

LITERATUUR:

- Prof. Dr. Ir. Faber Geologie van Nederland I-IV
P. van der Lijn Het keienboek 1e t/m 4e druk
P. van der Lijn Nederlandsche Zwerfstenen (Zutphen 1935)
G. A. Mulder e. a. Handboek Geografie van Nederland I, II, VI.

Over GRAPTOLIETEN

door P. Schuyf

Elke verzamelaar van noordelijke zwerfstenen hoopt er altijd op graptolieten te vinden, een verlangen, dat maar zelden bevredigd wordt.

Voor al de graptolietenleien, die wij in elke palaeontologische verzameling in onze universiteitsmusea kunnen zien, zijn bij ons zeer zeldzaam te noemen en als wij ze dan al vinden, bevatten ze nog lang niet altijd de begeerde fossielen of slechts onduidelijke afdrukken.

Bij beschouwing zonder vergroting doen de meest bekende vormen van deze uitsluitend fossiel bekende organismen zich, wat grootte en min of meer ook wat vorm betreft, voor als de zaagblaadjes van een figuurzaag. Deze vergelijking geldt dan vooral voor de, en dat is gewoonlijk het geval, platgedrukte overblijfselen op, terwijl de kleur meest zwart of donkergrijs is door inkoling van het chitineuze exoskelet. Zilvergrijze, licht groenige en bijna witte tinten komen echter ook voor. Vindt men dergelijke vormen, dan moet men ze nog goed met de loupe bekijken, omdat smalle, gekleurde onderranden van brachiopodenschalen, waarbij de "zaagtanden" de ribben voorstellen, oppervlakkig gezien veel op graptolieten kunnen lijken.

De "zaagtanden" zijn het omhulsel geweest van de zooiden. Men noemt dit omhulsel, dat een buis- of komvorm blijkt te hebben, theca en de gemeenschappelijke tak, die de theca's verbindt, de stipe. Bij de levende kolonie waren soms twee of meerdere van deze takken verenigd tot een kolonie en deze verzameling noemt men een rhabdosoom.

De graptolietenvormen, waarover we nu spraken, waren waarschijnlijk drijvende plankton of detritus etende organismen, en wel, minstens gedeeltelijk, doordat groepen rhabdosomen verbonden waren met een centrale drijfblaas. Deze laatste opvatting geeft wel de meest waarschijnlijke verklaring van de bij de rhabdosomen van enige zeer goed bewaard gebleven soorten gevonden grote afdruk van een zakvormig lichaam, dat kennelijk bij de kolonie hoorde. Ook schijnen er vormen geweest te zijn, die met een hechtschijfje of andere verbinding waren verbonden met drijvend zeewier of een onderzees substraat. Dit is evenwel voor de ons nu bezig houdende groep van graptolieten veel minder overtuigend bewezen dan de gevallen van een drijfklok.

Toch heeft reeds in 1897 Lapworth, een van de beste oudere specialisten voor deze groep gewezen op de denkkelijk zeer grote overeenkomst in voorkomen van een aantal graptolietensoorten van de meest typische vorm en ook van verscheidene leden van de orde der Dendroidae, een nogal veel van dat type van graptolieten afwijkende groep, met de levensverhoudingen in de Sargassoze.

In dit in de tropen gelegen, bijna niet door zeestromingen bewogen deel van de Noordelijke Atlantische Oceaan komen enorme hoeveelheden drijvende zeewieren voor, die zeer grote hoeveelheden

vastgehechte zeedieren als mosdiertjes en hydrozoen op het loof vertonen.

Door deze theorie verklaarde Lapworth de zeer grote geografische verspreiding van de graptolieten en de eigenaardigheden van de graptolietenleien. Deze zeer donkere gesteenten worden algemeen gehouden voor verharde, donkere modders, en vertonen gewoonlijk praktisch geen andere organismen dan de graptolieten, al komen ook radiolariën nogal eens voor. De zwarte of donkergrijze kleur kan ontstaan zijn door de aanwezigheid van koolstof, maar ook door een hoog gehalte aan ijzersulfide, dat ook een zwarte kleur aan de afzettingen kan geven. Ook bitumen zijn erin bekend. De afzettingen moeten dus in de tijd van sedimentatie gekenmerkt zijn geweest door een gebrek aan zuurstof, daar ijzersulfide in een zuurstofarm milieu ontstaat. Een analyse van een dergelijke afzetting vermeldde dan ook een gehalte van 13% koolstof en 7% zwavel. Er zijn graptolieten gevonden, die met pyriet geheel zijn opgevuld, wat er wel op wijst, dat het zwavelijzer tijdens de sedimentatie werd afgezet. Voor het tot stand komen van dergelijke afzettingen is het geheel of althans grotendeels ontbreken van bodemcirculatie noodzakelijk, terwijl eveneens een grote hoeveelheid tot ontbinding overgaand organisch materiaal noodzakelijk is.

