij uitsluiting van andere diergroepen de enige bewoners of kalkvormers. Zeer belangrijk zijn ook de kalk-algen (fig. 42), die ook wel bijna bij uitsluiting van andere groepen voorkomen, vooral ook in de niet tropische streken, bijv. in de Middellandse Zee, waar de Dalmatische kust bijna geheel door hen is opgebouwd.

Behalve deze roodwieren, die veel kalk in hun weefsels afzetten en een vaak over het hoofd geziene uiterst belangrijke rol in de rifbouw spelen, ook bij verder onmiskenbare koraalriffen, spelen nog een zeer grote rol, allerlei slakken en "mossels" (Gastropoden en Pelecypoden of Lamellibranchiaten) en ééncelligen, vooral foraminiferen. Bij tellingen op de riffen van Nieuw Caledonië en Tahiti, verricht aan koraalzand, kwam men tot de volgende verhoudingscijfers: 41% koraalbrokjes tot een grootte van 4 mm. 31% kalkalgen tot een grootte van 3 mm, 12% anorganische kalk, wel voor een groot deel niet meer herkenbare brokstukken van de andere kalkbestanddelen, 6% mossel- en slakkenresten, 5% foraminiferen, (echter waren er plaatsen waar deze wel 25 tot 50%, in een enkel geval zelfs tot 75% van het geheel uitmaakten) en 5% niet kalkige delen, als kwarts, puinsteen, metaaldeeltjes, die blijkbaar afkomstig waren van in de nabijheid gelegen land.

Hierbij mag men wel aannemen dat de koralen, vooral de sterk vertakte vormen en kalkalgen, veel gruis om zich heen verzamelen, speciaal de reeds afgestorven gedeelten, daar gebleken is, dat levende koralen sediment, mits niet in overmatige hoeveelheid aanwezig, van zich kunnen "afschudden". Dat veel gruis, dat behalve door verwoestingen in het rif door de bijna steeds zeer felle branding ook ontstaat door vraat van de vele vijanden van de koralen, waarbij vooral een groot aantal "koraalvissen", waarvan vele gewapend zijn met brede, platte "plaveisel"-tanden om de kalk te vermalen, maakt dat op enige meters diepte in het niet meer levende gedeelte een zeer vaste, nagenoeg niet gelaagde kalksteen gevormd, doordat het als kitmiddel voor de andere bestanddelen dient.

Bij het waaien van konstante winden (passaten en moessons bijv.) en vooral bij de in deze gebieden veel voorkomende hevige stormen als tyfonen bijvoorbeeld, vindt veel van de bovengenoemde afbraak plaats, het afgebroken materiaal wordt door de wind geselecteerd in grover en fijner materiaal en de grotere brokken blijven bij de rand van het rif achter. Het koraalzand kan op stille plekken, die ontstaan door opheffing van de sterke golfbeweging door het tegen elkaar lopen van de golven, kan in grote hoeveelheden tot bezinking komen en eilanden vormen. Zo zijn de meeste koraaleilanden in de Stille Oceaan en het Great-Barrier-rif ontstaan. Immers het rif zelf ligt onder het zeeoppervlak. Wij zijn zo gewend geraakt aan het begrip koraal "eiland", dat vaak vergeten wordt, dat meestal wel 90% van het koraalrif, het levende deel, onder water ligt. Aan de windzijde zijn over het algemeen de levensomstandigheden het best en wel niet zo zeer zoals men vroeger meende, omdat daar het meeste voedsel vandaan komt, waarvan de hermatypische koralen voor een groot deel onafhankelijk zijn, wat ten overvloede ook nog blijkt uit het feit, dat de koraalgroep lang niet altijd het sterkst is in de meest voedselrijke gedeelten van de oceaan, maar door het snelle afvoeren van het sediment. Zelfstandig voor voedsel zorgen, komt wel meest in de nacht voor, want dan ontplooiën de kelken zich, terwijl ze overdag zich

