

Microscopisch onderzoek van vuursteen uit Zuid-Limburg

J. J. Lobenstein

SUMMARY

This contribution concerns an investigation of fossil unicellular microplankton in flints descended from Prehistorical flintmines into the 'Savelsbos' at Rijckholt municipality - Gronsvelt - Limburg - Netherlands.

These flints occur in the yellowish-white chalk which belongs to the upper part of the Gulpens chalk, the Cr₄ and international to the lowest Maastrichtien.

A brief biography of Ehrenburg is given, he, however, discovered the microfossils in flints especially the spiny bodies he termed 'Xanthida' later called 'Hystriospheres'. A simple classification is given. Further it has been impossible to distinguish the flints with the aid of the microfossils.

In 'Grondboor en Hamer' no. 3 van 1971, dat een verslag geeft van het 'Eerste Internationale Symposium over Vuursteen' komt o.a. een artikel voor van de hand van Dr. O. Wetzel over het voorkomen van microfossielen in vuursteen. Nu Dr. O. Wetzel is overleden, lijkt het zinvol om nogmaals terug te komen op het onderwerp 'Vuursteen' als natuurlijk conserveringsmiddel van microfossielen.

1. INLEIDING

Indertijd al opmerkelijk gemaakt door artikeleer van toendertijd 'Studienassessor' Otto Wetzel in het blad 'Mikrokosmos' van 1922 en 1925 op het voorkomen van microfossielen in vuursteen, gaf Prof. G. Deflandre (1) door zijn boek 'Microscopie Pratique' toch meer de doorslag om het eens echt te proberen of dat wel waar was. De aangewezen weg daartoe was eens te kijken of in het vuursteen dat te vinden is tussen het tuingrind deze vermeende microfossielen aanwezig waren. Inderdaad bleek, bij onderzoek onder het microscoop van preparaten gemaakt van enkele van deze stukjes, dat microfossielen konden worden aangetoond. Voor een amateur microscopist die zoekt naar een nieuw onderwerp valt op dit terrein nog veel plezier te beleven.

Hierdoor enthousiast geworden en om een meer gericht onderzoek te kunnen uitvoeren, werd al in 1965 contact gezocht met de afdeling Zuid-Limburg van de N.G.V. en wel in het bijzonder met Dhr. P. J. Felder. Deze had reeds samen met andere leden een uitgebreid onderzoek gedaan naar het voorkomen van vuursteen in het krijt (2). Dhr. Felder gaf spontaan alle medewerking en stuurde een groot aantal monsters op. De afdeling Zuid-Limburg was toen al bezig met een ondergrondse opgraving van prehistorische vuursteenmijnen. Vrij talrijk zijn de vondsten uit de pre-

historie van voorwerpen die van vuursteen zijn gemaakt. Daar het tot nu toe niet mogelijk was om maar iets te kunnen zeggen over de plaats van herkomst, blijft ook de archeoloog voor vele raadsels staan.

De vuurstenen die hier ongeveer 4500 jaar geleden werden gedolven, hebben een groot afzet gebied gehad. Dhr. Felder meent dat deze stenen hun weg gevonden kunnen hebben tot in het noorden van ons land en tot ver in het noorden en westen van Duitsland. Omdat tot nu toe ieder aanwijzing hiervoor ontbreekt, macroscopisch zijn vuurstenen niet met zekerheid te herkennen, zou een microscopisch onderzoek hierin misschien klaarheid kunnen brengen. Het onderzoek had dus een tweeledig doel; voor de auteur zijn nieuwsgierigheid te bevredigen welke microfossielen in de Limburgse vuursteen zouden voorkomen en voor Dhr. Felder de mogelijkheid van determinatie.

Hoe de vuursteen in het krijt is ontstaan, is een probleem waarover het laatste woord nog niet is gezegd (3). Lezenswaardige bijdragen hierover geven o.a. ook nog P. v. d. Lijn (4) en B. J. Romein (5). Dhr. Felder dacht echter dat de vuurstenen ontstaan zijn door een pseudomorfose van de kalk, zodat men vooral aan de randen waar de vuursteen-vorming niet volledig lijkt, herkenbare micro-organismen zou aantreffen. Men hoopte verder dat, zoals reeds vermeld, door determineren van de micro-organismen het misschien mogelijk zou zijn een juiste stratigrafische en topografische vindplaats aan te geven.

De ontvangen monsters kwamen uit de prehistorische vuursteenmijnen in het Savelsbos te Rijckholt gemeente Gronsveld. Deze vuursteen komt voor in de geelwitte kalk, die tot het bovenste gedeelte van het Gulpens Krijt, het Cr. 4, behoort en internationaal tot het onderste Maastrichtien.

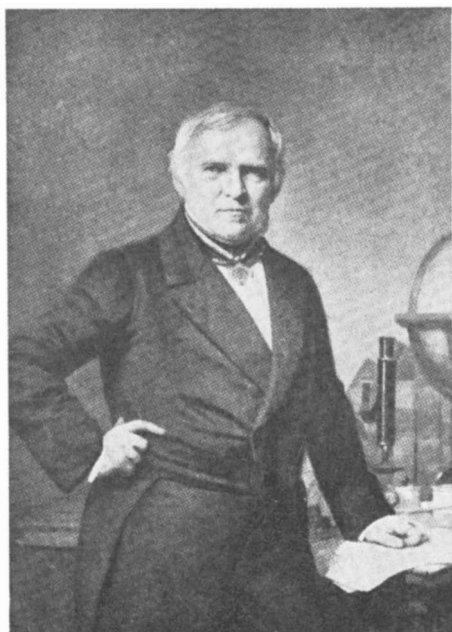
De ontvangen monsters waren:

1. Vuurstenen van de bovenste bank
2. Korstgedeelte van de middelste vuursteen bank
3. Kerngedeelte van de middelste vuursteen bank
4. Vuursteen met grijze vlekken uit de middelste vuursteen bank
5. Korst gedeelte van de onderste vuursteen bank
6. Kerngedeelte van de onderste vuursteen bank.

2. VUURSTEEN EN ZIJN ONDERZOEKERS

Vuursteen is een algemeen verbreid en bekend gesteente, maar men moet in Zuid-Limburg zijn om de vuursteen in situ te kunnen waarnemen.

Mineralogisch behoort de massa van het vuursteen tot de mineraalsoort opaal. Opaal is een colloïdaal mineraal, een SiO_2 -gel in vaste toestand, bestaande uit siliciumdioxide met wisselende hoeveelheid water $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$. Verder kan hiervoor worden verwezen naar het 'Eerste Internationale Symposium over Vuursteen' (3). Het lijkt door zijn zogenaamde schelpachtige breuk in zijn gedragingen veel op glas. De gemakkelijke splijtbaarheid, niet volgens kristalvlakken, heeft ertoe geleid dat de oudste mensen er hun gereedschappen en huishoudelijke voorwerpen van hebben vervaardigd. Hoewel vuursteen door zijn samenstelling eigenlijk kleurloos zou