Anaerobe toestanden zijn helemaal niet beperkt tot het Palaeozoicum, waarin de graptolieten voorkomen, maar kunnen in alle geologische tijden aangetroffen worden. Voorbeelden in recente tijd zijn de bodem van de Zwarte Zee, die van een aantal Noorse fjorden die door een ondiepe barrière van de open oceaan zijn afgesloten en een baai bij het Indonesische eiland Halmaheira. Zelfs zijn er kustlagunes met dergelijke bodemafzettingen bekend, zodat het er blijkbaar niet toe doet, hoe groot de diepte is en al evenmin in welke klimaatzone de afzettingen liggen.

Dat een geval als het laatst werd genoemd ook wel eens bij graptolietenleien zal zijn voorgekomen, blijkt wel uit het sporadisch voorkomen van golfsporen, indrukken van regendruppels en droogtescheuren bij enige graptolietenleien. Maar deze leien zijn zo algemeen over de aarde verbreid, dat men moeilijk uitsluitend aan de toch altijd wel in beperkte mate voorkomende en ongewone anaerobe laguneafzettingen als het meest voorkomende geval van ontstaan kan denken. Door Williams en Bulman is, onafhankelijk van elkaar, een geval beschreven, waarin het wel zeer waarschijnlijk was, dat aan een ontstaan te denken was in een open zee van gematigde of tropische aard, die door een barrière gescheiden was van de open oceaan, zodat men een geringe bodemcirculatie mocht veronderstellen. Maar in het overgrote aantal van de voorkomens lijkt de oude verklaring nog altijd de beste. Ook in de Sargassozee een slechts gering aantal diersoorten en zeewier in enorme massa's, zodat men aan een enorme accumulatie van organische stof op de bodem kan denken. Of deze inderdaad daar op de bodem gevonden wordt, heb ik nergens kunnen vinden, maar de geweldige diepte van de zee aldaar doet ook niet een uitermate grote overeenstemming verwachten. Weliswaar zal de bodemcirculatie van het water er ook wel gering zijn, zoals in alle diepzeebekkens, waardoor de bodem ook wel anaeroob zal zijn, maar de meeste graptolietenleien schijnen in vrij ondiepe zeeën ontstaan te zijn. Daar zeker een aantal vormen drijvende organismen waren, is een wijde verspreiding te begrijpen, maar niet het massale optreden. Mogelijk is ook, dat dit verschijnsel voorkwam doordat reeds gestorven kolonies als pseudo-plankton werden verspreid.

Er zijn ook, zij het in beperkte mate, graptolietenleien bekend, die waarschijnlijk in een wat minder zuurstofarm milieu zijn ontstaan, en waarin dan ook fossielen uit andere diergroepen zijn gevonden, die echter, merkwaardig genoeg, merendeels vrij veel afwijken van die van andere afzettingen uit dezelfde geologische tijd.

Hoewel de leien wel de meeste specimina opgeleverd hebben, volgt uit de merendeels planktonische of pseudoplanktonische levenswijze van de graptolieten, dat ze evengoed in andere sedimenten kunnen worden gevonden, zij het in veel minder groot aantal.

De graptolieten, die uit dergelijke lagen en vooral uit zuivere kalkafzettingen stammen, zijn echter bij de tegenwoordig sterk verfijnde onderzoekingsmethoden met microscoop en slijpplaatjes sterk in trek bij de specialisten.

Voor dergelijke onderzoeken worden de voorwerpen, zo mogelijk geheel vrij gemaakt van het gesteente, gewoonlijk door middel van zwakke zuren of zeer verdunde oplossingen van sterke, want de reactie mag niet te sterk zijn, omdat men dan last krijgt van gasballetjes, die het fossiel kunnen beschadigen of verwringen. Vandaar, dat er ook wel gewerkt wordt met een enkele druppel sterk zuur, welke bewerking dan nog een keer of enkele malen wordt herhaald onder een prepareermicroscoop. Sterk verkoolde overblijfselen zijn vaak minder geschikt voor deze bewerking, omdat het fossiel dikwijls zo bros is, dat het na bevrijding uit zijn stenen omhulsel geheel tot poeder vervalst. Na lospreparatie moeten ze gewoonlijk gebleekt worden, meestal met kaliumbichromaat en fosfoorzuur, maar ook wel met Eau de Javelle. Lang niet alle losgeprepareerde exemplaren kunnen aan deze bleeking onderworpen worden, bij vele zal men er genoegen mee moeten nemen, dat alleen de oppervlakte kan worden bekeken. Van andere exemplaren kunnen alleen maar doorsneden gemaakt worden, en moet men aan de hand daarvan tot reconstructie overgaan. Ondanks vele teleurstellingen en mislukkingen bij deze moeilijke technieken zijn er in de laatste tijd toch zeer belangrijke nieuwe gezichtspunten verkregen, vooral wat betreft de vermoedelijke verwantschap van de graptolieten. En dat uit te maken is bij deze uitgestorven diergroep bijzonder lastig, omdat op het uitwendig skelet geen spoor van de zachte gedeelten is overgebleven.

