

grondboor en hamer

Tijdschrift van de
NEDERLANDSE GEOLOGISCHE VERENIGING

No.1

FEBRUARI 1967

INHOUD

E. Th. N. Spiker	Microfossielen en hun waarde voor de ouderdomsbepaling van lagen in de Nederlandse ondergrond
J. G. Zandstra	Een zwerfsteentelling bij Wijldemerik (Gaasterland)
J. H. Römer	Rhät en Lias in de omgeving van Buurse
G. L. Gommans	Fossielen en mineralen van laag VII van Staatsmijn Hendrik
H. Brik	Nieuws uit Boek en Tijdschrift Boekbespreking

Microfossielen en hun waarde voor de ouderdomsbepaling van lagen in de Nederlandse ondergrond.

E. Th. N. Spiker

ABSTRACT

Microfossils, and their value as a tool for the age determination of the geological formation in the Netherlands.

The third article in this series gives a systematic description of the *Radiolaria*; this group of protozoans is very rich in species (almost 6000!), all restricted to the marine environment, often with a pelagic way of living. Their skeletons (mostly siliceous) are preserved in widely different marine sediments; high percentages are found in certain deep sea sediments (radiolaria ooze).

Radiolaria are among the oldest organisms on earth; their value as age indicator is poor. Finds of *Radiolaria* in the Netherlands are mentioned; a special place have the erratics found in the Netherlands, derived from Paleozoic outcrops in Germany and Sweden.

3. RADIOLARIËN

In het eerste artikel over Microfossielen (Aug. 1966) bespraken we na een inleidend hoofdstuk de Formaniferen. De groep van de Diatomeeën werd behandeld in het tweede artikel (Oct. 1966). In het derde artikel over dit onderwerp vragen we uw aandacht voor de groep der Radiolariëen. We zullen ons bij de behandeling van deze groep niet beperken tot het noemen van de weinige voorkomens in Nederland, maar evenals in de vorige stukjes ons ook verdiepen in de rangschikking dezer groep in het natuurlijke systeem, over de bouw en het leven, over de tegenwoordige voorkomens en over de fossiele vormen.

1. RANGSCHIKKING IN HET SYSTEEM

De Radiolariën of straaldiertjes zijn een zeer vormenrijke groep(orde) van micro-organismen die uitsluitend in zee voorkomen. Het zijn eencellige diertjes die behoren tot de klasse der Rhizopoda of wortelpotigen, die weer deel uitmaken van de grote hoofdafdeling der Protozoa of Oerdieren.

De grootte der Radiolariën varieert van ongeveer 0,1 mm tot maximaal $\frac{1}{2}$ cm. Verwante kolonievormende soorten kunnen nog groter worden. De meeste Radiolariën zijn bolvormig met straalsgewijze uitlopers, waarvan de naam „straaldiertjes” is afgeleid. Latijn: radiolus - kleine straal.

2. BOUW

Door het vormloze protoplasma wordt uit het zeewater een skelet afgescheiden dat meestal uit kiezelzuur bestaat. Bij uitzondering bestaat het bij één groep uit een ander materiaal, nl. uit strontiumsulfaat of coelestien (SrSO_4).

Het centrale deel van het protoplasma met kern of kernen bevindt zich in een bolvormig, dunwandig, geperforeerd membraan het zg. „centrale kapsel” en wordt door de rest van het protoplasma omgeven.

Het weke protoplasma lichaam wordt gesteund door het geraamte van kiezel, meestal tralievormig. Bij de verschillende soorten is het van zeer uiteenlopende vorm, nu eens bestaat het uit traliekogels, die met grotere of kleinere stekels zijn bezet (fig. 1), dan weer zijn het stervormen met grote stekels of helm en kroonvormen versierd met kleine of grote stekels en haken (fig. 2).

Deze grote vormenrijkdom en fraaie traliebouw van het kiezelskelet maakt de Radiolariën tot de meest wonderbaarlijke groep uit de microwereld.

De onderverdeling of systematiek van de Radiolariën berust op:

1. de samenstelling van het skelet
2. op de verschillen in perforatie van het „centrale kapsel”
3. op het aantal en de rangschikking van de stekels
4. en op het patroon van het skelet.

De moderne classificatie van Campbell (lit. 3) geeft 4 onderorden: 1. Acantharia, 2. Spumellaria, 3. Nasselaria en 4. Phaeodaria met in totaal 901 geslachten (genera) en met over de 5800 soorten.

Met het blote oog kan men in sommige gesteenten de Radiolariënvormen duidelijk zien zitten en details kan men al heel goed waarnemen met vergrotingen van 40 à 50 maal. Voor studiedoeleinden heeft het American Museum of Natural History in New York van Radiolariën en andere micro-organismen meer dan duizendvoudige vergrotingen natuurgetrouw laten namaken. Ze zijn het werk van een expert op het gebied van glasblazen, Herman O. Mueller, die aan sommige exemplaren b.v. de grillig gebouwde radiolaria *Lithocircus magnificus* meer dan een half jaar werkte. (lit. 14).

