

Stromatolieten in Warstein?

C.J. Homburg

Er bestaan veel benamingen voor stromatolieten. De meeste auteurs beschouwen hen als kalkige gelamineerde structuren. In een vergelijkende studie naar oïden door Kalkowsky (1908) gebruikt hij voor het eerst de term stromatoliet. Walter (1976) spreekt over "organo-sedimentaire structuren" ontstaan door het vangen en binden en/of neerslag van sediment als gevolg van de activiteit van micro-organismen, voornamelijk cyanobacteriën. In het onderstaande wordt dieper ingegaan op deze boeiende structuren.

In "Grondboor en Hamer" 1994 nr. 4/5 wordt door de heer Jannink ingegaan op het voorkomen van schimmeldraden in gesteente van Oligocene ouderdom. De vondst is gedaan in karstspleten in kalkrijke Midden-Devonische afzettingen van het "massief van Warstein" in het noord-oostelijk deel van Sauerland. Hoewel fossiele schimmels niet als zeldzaam te boekstaan, zijn ze in ons tijdschrift zelden aan bod gekomen. Het laatst is dat het geval geweest in een artikel van de heer Steur in 1993 over planten in de Rhynie Chert. Uit dat stuk blijkt waarom schimmels zo weinig worden vermeld: ze zijn pas zichtbaar in dunne coupes met een flinke vergroting. Zowel Mägdefrau (1941) als Remy (1977) vermelden het voorkomen in het gehele Fanerozoïcum, vooral in het Laat-Paleozoïcum en het Tertiair. Schimmels zijn daarin voornamelijk op of in bladeren en stengels te vinden. Dat is niet verwonderlijk omdat schimmels hetzij saprofytisch, hetzij parasitisch leven, hetgeen betekent dat zij zich met dode of wel met levende organismen voeden. De oudste vondst betreft een korstmos van 2,2 Ga oud. (Ga = miljard jaar: tegenwoordig in gebruik om verwisseling te voorkomen met Ma = miljoen jaar of Mega-jaar). Korstmos is een symbiotisch samenleven van een schimmel en een alg. Uit combinaties van de vele schimmel- en algensoorten zijn de diverse korstmossen ontstaan. Gezien het bovenstaande is het wellicht de moeite waard uw botanische vondsten eens nader te bekijken. Carbonisch materiaal is hiertoe minder geschikt, gezien de dikke stapeling en de sterke inkoling door de sterke samendrukking.

Koepel- of zuilvormige bouwsels

Waar Jannink in zijn artikel schrijft over

"stromatolietachtige structuren" en over "op stromatoliet- lijkende ijzerhoudende kwarts", daar luidt de titel van het artikel van Kretschmar waar hij aan refereert: "Fossiele Pilze in Eisen-Stromatolieten von Warstein". Mij heeft de aanduiding "stromatoliet" voor het beschreven materiaal verrast. In de afgelopen jaren heeft de heer Vlasveld voor meerdere afdelingen een lezing gegeven over "Algen" waarbij hij onder andere een aantal stromatolieten uit zijn verzameling heeft laten zien. De koepel- of zuilvormige bouwsels van fijne laagjes zijn meestal omgeven door sedimenten met een afwijkende kleur en korreling, waardoor ze betrekkelijk duidelijk afsteken. Een duidelijk kenmerk is de fijne, vrijwel parallellopende gelaagdheid die alleen bij de meer bollere vormen aan de zijkanen in elkaar overgaan (fig. 1 en 2).

Als veroorzakers van deze bijzonder structuren noemde Vlasveld vooral de groep van de blauw-groene algen (te-

genwoordig tot de blauw-groene bacteriën of de Cyanobacteriën gerekend); schimmels heeft hij niet genoemd.

Algen en bacteriën komen zowel in zoet als in zout water voor, maar schimmels - op een enkele uitzondering na - alleen in zoet milieu. Uit het bovenstaande volgen twee vragen: 1. wat zijn stromatolieten; 2. kunnen schimmels een stromatoliet vormen? Ziehier de aanleiding om na te gaan wat hierover in de literatuur is te vinden.

Bio-sedimentaire structuren

Wie zich met stromatolieten inlaat belandt bij enige honderden publicaties met beschrijvingen van uiteenlopend materiaal: van millimeter grote knik-kertjes tot meterbrede sedimentaire zuilen die tientallen meters hoog kunnen zijn. De artikelen zijn geschreven vanuit een verschillende benadering. Veldgeologen, vooral stratigrafen, hebben zich verwonderd over deze



Fig. 1. Zuilvormige en vertakte stromatoliet uit het Laat-Proterozoïcum, Mauritanië. (ongeveer natuurlijke grootte).