meestal in de corallieten terugtrekken. Weliswaar zijn koralen, als reeds opgemerkt, in staat vrij belangrijke hoeveelheden slijb van de kelken te verwijderen, maar dit mag toch niet te ver gaan. Wel zullen, wat begrijpelijk is, de meest massief gebouwde koralen aan de buitenkant voorkomen. Een aantal struikvormige of fijner vertakte koraalsoorten zijn zelfs in staat zwaardere en forsere vormen op deze plaatsen aan te nemen, mogelijk voor een deel rechtstreeks door de invloed van de heftige stroom zelf, die fijnere takken vergruist, waardoor dikkere delen overblijven, maar het leven van de kolonie blijft doorgaan door nieuwe knopvorming, zoals ook een knotwilg blijft bestaan, ondanks de zware slagen, die de mens hem toebrengt. Een zelfde soort koraal kan dus al naar zijn standplaats een zeer verschillende gedaante hebben, waardoor heel wat vroeger als soorten beschouwde vormen tot één-zelfde gebracht moesten worden. Dat de buitenzijde van het rif hierdoor een zeer steile helling vertoont en zelfs dikwijls overhangend is, is nu wel zonder meer begrijpelijk (fig. 43).

Een moeilijk punt bij de vorming van de koraalriffen is altijd geweest de blijkbaar grote dikte van de laag, terwijl werkelijk intense koraalgroei bij de hermatypische soorten toch maar tot 40, hoogstens 50 m. gaat. Een gedeeltelijke verklaring geeft de sterke verlaging van de zeespiegel tijdens het Pleistoceen, die geschat wordt op ongeveer 100 m. Maar deze lagere waterstand alleen geeft toch geen voldoende verklaring. Op het Great-barrier-rif stootte men bij boringen tot 167 m. nog op koraalkalk, op het eiland Funifati nog bij ongeveer 400 m. en op het door een berucht atoom-bomexperiment nu verdwenen eiland Bikini (fig. 44) op 600 m., waar men nog steeds koraalkalk aantrof. Merkwaardig genoeg trof men op deze diepte koralen aan van Miocene ouderdom. Men moet toegeven, dat de Amerikanen, alvorens hun militaire object uit te voeren, eerst gezorgd hebben voor een grondige geologische en ook zoölogische en botanische exploratie van het eiland, want ze hebben ook op grote schaal geofysische onderzoeken gedaan, waarbij men dieptebommen liet exploderen, waarbij de looptijd van de geluidsgolven op tal van plaatsen nauwkeurig werd bepaald. Van de bovenste laag met een dikte van 500 tot 1000 m. kwamen geluidsgolven met een snelheid van ongeveer 2300 m. per seconde voor, wat wijst op nog vrij losse koraalgesteenten. Daar beneden, tot ongeveer 3000 m. registreerde men een snelheid van + 3600 m. per seconde, wat er op wijst dat men in vastere, samengeperste of gekristalliseerde koraalkalk was gekomen. Pas beneden 3000 m. vond men blijkbaar de ondergrond van het rif, blijkende uit een snelheid van de geluidsgolven van 5600 m. per seconden. Hier lijkt maar één verklaring mogelijk, namelijk dat de ondergrond sterk gezakt is, waardoor de koralen steeds naar boven toe konden bijgroeien.

Over het tempo van deze langzame daling, al zal deze natuurlijk wel eens wat versneld, verlangzaamd, stagnerend of tijdelijk mogelijk wat rijzend geweest zijn, krijgt men uit deze boring op Bikini ook een aanwijzing, immers, door de vondst van Miocene koralen op meer dan 600 m. diepte in blijkbaar ongestoorde lagen, kunnen we besluiten, dat dit proces ongeveer 20 miljoen jaar geduurd heeft.

Met de geofysisch bepaalde diepte van de koraalkalk komen we wel tot een fantastisch lange tijdsduur voor de onderste lagen, die op ongeveer 3000 meter liggen, als dit proces gemiddeld in hetzelfde tempo tevoren ook plaats vond.