3. LEVEN

De Radiolariën zijn uitsluitend zeedieren. Ze leven voornamelijk in de oppervlaktewateren van de warme zeeën maar komen ook in koudere zeeën voor. De Valdivia expeditie onder leiding van prof. Carl Chun vond radiolariënslik op 49 graden Z. Br.

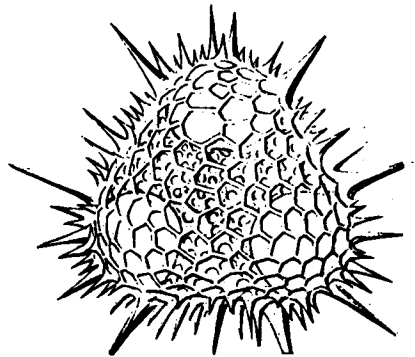
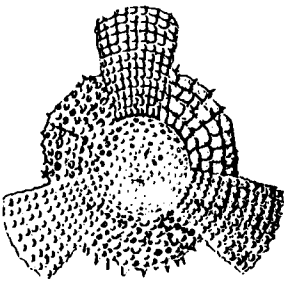
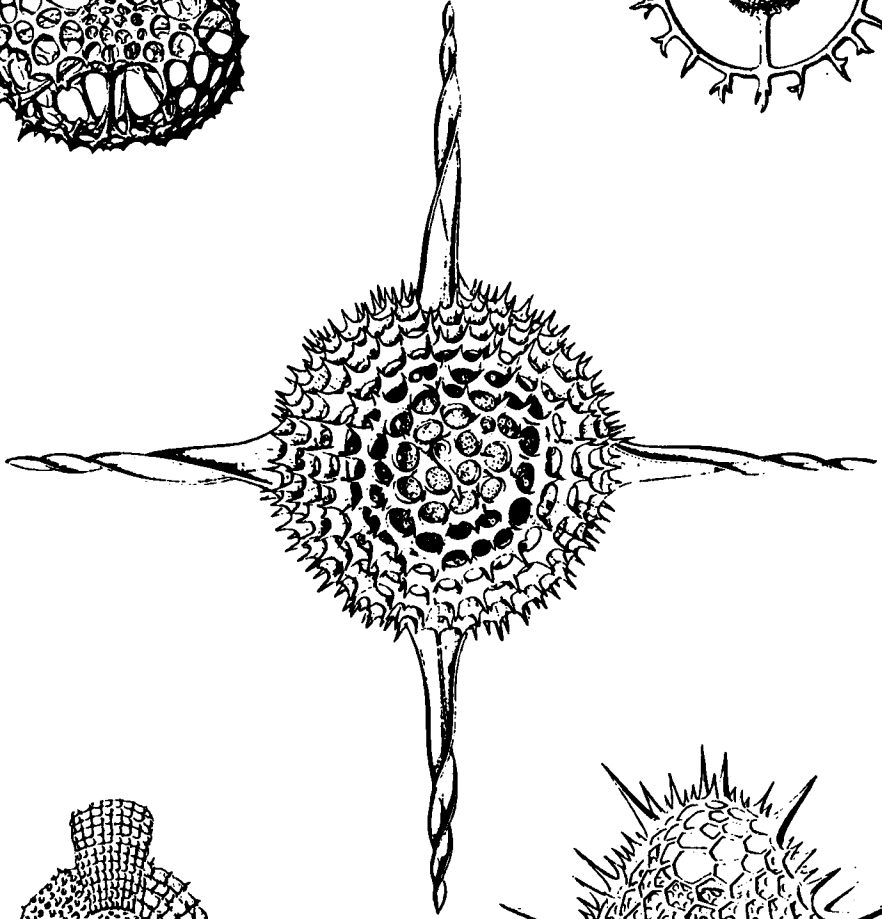
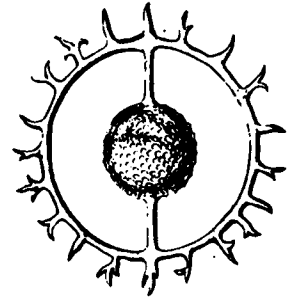
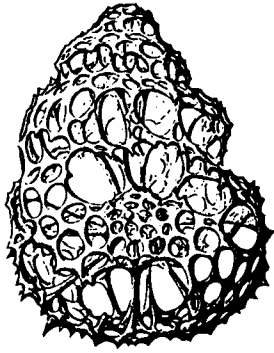


Fig. 1 Radiolariën met traliebolvorm (*Spu-
mellaria* type) naar E. Haeckel - Die Challen-
ger-Radiolariën.