Tot voor kort was de meest gangbare mening, dat ze tot de holtedieren behoorden, al was de duidelijk bilaterale symmetrie een zwaar wegende, zij het niet onoverkomelijke afwijking. Nadat reeds Schopotief gewezen had op de grote mate van overeenstemming van verschillende eigenaardigheden van de bouw van het exoskelet met dat van de Pterobranchia (Rhabdopleura en Cephalodiscus), een groep organismen, die in een zeer verwijderd verband verwant zijn met de Chordadieren en zo met de Vertebraten, is door Kozkowsky aan de hand van uitstekend bewaard Pools materiaal deze mening vrijwel bewezen.

Door diens onderzoeken bleek, dat er twee lagen van het exoskelet waren, die in hoge mate met die van Rhabdopleura overeenkwamen. De onderste laag bestaat uit korte, bilateraal symmetrisch gerangschikte segmenten en daaroverheen ligt een schorslaag, die uit dunne, in de lengterichting gerangschikte lamellen bestaat, in een richting dus, die precies tegenovergesteld is aan die van de daaronder liggende laag (fig.2). Twee verschillend gevormde lagen zijn bij holtedieren niet bekend, althans niet in deze vorm. Daar de buitenlaag meestal verdwenen is, ziet men bij overigens goed bewaarde exemplaren alleen een overdwarse streping, die aan groei-lijnen doet denken.

Een grote overeenkomst ligt ook in het voorkomen bij enige, overigens zeldzame groepen van graptolieten en van de Dendrograptidae van een chitineuze stolon of zwarte stolon, die geheel te vergelijken is met het draadvormige orgaan, dat bij Rhabdopleura voorkomt en in het skelet gelegen is. (zie fig.1). Grondboor en Hamer 1960 pag.128 en fig.1a, 1b, 1c. Deze draad verbindt hier de individuen en komt bij de Graptolietengroepen in kwestie voor in de holte van de buizen, waarin de zooiden zijn gelegen en die blijkbaar aan de stolon uitbotten. Vooral bij enige Dendrograptidae

is deze buis, die slechts enkele tientallen microns dik is, zeer goed ontwikkeld. Het is wel een bewijs voor de in enkele gevallen uitstekende fossilisatie van dit toch wel zeer oude materiaal en de verfijndheid van de tegenwoordige onderzoekingsmethoden, dat men een zo minuscule orgaan heeft kunnen vinden.

Bij de Graptoloidae heeft men nog geen stolon kunnen ontdekken, hetzij, omdat dit orgaan niet gechitiniseerd was, of dat het in het geheel niet aanwezig is geweest. De stolon is trouwens ook niet bekend bij het toch algemeen tot de Pterobranchia gerekend geslacht *Cephalodiscus*, dat tot het zuidelijk halfrond is beperkt, terwijl *Rhabdopleurasoorten* ook in het noordelijk gedeelte van de Noordzee worden aangetroffen.

Verder heeft men ook nog overeenkomsten aangetroffen in de eerste ontwikkelingsstadia. De kolonie begon met een peperhuisvormig orgaan, de *sicula*, gewoonlijk slechts enkele millimeters groot, bij uitzondering tot een centimeter. Bij de *Dendroidae* ontwikkelt zich dan aan de stolon een knopvormig orgaan, de *stolotheca*, dat dan in een zeer regelmatige volgorde drieërlei soort nieuwe individuen vormt, waarvan men de grootste voor vrouwelijke, de kleinere voor mannelijke individuen houdt, en dan ook weer *stolotheca's*, die weer nieuwe individuen vormen.

Dit proces herhaalt zich voortdurend, zodat bij "grote" kolonies van *Dictyomema flabelliforme* (Eichwald) wel 20.000 tot 30.000 *theca's* voorkomen. Bij de Graptoloidae ontwikkelt zich uit de *sicula's*, die mogelijk bij een aantal soorten van deze groep ook in enige lichaampjes onder de drijfblaas als een soort knoppen ontstonden en misschien als vrijzwemmende larven het bestaan begonnen, een eveneens kleine, van een volkomen andere opperhuid voorziene *metasicula*, die de kolonie deed ontstaan. Mogelijk ook bleef een aantal van de *sicula's* in verbinding met de drijfblaas, evenwel bestaat er blijkbaar nog lang geen overeenstemming over deze laatste mogelijkheid. De *theca's* zijn bij de Graptoloidae alle gelijk of er is slechts een gering verschil tussen oudere en jongere individuen. Het aantal *theca's* is hier ook veel geringer en bedraagt bij die met het grootste aantal, die gewoonlijk ook de hoogste geologische ouderdom hebben, 2000 tot 3000 en wordt bij de familie *Monograptinae* 50 tot 100 en bij de geologisch jongste soorten 10 tot 20.