Het ziet er volgens latere gegevens, die voor een deel langs dezelfde weg van kunstmatige "aardbevingen" zijn verkregen naar uit dat Bikini niet een extreem voorbeeld van de daling te zien geeft. Uit de verkregen resultaten van geofysische proeven op andere plaatsen meent men te mogen opmaken, dat vele van de uit de Stille

Oceaan oprijzende koraaleilanden als basis een guyot hebben. Guyots zijn vrij steile, hoge, kegelvormige bazaltbergen, met een vlakke top, steeds alleen, nooit samenhangend tot keten, die diep in zee worden aangetroffen en alleen zijn gevonden door hele series echolodingen (fig. 45). Ze maken geheel de indruk van vulkaankegels en verheffen zich meest meer dan 1000 tot 2000 m. boven de omringende zeebodem. Opmerkelijk is vooral de vlakke top, die schijnt te wijzen op een ontstaan door erosie en deze kan alleen plaats gehad hebben boven het wateroppervlak en niet in het doodstille zeewater van 1000 tot 3000 m. diepte. De diepte van de toppen van de guyots onder de oppervlakte loopt van ongeveer ruim 1000 tot 3000 m. Enige honderden zijn er zeker al bekend, misschien bedraagt hun aantal wel meer dan 1000, want nauwkeurig bekend of zelfs maar ontdekt zijn ze zeker nog niet alle, want men is nog lang niet zo ver, dat men een nauwkeurige dieptekaart van de Oceaanbodem heeft.

Terugkerend tot de oppervlakteverschijnselen, moet nog gewezen worden op het bekende feit, dat enigszins langere riffen zelden een onafgebroken geheel vormen. Onderbrekingen vindt men steeds, als op het nabijgelegen land rivieren in zee komen. Tegen zoetwater zijn de zuiver marine koralen niet bestand, zodat we op die plaatsen steeds open water vinden en langs zo'n kanaal komt dan een zone met halfafstervende kolonies of achterlijke koraalgroei voor. In de modder, die deze kanalen begrensd en die meestal mergelachtig is door sedimenten, die door het rivierwater zijn aangevoerd, vinden we vele koraalbrokstukken. Het zijn plaatsen, die waarschijnlijk eens de fossiellagen voor een verre toekomst zullen zijn. Een deel van de klassieke vindplaatsen van koralen zal wel zo ontstaan zijn. Tevens zien we hieruit, dat de fossiele koralen die worden gevonden, lang niet altijd de meest voorkomende rifvormers van de nabijgelegen uiterst homogene "Massenkalk" van het oude rif behoeven te zijn. We zouden ons kunnen voorstellen, dat op deze plaatsen het meest zeer goede weerstand tegen slechte levensomstandigheden biedende koralen het meest gevonden worden en dat behoeven niet altijd de talrijkste van het rif zelf te zijn geweest. Soms is het zeer moeilijk van de massieve kalklagen nu nog na te gaan of ze inderdaad riffen waren. Dit is bijv. het geval geweest bij de Dolomieten, waarvan men de rifstructuur pas na lang onderzoek heeft kunnen bewijzen, al hebben bij deze Trias formaties ook kalklagen uit groepen groenwieren, die nu geen kalkvormers van betekenis zijn, een uiterst belangrijke, soms de hoofdrol gespeeld.

Behalve op de plaatsen, waar vroeger rivieren in de nabijheid waren, kan men toch ook wel eens in de wat dieper gelegen, haast vormloze massa van min of meer verharde kalksteen plotseling op een "nest" van vele herkenbare fragmenten stoten. Waarschijnlijk zijn dit plaatsen, waar vroeger holten en gaten in het gesteente voorkwamen.