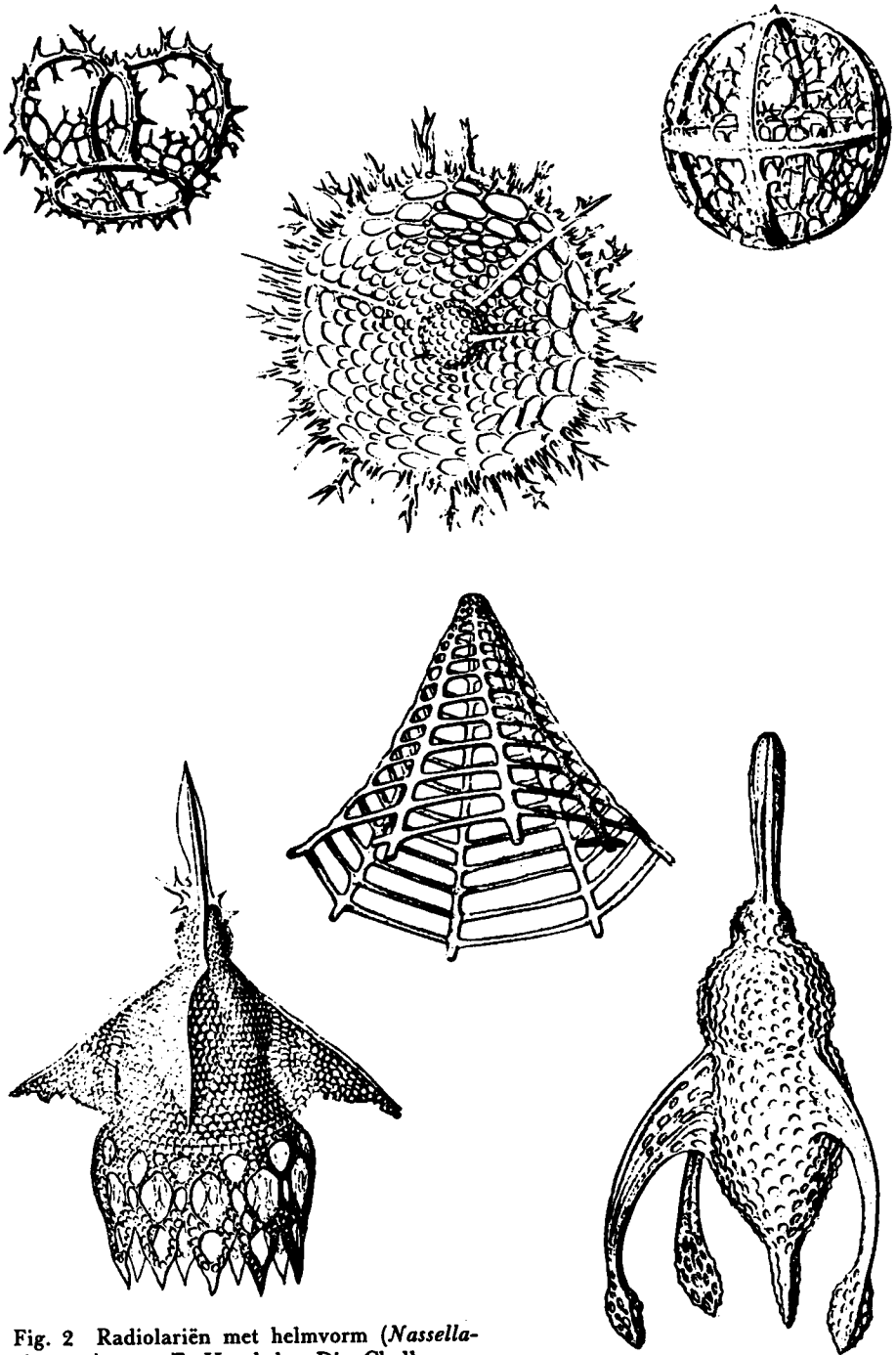


Fig. 2 Radiolariën met helmvorm (*Nassellaria* type) naar E. Haeckel - Die Challenger-Radiolarien.

Behalve pelagis, in de bovenste lagen der zee drijvend komen ze in de diepe zee ook veelvuldig voor en levende radiolariën zijn bekend van netvangsten van verschillende diepten tot meer dan 5000 m. diepte. Bij goed weer komen ze voor in de oppervlakte lagen van de zee, maar bij ruw weer of bij verandering van temperatuur dalen ze naar diepere lagen door hun drijfvermogen te veranderen door intrekking van hun pseudopodiën en door het veranderen van hun lucht of vloeistofvacuolen in het protoplasma. Lichtgevoelige soorten komen slechts 's nachts of bij bewolkte hemel naar de oppervlakte om zich bij verandering van atmosferische toestand naar grotere diepten terug te trekken. De zeer vormenrijke groepen met sierlijke huisjes komen gewoonlijk in de oppervlaktewateren voor. De soorten die in de diepe zee leven bij lage temperaturen, hebben veelal kleine en plomp gebouwde schalen.

