

Nannofossielen in het Mioceen van Antwerpen

door drs. Thierry Backeljau

Laboratorium voor Algemene Dierkunde
Rijksuniversitair Centrum Antwerpen

Inleiding

Het is algemeen bekend dat de ondergrond in de streek rond Antwerpen rijk is aan fossilhoudende mariene afzettingen uit het Mioceen en Pliocene. In tegenstelling echter tot het Pliocene, dat regelmatig ontsloten wordt als gevolg van grote havenwerken ten noorden van de stad, is het tamelijk moeilijk om geschikte ontsluitingen te vinden van het Mioceen. Dit dagzoomt nl. vooral ten zuiden van de stad en in het stadscentrum zelf. De laatste grote Miocene ontsluitingen dateren dan ook van de aanleg van de "Kleine Ring" (E3-E10) rond Antwerpen, nu toch al meer dan 10 jaar geleden.

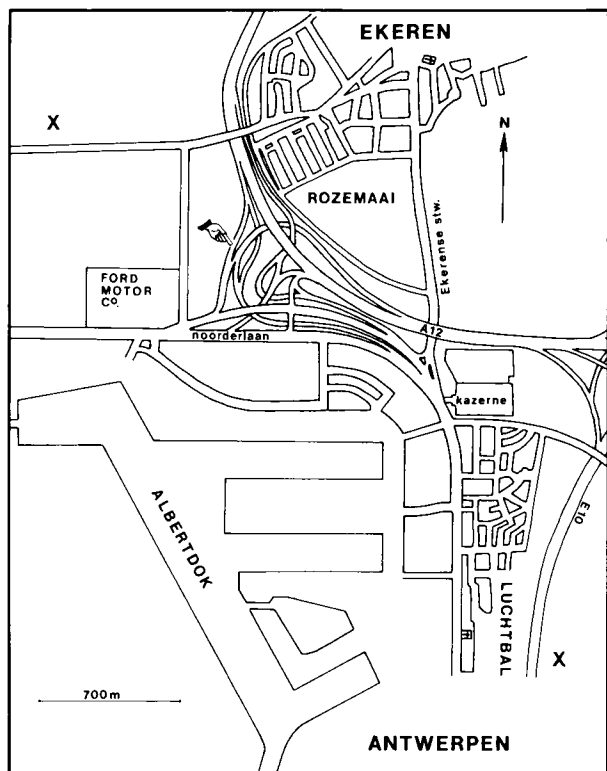
De laatste jaren echter krijgt men weer regelmatig de kans om het Antwerpse Mioceen te bemonsteren dankzij de aanleg van de pre-metro in het stadscentrum. Bij het uitgraven van de ondergrondse kokers worden nl. grote hoeveelheden Miocene zanden aan de oppervlakte gebracht en naar de rand van de stad gevoerd. Daar worden ze gebruikt als ophogingsmateriaal bij de aanleg van bruggen en wegen. Dergelijke storthopen bieden dikwijls een unieke gelegenheid om op een relatief eenvoudige wijze een representatieve verzameling fossielen uit het Mioceen

aan te leggen. Natuurlijk moet men er wel rekening mee houden dat men te doen heeft met geremanieerd materiaal, zodat bijmenging van fossielen uit andere strata kan zijn opgetreden.

De rijkdom aan fossielen in het Antwerpse Mioceen (in ons geval voornamelijk de Zanden van Antwerpen) kwam duidelijk tot uiting tijdens de bemonstering van een storthoop ter hoogte van de wijk Rozemaai, nabij de grens tussen Antwerpen en de fusiegemeente Ekeren. Daar werd in de loop van 1980 een verkeerswisselaar aangelegd tussen de Noorderlaan en de A12 (afb. 1). Op deze plaats vonden we niet alleen meer dan 100 soorten Mollusca, maar ook nog talrijke koralen (afb. 2), Bryozoa, resten van stekelhuidigen, haaietanden en otolieten. Een onderzoek met de binoculaire loop toonde bovendien aan dat het zand bijzonder rijk was aan Foraminifera (afb. 3) en Ostracoda (afb. 4).