Een zeer begrijpelijke vraag, die al gauw oprijst, is, hoe komen toch die enorme ophopingen aan kalk door het koraalleven tot stand, terwijl het zeewater, de enige bron van kalktoevoer zo weinig koolzure kalk bevat, veel minder dan zoetwater, zelfs vaak te verwaarlozen weinig. Een oudere onderzoeker heeft eens berekend dat als de koraaldiertjes het water zo konden filtreren, dat ze er alle koolzure kalk aan onttrokken, ze 27.000 tot 75.000 x hun lichaamsgewicht door hun lichaamsholte moesten laten gaan. Evenwel had men toen geen idee van de dissociatie van kalkzouten in het water en we weten nu dat er calciumionen genoeg in het zeewater voorkomen door in oplossing aanwezig calciumchloride en zwavelzure kalk, "gips" en denkelijk zullen de koraaldiertjes deze calciumionen door hun levensprocessen voor de opbouw van hun skelet kunnen benutten.

Tot de verdere kalkvorming in het rif, waardoor mogelijk een deel van de kalk van niet-definieerbare oorsprong in de riffen en het koraalzand ontstaat, schijnen ook denitrificerende bacteriën bij te dragen, die het zeewater beroven van een deel van de opgeloste stikstof, waardoor met het koolzuur van de lucht ammonium ontstaat, dat ontledend op verscheidene zeewaterzouten werkt en er zo calciet ontstaat. Calciet is verder ook nog bij de rifkalken een veel voorkomend bestanddeel, door omkristallisatie van het aragoniet van het koraalskelet.

Gewoonlijk deelt men de riffen in vier groepen, waarvan de laatste drie al vastgesteld werden door Charles Darwin, die naar aanleiding van zijn studies van de koraaleilanden zijn bekende theorie van de bodemdaling van de ondergrond ter verklaring van de dikke koraalkalklagen lanceerde, welke theorie, ondanks felle kritiek, tot op heden nog de belangrijkste is, (hoewel niet in dit verband passend, wil ik zo kort na het "Darwin gedenkjaar", nog even op zijn grote betekenis ook voor geologie en biologie, afgescheiden van zijn enorme betekenis voor de evolutietheorie wijzen, blijkend uit zijn belangrijke monografieën, over recente en fossiele zeepokken en eendenmossels, over insectivore planten en orchideeën en over het belang van de regenworm voor de vorming van goede landbouwgrond en het belang van hommels voor zaadvorming bij klaver).

De vier soorten van koraalriffen zijn: Uitgestrekte banken op een ondiepe zeebodem, zoals de Nazareth-bank in de buurt van Madagaskar.

Zoom- of franjeriffen, die dicht bij de kust voorkomen en er slechts van gescheiden zijn door een smalle watervlakte, de randlagune. Barrièreriffen, die zich alleen van de voorgaande onderscheiden door de grotere afstand van de kust, b.v. heeft de randlagune een breedte van 80 tot 100 km. bij het Great-barrier-rif. Gewoonlijk zijn ze ook veel langer en breder dan de voorgaande. Ze zijn waarschijnlijk ontstaan door een zakken van de ondergrond, waardoor ook de kust terugweek en de riffen zelf tot grotere diepte konden reiken. Ze behoren tot de grootste nieuwvormingen, die men in de geologie kent en hoewel Darwin deze groep alleen als een overgang naar de atollen behandelde, zijn ze wel de belangrijkste. Dergelijke riffen met een enorme horizontale uitgebreidheid noemt men tegenwoordig ook dikwijls biohermen in tegenstelling met de kleinere, een meer verticale verbreiding vertonende andere vormen, de biostromen. Barrièreriffen komen vrijwel uitsluitend bij Australië en in Oceanië voor en hebben meestal betrekkelijk weinig doorbrekingen. Tenslotte de atollen, min of meer gesloten ringen van meestal hoekige vormen, welke een stille, nauwelijks door golfslag beroerde lagune hebben van vrij geringe diepte, meestal ongeveer 60 tot 70 m. en zelden meer dan 100 m. Atollen zijn wel geheel beperkt tot Oceanië en hoewel zij door hun eigenaardige vorm Darwin tot zijn theorie van de zinkende ondergrond brachten, waarbij hij aannam, dat een oorspronkelijk eiland met zoomriffen geheel wegzonk en alleen de krans van riffen overbleef, zijn ze door hun betrekkelijke zeldzaamheid en naar verhouding geringe kalkhoeveelheid door de nieuwvorming van veel minder belang.