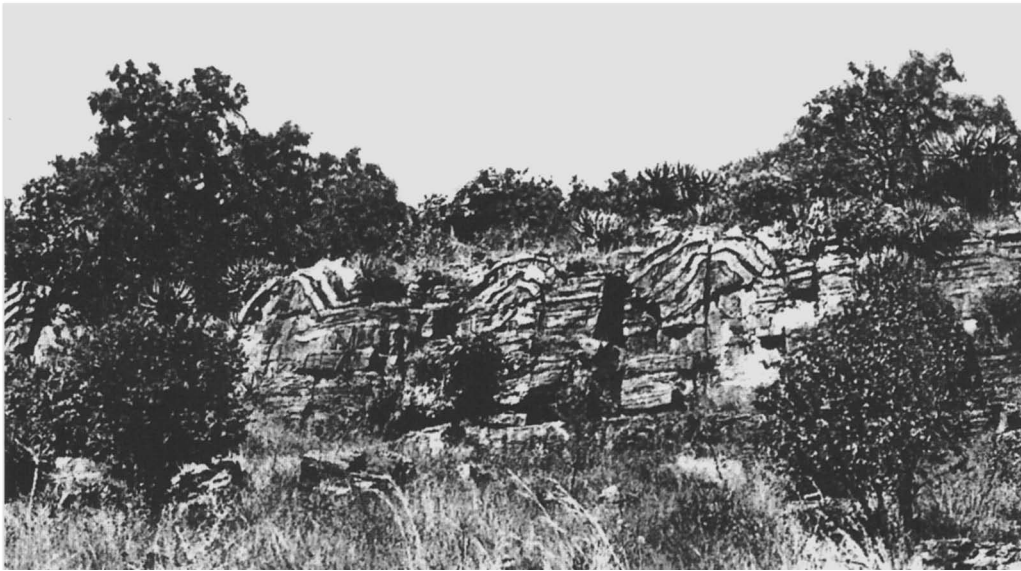


Fig. 2. Binnen een reeks van horizontaal gelamineerde stromatolieten de ontwikkeling van koepelvormige met hoogten van 1,3 tot 2 m, breedte van 2 tot 4 meter. Precambrium 2,2 Ga, Transvaal (foto Föster).

afwijkende bouwsels temidden van de horizontale lagen. Toen duidelijk werd dat deze structuren hun ontstaan te danken hebben aan micro-organismen, heeft dat de aandacht van paleobotanici en biologen gewekt, mede doordat duidelijk werd dat stromatolieten de oudste geologische aanwijzingen zijn van het leven. Allen die geboeid zijn door de vraag hoe het eerste leven is ontstaan en hoe dit vervolgens is geëvolueerd tot de miljoenen soorten die thans bekend zijn, hetzij plant of dier, kunnen aan stromatolieten niet voorbij gaan.

Hoewel men de laatste tientallen van jaren tot inzicht is gekomen in de vormingswijze van deze bio-sedimentaire structuren, is de variatie zo groot dat er geen eenstemmige uitleg mogelijk is. Daarvoor zijn een paar redenen.

A. Uit het Archeïcum, (4 tot 2,5 Ga) komt de oudste vondst van stromatolieten, nl. 3,5 Ga. Een miljard jaar na het ontstaan van de Aarde waren de omstandigheden anders dan thans het geval is: a. een veelvuldige vulkanische activiteit; b. een atmosfeer met een andere samenstelling: weinig of geen zuurstof; een aanzienlijke hoeveelheid koolzuur waardoor de gemiddelde jaartemperatuur, dankzij het broeikas-effect, tussen 30° en 50° lag (thans 10,2° C); waterstof, waterdamp, koolstofmonoxide, ammonia, zwavel-dioxide en zwavelwaterstof e.a. Het zuurstofgehalte nam van 2,2

tot 1,8 Ga toe van minder dan 0,2% tot 3% (thans 20%) terwijl dat van koolzuur langzaam verminderde. Een deel van de gassen is opgelost in (zee)water. Alle verhoudingen zijn in de loop van miljarden jaren veranderd door de afkoeling van de aarde en het zich ontwikkelende leven.

De quantitative toename van de biosfeer heeft niet alleen de samenstelling van de atmosfeer en de hydrosfeer gewijzigd maar ook de effectieve instraling van de zon beïnvloed (temperatuur, U.V. straling). Door endogene processen - vooral de zich ontwikkelende platentectoniek - is het landareaal toegenomen, en zijn grotere verschillen in diepte van de oceanen ontstaan (rift- en subductie-zones) waardoor het aantal van de verschillende milieu's is toegenomen. Er zijn afwisselende, soms zeer langdurige perioden geweest waarin calcium-carbonaat een grote, respectievelijk een vrijwel verwaarloosbare rol heeft gespeeld bij de vorming van stromatolieten.

Het kalkgehalte van stromatolieten kan sterk uiteenlopen.

B. Hoewel door anderen reeds eerder is vermoed, heeft James Hall in 1883 vastgesteld dat "gelamineerde, kalkrijke objecten" een micro-biologische afkomst hebben. Sedertdien worden bacteriën en algen als de voornaamste biogene oorzaak voor de vorming van uiteenlopende geologische objecten beschouwd. De meest primitieve

organismen zijn de prokaryoten: de Archaea of Archaeobacteriën (100 soorten) en de gewone of Eubacteriën (3000 soorten). Prokaryoot wil zeggen dat de cellen weliswaar DNA bezitten, maar dat dit erfelijkheidsmateriaal binnen de cel niet door eigen membraam is omgeven en dus niet als zelfstandige celkern binnen het celplasma ligt, zoals met alle andere "eukaryote" organismen - van eencellige alg tot de blauwe vinvis - wel het geval is. Ongeveer de helft van de bacteriën vormen de Klasse der Cyanobacteriën (1500 soorten).