De radiolariën voeden zich met kleine microplankton, dat ze vangen met de schijnvoetjes of pseudopodiën, die door de vele tralieopeningen van het skelet naar buiten gestoken kunnen worden.

Vaak leven ze ook in symbiose met eencellige kleine geelgroene wieren waarbij de radiolariën de algen voorzien van stikstofhoudende afvalstoffen en koolzuur, terwijl de algen zetmeel, vetten en zuurstof afstaan aan hun gastheer.

4. VOORTPLANTING

De levenscyclus van de radiolariën is nog niet goed bekend. Ze vermeerderen zich door deling van het protoplasma, waarbij elk klein deeltje een nieuwe radiolaria vormt of door knopvorming met zwerm sporen. Verdere details over de voortplanting en de verandering der jeugdvormen ontbreken helaas.

5. GROEI VAN ONZE KENNIS

Het is nu ruim honderd jaar geleden dat de radiolariën een wat grotere bekendheid verkregen door de onderzoeken van de Duitse bioloog Ernst Haeckel. In het midden van de negentiende eeuw was de Duitse natuuronderzoeker Ehrenberg een der weinigen die zich met onderzoek van radiolariën bezig hield. Hij kreeg monsters, voornamelijk fossiel materiaal, van vele plaatsen over de wereld; hij gaf ze ook namen, maar nog niet als radiolariën, want die naam is van latere datum. Vóór 1850 wist men van het bestaan van radiolariën in de tegenwoordige betekenis zo goed als niets af.

Ehrenberg dacht dat de zo kunstig en ingewikkeld gebouwde skeletjes slechts konden behoren tot een diergroep, die ook in de bouw van het weke lichaam hoog georganiseerd moest zijn en hij rekende de groep tot de stekelhuidigen, dus tot dezelfde afdeling als de zeesterren, zeeëgels en zeekomkommers.

We zien hier weer eenzelfde foutieve classificatie als we al tegengekomen zijn bij de Foraminiferen, die eerst vanwege hun schaalbouw tot de Mollusca gerekend werden als „Cephalopoda foraminifera” en pas later herkend werden als behorende tot de Rhizopoda of Wortelpotigen (zie het artikel in het Augustusnummer 1966 pg. 174 en 176).

Als we nu een modern boek over systematiek inzien, hetzij over planten of over dieren, dan lijkt de gegeven indeling allemaal zo logisch en vanzelfsprekend en zijn we ons er nauwelijks van bewust wat hier allemaal aan is voorafgegaan. Want het heeft in de loop der jaren aan vele generaties van geleerden hoofdbre-

kens gekost om tot deze indeling te komen. Met vallen en opstaan, met foutieve en later betere plaatsing en uiteindelijk de juiste plaats, is dit geheel gegroeid. En als we nu maar niet denken dat we nu, in het midden van de twintigste eeuw alles goed en onveranderlijk vastgelegd hebben. Want van verschillende groepen en soorten is dat ook nu nog lang niet allemaal zeker en weten we nog niet of hun plaatsing wel juist is. Nieuwe onderzoekingen en nieuwe vondsten kunnen weer bewijsmateriaal leveren dat een toegewezen plaats in het systeem toch wel wat moet verschuiven, maar geleidelijk aan wordt de systematische indeling steeds volmakter.

Ongeveer gelijktijdig met Ehrenberg was ook prof. Johannes Müller bezig met het onderzoek van de diertjes met het fraaie kiezelskelet. Müller verzamelde zelf veel materiaal langs de zee kust en bestudeerde het ter plaatse o.a. langs de Middellandse zee. Sedert 1855 wijdde hij zich met toenemend enthousiasme aan deze nieuwe diergroep. Door de straalsgewijze bouw van vele der skeletjes gaf Müller ze de naam van Straaldiertjes of Radiolaria, en hij rangschikte de 50 levende soorten die hij kende in het systeem. Müller was niet alleen een groot bioloog maar tevens een uitstekend docent en een van zijn jonge leerlingen was Ernst Haeckel. Bij zijn dood in 1858 liet Müller het materiaal, goed voorbereid na aan de nieuwe bewerker. Ernst Haeckel was 25 jaar toen hij in 1859 naar Italië reisde en onderzoekingen deed langs de Middellandse zee bij Napels, Ischia, Capri en de straat van Messina.