Christian Gottfried Ehrenberg, 1795-1876

moeten zijn, komt daar in de natuur niet veel van terecht. Men vindt het in verschillende kleuren, van licht geel-bruin tot zwart toe, al naar gelang de toestand en hoeveelheid van resten van organische verbindingen die er door zijn ingesloten. Al ruim een eeuw geleden ontdekte Ehrenberg (zie foto) de microfossielen in vuursteen. Hij bracht daarover in 1836 verslag uit aan de Academie van Wetenschappen te Berlijn. In verscheidene geschriften is hij hierop teruggekomen, maar zijn totale kennis over dit onderwerp heeft hij neergelegd in zijn schitterende 'Microgeologie' (1854). Als eerste maakte hij ook melding van de ontdekking van een fossiel, *Peridinium* (Groenwier), waarvan hij een enigszins schematische tekening gaf. Verder beschreef Ehrenberg verschillende sierlijke, in het algemeen bolvormige organismen met gevorkte uitsteeksels, die hij voor dierlijk hield en *Xanthidium* noemde. De botanici hebben dit geslacht definitief bij de *Desmidiaceae* (Roodwieren) fig. 5 geplaatst. In 1862 ontdekte M. C. White eveneens de *Xanthidia* in hoornsteen,

silurisch dolomitische kalk in de staat New York. Andere overblijfselen van organismen, zoals foraminiferen (Eencelligen = Protozoa) sponsnaalden enz. welke in bepaalde vuurstenen overvloedig voorkomen, zijn door Ehrenberg eveneens opgemerkt. Na hem zijn er weinig onderzoekers geweest die zich speciaal met het onderzoek van microfossielen uit vuursteen hebben bezig gehouden. In Duitsland waren dat Rüst, daarna Reinsch en vervolgens Fuchs die, zij het als bijkomstigheid, met het vuursteenonderzoek zijn bezig geweest. Men moet evenwel tot 1922 wachten eer W. Wetzel opnieuw het bestaan bewijst van de door Ehrenberg waargenomen *Peridineae*. O. Wetzel, een leerling van de voorafgaande, heeft een belangrijke bijdrage geleverd bij het onderscheid maken tussen de als mineraal geconserveerde organismen en die, welke bewaard zijn gebleven als organisch materiaal. In Frankrijk is en wordt het vuursteen bestudeerd door G. Deflandre (sinds 1934) en in België door Madame Lejeune-Carpentier (sinds 1936), terwijl in Engeland W. A. S. Sargeant zich daarmee bezig houdt (6).

3. MICROFOSSIELEN, in het bijzonder de Hystrichosphaeridae

Tussen de reeds beschreven ontelbare microfossielen van marine oorsprong kan men direct twee groepen van vormen onderscheiden, aan de ene kant die, welke behoren tot nog levende groepen of er op de een of andere manier familie van zijn, aan de andere kant een groot aantal micro-organismen waarvan de plaats in het systeem min of meer onduidelijk is, om niet te zeggen zelfs geheel in het duister blijft. Het is in deze grote groep van 'incertae sedis' waarin men de Hystrichosphaeridae

heeft geplaatst. 'Dit roept een interessant probleem op, in de eerste plaats natuurlijk voor de micropaleontologen, maar het zal ook de oceanografen zowel als de biologen, zoölogen en botanici niet onverschillig kunnen laten', zo begint Deflandre in zijn 'Le problème des Hystrichosphères' en sinds 1935 heeft hij hierover zeer veel gepubliceerd. Door zijn boekje 'Microscopie pratique', dat tussen twee haakjes een buitengewoon aardige inleiding voor amateurs in de microscopie is, is schrijver voor het eerst opmerkelijk gemaakt op het bestaan van deze microfossielen in vuursteen.

Nu zijn de Hystrichosphaeridae niet de enige microfossielen die in vuursteen voorkomen, maar wel zijn zij de meest interessante, die ook juist goed door de amateur bestudeerd kunnen worden; niet direct voor het oplossen van het gestelde determinatieprobleem, maar in de eerste plaats om te zien welke microfossielen er in onze vuursteen voorkomen om daarmee een antwoord te geven op de vragen in de inleiding gesteld. Al gauw bleek dat in het door ons onderzochte materiaal behalve de Hystrichosphaeridae en stuifmeelkorrels geen andere overblijfsels, zoals Foraminiferen, plantenresten enz. in een zodanige toestand verkeerden dat daarmee wat te doen viel.

Het woord Hystrichosphaera is afkomstig van Otto Wetzell, die het gebruikte in zijn proefschrift (1933) gewijd aan de microfossielen in vuursteen. De betekenis van het woord Hystrichosphaera is: 'een bol met stekels'. In het algemeen bedoelt men hiermee tegenwoordig een microfossiel dat in de vorm van organische stof bewaard is gebleven. (G. A. Mantell bewees in 1845 dat het organische stof is). Alle microfossielen die aan bovengenoemde voorwaarde voldoen noemt men nu Hystrichosphaera. Men heeft ze gevonden vanaf het Siluur tot aan het Oligoceen, terwijl ze ook nu nog in marien plankton voorkomen. Indertijd heeft de Duitse zoöloog H. Lohman (1904, 1911) veel bijgedragen tot het oplossen van het probleem der Hystrichosphaera. Hij heeft n.l. recent marien plankton onderzocht en vele op Hystrichosphaera gelijkende vormen vastgesteld. Belangrijk is ook zijn waarneming van een copepodenlarve die zo'n stekelei (ovum hispidum) verliet.

Dit had tot gevolg dat vele auteurs de Hystrichosphaera voor eieren van planktonische kreeftjes hielden, o.a. Fuchs 1905 en W. Wetzell 1922. P. Kraft echter hield ze weer voor eieren van Graptolieten, kolonievormende holtedieren die tot de hydrozoën behoren. Later in de jaren dertig wezen O. Wetzell en Deflandre er op, dat niet alle Hystrichosphaera crustaceëneieren zijn.

De grootte schommelt tussen enkele microns en ongeveer 0,4 mm. G. Deflandre heeft de vormen die kleiner zijn dan 20 µ Microhystrichosphaeridae genoemd en als aparte groep beschouwd. De kleur van het organisch omhulsel kan variëren van zeer licht geelbruin tot zwart toe, terwijl de stof buitengewoon resistent is tegen chemicaliën. De samenstelling is nog steeds niet bekend, maar schijnt overeen te komen met cutine of met het sporopollenine, een polyterpeen, waaruit de sporen en pollen zijn opgebouwd. Het is G. Deflandre gelukt (1935) Hystrichosphaera uit het Krijt te kleuren met histologische kleurstoffen zoals methyleenblauw, methyleenviolet, basisch fuchsine enz.

De fossiele Hystrichosphaera zijn tot dusver alleen uit marine afzettingen bekend. Voor de planktonische natuur spreekt, dat ze verbreid zijn in de meest verschillende soorten gesteente. De beste en zoals men weet ook de eerste zijn gevonden in vuursteen, maar het is bekend dat zij ook gevonden zijn in andere kiezelachtige sedimenten, zoals fosfaten, mergels, kalk, schrijfkrijt en bitumineuze schieffers.

Het systeem der Hystrichosphaeridae is kunstmatig. De recente planktonische

Hystrichosphaera zijn tot nu toe praktisch onbestudeerd gebleven, terwijl de vele als fossiel gevonden exemplaren dikwijls zeer slecht bewaard zijn, zodat een nauwkeurig onderzoek niet mogelijk is.

De Hystrichosphaera worden in de familie Hystrichosphaeridae O. Wetzel 1933 samengevat welke G. Deflandre heeft beperkt tot de soorten *Hystrichosphaera*, *Hystrichosphaeridium*, *Micrhystridium*, *Membranilarnax*, *Disphaerogana* en *Friblatura*. A. Eisenack heeft in 1938 de Hystrichosphaera tot een orde verheven en er de fam. Leiofusidae aan toegevoegd. Later in 1954 heeft hij er nog twee fam. aan toegevoegd, n.l. de Pterospermopsidae en de Leiosphaeridae, zodat de orde der Hystrichosphaeridae er nu als volgt uitziet:

Hystrichosphaera	Micrhystridium
Hystrichokibotium	Cannosphaeropsis
Hystrichosphaeridium	Hystrichokolpoma
Pulvinosphaeridium	Palmnickia
Areoligera	

Pterospermopsidae met Pterospermopsis en Membranilarnax

Leiosphaeridae met Leiosphaera

Leiofusidae met Leiofusa

Een zeer summiere, hoewel voor een eerste determinatie toch wel bruikbare tabel, stond in 'Mikrokosmos' heft 4 1966 van de hand van Hans Joachim Schrader, die hier met kleine wijzigingen is overgenomen. De grafische voorstelling van de stratigrafische verbreiding is eveneens aan genoemd blad ontleend.