Dit is de enige groep van de prokaryoten die in staat is koolzuur onder invloed van het zonlicht om te zetten in koolhydraten en daarbij vrije zuurstof af te geven. Veel andere bacteriën maken ook gebruik van zonne-energie zonder dat hierbij zuurstof vrij komt. Dit proces: synthese van koolhydraten (suikers, cellulose) uit koolzuurgas onder afgifte van zuurstof is kenmerkend voor planten. Dat is de voornaamste reden waarom de cyanobacteriën tot voor kort tot de algen zijn gerekend onder naam van Blauw-groene algen. Dat de phycologen (of algologen) over algen blijven schrijven is in zoverre verwarrend dat we niet goed kunnen zeggen wanneer de "echte" algen (d.w.z. met een duidelijke celkern) zijn ontstaan. Vermoedelijk geschiedde dit 700 - 800 Ma terug door endo-symbiose van cyanobacteriën en fagocyterende flagellaten tot een vroege verwant van de Glaucophyta (algen). Tappan (1980) veronderstelde de aanwezigheid van rode algen (Rhodophyta) in de Gunflint Formatie van 1,9 Ga. De oudste vondsten van macroscopische algen zijn uit het Laat-Cambrium/Vroeg Ordovicium (Chlorophyceae). Aangezien zowel van de eencellige algen als van de iets stevigere bacteriën zeer veel van de fijnere structuren verloren gaan - zeker van die uit het Precambrium - is het een wonder dat resten zijn gevonden die voldoende herkenbaar zijn om er een naam aan te geven. Dit is te danken aan het feit dat ze in de een of andere vorm van kiezelzuur (flint) zijn ingesloten. Uit het voorgaande zal duidelijk zijn dat ook een biologische benadering van de nodige onzekerheden vergezeld is. Gebruik moet worden

gemaakt van de kennis die van de huidige soorten kan worden verkregen.

C. De vorm die stromatolieten tonen is soms verbazingwekkend en dat maakt dat de omstandigheden waaronder de sedimentaire korrels zijn aangevoerd moeilijk is te achterhalen. In de meeste gevallen zijn ze in de getijdezone of onder de laagwaterzone gevormd. In Centraal-Europa - de bakermat van de geologie - komen Precambrische gesteenten niet voor, reden waarom daar meestal sprake is van een relatie met calcium-carbonaat.

Indeling naar vorm

Pia (1927) heeft geprobeerd stroma-

lieten, maar ook korstvormende zoals travertijn en sinter.

Na een vergelijkende studie met ooiden gebruikt Kalkowsky in 1908 voor het eerst de term stromatoliet: "de naam Stromatoliet geeft in tegenstelling tot oölietkorrels (=ooiden) kalkmassa's aan die een fijne meer of minder vlakke, gelaagde structuur hebben in contrast met de concentrische structuur van de oöliet-korrels" en "alle stromatolieten tonen in verticale doorsnee een duidelijk gelaagde structuur, die macroscopisch vooral op verweerde oppervlakken duidelijk zichtbaar is, terwijl verse breukvlakken niets daar-

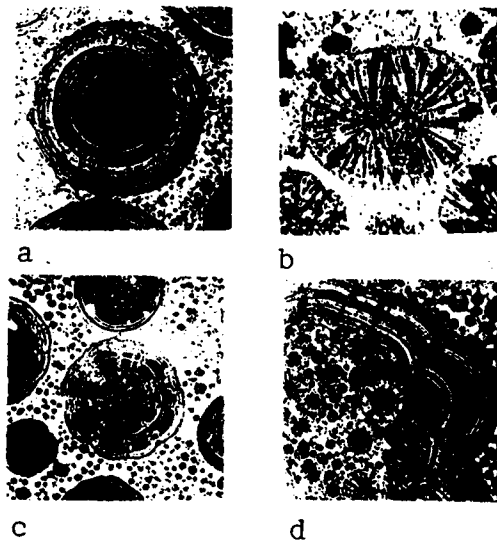


Fig.4. Ooiden uit artikel van Kalkowsky. A. Ooid met gelaagde structuur. B. Ooid met assenstructuur en twee kernen omgeven door kristalpunten (vergr. 20x). C. Ooid met kegelstructuur (vergr. 4x). D. Stromatoliet vormt zgn. oöid-buidel (vergr. 4x).