De overvloedige aanwezigheid van deze microfossielen, evenals het voorkomen van duizenden minuscule Pteropoda (zeer kleine, planktonische Gastropoda, zie afb. 5), is een goede indicatie voor de mogelijke aanwezigheid van nog kleinere fossielen die men in het algemeen groepeerd onder de naam "nannofossielen". Daarom onderzochten we onze monsters ook nog eens met de microscoop en we vonden inderdaad de verwachte nannofossielen. Omdat nu deze groep fossielen door de meeste verzamelaars om begrijpelijke redenen over het hoofd wordt gezien, leek het ons goed er in dit artikel wat meer over te vertellen.

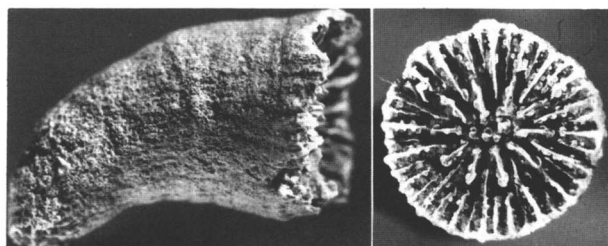
Afb. 1. Situering van enkele vindplaatsen van nannofossielen in het Antwerpse Mioceen.

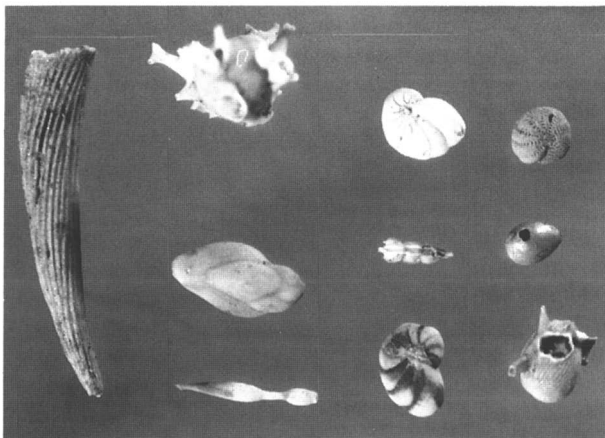


Wat zijn nannofossielen?

Nannofossielen variëren in grootte tussen 0,25 en 20 μm (1 μm = 0,001 mm). Dit wil dan ook zeggen, dat men ze alleen kan observeren onder de microscoop bij sterke vergrotingen. Ze kunnen van uiteenlopende origine zijn, maar meestal bedoelt men er de kalkplaatjes mee, die gevormd worden door eencellige Flagellaten, die men Coccolithophyceae noemt. Dit zijn fotosynthetische alges, die gekenmerkt worden door het bezit van drie zweepharen, waarvan er een, de zgn. haptonema, duidelijk langer is dan de twee andere.

Afb. 2. *Caryophyllia granulata*, een solitaire koraal uit de Zanden van Antwerpen. Doorsnee kelk: 1 cm; lengte: 2 cm.





Afb. 3. Enkele van de grotere Foraminifera uit de Zanden van Antwerpen. Afmeting van de ronde exemplaren ± 1 mm.



Afb. 4. Enkele van de grotere Ostracoda uit de Zanden van Antwerpen. Afm. ± 1 mm.



Afb. 5. Twee soorten Pteropoda uit de Zanden van Antwerpen, te weten van het genus *Limacina*. Afm. 1 mm.

De meeste Coccolithophyceae zijn mariene organismen (uit brak en zoet water zijn slechts enkele soorten bekend), die een belangrijk onderdeel vormen van het recente plankton. Ze prefereren de open oceaan en hoewel ze zowat in alle zeeën ter wereld voorkomen, worden ze toch het talrijkst aangetroffen in tropische streken. De watertemperatuur is daarbij bepalend voor de soortenassociaties. Dit is uiteraard een interessant gegeven voor de paleontoloog, die zich op basis van fossiele soortengemeenschappen een idee kan vormen van de watertemperatuur waarbij een bepaalde afzetting werd gesedimenteerd.