In 1862 verschijnt zijn werk over de radiolariën: *Die Radiolariën. Eine Monographie.* (uitgave Reimer, Berlijn), dat ons een geweldige stap verder brengt. Wat voor 1860 bekend was van de radiolariën kon in een dun boekje van weinig pagina's samengevat worden.

De nieuwe monografie van Haeckel over de radiolariën is een dik foliodeel met 572 pagina's tekst en een platenatlas met 35 platen kopergravures met prachtige afbeeldingen, door Haeckel zelf ontworpen en getekend en onder zijn toezicht door de meesterhand van Wagenschieber in koper vastgelegd. Ook nu nog kan men genieten van deze prachtige afbeeldingen.

Er waren nu 144 nieuwe soorten bijgekomen en dit aantal groeide nu gestadig. Toen de „Challenger” haar oceanografische expeditie in 1872 begon waren er 810 soorten bekend. In de tijd die sedert 1862 verlopen was, was men ook over het protoplasmalichaam der radiolariën heel wat meer te weten gekomen. In 1871 kon Cienkowski aantonen dat ze eencellige wezens waren.

Haeckel was nu de hoogste autoriteit onder de zoölogen op het gebied van de radiolariën en toen het door de Challenger van 1873 tot 1876 verzamelde radiolariënmateriaal bewerkt moest worden vroeg men Haeckel dit te willen doen. Meer dan tien jaar heeft Haeckel hier aan gewerkt en in 1887 kwamen de drie delen van de pers: E. Haeckel: *Report on the Radiolaria collected by H.M.S. Challenger during the years 1873-1876*, met 1893 pagina's en 140 platen.

Er waren 3508 nieuwe soorten bijgekomen en in totaal kende men nu 4318 soorten verdeeld over 739 geslachten.

Na deze hoogtepunten was er lange tijd geen belangstelling voor de radiolariën, waarna langzaam de studie weer toenam. Enkele meer recente onderzoekers zijn Campbell (lit. 3), Popofsky (lit. 11) en Reshetnyak (lit. 12). Deze onderzoekingen hebben tot heden het aantal soorten doen toenemen tot over 5800. Hieruit blijkt wel dat Haeckel de hoofdbewerker van deze groep is geweest.

6. RADIOLARIËNAFZETTINGEN

Na het afsterven der Radiolariën vergaat het protoplasma vrij spoedig en zakken de lege skeletjes steeds dieper naar de bodem der zee. In elk zeesediment kan men ze aantreffen en in hoeveelheden die overeenkomen met hun groei in de bovenliggende wateren. Meestal vallen ze niet op door de veel grotere hoeveelheden van andere bestanddelen. Dit is het geval met de sedimenten tot een diepte van ongeveer 4000 m. Tussen de 4000 en 7000 meter kunnen de radiolariën het grootste deel van de afzetting vormen. Op deze diepten zijn namelijk de kalkige bestanddelen als bv. de schaaltes van Foraminiferen geleidelijk door het zeewater opgelost en blijven alleen de kiezelhoudende schaaltes over. Deze sedimenten, met een hoog percentage aan radiolariën noemt men radiolariënslik (engels: Radiolaria ooze) fig. 3. De kleur van dit slik varieert van grijs tot rood. Het is een variatie van het meer voorkomende diepzeesediment van niet organogene bestanddelen, het zg. rode diepzeeslik, dat bestaat uit materiaal van onderzeese vulkanische uitbarstingen, vulkanis as en dergelijke. In dit rode diepzeeslik kunnen grote hoeveelheden radiolariën voorkomen. Maar beneden de 7500 meter bevatten de sedimenten minder radiolariën omdat ook deze dan in oplossing zijn gegaan.

De voorkomens van radiolariënslik kan men het beste zien op een wereldkaartje waarop de tegenwoordige sedimenten in de oceanen zijn aangegeven bv. in Escher: Algem. Geologie 1948 pg. 409.



Fig. 4 Radiolarie uit het „precambrium” van Bretagne naar L. Cayeux.

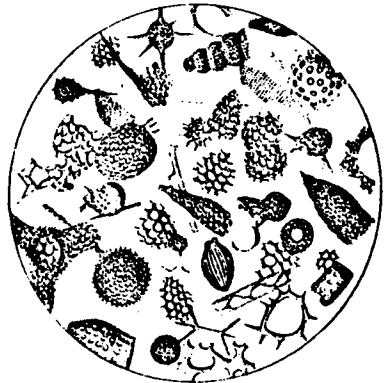


Fig. 3 Radiolariën uit radiolariënslik. Naar Murray en Philippi Valdivia-expeditie. (1908).