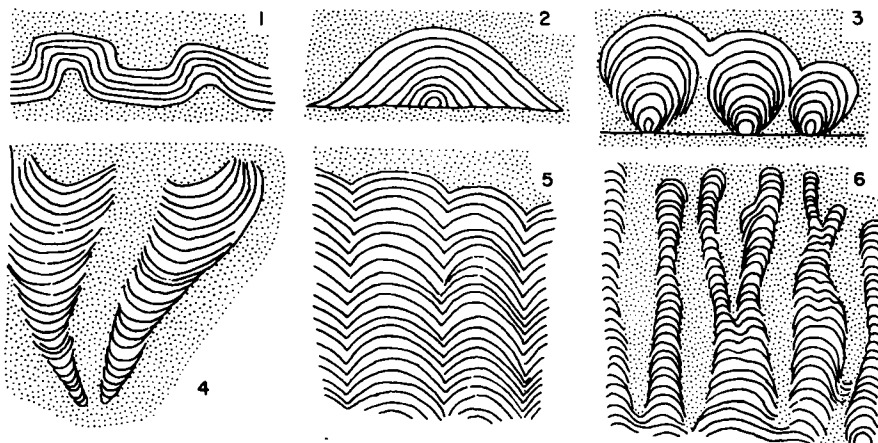


Fig.3. Verscheidenheid van de vorm van stromatolieten: 1. *Weedia* (Walcott); 2. *Collenia* (Walcott); 3. *Cryptozoon* (Hall); 4. *Cryptozoon boreale* (Dawson); 5. *Archaeozoon* (Matthew); 6. *Gymnosolen* (Steinmann). Uit Pia, 1927.

tolieten naar hun vorm in te delen en deze vormen van namen te voorzien: zie fig. 3. Een stelsel van dubbele namen volgens Linnaeus bleek niet mogelijk te zijn; sommige aanduidingen komen we nog wel tegen. Hoewel de rol van micro-organismen bij het ontstaan van diverse gesteenten en structuren is aangetoond, wil ik mij hier beperken tot de stromatolieten in strikte zin. Hiermee bedoel ik die bouwsels of structuren die met de bodem verbonden zijn, hetzij in zoet- of in zout-milieu en die voornamelijk zijn opgebouwd uit klastisch materiaal. Uitgesloten worden alle min of meer knikkerachtige vormsels zoals pisolieten, oölieten, oncolieten en thrombo-

van verraden". De aparte laagjes waaruit de stromatoliet is opgebouwd noemt hij "stromatoid"; tegenwoordig "stratifera" of "cryptalgal laminiet" genoemd. De studie van Kalkowsky betreft afzettingen in het Bontzandsteen (Onder-Trias) van de noordelijke rand van de Harz. De min of meer ronde ooiden - 0,25 tot 4 mm groot - zijn zeer klein in vergelijking met de stromatolieten die in banken optreden. Deze kunnen echter niet alleen in eenvoudige, zich gelijkmatig uitstrekken- de, banken optreden, maar ook in meer geïndividualiseerde massa's met een duidelijke begrenzing, die indertijd boven het omgevende sediment uitto-

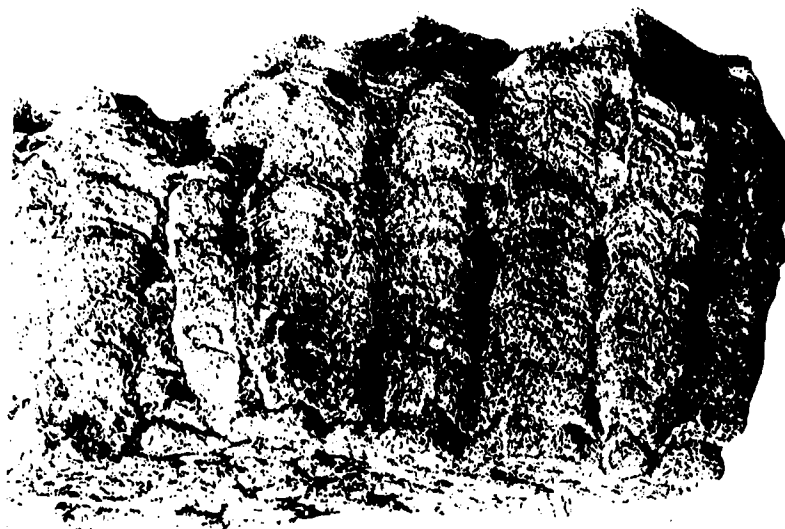


Fig.5. Verweerde doorsnee van een buisvormige stromatoliet. Natuurlijke grootte (Kalkowsky).

renden; tenminste de bovenste helft was vrij. De vorm kan massief pilaar- of bloemkoolachtig zijn. Soms hebben stromatolieten onderliggende oölietkorrels als basis. Het oppervlak van deze bobbels krijgt eerst een korstje van enkele stromatolitische laagjes die bij een verdere groei tot een van de genoemde vormen kunnen differentiëren" (zie fig. 4 en 5). Deze beschrijvingen komen goed overeen met het ons bekende materiaal.

Hoe worden stromatolieten gevormd?