Blijkbaar kwam bij de Graptoloidae geen *sexedimorfie* voor, die zich uitte in verschil in vorm en grootte van de *theca's* of mogelijk waren ze ook *hermafrodit*. Weliswaar is de enige grond voor de veronderstelling, dat verschillende gevormde *theca's* aan *sexverschillen* zijn toe te schrijven de overtuiging, dat de Graptolini tot de *Hemichordata* behoren, waarbij *sexverschil* de enige oorzaak voor verschillen in grootte en/of vorm van de individuen is, houdt men ze voor *Hydrozoën*, dan moet men, naar analoog van de oorzaak van verschillen in voorkomen van de individuen bij deze groep het *polymorfisme* toeschrijven aan het aanwezig zijn van *reproductieve* en *beschermende* individuen.

Zeer bekend is, dat de Graptoloidae tot de beste gidsfossielen behoren en dat ze in dit opzicht alleen geëvenaard worden door de ammonieten. Volgens de uitkomsten van moderne onderzoekingen duurt de *Gotlandien* (=Siluur in engere zin) 40 tot 50 miljoen jaar en in die tijd vindt men in Engeland duidelijk gekenmerkte *graptolietenzones*, zodat de geologisch kort levende soorten dan gemiddeld 2 miljoen jaar hebben geleefd. Voor een aantal soorten uit het *Ordovicium* van Noordamerika en Australië was dit zeker korter. De waarde van de *Dendroidae* voor de stratigrafie is veel geringer, gedeeltelijk door zeldzaamheid van een aantal soorten of door een veel langere levensduur.

Een ander merkwaardig verschijnsel, dat de Graptoloidae eveneens met de ammonieten delen, is, dat er in de verschillende families van de groep een "streven" naar eenzelfde eindfase voorkomt.

De sicula zet zich voort als een slanke holle draad, die nema wordt genoemd en die aan het eind, dus het verst van de sicula verwijderd, was vastgehecht. De richting van de groei van de rhabdosomen wijzigt zich in het verloop van de evolutie steeds meer, zodat men in het begin van de evolutie meest hangende takken vindt, die via schuine en horizontale richtingen gaan naar een oriëntatie, die wel 180° met de eerste scheelt. Dit heeft ook een zekere vormverandering tengevolge, daar de nema dan omsloten wordt door de theca's, als daarvan twee rijen aanwezig zijn (biserialerangschikking) of in de rugwand is opgenomen bij de uniserialerangschikking.

Men vindt in de literatuur weliswaar voor de uiterste ontwikkelingen in richting de termen "staand" en "hangend" gebruikt, maar deze termen, gewoonlijk in de Latijnse vormen "pendent en scandent" gegeven, zeggen niets over de orientatie van de rhabdosomen bij de levende kolonies. Wel zal echter de richting van de as van de sicula ten opzichte van de lengteas van de theca's hoeken gaan vertonen, die bij de 180% van richting veranderde vormen zelfs in precies de andere richting zal gaan, zodat de openingen van de theca's ten opzichte van die van de sicula omgekeerd liggen.

In de scandente vormen is de nema gewoonlijk steviger dan bij de "hangende" door chitineuze verdikking, die daarom meestal een andere naam, virgula, krijgt. Dit heeft een historische oorzaak, omdat Frech het voorkomen van een min of meer stevige virgula tot het hoofdkenmerk van de systematische indeling maakte, wat men in navolging van hem met kleine wijzigingen ook in oudere handboeken en leerboeken als van Zittel en Abel vindt.

Daar de Virgula echter niets anders blijkt te zijn dan een, vaak wat gewijzigde nema, is deze verdeling geheel losgelaten, en men beschouwt nu de scandente vormen als de eindontwikkeling van verschillende families.

Een andere evolutietendens is, dat er in het begin verscheidene takken van een sicula uitstraalden met slechts één rij cellen, daarna kwamen vormen met twee rijen cellen, vervolgens kwam er slechts één stip met uniserialer theca's, terwijl tenslotte soms nog samengestelde, veeltakkige vormen ontstaan, die echter anders dan bij de oudere soorten waren gevormd, meestal gebogen of rechte rhabdosomen met zijtakken.

Ook dit verschijnsel is een merkwaardige parallel met de ontwikkeling van de ammonieten, waarbij de sutuurlijn bij een aantal van de laatste vertegenwoordigers weer veel eenvoudiger wordt en meer op in de tijd ver verwijderde soorten gaat gelijken.

Ook bij de theca's komt in verschillende Graptoloidea-families een merkwaardig overeenstemmende tendens voor om de oorspronkelijk eenvoudig cilindrische vormen te veranderen in peperhuisvormige en sigmoidale gestalten, waarna ook hoekige, ingerolde of sterk verlengde verschijnen.

Echter komen ook bij de Graptolieten, zoals bij vele andere groepen, (zoals bij ammonieten en zoogdieren) herhaaldelijk "primitieve" en "gespecialiseerde" kenmerken aan een zelfde soort voor, zoals ook primitieve en gespecialiseerde vormen in dezelfde tijd kunnen voorkomen.

Aan de hand van de literatuur, vooral van Jonker en Kruijzinga, zullen we nu nagaan, wat er over het voorkomen van graptolieten in Nederlandse zwerfstenen bekend is.