De grote voorkomens zijn beperkt tot de diepste gedeelten van de Pacific en de Indische Oceaan. De grootste rijkdom aan radiolariën biedt tegenwoordig de Pacific. In de Pacific loopt een brede gordel boven de equator van Midden Amerika ongeveer parallel langs de equator naar het gebied ten zuiden van de Hawai eilanden en verder zijn grote oppervlakten bedekt in het gebied van de Samoa eilanden. Recente onderzoekingen van W.R. Riedel en anderen in het oostelijke deel van de Pacific nabij Seattle en in het N.O. deel van de Pacific brachten vondsten van Radiolaria rijke sedimenten, waarin alle andere elementen schaars waren, over grote oppervlakten tussen 40 en 65 graden N. breedte en 124-170 westerlengte. (lit 7 en 13).

In de Indische Oceaan vindt men een groot gebied ten zuidwesten van Java (Keeling eilanden) met radiolariënslik bedekt. Meer dan 10 miljoen vierkante kilometer zijn in deze Oceanen met dit sediment bedekt. Uit het gebied van Indonesië vindt men slechts eenmaal de vondst van radiolariënsilk vermeld en wel uit het diepe bekken van de Bandazee ten zuiden van het eiland Ceram. Het betreft hier een zachte zwarte modder, een terrigeen slib, met meer dan 50% overblijfselen van kiezelorganismen, merendeels radiolariën. Kalkorganismen ontbreken hierin geheel. Het monster is afkomstig van een diepte van 3690 m (lit. 10 pag. 340). In de Atlantische Oceaan is geen radiolariënslik aanwezig. Daar wordt de bodem voornamelijk bedekt door Globigerinenslik en het rode diepzeeslik.

Veelal vindt men in diepzeeslikken de radiolariën geassocieerd met voorkomens van andere onoplosbare resten van dieren als haaietanden, gehoorbeentjes van walvissen en verder met mangaanknollen. Omdat op diepten van 4000 tot 7500 meter de radiolariënschaaltjes het grootste deel van het sediment uitmaken heeft men vaak aldus geredeneerd: dat grote hoeveelheden radiolariën in aardlagen aanwijzingen zijn voor sedimenten gevormd op diepten variërende van circa 4000 meter tot ongeveer 7500 meter. In verschillende gevallen is dat juist gebleken maar het is geen wet van Meden en Perzen en zoals we later zullen zien zijn er radiolariënafzettingen bekend die op veel geringere diepten zijn afgezet moeten worden. Als de condities zodanig zijn dat andere sedimenten geen belangrijke afzettingen vormen, is het voor radiolariën mogelijk dit wel te doen en deze afzettingen kunnen zelfs in zeer ondiepe milieus afgezet zijn.

7. FOSSIELE RADIOLARIËN

Na het Algen en de Bacteriën behoren de Radiolariën tot de oudst bekende organismen der aarde.

De meeste onderzoekers zijn het er wel over eens dat de radiolariën als gidsfossielen een onbeduidende rol spelen. Bij de microfossielen komen ze dan ook onderaan te staan in de volgorde van belangrijkheid voor de ouderdomsbepaling (zie artikel 1 in Aug. 1966 pg. 174).

Zo op het eerste gezicht heeft deze groep veel eigenschappen die nodig zijn voor goede gidsvormen: een goed herkenbare groep met pelagise vormen, waarbij het kiezelskelet een goede conservatie waarborgt. Maar radiolariën zijn zeer conservatief en een eenmaal aangenomen skeletbouw ondergaat bijna geen veranderingen in de loop der evolutie. Er is zo goed als niets te bespeuren van een phylogenetische lijn in hun ontwikkeling. Door dit feit, dit conservatisme, worden alle bovengenoemde gunstige eigenschappen te niet gedaan. Na het onderzoek van de laatste decennia zou men zeggen dat ze er nu toch weer iets gunstiger afkomen, vooral in associatie met andere vormen als Foraminiferen. Zo kunnen ze dan wel door het veelvuldig voorkomen in een laag een soort gidshorizont vormen, waarbij de ouderdom van het lagencomplex dan door andere fossielen gekenmerkt is.

In oude kiezelieën van Bretagne, die vroeger zeker als precambrium werden aangegeven, maar door nieuwere onderzoeken mogelijk ten dele ook Onder Cambrium kunnen zijn, komt een radiolariënfaua voor die door L. Cayeux beschreven is en die de oudste fossielen van Frankrijk zijn (fig. 4). Uit Kiezelhoudende afzettingen uit het Siluur en het Devoon zijn radiolariën bekend en een rijke fauna van over de 155 soorten is bekend geworden uit het onder Carboon van de Harz, Silezië en de Oeral.

Mesozoïse afzettingen zijn wat rijker aan radiolariën en belangrijke horizonten komen in Jurakiezelleien voor in de Alpen, de Appenijnen en in Californië.