Door de sterke aantasting vooral aan de zeezijde van de riffen zal de hier door het rif bedekte zeebodem oppervlakte in de nabijheid door rifpuinkegels bedekt zijn, die zich vervingeren met de andere sedimenten in de buurt, wat van veel belang kan zijn bij de vaststelling van de plaats van fossiele riffen, want koraalkalk kan dus veel verder voorkomen dan op de riffen zelf. Men heeft zelfs weleens geschat dat de met koraalafslag bedekte oppervlakte groter is dan de riffen zelf zijn maar deze opgave lijkt wel wat overdreven. Maar wel schijnt het zo te zijn, dat men bij ver-

vingering van lagen, wat zich bij boringen zal openbaren als afwisseling van koraalkalk met andere sedimenten, voorzichtig moet zijn met de kalklagen dadelijk als riffen of rifjes te verklaren.

Wat de snelheid van groei van de verschillende koraalsoorten betreft, deze kan vrij groot zijn, vooral bij poreuze, vertakte vormen. Dit schijnt ook al gegolden te hebben bij de Palaeozoische Tabulaten, waarbij men de tabulae soms dicht bij elkaar aantreft. Een tabula geeft aan dat het dier in zijn huisje naar boven gegroeid is en de overtollige ruimte zo afgesloten heeft. Bij andere liggen ze verder van elkaar zoals bij Favosites, die wel een snelle groeier zal zijn geweest.

De groei neemt in het algemeen toe met de temperatuur van het water. In het stille Oceaan-gebied is wel een optimum voor snelle groei aanwezig, zodat men de toename aan gewicht per jaar geschat heeft op 20% bij dicht gebouwde koralen tot soms 120% bij zeer licht gebouwde en poreuze. Verticaal bedraagt de groei tegenwoordig optimaal van 0.5 tot 8 cm. Wat dit kan betekenen voor de scheepvaart in de soms weinige en smalle en op tal van plaatsen nog door ondiep gelegen rifjes nog moeilijker vaarwegen laat zich denken en het is geen wonder, dat vele zeelieden op een zeekaart niet vertrouwen als deze ouder is dan 20 jaar.

Hoewel de tegenwoordige tijd zeker wel een hoogtepunt in de koraalgroei is, is toch de rifvorming wel van alle tijden. Koralen komen nog niet voor in het Cambrium, wel riffen van Archaeocyathes een geheel verdwenen hoofdafdeling, mogelijk verwant met sponzen en koralen. Echte rifvorming komt in Europa pas voor in het Gotlandien. De riffen bestaan vooral uit Tabulaten; met waarschijnlijk als dominante vormen de Favositesfamilie. Of dit al hermatypische vormen waren, is natuurlijk niet uit te maken, maar niet bijster waarschijnlijk. Misschien is het ook wel wat te boud om uit het voorkomen van deze rifvormen te besluiten tot een zuiver tropisch klimaat. Misschien, dat kortgeleden ontwikkelde methoden om uit de kalk van dierlijke organismen besluiten te trekken over de temperatuur van het zeewater hierop nog eens een antwoord te zullen geven. De riffen zijn vrij dun en niet bijzonder groot zeker niet te vergelijken met vormen als het Great-barrier-rif. Een belangrijke orde van rifvormers, maar zeker geen echte koralen, is die van de Stromatoporidae (fig. 46), die geheel uitgestorven is en van onzekere verwantschap, maar waarschijnlijk behorende tot de Coelenterata en wel tot de klasse der Hydrozoa, tegenwoordig gekenmerkt door het gewoonlijk voorkomen van generatiewisseling en zonder slokdarm of septen. De Stromatoporen doen zich voor als kalkklompen, die meestal gekenmerkt zijn door dwarslagen van een zekere uitgestrektheid, ondersteund door dunne, verticale balkjes of pilaartjes, waardoor op dwarsdoorsnede een gewoonlijk zeer fijn netwerk van mazen ontstaat.