Daar de groep der Dendroidae het eerst verschijnt, misschien reeds in het Midden-, maar zeker in het Bovencambrium (en ook het langst leeft, tot in het Cambrium) mogen we vertegenwoordigers van deze groep in onze oudste zwerfstenen verwachten en dat is ook inderdaad het geval, al zijn ze uiterst zeldzaam en tot een enkel geval beperkt.

Uit het alleroudste Ordovicium wordt vermeld *Dictyonema flabelliforme* (Eichwald) (fig.4b) behorende tot de Dendrograptidae van de orde Dendroidea. Sterk afwijkend is de vorm van die van de meer bekende en wel door de meesten als typisch beschouwde graptolieten. Aan het blote oog vertoont het fossiel zich als uiterst fijne, vanuit een middelpunt stralende, enigszins divergerende draden, die onderling door nog dunnere draden verenigd zijn, waardoor het geheel een netvormige indruk maakt. De in het voorgaande reeds genoemde drieërlei soorten theca's zijn buitengewoon klein en maar zelden te zien, ook bij veel beter bewaarde buitenlandse exemplaren, daar vrijwel altijd de ventrale zijde naar boven gekeerd is, waaraan geen theca's voorkomen.

Deze draden of staafjes waren waarschijnlijk een soort binnenskelet, bekleed met een weefsellaag. Terwijl de meeste Dendroidea aan de bodem vastgehecht schijnen geweest te zijn door een soort hechtschijf of voet (fig.4a), vertoont *D.flabelliforme* een korte name, waarmee het organisme zich vasthechtte aan drijvend zeewier.

Hierdoor is het grote verspreidingsgebied van *D. flabelliforme* te verklaren, (mogelijk is het Nederlandse exemplaar een andere maar sterk verwante *Dictyonemasoort*) in tegenstelling tot andere soorten van de orde. Als pseudoplankton werd het overal verspreid zodat het fossiel van Amerika tot in Estland toe is gevonden.

Uit het middelste Ordovicium stammen een vijftal door Kruizinga bestudeerde zwerfstenen, die een typisch leiachtig karakter hebben en vrij sterk verkieseld zijn. Het gesteente wordt door hem Middelste *Dicellograptuslei* genoemd, waarvan hij veronderstelt, op zeer goede gronden, dat ze van Bornholm afkomstig zijn of uit de Oostzee tussen Schonen en Bornholm. Bijna al deze stenen bevatten graptolietenresten, maar ze zijn lang niet alle te determineren. Herkenbaar waren een aantal exemplaren van *Dicellograptus forchammeri* (Geinitz) en *Climacograptus styloideus* Lapworth. De eerste soort behoort tot de familie *Dicranograptidae* van de orde der *Graptoloidea*.

Bij *Dicellograptus* (fig. 5a,b) komt een dichotome vertakking voor welke vertakking waarschijnlijk ontstond, doordat de sicula twee knoppen vormde, waaruit twee divergerende takken ontstonden. Deze vertakking begon bij *Dicellograptus*, onmiddellijk bij de sicula, de takken zelf waren uniserial, terwijl typerend voor de soort *forchammeri* was het bezit van theca's met een wijde opening soms iets sigmoidale vorm, terwijl de cellen voor een groot deel met elkaar verenigd zijn. Het is te begrijpen, dat er dikwijls slechts een stukje van zo'n rhabdosoom bewaard is gebleven, wat de moeilijkheid van determinatie en determinatie van graptolieten is lastig, nog meer vergroot, zelfs bij overigens behoorlijk bewaard gebleven exemplaren.

Nu is het rhabdosoom van *D.forchammeri* klein, zodat er nogal eens een goed exemplaar overgebleven is en het overigens zeldzame gesteente.

Daarentegen vind ik van *Climacograptus* (fig. 6 a,b) slechts 2 met zekerheid gedetermineerde exemplaren vermeld, waarvan dan nog van één alleen het geslacht kon worden vastgesteld, terwijl het andere tot de soort *styloideus* Lapworth behoorde.

Climacograptus behoort tot de familie *Diplograptidae* en neemt in deze graptolieten-familie een sterk afwijkende plaats in; waarom Bulman dit geslacht tot een afzonderlijke onderfamilie rekt, *Climatograptinae*. De theca's hebben een hoekige, sigmoidale vorm en de meestal tamelijk lange, vrije ventrale wand loopt evenwijdig met de as van het rhabdosoom. De onder- en bovenzijde van de theca gaan dan vrij plotseling in een andere richting over, zodat de mondopeningen in smalle uithollingen zijn gelegen. De rhabdosomen zijn biserial en doen bij beschouwing door een niet te sterke loupe of met het blote oog denken aan een smal staafje

met kleine inkepingen, die links en rechts op verschillende hoogte liggen.