In Indonesië vond Molengraaff rijke radiolariënhoudende afzettingen in Centraal Borneo, in het gebied van de grote meren van het Kapoeas stroomgebied. Deze Danau formatie (Danau = meer) kon hij over meer dan 650 km vervolgen en is waarschijnlijk van Jura ouderdom.

Het Tertiair bevat echter het grootste aantal van de fossiel bekende radiolariën. De bekendste en één van de rijkste radiolarië faunas komt voor op het eiland Barbados in het Caraïbische gebied. Deze bekende radiolariënmergel vormt een dikke ingeschakelde laag in de globigerinenmergels van de Oceanic Formation, een laagpakket van Midden Eocene tot Onder Oligocene ouderdom.

Deze radiolariënmergel is langen tijd door velen voor een echte diepzee afzetting gehouden maar kortgeleden heeft J. P. Beckman kunnen aantonen dat de afzettingen gevormd zijn op veel geringere diepte. Hij baseerde dit op de verspreiding van de gelijktijdig mee afgezette bentonise foraminiferen en vergeleken met de bekende bathymetrische (diepte) verspreiding van recente foraminiferen wijst het op een diepte van de afzetting van niet meer dan 1000-1500 meter. Andere belangrijke Tertiaire afzettingen zijn bekend uit het Oligoceen van Nieuw Zeeland, uit het Mioceen van Sicilië en uit het Mioceen van Californië.

De Pico Formatie van het Los Angeles bekken van Californië heeft een rijke Pliocene radiolariënfaua. Deze lagen zijn zeker niet op grote diepte gevormd want de formatie heeft veel aanwijzingen voor een delta afzetting.

8. FOSSIELE RADIOLARIËN IN NEDERLAND EN AANGRENZEND GEBIED

In het Krijt van NW. Duitsland komen twee soorten radiolariën beperkt voor en hebben daardoor enige waarde als gidsfossielen in associatie met andere micro-organismen. (lit. 15).

Van deze twee vormen is nog geen soortdeterminatie gegeven en ze worden alleen met „sp” aangeduid.

Dicolocapsa sp. (behorende tot de Nasselaria): radiolarie met een kogelvormige soms wat platgedrukte schaal. De oppervlakte is voorzien van een netvormige sculptuur, veroorzaakt door de talrijke poriën (fig. 5).

Dictyomitra sp. (Nasselaria), een kegelvormig schaalje, opgebouwd uit 9-12 schijfvormige segmenten. (fig. 6).

Deze vorm werd eerst verwisseld met de langwerpige gebouwde foraminifeer *Siphogenerina*.

Van deze twee soorten komt de kogelvormige *Dicolocapsa* talrijker voor dan de slanke *Dictyomitra*.

In boorgruismonsters (cuttings) van enkele boringen van Friesland, Noord-Holland en Oostelijk Flevoland heeft schrijver deze vormen ook aangetroffen en wel met dezelfde verspreiding als in NW. Duitsland nl.:

Boven Albien: talrijk

Midden Albien: weinig

Onder Albien: arm

Midden Barrémien: zeldzaam.

Uit het Boven Krijt vermeldt van Baren (lit 1 pg. 1185) radiolariën uit het Zand van Vaals (Onder Senoon-Campanien).



Fig. 5 *Dictyomitra* sp. lengte \pm 0,6 mm.
Kegelvormige Radiolarie uit het Albien.

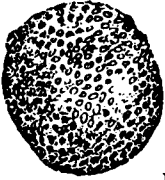
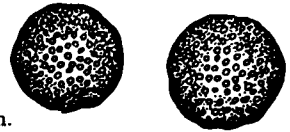


Fig. 6 *Dicolocapsa* sp. grootte \pm 0,4 mm.
Kogelvormige Radiolarie uit het Albien.



F. 7 *Cenospaera?* sp. 1 grootte \pm 0,2 mm.
Uit het Eoceen.

Eocene radiolariën: *Cenospaera?* sp. 1 (*Spummelaria*), fig. 7.

Cenospaera heeft een kogelvormige schaal met een doorsnede van 0,1-0,2 mm. De wand heeft vele poriën en een netvormige sculptuur.

Cenospaera sp. 1 heeft in NW Duitsland een rijke verspreiding in het Midden en Onder Eoceen en komt weinig voor in het Boven Eoceen en in het Paleoceen.

ten Dam (lit 5) vermeldt radiolariën, en waarschijnlijk betreft het hier de als *Cenospaera* sp. 1 genoemde vorm, uit het Midden Eoceen (Lutétien) van een negental boringen tussen Giethoorn en Coevorden, verder van een boring in Twente (Weerselo-1) en Noord-Brabant (Woensdrecht). Vooral in de diepere lagen van het Midden Eoceen komen ze talrijk voor.