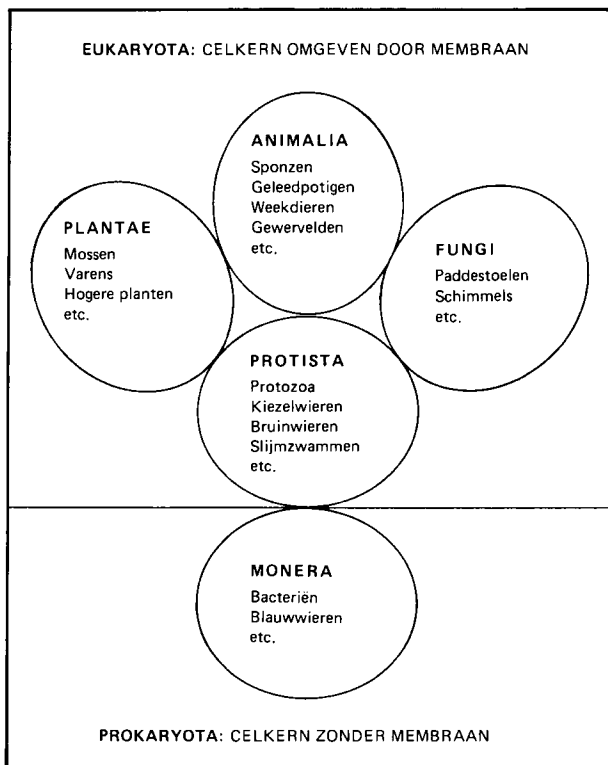
De verticale distributie van de Coccolithophyceae in de zee hangt af van de penetratie van het zonlicht, dat noodzakelijk is voor de fotosynthese. Daarom vindt men deze alges alleen in de eufotische zone, d.w.z. in oppervlaktewateren tussen 0 en maximaal 200 m diepte.

Op dit ogenblik kent men ruim 400 recente soorten Coccolithophyceae, die vooral op basis van hun kalkplaatjes worden onderscheiden. De systematiek van deze organismen is overigens nog zeer controversieel. Men is het er eigenlijk alleen maar over eens dat ze moeten worden beschouwd als een groep binnen de zgn. goudwieren of Chrysophyta (wegens de aanwezigheid van bepaalde goud-gele pigmenten), die op hun beurt tot de Protista worden gerekend. Het is de lezer misschien bekend dat de levende natuur vandaag niet meer wordt opgesplitst in twee rijken, de planten en de dieren, maar wel in vijf rijken. De Protista vormen één daarvan (afb. 6), maar het is hier niet de plaats om daar verder op in te gaan.

De fossiele kalkplaatjes van de Coccolithophyceae werden voor het eerst opgemerkt door de Duitser Ehrenberg in 1836. Tweeëntwintig jaar later ontdekte Huxley, dat die plaatjes ook aanwezig waren in recente oceanische sedimenten en hij gaf ze de naam coccolieten (zie ook verder). De auteurs uit de vorige eeuw meenden echter dat ze te maken hadden met anorganische kristalstructuurtjes. Het was pas in 1902 dat Lohmann vaststelde, dat de plaatjes in werkelijkheid afkomstig waren van bepaalde eencelligen. Sindsdien is onze kennis van de Coccolithophyceae enorm toegenomen door de ontwikkeling van verschillende microscopische technieken zoals de transmissie- en scanning electronenmicroscop.

Omdat de paleontoloog alleen de kalkplaatjes van de Coccolithophyceae kan bestuderen is het nuttig daarover iets meer te vertellen. De plaatjes worden naar hun vorm gegroepeerd. Zo spreekt men van coccolieten (wielvormige plaatjes), rhabdoliëten (cirkelvormige plaatjes met loodrecht daarop een lang staafje), asteroliëten (stervormige plaatjes), enz. Ze worden onder invloed van zonlicht gevormd in speciale vesikels in het cytoplasma van de Flagellaat. Daarbij kunnen ze als losse partikels in het cellichaam blijven zitten, maar ze kunnen ook aaneengekit worden tot een rigide schaal rond de cel. In het laatste geval spreekt men van een coccosfeer (afb. 7 en 8).

Wanneer een cel sterft zullen de plaatjes loskomen en bezinken. Dit gebeurt met een snelheid van ongeveer 15 cm per dag. Omdat het echter kalkstructuurtjes zijn (calciet en/of aragoniet), zullen ze met toenemende diepte meer en meer de neiging hebben op te lossen. Dit is het gevolg van de verhoogde hydrostatische druk, het hogere CO₂-gehalte, de lagere temperatuur, enz. Daarom moet men natuurlijk voorzichtig zijn bij het interpreteren van coccolietenassociaties in diepzeesedimenten (1000 m of meer), want die soortengemeenschappen zullen in vele gevallen niet meer representatief zijn voor de oorspronkelijke nannoflora. Bepaalde typen Coccolithophyceae zullen nl. selectief meer opgelost worden dan andere als gevolg van de bovenstaande fysische factoren. Dit is hoofdzakelijk te wijten aan verschillen in de kristalstructuren; men denke bijv. aan het verschil tussen calciet en aragoniet.