Uit het onderste gedeelte van het Gotlandien zijn zwerfstenen uit Nederland met graptolieten, die door hem Onderste en Bovenste Cyrtograptuslei worden genoemd, door Kruizinga beschreven. De onderste Cyrtograptuslei, ook wel Retioliteslei genoemd, is volgens zijn beschrijving maar weinig leiachtig, althans het door hem uitvoerig beschreven exemplaar. Het was een grauwe, dun geïmpureerde, zandige kalksteen met kleine donker en lichtgekleurde glimmerblaadjes en met de graptoliet Retiolites geinitzianus Bar-rande (fig. 7a, e). Van de Heer B. Boelens te Groningen heb ik jaren geleden een door hem bij Groningen gevonden weinig of niet geïmpureerde kalksteen van lichtgrijs-groene kleur met verspreide lichte glimmerplekjes van kleine afmeting, eveneens met Retiolites geinitzianus gekregen, die dus mogelijk ook hierbij is onder te brengen, al komt hij wat de petrografische samenstelling betreft, niet geheel met de beschrijving overeen. Weliswaar wordt door Kruizinga nog gemeld, dat bij Wisby op Gotland een mergelkalk met hetzelfde fossiel is gevonden, maar bij gebrek aan verdere beschrijving in de mij toegankelijke literatuur kan ik niet zeggen, of deze steen daarmee gelijkennis vertoont. Erg mergelig is de steen zeker niet.

Retiolites is een graptolietengeslacht, dat de naam heeft gegeven aan de vrij sterk van andere Graptoloidae afwijkende familie Retiolitidae. De opperhuid was blijkbaar doortrokken met een samenstel van chitinstaaftjes, dat een dicht netwerk vormde, de reticula, dat meer dan eens ondanks buitengewone teerheid, in deze vorm bewaard is gebleven. Bij enige buitengewoon goed bewaard gebleven exemplaren lag hierover nog een zeer fijn vliesje. Onder de reticula was er een ingewikkeld samenstel van wat dikkere chitinstaaftjes (zie fig. f) die blijkbaar de onderste van de twee lagen, waaruit het periderm van een graptoliet bestaat, voorstelden. Er is veel over gediscussieerd, welke van deze staaftjes nu de virgula was, maar men schijnt het er nu vrijwel over eens te zijn, dat deze zich van de onderste punt vrijwel onmiddellijk naar de zijkant boog, waarvan het staaftje ook wat dikker is dan de meeste andere. Een nog iets dikker staaftje bevindt zich in het midden en gaat in zigzagvorm van de ene naar de andere zijde, die men vroeger hield voor een vervanging van de virgula, die men toen nog niet kon vaststellen en daarom werd dit staaftje antivirgula genoemd.

Daar R. geinitzianus meer dan eens uitgerepareerd is, heeft men deze zo goed kunnen bestuderen, zonder dat men kan zeggen, dat de organisatie in alle opzichten volkomen duidelijk is geworden. Zo is bijvoorbeeld nog nooit een sicula, mogelijk wel een fragment van de prosicula gevonden. Het meest waarschijnlijk lijkt, dat de sicula niet gechitiniseerd was en dat hieruit de eerste theca door knopvorming ontstond. In tegenstelling tot dit onduidelijke begin van de ontwikkeling zijn de volgende stadia, als we rekening houden met de enorme tijd, die deze uiterst kleine en fragiele aanvangsontwikkelingen bewaard zijn gebleven verrassend goed bekend. Als eerste stadium vond men de ancora, bestaande uit twee korte, wat gekromde armen (fig.). Bij het volgende stadium, de corona (fig.), groeien er vanaf de armen van het "anker" verschillende chitinstaaftjes uit, die hoe langer hoe meer onderling samenkomen en zo tenslotte een netwerkachtig geheel gaan vormen, dat echter dikker en van grotere mazen voorzien is dan de uiterste fijne reticula. Ook zijn de mazen onregelmatiger.

Bij mijn exemplaar is van dit alles alleen onder buitengewoon sterk licht een netwerk van gaatjes te zien. Verder doet het zich voor als een in het midden wat ingedeukt staaftje met aan beide zijden doornachtige uitsteeksels, die ook nog op het rhabdosoom

wat doorlopen. Het exemplaar is 1 cm. lang en $1\frac{1}{2}$ mm. breed, maar er zijn exemplaren bekend met een lengte van 70 cm. Maar zelfs deze reuzen vertoonden aan het distale (jongste) einde nog geen natuurlijke begrenzing.

De theca's waren duidelijk afwisselend tegenover elkaar gesteld dus bij onze zwerfsteenexemplaren is dat het geval met de "Dorens" (zie fig. 7b).

Volgens Kruizinga zijn zwerfstenen uit de Bovenste Cyrtograptuslei talrijker, maar merkwaardig genoeg nog niet met zekerheid van Groningen bekend. Het zijn dungelaagde vaste leien van donkergrijze of zwarte kleur, maar ook dungelaagde of tamelijk dikke kalkstenen van grijze tot donkergrijze tint zijn bekend.