Bestudering van fossiel en recent materiaal uit tropische en subtropische zeeën heeft tot het volgende, vereenvoudigde beeld gevoerd. Cyanobacteriën die zich op de zeebodem hebben gevestigd vertonen een groeipatroon dat beïnvloed wordt door het dag-en-nacht ritme: overdag een opwaartse groei vergezeld van celdelingen, 's nachts een strekking van de cellen waarbij ze een horizontale lig-

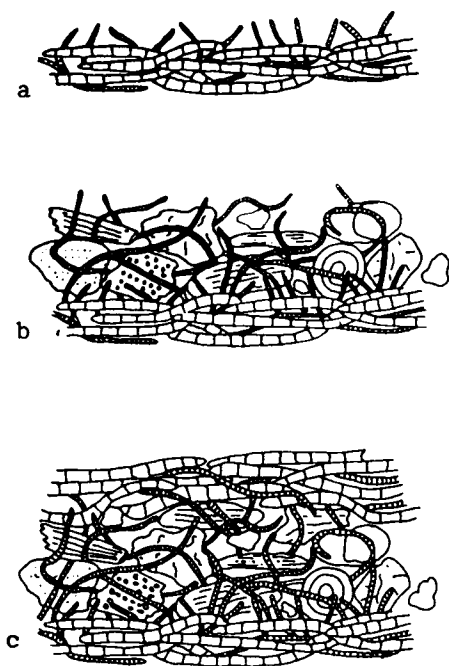


Fig. 6. Schematische voorstelling van de licht/donker cyclus bij de vorming van een stromatoliet. a, b. Opwaartse groei bij daglicht en het wegvangen van sediment. c. Donkere horizontale groei en het binden van sediment.

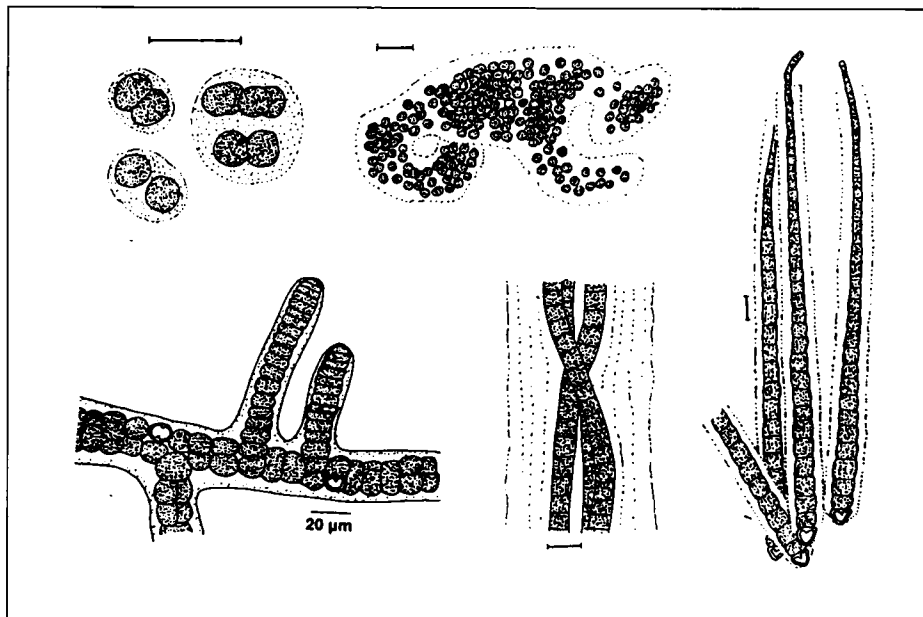


Fig. 8. Verschillende groeiwijzen van Cyanobacteriën.

ging aannemen (fig. 6). Door de kleefkracht van de bacteriën worden sedimentkorrels gebonden en vervolgens overgroeid zodat ze blijvend zijn gevangen. Om dit te begrijpen moet eerst worden ingegaan op de uitwendige eigenschappen van bacteriën. Alle cellen bevatten protoplasma dat omgeven is door de celmembraam waardoor het is afgescheiden van de omgeving en van andere cellen. Met uitzondering van dierlijke cellen zijn alle andere cellen omgeven door een wandje dat door de cel wordt gesynthetiseerd uit suikerachtige verbindingen. Bij algen en hogere planten is de-

ze wand van cellulose, bij schimmels van chitine en bij bacteriën mureïne. dit zijn verzamelnamen, want bijna elke soort maakt een eigen structuur. Om de celwand van bacteriën en een aantal planten bevindt zich een slijmerig laagje van o.a. koolhydraten dat een colloïdale structuur heeft waardoor het niet duidelijk ten opzichte van het omgevende vocht is afgescheiden, maar er geleidelijk in overgaat (capsule). De cyanobacteriën vormen hierop een uitzondering: hier hebben de polysacchariden een meer gelatine-achtige structuur en zijn ze met een grensvlak van de omgeving afgescheiden. Deze zogenoemde schede

is "taaiër" dan bij de andere groepen van bacteriën, waardoor het in staat is passerende sedimentkorrels te binden. Bacteriën groeien of los van elkaar, of in klompjes of vliesjes van 2 tot vele duizenden, of vormen snoeren die 1 cel dik zijn en vele tientallen lang. Cyanobacteriën komen grotendeels in twee vormen voor: min of meer ronde, die vrijliggend zijn of als aggregaat samenklonteren; daarnaast zijn er soorten die draden of filamenten vormen (fig. 7 en 8). Gezien de filamenteuze groeiwijze en het feit dat cyanobacteriën zuurstof kunnen produceren is het begrijpelijk dat zij lange tijd als algen zijn opgevat. Fig. 9 laat zien dat een selectie plaats vindt wat betreft de vastgelegde korrels. Behalve