Ook hier treedt al op het verschijnsel, dat een gedeelte van de koolzure kalk verandert in dolomiet, een mineraal, dat bestaat uit koolzuurhoudende dubbelzout van calcium en magnesium. Het wonderlijke van het geval is eigenlijk niet zo zeer de samenstelling, want het zeewater bevat voldoende magnesium, maar dat het, voor zover bekend, nergens rechtstreeks ontstaat. Het schijnt dat magnesiumzouten, al of niet nog met wat water, tot in de fijne poriën van het gesteente dringen en daar ongelooflijk lang blijkbaar zelfs geologische tijdperken lang, kunnen blijven, totdat de dolomietverbinding, waarschijnlijk onder invloed van hoge druk en warmte tot stand komt, mogelijk ook nog onder invloed van plantenorganismen, zoals nieuwere onderzoekingen waarschijnlijk lijken te maken. De dolomietvorming schijnt dus dikwijls, zo niet altijd, van beneden naar boven gegaan te zijn.

Grotere riffen, nu meestal "Massenkalk" komen voor in het Devoon, bijv. in het Lahngebied en de Eifel, waar niet alleen de Tabulaten maar ook de Rugosa een vrij belangrijke rol gespeeld schijnen te hebben, zelfs ook sommige grote enkelkorallen, wat blijkbaar trouwens ook, zij het in wat mindere mate, al in het Gotlandien het geval was.

Ook in het Carboon, vooral in het Ondercarboon komen, vooral in België grote rifvormingen voor, waarvan de Roche Bayard bij Dinant, die aan vrijwel ieder onzer bekend is, een typisch voorbeeld is. Deze rifvorming staat algemeen bekend onder de naam Kolenkalk, terwijl meer naar het Oosten de rijke kalkfacies verdwijnt en vervangen wordt door grove zandsteen, grauwacken en kwartsieten, welke lagen als Kulm bekend staan. Op de belangrijkheid als bouwsteen ("hardsteen") mag nog even gewezen worden, wat ook geldt voor vele andere kalkstenen.

In het Trias begint de overheersing van de Scleractinia, welke dikke riflagen leverde, in samenwerking met kalklagen, die weliswaar systematisch sterk afwijken van die, welke tegenwoordig het belangrijkste zijn. Ze komen o.a. voor in Duitsland, de zuidelijke Alpen en Sicilië.

Voor al ook de Bovenjura was in Europa, waartoe we ons zullen beperken in de andere werelddelen zijn ze ook talrijk in allerlei geologische tijden, een tijd van belangrijke rifvorming, vooral in het Middellandse Zeegebied (het gebied van de grote Tethyszee) en reikt tot in Japan toe, met enige uitlopers naar het Noorden in het gebied van de Jura's.

Het Benedenkrijt behalve het alleroudste gedeelte, vertoont in Europa, vooral in het noordelijker deel niet veel rifvorming en ahermatypische vormen van korallen gaan hier overheersen, maar het latere krijt heeft weer flinke rifvorming, bijv. in Oostenrijk, Karinthië en Zuid-Frankrijk.

In het Tertiair komt in Europa bijna geen rifvorming meer voor en treft men bijna uitsluitend solitaire korallen en ahermatypische kleine kolonievormende aan. Alleen in het Oligoceen kwam op tamelijk beperkte schaal nog rifvorming voor in Beieren, Zuid-Frankrijk Noord-Italië en de Balkan.

Rifvorming kan ook wel plaats hebben met als dominante vormen niet korallen, maar bijv. Bryzoën als in de zechsteinfacies van het perm van Europa en Sponsen als op sommige plaatsen in Duitsland en Engeland in de Jura en het Krijt.

Behalve de betekenis van de koraalriffen in economisch opzicht voor de voorziening in bouwsteen zijn deze in dit opzicht van het allergrootste belang als reservoirgesteente voor aardolie. De fijn poreuze kalksteen houdt de bitumina goed vast, vooral ook als er nog een laag ondoorlaatbare sedimenten zoals bijv. klei overheen komt. Dergelijke oliehoudende rifkalken komen bijv. voor in de Guadeloupe-serie van het Perm van Texas, verder in Venezuela en Koeweit, dus in de tegenwoordig wel grootste olieproducerende gebieden.