In deze ook wel Testislei genoemde zwerfstenen, die waarschijnlijk afkomstig zijn uit Schonen of mogelijk ook uit de Oostzeeten Noorden van Bornholm, werd door Kruizinga herhaaldelijk Pristograptus frequens Jaekel gevonden. Volgens Bulman is Pristograptus als een ondergeslacht van het zeer vormenrijke geslacht Monograptus te beschouwen. De vormenrijkdom van Monograptus komt vooral uit de vorm van het rhabdosoom, dat onvertakt is, maar recht tot wat gebogen en schroefvormig kan zijn, terwijl de thecae zeer verschillend van uiterlijk zijn, van eenvoudig cilindrisch, tot allerlei verschillende kelkachtige vormen of slurfvormig toe. De rhabdosomen zijn steeds uniseriaal.

Het subgenus Pristiograptus heeft cilindrische theca's met een eenvoudige, schuin gerichte, dikwijls met een of meer stekels aan het onderste eind van de mondopening en een rechte of wat naar de buitenkant hol gebogen as.

Monograptus (Pristiograptus) frequens, die voor zover mij bekend in Nederlandse zwerfstenen van deze groep de enige graptoliet is, welke vermeld wordt (uit Duitsland ook nog enkele andere) en die wel volgens de literatuur over het algemeen de meest voorkomende soort bij ons is, heeft cilindrische, onder een hoek van 45 op het rechte rhabdosoom staande theca's, terwijl de mondopening loodrecht op de celas staat. De mond heeft een korte stekel. Herhaaldelijk vindt men ook Monograptus spec. Omdat de soort aan het aanwezige materiaal niet nader te bepalen was.

De meeste graptolietensoorten zijn aangetroffen in het "Grünlich-graue Graptolietengestein", door Kruizinga beschreven onder de naam kalksteen met Pristiograptus frequens. Dit gesteente, dat een schelpvormige breuk vertoont, is niet of onduidelijk gelaagd mergelig en vrij dicht. Volgens Hucke bevat het ook kleine glimmerblaadjes, terwijl volgens deze auteur ook wel eens een goed splijtbaar leiachtige steen met veel glimmer zou voorkomen. Behalve de door Kruizinga genoemde Monograptus (pristiograptus) frequens, Monograptus (Pristiograptus) bohemicus, Barrande, Monograptus (Pristiograptus) colonus Barrande en Monograptus (Pomatograptus) priodon Bronn vermelde graptolieten zijn er nog, in tegenstelling tot het geval bij de meeste graptolietengesteenten enige andere fossielen, als trilobieten, Brachiopoden, Lamelli-branchiaten en Orthoceras soorten in gevonden.

M. (Pristiograptus) colonus Barr. (fig. 7 e, f) heeft veel weg van M. frequens, maar heeft een sneller in breedte toenemend rhabdosoom met theca's, die ongeveer drie maal zo lang als breed zijn bij het distale gedeelte van het rhabdosoom en een wat smallere mond, terwijl ze wat omgebogen zijn.

M. (Pristiograptus) bohemicus Barr (fig. 7d) heeft een gebogen rhabdosoom, maar heeft ook weer als M. frequens cilindrische theca's die hier vrij breed en kort zijn en een mondopening, die vrijwel loodrecht op de as van de theca staat. In de literatuur is slechts de vondst van een exemplaar gemeld. Monograptus priodon Bronn, die tot het ondergeslacht Pomatograptus behoort, wijkt in

thecabouw vrij veel af. (fig. 7 b,c). Het ondergeslacht Pomatograptus dat eigenlijk Lomatoceras zou moeten heten volgens de regels van de prioriteit, heeft cellen met een dekselvormige uitloper van boven, het rhabdosoom is gewoonlijk ongeveer 2 mm breed. De theca's staan onder een hoek van 45° op het rhabdosoom en zijn van onder wat breder dan dicht bij de mondopening.

Buiten Nederland is ook wel eens Retiolites geinitzianus gevonden, trouwens het schijnt zo te zijn, dat het gesteente even oud is als de Cyrtograptuslei, maar het stamgebied schijnt meer in de Oostzeebuurten ten Z. van Gotland en ten N. van Bornholm gelegen te hebben.

Hoewel de definities tamelijk duidelijk en scherp zijn, kunnen zij, evenals voor M. Pridiograptus frequens vermeld werd alleen gebruikt worden bij uitstekende conservatie en meestal zal men zich tevreden moeten stellen met de geslachtsnaam, wat men dan ook bij deskundigen als Jonker en Kruizinga herhaaldelijk zal vinden.