TABEL

A. Voornamelijk ronde of enigszins ovaal ronde vormen.

B. Geen ronde, maar meer ovaal tot langwerpige vormen met een gladde, dunne wand.

Siluur

Fam.: Leiofusidae

Enige soort:

Leiofusa (Eisenack)

1. met de meest uiteenlopende uitsteeksels en aanhangsels, zoals doornen, stekels, vliezen enz. regelmatig of onregelmatig over het oppervlak verdeeld 3
2. zonder aanhangsels, met een korrelige of netvormige wand, gedeeltelijk zeer kleine radiale aanhangsels

Siluur tot krijt

Fam.: Leiosphaeridae

Enige soort:

Leiosphaera (Eisenack)

3. Uitsteeksels en aanhangsels min of meer regelmatig over het gehele oppervlak verdeeld 4
- 3.1. Aanhangsels hoofdzakelijk in het equatoriaalvlak en die als zodanig een krans om de bol vormen

Fam.: Pterospermopsidae

- a. bolvormig kapsel met vleugelvliezen in het equatoriaalvlak komt voor vanaf het Boven-Krijt tot Onder-Oligoceen

soort: Pterospermopsis
(Wetzel)

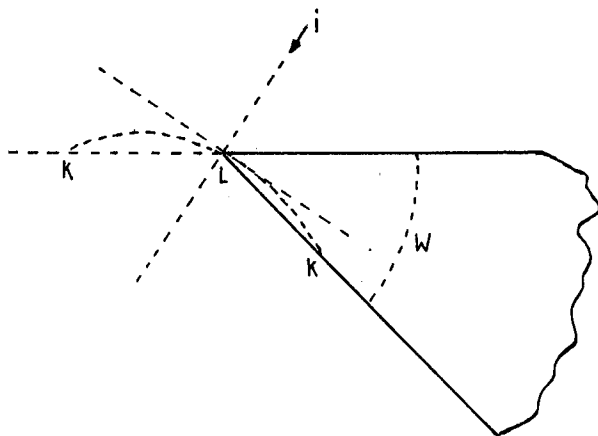
- b. bolvormig kapsel, ook gedeeltelijk afgeplat. Aanhangsels in het equatoriaalvlak, vrije uiteinden der uitsteeksels dikwijls vorkachtig en door een dun vlies met elkaar verbonden

Jura tot Eoceen

soort: Membranilarnax
(Wetzel)

geraken, n.l. met een hamer kleine splinters losslaan zoals de tekening figuur 1 aangeeft.

Ook kan men, en dat is wel de meest aanbevolen manier, een stuk vuursteen in een stevig papier gewikkeld of in een doek, tussen de bekken van de bankschroef kapot knijpen. Op deze manier komen talrijke, dikwijls heel dunne splintertjes los. Van de zo verkregen splintertjes zoekt men dus niet de allerdunste uit, want daarin is de kans om wat te vinden veel kleiner dan in de dikkere. Wanneer men met een



Figuur 1

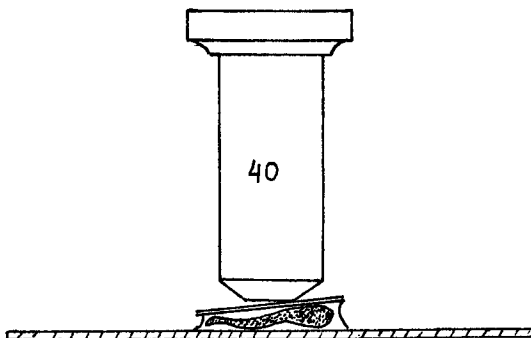
w = kanthoek; i = slagrichting

k = slagkegelrichting; kl = lamel welke los zal springen

(naar W. Wetzel, Sedimentpetrographische Studien 1922)

pincet zo'n splintertje boven een witte ondergrond houdt, dan moet het nog min of meer doorschijnend zijn. De zo verkregen splinters komen nu in een hol geslepen voorwerpglaasje, bedekt door een druppel xyleen, waarna men ze één voor één aan beide oppervlakken kan bekijken. Prettig in het gebruik is hiervoor een objectief van 20x. Voor een meer nauwkeurige beschouwing gebruikt men een objectief van 40x. De splintertjes die microfossielen bevatten kunnen op de bekende wijze op een voorwerpglas worden ingesloten in Canadabalsem. Daar de scherfjes nooit evenwijdige kanten hebben worden de preparaten soms zo dik, dat de dunste plaats met een sterk objectief (40x) niet kan worden bekeken.

Figuur 2 geeft deze situatie weer.



Figuur 2

[illegible]

Ook kan men met behulp van een verwarmingsbankje de splintertjes met Canada-balsem op een voorwerpglaasje lijmen. Om ze nu te kunnen bekijken brengt men op de vastgelijmde splinter een druppel paraffine-olie of Shell immersie-olie, waarna men dan zonder dekglas, eventueel met behulp van een olie-immersie-objectief van 60x de microfossielen goed kan bestuderen.

Wanneer zo'n objectief niet ter beschikking staat, kan men ook insluiten in Caedax zonder een dekglas te gebruiken, een methode die goed beviel. Een voorwerpglaasje met een voldoende grote druppel Caedex legt men op het verwarmingsbankje, niet op de heetste plaats. In de nu zeer vloeibaar geworden Caedex legt men het eveneens verwarmde scherfje en zorgt dat het onder komt. Is dat niet het geval, dan doet men er nog een druppeltje Caedax bovenop. Nu laat men de Caedax indikken zodat, wanneer men het preparaat ter afkoeling op een koele ondergrond legt, de Caedax hard is maar niet bros. Door het dunne laagje Caedax is het scherfje prachtig doorzichtig geworden, zodat zeer goed een objectief van 40x kan worden gebruikt.

Heeft men in een vastgelijmde splinter een mooi microfossiel gevonden en zit dat een eindje onder het oppervlak, dan kan met behulp van carborundumpoeder, waarvan men met water een papje maakt, op een dikke glasplaat een laagje van het scherfje worden afgeslepen. Daar deze techniek ook voor het maken van georiënteerde slijpplaatjes wordt toegepast is het nuttig dit misschien wat nader te omschrijven.

Voor het onderzoeken van vuursteen op deze manier gaat men als volgt te werk:

Eerst onderzoekt men door middel van de reeds beschreven methode een aantal scherfjes in xyleen, om een indruk te krijgen of microfossielen aanwezig zijn en wel in voldoende mate om de meer tijd vergende vervaardiging van slijpplaatjes te rechtvaardigen. Is het onderzoek positief, dan zoekt men tussen de splinters een flink groot exemplaar uit, van b.v. 1 x 1,5 cm, dat dan ongeveer 2 tot 3 mm dik kan zijn. Als ondergrond om te slijpen gebruikt men een stuk spiegelglas van bijv. 20 x 20 cm en als slijpmiddel twee soorten carborundumpoeder, b.v. nr. 120 en nr. 500. Met een lepelkje schept men een beetje van het poeder 120 op de glasplaat en door toevoegen van wat water maakt men een papje waarin men met één of twee vingers de splinter aan een zijde gaat vlak slijpen. De slijpbeweging bestaat uit draaiende lusbewegingen over de gehele glasplaat. Af en toe zal wat nieuw poeder en water moeten worden toegevoegd, omdat het poeder als het ware bot wordt. Na enige tijd zal het gelukt zijn de zijde vlak te krijgen, waarna men zowel plaat als scherf goed afspoelt en korte tijd het oppervlak naslijpt met het fijne poeder. Is men daarmee klaar, dan wordt de splinter opnieuw schoongespoeld en daarna goed gedroogd. Inmiddels is het verwarmingsbankje aangeze, waarop een voorwerpglas met een druppel dikke Canadabalsem. De splinter wordt er ook opgelegd om warm te worden. Wanneer de balsem een beetje begint te roken legt men de splinter erin, met de vlakke kant op het glas. Hierna laat men het voorwerpglas langzaam afkoelen door het b.v. op een stuk karton te leggen, nadat eerst met een naald de splinter op het glas is gedrukt. Als dit laatste met zorg gedaan is, zit de scherf goed vast zonder luchtbelletjes. Nu wordt het gehele slijpproces herhaald, met dit verschil dat men nu met voorwerpglas en al slijpt. Het is de kunst om evenwijdig te blijven, na enig oefenen lukt dit wel. Tot hoever moet worden geslepen is een vraag die door de praktijk wordt beantwoord, niet te dun, want dan is de kans klein om een groot aantal fossielen te vinden en ook niet te dik, want dan kan men er niet doorheen zien. Wanneer ook deze kant is fijn geslepen wordt weer goed gespoeld en gedroogd. Hierna kan men het preparaat afmaken door insluiten met dunne Canadabalsem en af te deken met een dekglas. Het voordeel van een slijpplaatje is in de eerste

plaats dat het een preparaat is met een dekglas, waarvoor de microscoopoptiek is berekend en in de tweede plaats dat de oppervlakken evenwijdig zijn, zodat het bekijken veel gemakkelijker gaat. Een ander groot voordeel is wel, dat men door het relatief grote volume in staat is, met enkele plaatjes een goed gemiddelde van de fossielinhoud van het te onderzoeken stuk vuursteen te verkrijgen.

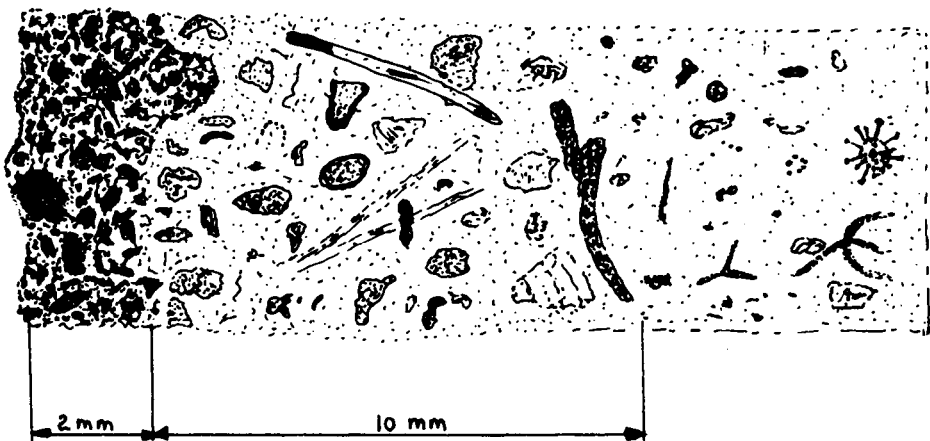
Als laatste methode om vuursteen te onderzoeken zij nog vermeld de manier om vuursteen op te lossen. Zoals gezegd bestaat vuursteen uit siliciumoxyde (SiO_2), dat oplosbaar is in Fluorwaterstof (HF). De microfossielen lossen echter niet in HF op, zodat deze na behandeling vrij overblijven. Voor het oplossen kan natuurlijk g e e n glazen bakje worden gebruikt, in het laboratorium gebeurt het in een platina kroesje. Heeft men dit niet, dan kan men eerst in een bekglas paraffine smelten en dan het glas leeggieten. Na afkoelen is de wand bedekt met een dun laagje vaste paraffine en in dit glas kan men dan voorzichtig een klein stukje vuursteen in HF laten verdwijnen. Nog gemakkelijker hiervoor te gebruiken is een plastic vaatje dat men zelf maakt door b.v. van een lege plastic fles, waarin vaatwasmiddel of iets dergelijks gezeten heeft, het bovenste deel af te snijden, ook een plastic scheerzeephouder is ervoor geschikt.

De dampen van HF zijn gevaarlijk en tasten onder andere ook de ogen aan, zodat men in een goed trekkende zuurkast moet werken of anders buiten, op balkon of in de tuin. Deze methode is dan ook alleen volledigheidshalve vermeld, aan de niet chemisch geoefende wordt ze sterk afgeraden. Prof. Deflandre heeft deze methode o.m. toegepast om te bewijzen dat de microfossielen als organisch materiaal bewaard zijn gebleven, zoals reeds eerder is vermeld.

6. RESULTATEN VAN HET ONDERZOEK

Uit de resultaten van het onderzoek is gebleken, dat de onderzochte monsters vrij veel microfossielen bevatten, maar niet in grote verscheidenheid, zie de aan het einde van deze bijdrage hierbij gevoegde afbeeldingen.

Op de in de inleiding genoemde veronderstelling, dat de vuursteen ontstaan is door pseudomorfose van de kalk en daarom aan de buitenzijde van de vuursteen beter herkenbare micro-organismen moeten worden aangetroffen, moet een negatief antwoord worden gegeven. Deze mening is op het volgende gebaseerd: Er werd een



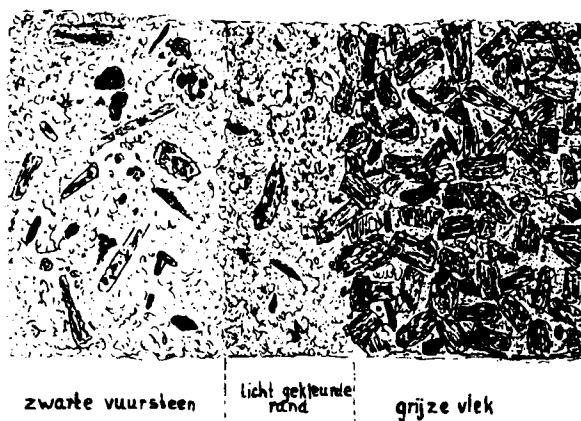
Figuur 3

slijpplaatje vervaardigd van de rand van een stuk vuursteen (zie figuur 3), waar deze overgaat in de omringende kalk.

Deze overgangszone van kalk naar homogene vuursteen is vrij klein, zij blijkt in het algemeen maar 10 mm breed. Er komen inderdaad resten van fossielen in voor, maar juist meestal diepzwart van kleur en slecht herkenbaar. Wanneer de overgangszone is gepasseerd, wordt de vuursteenmassa doorzichtiger en verandert de kleur van de fossielen van donkerbruin tot zeer lichtbruin, al naarmate men verder van de rand komt. Dit is de algemene indruk, bij uitzondering ziet men ook midden in de vuursteen af en toe wel eens een zwart microfossiel. Maar in het algemeen kan men toch zeggen dat hoe dichterbij de rand komt, hoe slechter de fossielen zijn bewaard gebleven. Dit is in strijd met de eerder genoemde veronderstelling.