Ondanks hun lage organisatie blijken dus de korallen zowel geologisch als economisch van het grootste belang te zijn, levend als gevaar voor de scheepvaart, dood voor de vorming van grote gesteentepakketten en bewaarplaatsen van aardolie.

LITERATUUROPGAVE

- Brockhaus Taschenbuch der Geologie-Entwicklungsgeschichte der Erde, F.A. Brockhaus Verlag, Leipzig, 1961.
- Buchsbaum R. *Animale without bacbones*. Vol.I. Pelican Books 1959
- Buchsbaum R. and Milne L.J. *de Living Invertebrates of the World* Hamish Hamilton. The World of Nature Series. 1960.
- Chevalier J.P. Zur Kenntniss der Korallen des Miozäns und der Niederlande in: *Fortschritte in der Geologie von Rheinland und Westfalen*, Band 14, Krefeld 1964.
- Francé R.H. Korallenwelt, der siebente Erdteil, Kosmosbändchen Franckh'sche Verlagshandlung, Stuttgart, 1930.
- Goldfuss A. *Petrefacta germaniae*, 1829.
- Cruijter J.G. *de Koralen van het Nederlandse Tertiair*, Leidsche Geologische Mededelingen 14, 1929.
- Kemper E. *Geologische Führer durch die Grafschaft Bentheim und die angrenzenden Gebieten*, 2e Auflage, 1964.
- Krul H. *Zwerfsteenfossielen van Twente*, W.J.Thieme, Zutphen 1954.
- Manten A.A. *De groeivormen van korallen als milieu-indicatoren*, Grondboor en Hamer, 1960.
- Moore Raymond C. et al. *Treatise on invertebrate palaeontology*, Part F. Coelenterata. Geological Society of America and University of Kansas Press, Reprinted 1963.
- Schuijf P. *Tertiaire en Oud-pleistocene fossielen uit de Westerschelde*, Publikaties van de N.G.V. 1953.
- Schuijf P. en Boelens N. *Fossielen uit Noordelijke zwerfstenen*. Nederlandse Uitgeversmaatschappij Leiden, 1949.
- Umbgrove J.H. F. De Anthozoa uit het Maastrichtsch Tufkrijt Leidsche Geologische Mededelingen, 1925.
- Umbgrove Prof. Dr. J.H. *Ons land zeventig miljoen jaar geleden*. Martinus Nijhoff, 's-Gravnehage, 1956.

Lijst van illustraties zie hiervoor het augustusnummer.

- Fig. 1. Netelcel a. nog niet gebruikt; b. gebruikt.
- " 2. Wat schematische doorsnede van een koraalpoliep.
- " 3. Dwarsdoorsnede door een coralliet a. met een zelfstandig ontstane theca; b. met eer door verdikking van de uiteinden van de septen gevormde septatheca.
- " 4. Opvulling van verlaten gedeelten van een coralliet door dissipimenten en tabulae.
- " 5. *Cyclolites cancellata* (Goldfuss) a. afdruk van de basaalplaat; b. negatief (steenker) van het septaalapparaat, Maestrichtien, Zuid-Limburg.
- " 6. *Edwardsosmia faujasi* (Milne Edwards & Haime) Maestrichtien, Zuid-Limburg.
- " 7. *Caryophyllia bredai* (Milne Edwards & Haime) Maestrichtien Zuid-Limburg.
- " 8. *Diploctenium cordatum* Goldfuss, Maestrichtien, Zuidlimburg
- " 9. *Diploctenium pluma* Goldfuss, Maestrichtien, Zuid-Limburg.
- " 10. *Plecocoenia macrophthalma* (Goldfuss) Maestrichtien, Zuid-Limburg.
- " 11. *Isastraea angulosa* (Goldfuss) Maestrichtien, Zuid-Limburg