Afb. 6. Het 5-rijken systeem waarin de levende natuur wordt opgesplitst. Bij elk rijk worden enkele voorbeelden gegeven.

Op grond van de kristalstructuur van de plaatjes onderscheidt men twee grote groepen binnen de Coccolithophyceae. Hoewel deze indeling op systematisch vlak al verschillende jaren niet meer wordt gebruikt, heeft ze toch nog een grote praktische waarde.

Bij de eerste groep, de Heliolithae, bestaan de plaatjes uit een ring van langwerpige, radiaalstralig geplaatste kristalletjes, waarvan de optische assen gericht zijn volgens de straal van de ring. Onder de polarisatiemicroscoop, tussen gekruiste nicols, vertonen deze plaatjes een zwart kruis. Deze polarisatiefiguur komt o.m. bij de, wielvormige, coccolieten voor. Bij de tweede groep echter, de Ortholithae, gedragen de plaatjes zich optisch als enkelvoudige kristallen, waarbij de optische as loodrecht staat op het basisvlak van het plaatje, zodat dit tussen gekruiste polarisatiefilters volledig uitdooft. In deze groep plaatst men o.a. de genera *Braarudosphaera* en *Discoaster* (afb. 8 en 9).

De oudste met zekerheid gedetermineerde fossiele coccolieten stammen uit het Boven-Trias. Gedurende de daaropvolgende perioden (Jura en Krijt) trad een grote diversificatie van soorten op. Deze was wellicht het gevolg van een reeks mariene transgressies, die samengingen met het opengaan van de Atlantische Oceaan. Dit resulteerde aan het einde van het Krijt in een recordaantal soorten van om en bij de 500. Die explosieve diversificatie is echter ook in belangrijke mate verantwoordelijk geweest voor de enorme kalkafzettingen die zo kenmerkend zijn voor het Krijt. Aan het einde van deze periode stierven vele genera en soorten uit. In de loop van het Tertiair wisselde het soortenaantal sterk van tijdperk tot tijdperk. Opeenvolgende transgressies en regressies kunnen hiervoor verantwoordelijk zijn geweest, hoewel ook de afwisseling tussen koelere en warmere klimatologische omstandigheden een zekere invloed heeft gehad.

De studie van nannofossielen is de laatste 20 jaar sterk toegenomen. Het blijkt namelijk dat vooral coccolieten en *Discoaster*-soorten bijzonder geschikt zijn om een biostratigrafische indeling op te maken van het Meso- en Kenozoïcum (vondsten uit het Paleozoïcum zijn voornamelijk zeer twijfelachtig). Men heeft dan ook op basis van nannofossielen een internationale standaardbiostratigrafie opgesteld, welke wordt gebruikt om andere stratigrafisch belangrijke fossielen te correleren, zoals bijv. Foraminifera, Radiolaria en Ostracoda. Coccolieten kunnen ook zeer interessante informatie opleveren over wijzigingen die zich in de loop der tijden hebben voorgedaan in de sedimentatiesnelheden van bepaalde afzettingen. Tenslotte vormen nannofossielen ook nog een belangrijke bron voor paleoklimatologische gegevens (zie hoger). Dit alles verklaart dan ook waarom de laatste jaren zoveel aandacht wordt besteed aan deze microscopische fossielen.

Nannofossielen uit de Zanden van Antwerpen

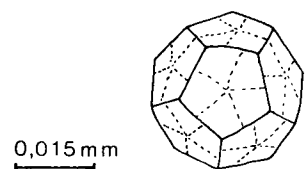
In de door ons onderzochte monsters van de storthopen nabij de wijk Rozemaai (afb. 1) vonden we de kalkplaatjes van drie soorten Coccolithophyceae. We bespreken ze hier kort:

Discoaster deflandrei (afb. 9). Het plaatje van deze soort is een typisch voorbeeld van een asteroliet, zo genoemd naar het stervormig patroon. Het bestaat uit een centrale zone waarop gewoonlijk zes brede, min of meer gevorkte staafjes staan ingeplant. Het geheel doet aldus enigszins denken aan een mini-zeester. De "armpjes" van de asteroliet hebben ongeveer de lengte van de straal van de centrale zone. De vorm van de plaatjes van deze soort is echter tamelijk variabel en men heeft dan ook meerdere ondersoorten en variëteiten beschreven. De totale diameter van een enkele asteroliet bedraagt gewoonlijk 10 tot 17 μm .