Ook Keizer en Letsch vonden Radiolariën in kleiige en zandige afzettingen van het Midden Eoceen, samen met Nummulieten en Operculinella, een associatie die wijst op een afzetting in een ondiep neritis tot kustnabij milieu (lit 8 pg. 157). Schrijver heeft *Cenospaera* sp 1 in boorgruismonsters gevonden bij het micropalaeontologisch onderzoek van een aantal boringen in Noord-Holland, Friesland en oostelijk Flevoland. De verspreiding komt overeen met die van NW Duitsland nl.:

Boven Eoceen: weinig, voornamelijk in de basis lagen

Midden Eoceen: rijk tot zeer rijk

Beneden Eoceen: vrij rijk.

De arme voorkomens in het Paleoceen zijn niet zo zeker. Ze werden gevonden in het boorgruismateriaal van een klein interval waar naval uit de rijkere voorkomens van het er bovenliggende Eoceen altijd mogelijk is.

Onder de zwerfstenen in het Nederlandse Diluvium kan men donkergekleurde *Radiolarieten* vinden, zeer harde kiezelgesteenten, waarin men veelal met het blote oog reeds de ronde radiolariënvormen kan zien zitten. Sporadisch worden ze gevonden in Noordelijke erratica van Boven Siluur ouderdom en zijn dan waarschijnlijk afkomstig uit de buurt van Schonen in Zuid Zweden.

Voor het merendeel zijn het echter zwerfstenen afkomstig uit Duitsland waar in het Devoon en in het Onder Carboon radiolariënhoudende lagen voorkomen. Ze komen uit het Sauerland, uit het gebied van de Ruhr en de Lenne (zie o.a. lit. 9) en uit het Westerwald uit het gebied van de Lahn en de Dill, waar men het gesteente nog op diverse plaatsen als vaste rots aan de oppervlakte kan waarnemen.

Arnhem, 6 oct. 1966

Literatuur:

1. J. van Baren: De Bodem van Nederland. 2 dln. Amsterdam. J. van Looy, 1920—1927.
2. J. P. Beckmann 1953: Die Foraminiferen der Oceanic Formation (Eocæn-Obligocæn) von Barbados. *Eclogae Geol. Helvetiae*. Vol 46 No. 2 1953 pg. 301-412.
3. A. Campbell 1954: Radiolaria. *Treatise on Invertebrate Palaeontology*. Part. D. Protista 3. Geol. Soc. America. Univ. Kansas Press and New York. 1954.
4. L. Cayeux: Les preuves de l'existence d'organismes dans le terrain précambrien. *Bull. Soc. Geol. France XXV* 1894.
5. A. ten Dam: Die stratigrafische Gliederung des Niederländischen Paläozäns und Eozäns nach Foraminiferen. *Med. Geol. Stichting. Serie C-v No. 3*. 1944.
6. E. Haeckel 1887: Report on the Radiolaria collected by H.M.S. Challenger during the years 1873—1876. *Rept. Sci. Results H.M.S. Challenger. Zoology Vol 18*. 1887.
7. Hsin-Yi Ling: The radiolarian *Protocystis thomsoni* (Murray) in the northeast Pacific Ocean. *Micropalaeontology Vol. 12 No. 2 April 1966*. pp. 203-214.
8. J. Keizer en W. J. Letsch: Geology of the Tertiary in the Netherlands. *Verh. Kon. Ned. Geol. Mijnb. Gen. Geol. Serie deel 21-2*, 1963.
9. A. G. Koenderink: Geology van het noordelijke Sauerland. *Grondboor en Hamer. No. 3 Juni 1962*.
10. G. A. F. Molengraaff: De hedendaagsche bezinkingen in de zeeën van den O.I. Archipel. In: *de Zeeën van Nederlandsch Oost Indië, hoofdstuk VI Kon. Ned. Aadr. Gen. Brill Leiden 1922*.
11. A. Proposky: Diverse publicaties over de Radiolariën der „Plankton Expedition” en „Deutsche Südpolar Expedition. 1904—1926.
12. V. V. Reshetnyak 1955: Vertical distribution of the Radiolaria of the Kurile-Kamchatka through. *Akad. Nauk. S.S.S.R. Zool. Inst. Trudy. Vol. 21*, 1955.
13. W. R. Riedel, 1959: Siliceous organic remains in pelagic sediments. In: *Silica in Sediments. Soc. Econ. Pal. Min. Spec. Pub. No. 7*. 1959.
14. John R. Saunders: *The world of Natural History as revealed in the American Museum of Natural History*. Sheridan House, New York 1952.
15. W. Simon en H. Bartenstein: *Leitfossilien der Mikropaläontologie. Ein Abriss herausgegeben von einem Arbeitskreis deutscher Mikrolaläontologen. Gebr. Borntraeger. Berlin 1962*.