- Fig.12. *Thamnasteria geometrica* (Goldfuss) Maestrichtien, Zuid-Limburg.
- " 13. *Astinastrea* Goldfuss (d'orb). Maestrichtien, Zuid-Limburg
 - " 14. *Actinohelia elegans* (Goldfuss) a. kolonie, nat. grootte; b. enige bijzonder goed bewaarde kelken, vergroot.
 - " 15. *Heterocoenia* spec. Maestrichtien, Zuid-Limburg.
 - " 16. *Moltkia isis* Steenstrup. Vrij sterk vergroot, Maestrichtien Zuid-Limburg.
 - " 17. *Turbinolia* spec. Eoceen, Cadzand.
 - " 18. *Platyrochus brucki* de Gruijter, Eoceen, Buurse.
 - " 19. *Caryophyllia granulata* (v.Münster) met intercalycaal ontstaan jong individu, Mioceen, Dingden.
 - " 20. *Stephanophyllia* spec. a. bovenaanzicht; b. onderaanzicht, Mioceen, Dingden.
 - " 21. *Cylindrophyllia duncani* (Reuss) Mioceen, Dingden.
 - " 22. *Flabellum cristata* (Milne Edwards & Haime) Mioceen, Winterswijk.
 - " 23. *Sphenotrochus intermedius* (Münster) Pliocene, Westerschelde.
 - " 24. *Cryptangia woodii* (Milne Edwards & Haime) a. natuurlijke grootte; b. uitgeprepareerde coralliet, vergroot.
 - " 25. *Rhegmaphyllum conulus* (Lindström), noordelijke zwerfsteen Groningen.
 - " 26. *Ketophyllum* spec., Gotlandien.
 - " 27. *Entolophyllum articulatum* (Wahlenberg) noordelijke zwerfsteen.
 - " 28. *Acervalaria ananas* (Linné) noordelijke zwerfsteen.
 - " 29. *Favosites gothlandicus* Lamarck, Gotlandien, Groningen, zwerfsteen.
 - " 30. *Halysites catenularia* (Linné) noordelijke zwerfsteen, Groningen.
 - " 31. *Catenipora escharoides* Lamarck. Noordelijke zwerfsteen.
 - " 32. *Aulopora repens* (Milne Edwards & Haime) noordelijke zwerfsteen.
 - " 33. *Syringopora bifurcata* Lonsdale, Gotlandien, zwerfsteen.
 - " 34. *Syringopora* spec. Ondercarboon.
 - " 35. *Thecia swinderniana* (Goldf.) noordelijke zwerfsteen, Groningen a. gehele kolonie; b. vrij goed bewaarde kelken; c. idem, in deze vorm uiterst zeldzaam.
 - " 36. *Calciola sandalina* (Linné) a. compleet met deksel; b. coralliet met septen, Devoon, Gerolstein.
 - " 37. *Proheliolites dubius* (Schmidt) Gotlandien.
 - " 38. *Heliolites porosa* (Goldfuss) Devoon of Gotlandien.
 - " 39. *Pleurodictyum problematicum* (Goldfuss) Zuidelijke zwerfsteen, Roermond.
 - " 40. *Sarcinula organum* (Linné), a. kolonie van boven gezien; b. een buitengewoon goed bewaard exemplaar van terzijde, Ordovicien, Gotlandien.
 - " 41. *Michelinia favosa* de Konink. Ondercarboon.
 - " 42. Kalkalgen a. vlak uitgespreide vorm op plaatvormige ondergrond; b. een massieve, knolvormige soort, Maestrichtien, Zuid-Limburg.
 - " 43. Schematische doorsnede door een barrièrerif, a. randlagune; b. rif; c. afgeslagen koraalfragmenten vormen lagen, die vervingen met andere sedimenten.
 - " 44. De Bikini groep voor het atoombomexperiment.
 - " 45. Guyots. Bodem van de Stille Oceaan nabij de Marianen. Diepte in vadem.
 - " 46. *Stromatopora*. a. een klein brok van een kolonie; b. dwarsdoorsnede, Gotlandien.