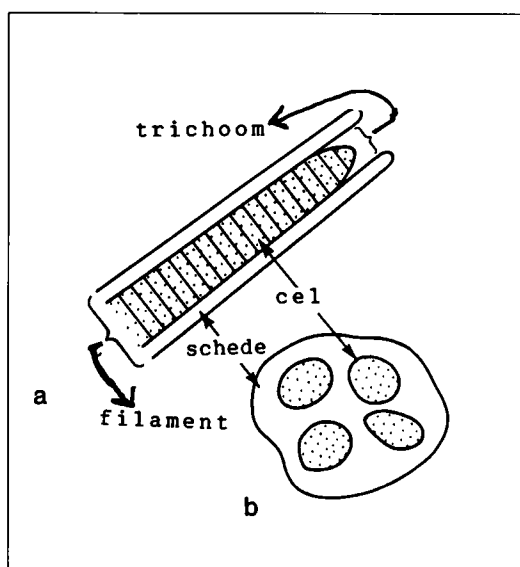


Fig. 7. Morfologie van cyanobacteriën. a. draadvormig (filamenteus), b. afgerond (coccoïde).

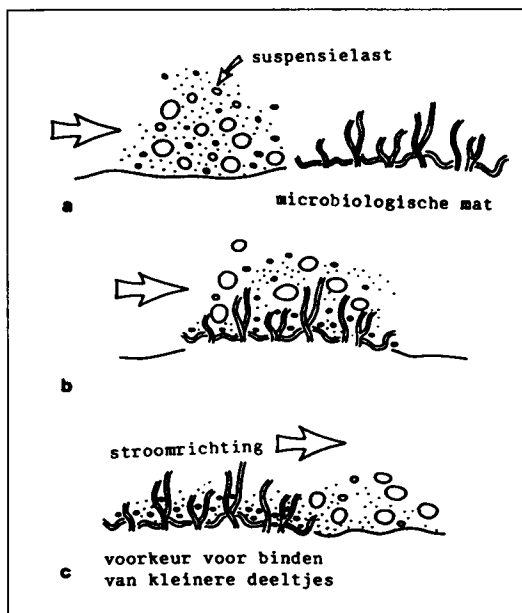


Fig. 9. Selectief wegvangen van kleinere deeltjes door cyanobacteriën en dergelijke. Grotere partikels worden niet goed vastgehouden door kleine organismen, kleinere wel.

door de kleeftkracht van de schede is dat afhankelijk van de samenstelling van het mengsel en de energie waarmee dat wordt aangevoerd (snelheid van het water).

De oudste stromatolieten zijn van ongeveer 3,5 Ga geleden. Eerste tekenen van bacteriën zijn 3,7 à 3,9 Ga oud. Gedurende de laatste 3,5 Ga zijn er afwisselende perioden geweest waarin carbonaten (kalk) een grote, of juist geen rol hebben gehad bij de lithificatie. Diverse vondsten van kalkvrije stromatolieten hebben er toe geleid de definitie van "stromatoliet" te veranderen. De definitie van Walter (1976) luidt: "een stromatoliet is een organo-sedimentaire structuur ontstaan door het vangen en binden en/of precipiteren van sediment als gevolg van de groei en de metabolische activiteit van micro-organismen, voornamelijk cyanobacteriën". In deze omschrijving wordt kalk niet meer genoemd.

Tijdens het Precambrium hebben stromatolieten hun grote kans gehad. Vanaf het begin van het Fanerozoïcum zijn ze in aantal afgenomen zodat ze na het Ordovicium al zeldzamer zijn geworden. Het is aan te nemen dat dit een gevolg is van het toenemende aantal meercellige dieren die zich met bacteriën en algen hebben gevoed: wormen, slakken, geleedpotigen en vissen. Terzelfdertijd zijn de organis-

men die deel hebben aan de opbouw van stromatolieten in soortenaantal toegenomen. Een aardig voorbeeld zijn de recente, paddestoelachtige stromatolieten van Shark Bay in Australië van figuur 10. Inwendig is daar een gemeenschap van o.a. cyanobacteriën, diatomeën en groene algen aanwezig, terwijl zich op de stromatolieten verschillende macroscopische algen hebben gevestigd. Waarschijnlijk is er ook in ouder materiaal sprake van meerdere soorten, elk met een voorkeur voor bepaalde omstandigheden. Figuur 11 toont een gedeelte van de 0,9 Ga oude Bitter Spring Formatie in het Amadeus Basin van Australië.

Boven en onder zien we planiforme stromatolieten, onderbroken door een lichte bank waarop zich koepelvormige stromatolieten hebben ontwikkeld. De bank vertegenwoordigt een woeliger periode, zowel de boven- als de onderkant tonen een golvend patroon, wat op erosieve processen wijst. Het komt mij voor dat de koepels op deze bank door andere micro-organismen zijn veroorzaakt dan diegene die een rol hebben gespeeld in de horizontale afzettingen.

Aandacht voor recente stromatolieten.