De honderden scherfjes die onderzocht zijn - sommige microfossielen bleken er prachtig in te zijn geconserveerd - geven sterk de indruk dat de microfossielen reeds in de toenmalige krijtzee in een vuursteengelei zijn gefossiliseerd en in organische toestand zijn gebleven. Men heeft zelfs micro-organismen gevonden waaraan de zweepdraad nog aanwezig was. Dat ze nog in organische toestand aanwezig zijn kan worden bewezen door de proef die reeds door Prof. Deflandre is gedaan, n.l. de vuursteen oplossen in HF en daarna kleuren met histologische kleurstoffen. Dit is nagedaan en inderdaad werd geconstateerd dat de microfossielen te kleuren zijn, hetgeen er voor pleit dat de organismen betrekkelijk snel door de vuursteengelei moeten zijn ingesloten. Dat er toch een zekere omzetting bestaat valt uit de toestand waarin de Foraminiferen zich bevinden af te leiden. De kalk van de huisjes is bijna altijd geheel opgelost door het SiO_2 en meestal is alleen de inhoud van de kamertjes nog zichtbaar. Ook dit bewijst een snelle fossilisatie. Het kiezelzuur is volgens Romein (5) afkomstig van b.v. kiezelnaaldjes van sponzen, die door ammoniak worden omgezet in een kiezelol, welke onder verdunning van kalk 'indikt' tot een kiezelgel en later door wateronttrekking overgaat in vuursteen. Dat zou destijds gebeurt zijn in en op de toenmalige zeebodem.

Naar aanleiding hiervan is tevens een onderzoek gedaan naar de grijze vlekken die in sommige stukken vuursteen voorkomen. De vlekken zijn omgeven door een licht gekleurde rand en lijken net kleine vuursteentjes in de grote donkere massa van de



Figuur 4

moedersteen. De grijze massa is ondoorzichtig en heeft een korrelig, enigszins kristallijn voorkomen. Van de overgang van de zwarte vuursteenmassa via de witte rand in de grijze vlek is een slijpplaatje vervaardigd. Om dit slijpplaatje ook in gepolariseerd licht te kunnen bekijken moest dit veel dunner worden dan de plaatjes die voor het paleontologisch onderzoek zijn gemaakt. Dit was niet gemakkelijk te verwezenlijken omdat de massa van de grijze vlek nogal bros was, zodat pas een tweede poging succes had. Het bleek nu, dat de zwarte vuursteen praktisch glashelder was geworden, de witte rand iets minder doorzichtig en de massa van de grijze vlek ondoorzichtig was, zodat als het ware een negatief van de eerste indruk was ontstaan. (zie figuur 4).

Daar vuursteen dubbelbrekend is, licht het gehele preparaat op in gepolariseerd licht, maar de zwarte, nu heldere vuursteenmassa is niet homogeen. Zij lijkt te bestaan uit zeer kleine deeltjes, soms sferoidaal gevormde kristalletjes, gemengd met zeer kleine deeltjes calciet. Dit komt het best tot uiting bij tussenschakeling van een gipscomparator, waarbij elementen in een verschillende kleur oplichten. De massa van de grijze vlek nu bestaat voor zeker 90% uit calciet, dat een veel hogere dubbele breking heeft dan kwarts. Wanneer men alleen de polarisator gebruikt, kan men zien dat de calcietdeeltjes bij rondraaien van de tafel een opvallend helderheidsverschil opleveren. Ze zijn donker wanneer de spijtrichting het polarisatievlak kruist. In deze bijna ondoorzichtige massa zijn geen resten gevonden van micro-organismen. Omdat de grijze vlekken zich soms midden in de brokken vuursteen bevinden, doet zich de vraag voor, hoe zulke kalkrijke plaatsen, die toch reeds een zuur karakter moeten hebben getuige de pleochroistische verschijnselen, daar zijn ontstaan. In de nu harde vuursteenmassa treden voor zover men weet geen omzettingen meer op, dus moeten deze grijze plaatsen nog stammen uit de tijd waarin het vuursteen is ontstaan. Door de witte rand waarmee ze zijn omgeven krijgt men de indruk dat het brokjes kalk zijn, die destijds door de kiezelgel zijn omsloten en zo voor altijd bewaard zijn gebleven.

Uit de fossielinhoud van de monsters afkomstig van de eerder genoemde vindplaatsen, die voor een deel is weergegeven op de hierbij gevoegde tekeningen blijkt, dat de verscheidenheid niet groot is. Hierdoor is het ook niet mogelijk gebleken een onderscheid te maken tussen de vindplaatsen, met andere woorden, microscopisch lijkt de vuursteen, althans in dit gebied, niet karakteristiek te onderscheiden. De enige mogelijkheid om misschien toch iets te kunnen zeggen is statistisch te werk te gaan dus door tellingen te verrichten. Van enkele preparaten is dit gedaan met de hieronder weergegeven resultaat:

3 preparaten bovenste bank no. 1

1) 54 mm ³ Hystrichosphaera	2) 96 mm ³	3) 101 mm ³
furcata	6	42
Hystrichosphaera		22
tubiferum	5	8
Membranilarnax	1	7
Hystrichosphaeridium	2	—
		4
1 preparaat Kerngedeelte middenbank no. 3		127 mm ³ 69
		18
		3
		9

De inhoud van het preparaat is bepaald door opmeten. De *Hystrochosphaera furcata* komt verreweg het meest voor, ruim tweemaal zoveel als de rest bij elkaar. Een conclusie is er verder toch niet uit te trekken.

POLLEN

De tekeningen van de stuifmeelkorrels moeten voor zichzelf spreken, aan een naamgeving heb ik mij niet gewaagd.

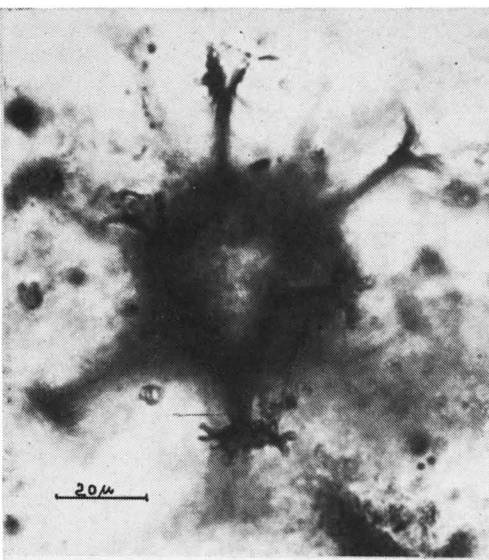
FORAMINIFEREN

Ook hiervan zijn tekeningen bijgevoegd. Meestal is alleen de inhoud zichtbaar daar de kalk vervangen is door het SiO_2 van de vuursteen. Er zijn geen tellingen gedaan maar ze komen veel voor. Bij één van de monsters, n.l. Kerngedeelte onderste bank, is een duidelijk voorbeeld van gedeeltelijke omzetting van kalk in kiezel. Dit monster is door zijn korrelige structuur veel minder doorzichtig dan de andere stenen.

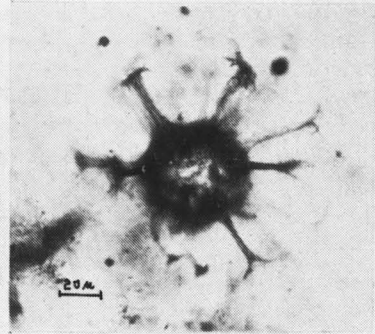
Er is nog wel kalk in aanwezig, waardoor juist de foraminiferen hierin veel beter bewaard zijn gebleven dan in de andere monsters. Hoewel de resultaten van het onderzoek op zich niet verbijsterend zijn, heeft het toch veel plezier verschaft daar kennis is gemaakt met een vorm van planktonisch leven die nog door weinig amateurs is bestudeerd. Daardat in alle monsters eigenlijk alle gevonden types voorkomen, kunnen zij microscopisch aan de fossielinhoud niet worden onderscheiden.