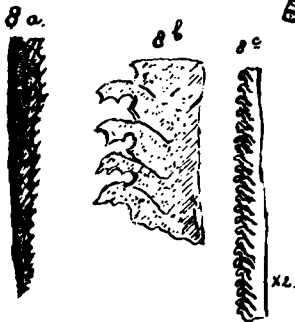
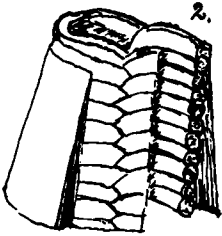
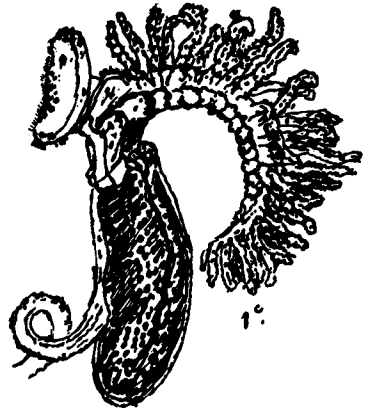
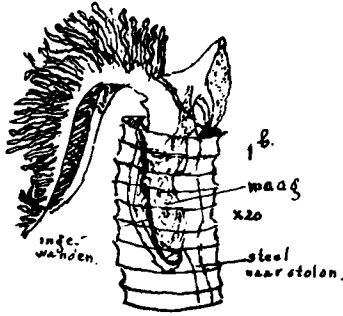
Jongere Graptolieten zijn voor zover ik heb kunnen nagaan, uit ons land niet bekend en evenmin te verwachten.

Immers zijn uit de jongere formaties van het Gotlandien, die uitsluitend kalkstenen of zeer zelden zandsteenachtig zijn ook buiten ons land geen graptolieten bekend, en aan het einde van deze formatie stierven de Graptoloidae uit.

En van de vrij zeldzaam voorkomende formaties met Dendroidae uit Devoon en Ondercarboon zijn geen exemplaren te verwachten.

LITERATUUR

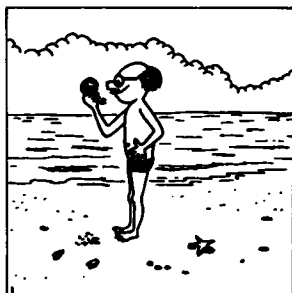
- Abel, O. Lehrbuch der Paläozoologie, 2e Auflage, G. Fischer, Jena 1929
- Bulman, O.A.M. Graptolinia with sections on Enteropneuste and pterobranchia part V. of Treatise on Invertebrate Palaeon. Geological Society of America and University of Kansas. Press. 1955.
- Hucke, K. Die Sidimentär-geschiebe des Norddeutschen Flachlandes Quelle und Meyer, Leipzig, 1918.
- Jonker, H.G. Bijdrage tot de kennis der sedimentaire zwerfstenen in Nederland, Mitteilungen aus der min. Geol. Inst. zu Groningen. Band I, 1904, 1905, 1906.
- Kruizinga, P. Bijdrage tot de kennis der sedimentaire zwerfstenen in Nederland. Verhandelingen van het Geol. Mijnbouwkundig Gen. in Nederland. Geol. Serie deel IV, 1918.
- Schuijf, P. Conularia cancellata Sandberger in een Groningse zwerfsteen Grondboor en Hamer, 1960, pag. 127.
- Schepotieff, A. Über die Stellung der Graptolithen im zoologischen System. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Band II, 1905.
- Zittel, C.F. von. Grundzüge der Paläontologie (Paläozoologie). Band I. R. Oldenbourg. München und Berlin, 1915.
- Eisenack, A. Retioliten aus dem Graptolithengestein. Paläontographica, Band c. pg. 129-163. 1945.



VERKLARINGEN DER AFBEELDINGEN.

- Fig. 1. a. Kolonie van Rhabdopleura normani Allman, nat. gr.
 b. Rhabdopleure mirabilis (M. Sars) met stolon (=pecto-caulus) sterk vergroot.
 c. Rhabdopleura normani Allman, een zooide in de chitineuze tube sterk vergroot.
- " 2. De twee lagen van de graptolietentheca, de binnenste bestaande uit halve ringen, de buitenste met lamellen Sterk vergroot.
- " 3. Reconstructie van een graptoloide volgens Ruedemann.
- " 4. a. Onderste gedeelte van een Dendroide met thecae en "wortel" 20x.
 b. Dictyonema flabelliforme (Eichwald) nat. gr.
- " 5. a. Dicollograptus spec. vergroot.
 b. id. thecae vergroot.
- " 6. a. Climacograptus spec.
 b. Thecae, vergroot.
- " 7. a. Retiolites geinitzianus Barrande, proximale gedeelte van een rhabdosoom.
 b. meest voorkomende conservatietoestand van een rhabdosoomgedeelte.
 c. Ancorastadium.
 d. Coronastadium.
 e. Sterk vergroot detail.
- " 8. a. Monograptus (Pristiograptus) frequens Jaekel, vergroot
 b. Monograptus (Pomatograptus) priodon Bronn, vergroot
 c. id. nat. gr.
 d. Monograptus (Pristograptus) bohemicus Barrande, vergr.
 e. Monograptus (Pristiograptus) colonus Barrande nat. gr.
 f. id. vergroot.

S A L O M O N S E R P U L I E T amateurgeoloog



Salomon Serpuliet hoort het ruisen van de zee.