Na de publicatie over de recente 'paddestoelen' van Shark Bay (fig. 10)

is de aandacht voor de huidige vorming van stromatolieten toegenomen. Deze Australische stromatoliet, waarvan op foto's meestal allen het boven het water uitstekende deel is te zien, blijken zich ook sub-littoraal (= onder de laagwaterlijn) voort te zetten, waarbij tot bijna 1 meter hoge exemplaren zijn gevonden. Ze voldoen, evenals de tot dusver besproken voorbeelden, aan de klassieke criteria van de stromatolieten sensu stricto en worden tot het zgn. 'agglutinerende' type gerekend (samenkleven, aaneenlijmen). Hoewel reeds in 1933 een artikel over stromatolieten in het moderne getijdengebied van de Bahama's is verschenen, is de stroom van publicaties na 1961 (Shark Bay) op gang gekomen. Gezien de vele bedreigingen door granzende of doorwoelende dieren kunnen deze moderne stromatolieten slechts ontstaan onder bijzondere omstandigheden. In het ondiepe zeewater van de Bahama's is dit een snelle bedekking van de biogene laag door het kalkrijke zand onder invloed van woelige waterbewegingen. Gunstige omstandigheden voor de vorming van 'stromatolieten' zien we op plaatsen waar gedurende een relatief korte periode water is, gevolgt door langere tijden van droogte. Dat is o.a. het geval in de opgedroogde rivieren (wadi's) en meren (playa's) van semi-aride gebieden (woestijnen). Ook in verder van de waterlijn liggende gedeelten van een lagunair gebied;



Fig. 10. Gelithificeerde subfossiele, paddestoelachtige stromatolieten in Shark Bay, Australië. Op de achtergrond kustduinen (foto Walter).

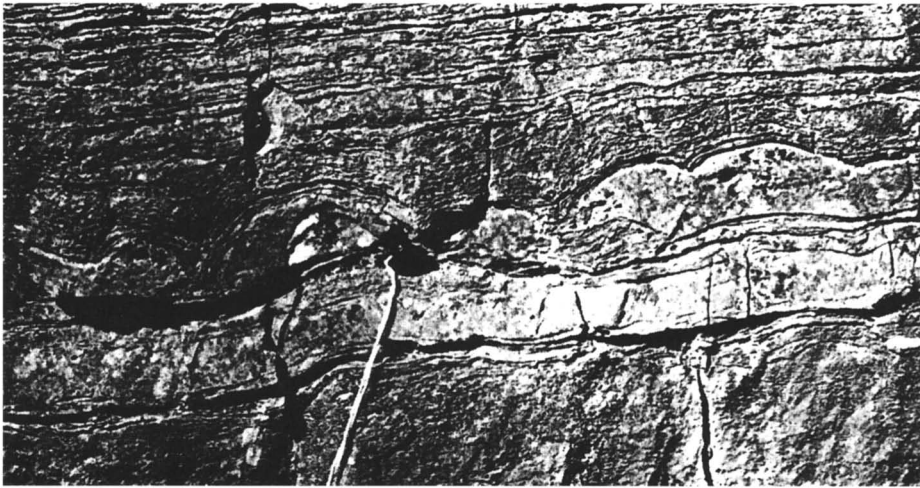


Fig. 11. Stromatolieten van de Bitter Spring Formatie, Australië (~ 900 Mj) in kalksteen. Na onderbreking van een rustige ontwikkeling in ondiep water de vorming van koepelvormige stromatolieten, waarna geleidelijke terugkeer naar eerdere ontwikkeling.

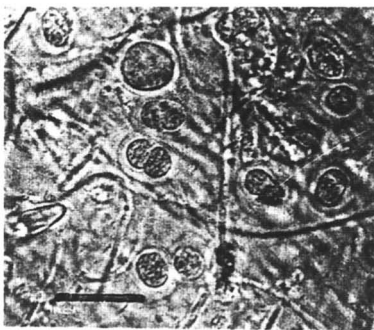


Fig. 12. Recente microbiologische matten. a. Droogvallend kustgebied, Yucatan, Golf van Mexico. b. Filamenteuse en coccoïde cyano-bacteriën in deze mat. c. Doorsnede door een microbiologische mat; potentiële stromatoliet. Baja California.

fig. 12, 13 en 14. Hier kan onder invloed van micro-organismen afzetting en/of kristallisatie plaatsvinden, niet alleen van carbonaten maar ook van anhydriet of silicium verbindingen. In veel van deze gevallen ontbreekt het meest typische element: het vastleggen van sedimentaire korrels door het klevend vermogen van bacteriële capsules of scheden.

Dit soort onderzoek heeft geleid tot het ontstaan van een nieuwe specialisatie: de geomicrobiologie. Een van hen, prof. Krumbein uit Oldenburg, heeft in 1983 als definitie voorgesteld: "Stromatolieten zijn gelamineerde ge-

steenten waarvan het ontstaan duidelijk is verbonden met de activiteit van microbiologische gemeenschappen, die door hun morfologie, fysiologie en de rangschikking in ruimte en tijd in wisselwerking staan met de fysische en chemische omgeving met als resultaat de vorming van een gelaagd patroon dat tenslotte in de structuur van het gesteente is behouden". Krumbein vult aan: "niet geconsolideerde gelamineerde systemen die duidelijk in verband staan tot de activiteit van micro-organismen en dikwijls 'recente stromatolieten' of 'living stromatolites' worden genoemd, kan men beter omschrijven als 'potentiële stromatolieten'" [voor de juistheid van mijn vertaling kan ik niet geheel instaan]. Volgens deze definitie kunnen ook travertijn, sinter plus een aantal van de knikkerachtige biogene structuren hieronder vallen. De mijns inziens onmisbare rol van klastische korrels is hier verdwenen.