7. LITERATUUR

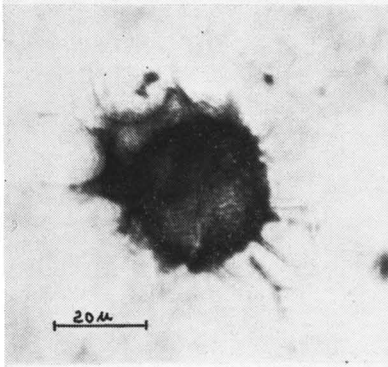
1. Microscopie Pratique par G. Deflandre. Paul Lechevalier Paris VI 1947.
2. Vuursteenonderzoek in het Krijt van Zuid-Limburg en het direct aansluitende grensgebied door P. J. Felder. Grondboor en Hamer, juni 1960.
3. Eerste Internationaal Symposium over vuursteen - Grondboor en Hamer no. 3, juni 1971.
4. Over het ontstaan van vuursteen, P. v. d. Lijn 'De levende natuur' 1924.
5. Ons krijtland Zuid-Limburg II Geologische Geschiedenis van Zuid-Limburg door B. J. Romein. Wetenschappelijke mededeling no. 61, januari 1966. N.G.V. en K.N.N.V.
6. Xanthidia, Palinospheres and 'Hystrix'. A review of the study of fossil unicellular microplankton with organic cell walls, by W. A. S. Sarjeant, Microscopy 31 February 1970. Hierin een zeer grote literatuur opgave.
7. Considérations Biologiques sur les Microorganismes d'origine Planctonique conservés dans les Silex de la Craie par G. Delflandre. Herdruk 1963 uit Bulletin Biologique de la France et de la Belgique. Tome LXIX (1935).



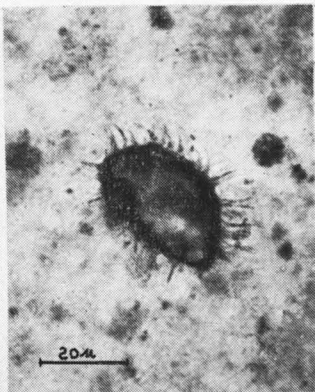
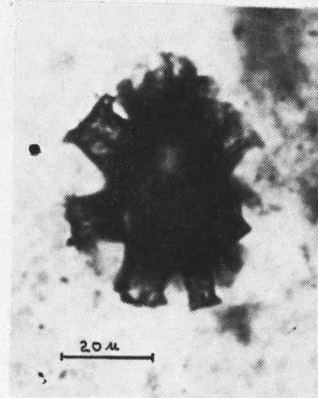
Hystriosphæridium tubiferum (Ehr.)
Zie fig 6 Defl



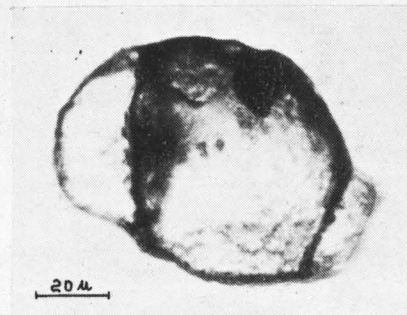
Hystriosphæridium flosculus. Defl.
Zie fig 8



Hystriosphæra wetzeli Defl.



Hystriosphæridium spec.
Zie fig 8



Conifeer pollen.