Brits-Amerikaanse geologen spreken dikwijls over 'bacterial' of 'algal mats' of in ruimere zin over 'microbial mats' waarmee ook de laminieten in de 'echte' stromatolieten kunnen worden bedoeld. Het is mijns inziens terecht dat Jannink de termen 'stromatoliet-achtig' en 'op stromatoliet lijkende' heeft gebruikt. Het betreffende materiaal kan ook worden aangeduid als 'iron containing rhythmic fungal silcre-



Fig. 13. Microbiologische mat langs binnen-lagune bij Abu Dhabi met polygonale zone. Perzische Golf bij de Arabische Emiraten.

te', maar dat is te lang. IJzer-stromatoliet is wel bruikbaar, mits we weten wat ermee wordt bedoeld. Als onderscheid tot de agglutinerende 'echte' stromatolieten kunnen we dit type misschien aanduiden als 'biogene kristallieten' die, in tegenstelling tot de eerste groep, veelal in een zoet water milieu zijn gevormd. Stromatolieten en

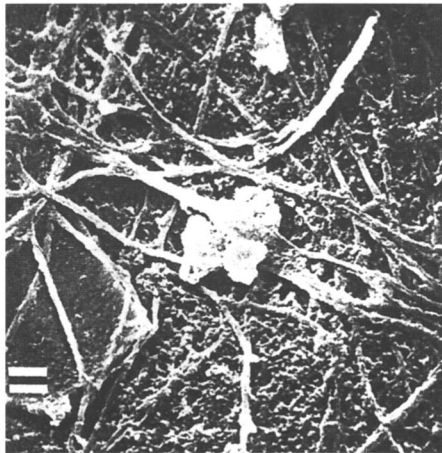


Fig. 14. Cyanobacteriën in kalkslib op 40 cm diepte. Streep= 0,01mm (foto Krumbein).

verwante verschijnselen zijn om velerlei redenen erg boeiend. Dit artikel is gericht op vragen die opkwamen na lezing van Jannink. Dat de variatie van microbiologisch geïnduceerde gesteentevorming groot is kan o.a. worden gezien in een toekomstig artikel van prof. dr. G.J. Boeschoten in

Grondboor & Hamer.

Summary

There exist many definitions of stromatolites. Most authors regard them as laminated calcareous structures. In a comparative study of oöides by Kalkowsky (1908) in Germany he mentioned the term stromatolites for the first time. The definition of Walter (1976) "organo-sedimentary structures" is also often used. However, he does not mention the biomineralized carbonate after finding non-calcareous stromatolites in Precambrium rocks. Walter retains the "fine laminated biogenic sedimentary structures" produced by sediment trapping and binding as a result of the activity of agglutinating micro organisms. In a third edition (Krumbein, 1983) the sedimentary particles are excluded. According to Riding (1993) the lamination is a result of the biomineralization and/or precipitation (carbonate, gypsum, silica group) and named them "tufa stromatolites". The "iron containing rhythmic fungal silcrete" in the article of Jannink (1994) is non-typical. In general the name "biogenic mats" can be used.

Adres van de auteur
C.J. Homburg
Tarwekamp 4
1112 HD Diemen

Literatuur

- Jannink, T., 1994. Fossiele schimmeldraden in Warstein. Grondboor en Hamer 48, p. 73-75.
- Kalkowsky, E., 1908. Oolith und Stromatolith im norddeutschen Buntsandstein. Z. Deut. Geol. Ges. 60, p. 68-125.
- Krumbein, W.E., 1983. Stromatolites - the challenge of a term in space and time. Precambrium Res. 20, p. 493-531.
- Logan, B.W., 1961. Cryptozoon and associated stromatolites from the Recent, Shark Bay, Western Australia. J. Geol. 69, p. 517-533.
- Mägdefrau, K., 1942. Paläobiologie der Pflanzen. Verl. G. Fischer, Jena.
- Remy, W. + R., 1977. Die Floren des Erdalters. Verl. Glückauf, Essen.
- Riding, R., 1993. In: Keary, P. (ed.): The encyclopedia of the solid earth sciences, Blackwell, London.
- Steur, H., 1993. Onderdevonische planten uit de Rhynie Chert. Grondboor en Hamer 47, p. 97-104.
- Tappan, H., 1980. The paleobiology of plant protists. Freeman & Co., San Francisco.
- Walter, M.R., 1976. Stromatolites. Developm. in Sedimentol. 20. Elsevier, A'dam.
- Zie verder in:
- Flügel, E., 1977. Fossil Algae. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- Riding, R., 1991. Calcareous Algae and Stromatolites. Springer Verlag, Berlin etc.



Fig. 15. Een fraai gelaagde stromatoliet uit Devonische gesteenten van de Orkney eilanden. (Doorsnede steen 25 cm). Foto J.M.P.K. van Delft.