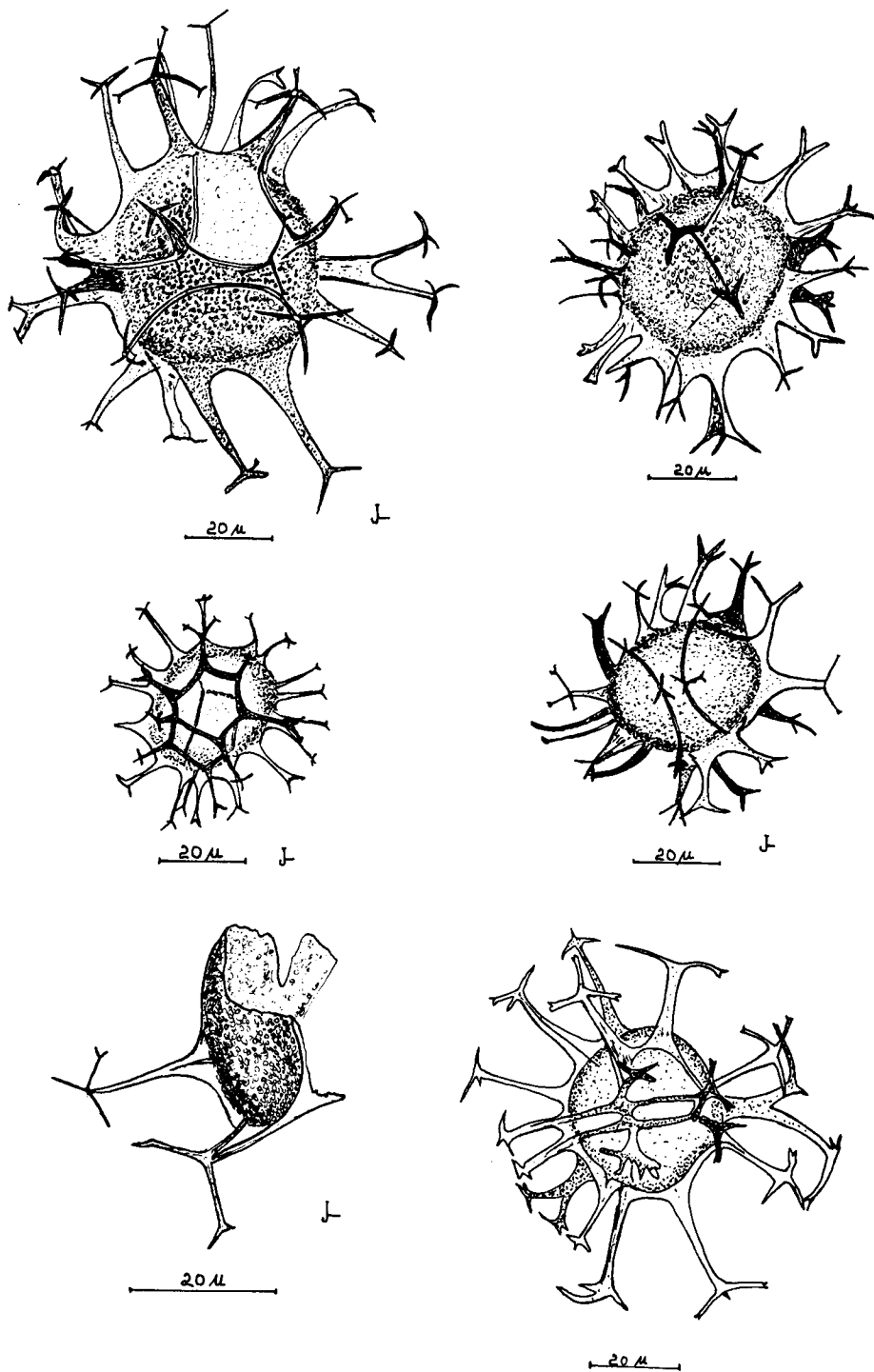


Fig. 5. *Hystrichosphaera furcata* (Ehr.) O. We. De 'Xanthidium' van Ehrenberg

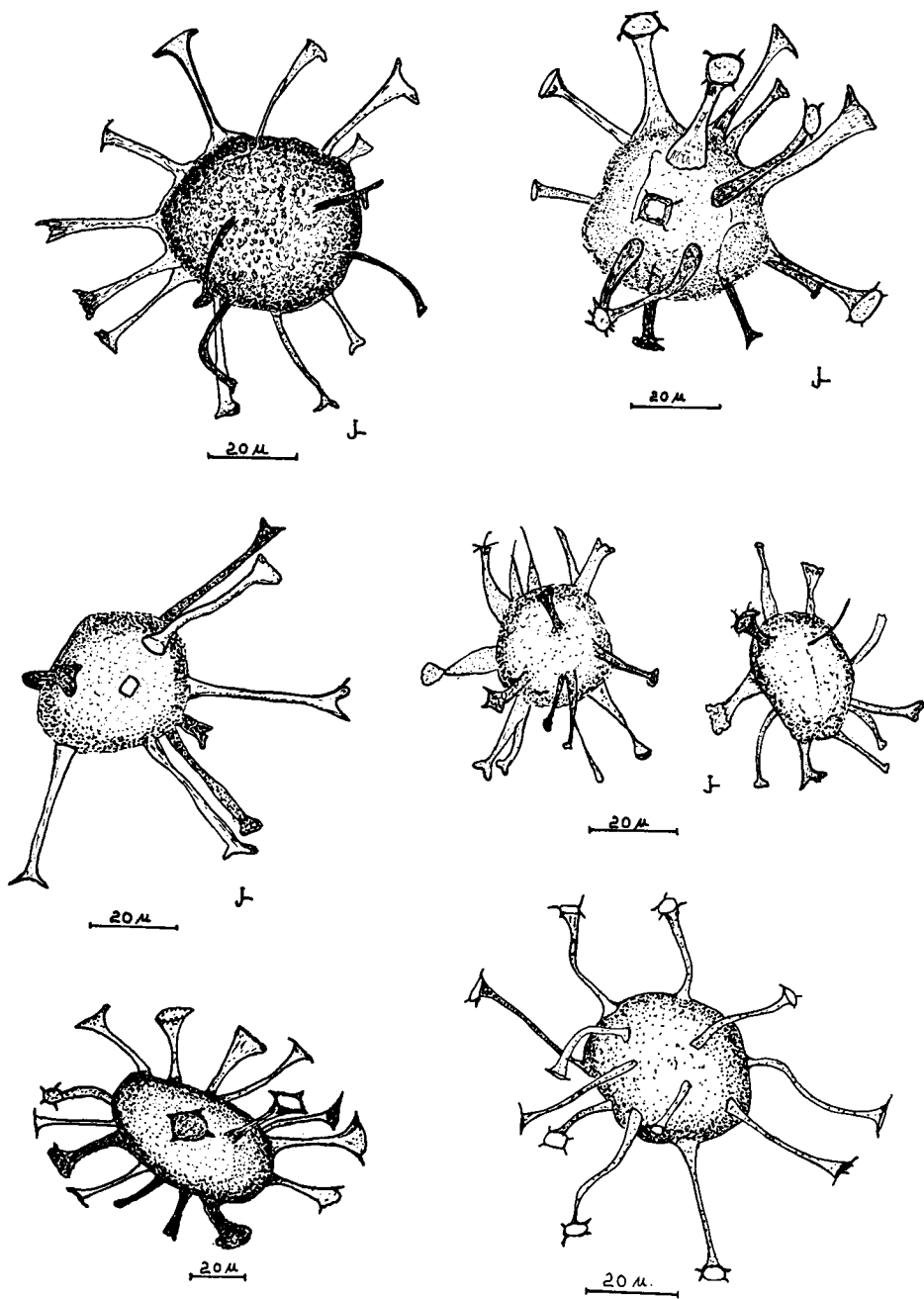
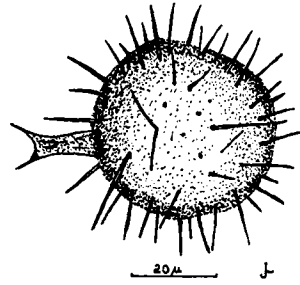
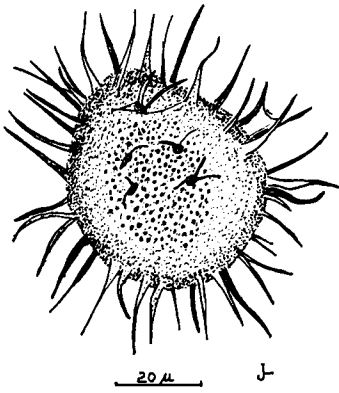
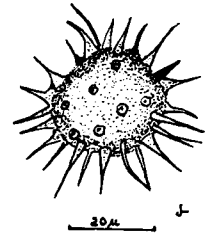
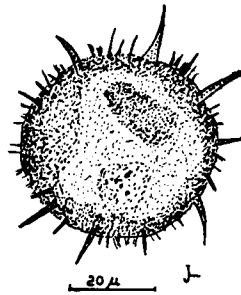
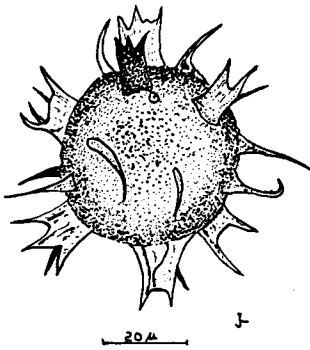


Fig. 6 (zie foto 2) *Hystrichosphaeridium tubiferum* (Ehr.) Defl.



Hystrichosphaeridium spec.

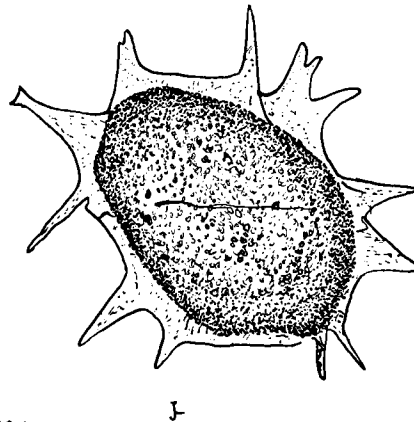
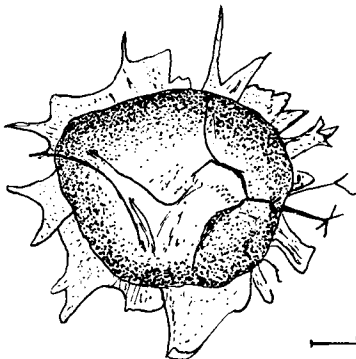
Hystrichosphaeridium striolatum Deff.



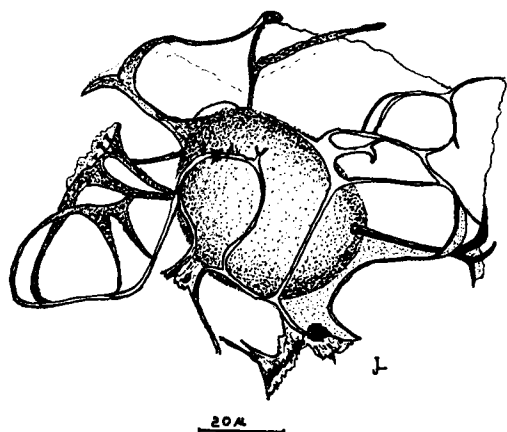
Hystrichosphaeridium
brevispinosum Eis.

Hystrichosphaera
hirsuta Ehr.

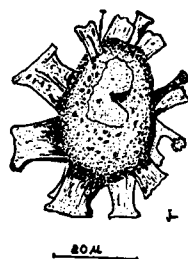
Hystrichosphaeridium ferox Deff.



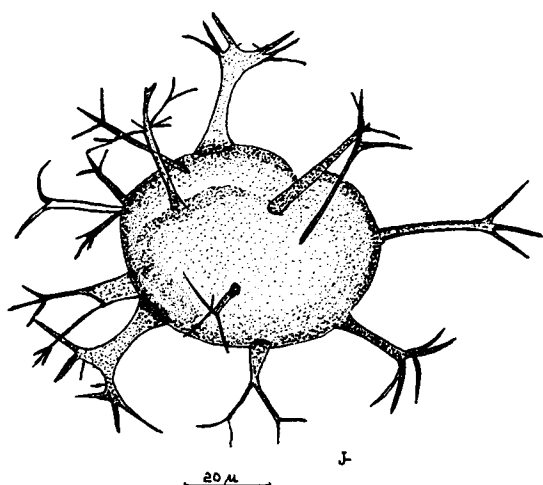
Hystrichosphaeropsis ovum Deff.



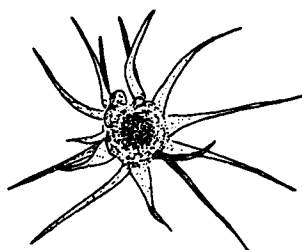
Hystrichosphaeridium aemulum Defl.



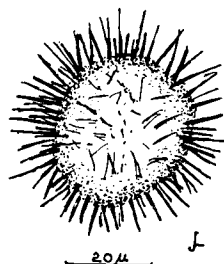
Hystrichosphaeridium flosculus Defl.
zie foto 2



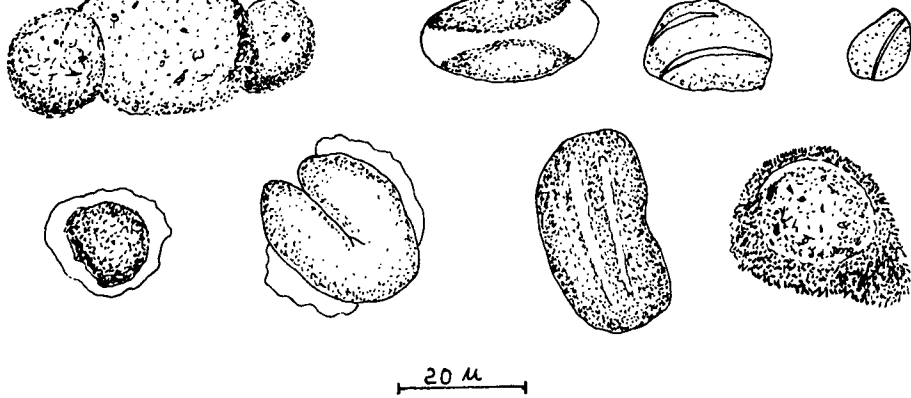
Hystrichosphaeridium ramusculosum Defl.



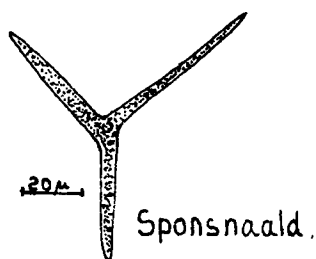
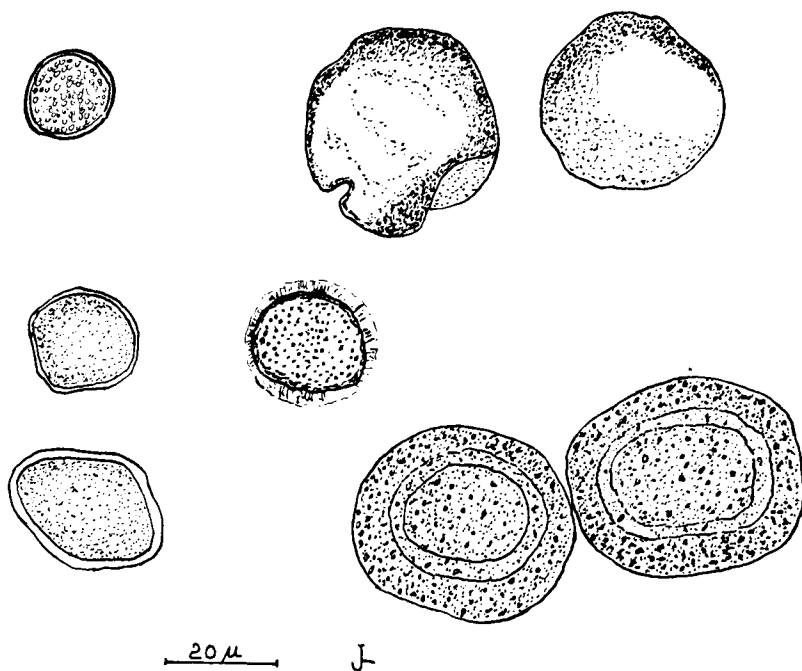
Hystrichosphaera longispinosa Eis.



Hystrichosphaeridium spec.
zie foto 2

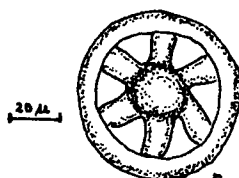


Pollen



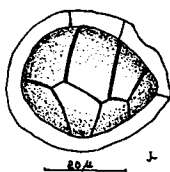
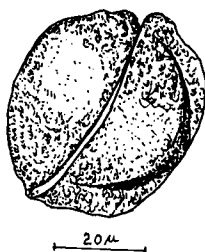
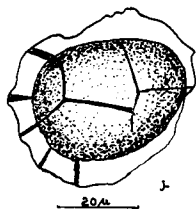
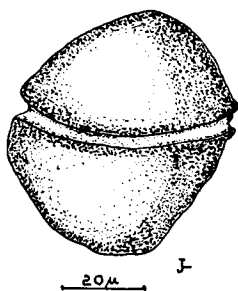
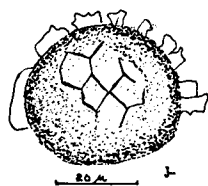
Sponsnaald.

Pollen.



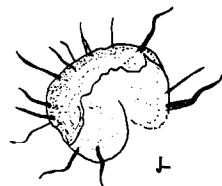
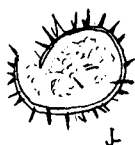
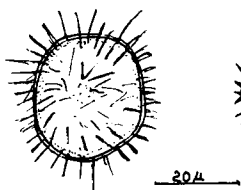
Echinoderm rest.

Fig. 9



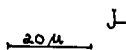
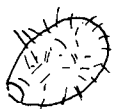
Membranilarnax pterospermoides O. We.

Palaeoperidinium

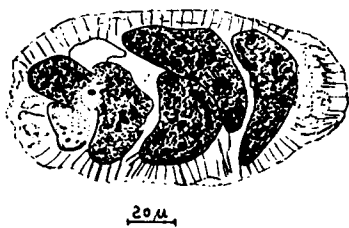
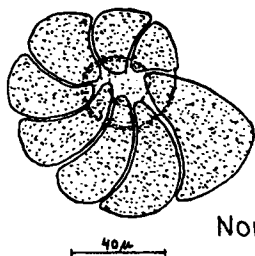
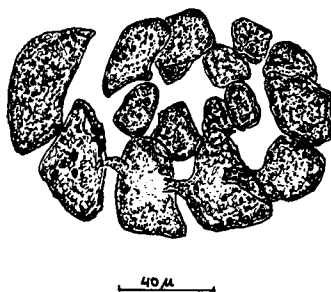
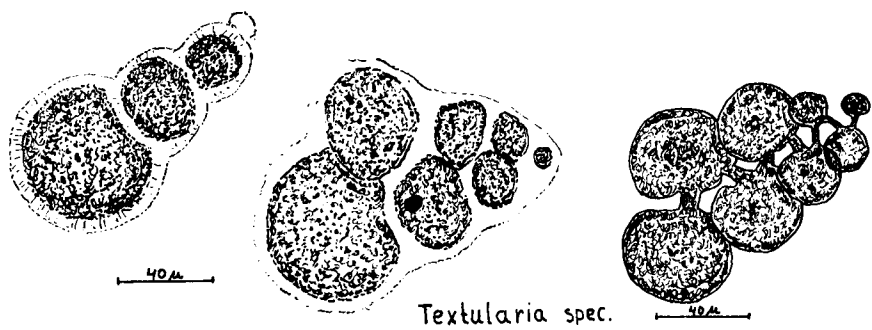


Pollen - Sporen.

Hystrichosphaera spec.



Pollen - Sporen.



Foraminiferen.

Fig. 11