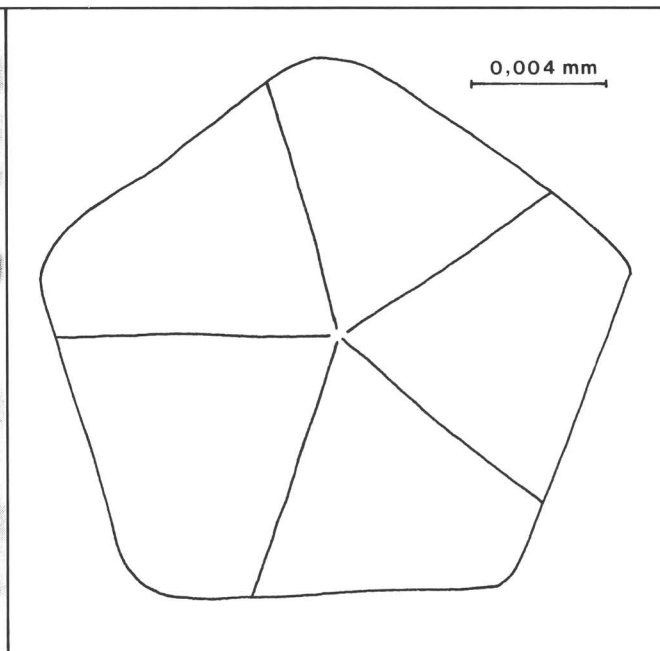
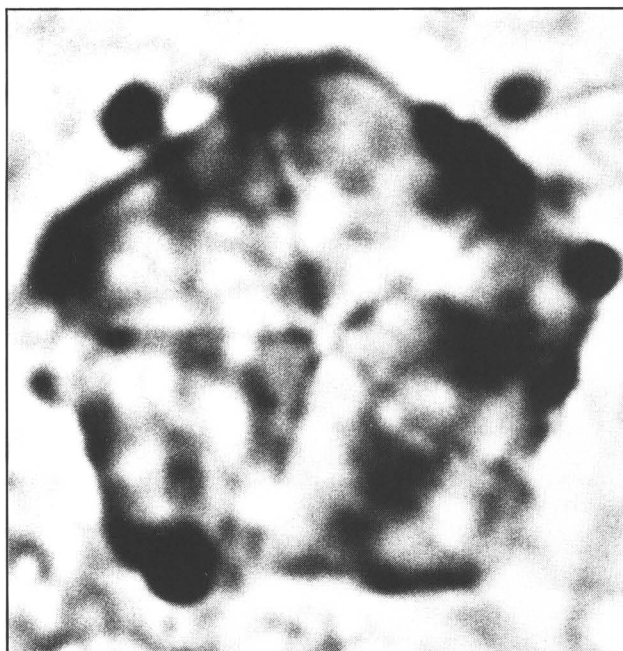
D. deflandrei is reeds bekend uit het Onder-Eoceen; de soort stierf uit in de loop van het Midden-Mioceen, terwijl ze haar hoogtepunt bereikte gedurende het Oligoceen.

Braarudosphaera bigelowi (afb. 7, 8). De plaatjes van deze soort worden pentaliëten genoemd wegens hun vijfhoekige vorm. 12 van dergelijke pentaliëten vormen rond de levende cel een coccosfeer in de vorm van een dodecahedron (fig. 7). Een geïsoleerde pentaliët bestaat zelf uit 5 kristaleenheden, waardoor hij het uitzicht krijgt van een "taartje". We merken hier op dat hoewel de pentaliët is opgebouwd uit verschillende kristaleenheden, hij zich in zijn geheel optisch toch voordoet als een enkelvoudig kristal. Vandaar dat *Braarudosphaera* gerekend wordt tot de Ortholithae. De diameter van een afzonderlijke pentaliët schommelt rond de 17 μm . Men kent deze soort reeds uit het Krijt; ze maakt echter nog altijd deel uit van de recente nanno-flora!

Coccolithus pelagicus (afb. 10, 11). Dit is een typische coccoliet, bestaande uit een ring van kristalletjes waarvan



Afb. 7. Schema van een coccosfeer van *Braarudosphaera bigelowi*.

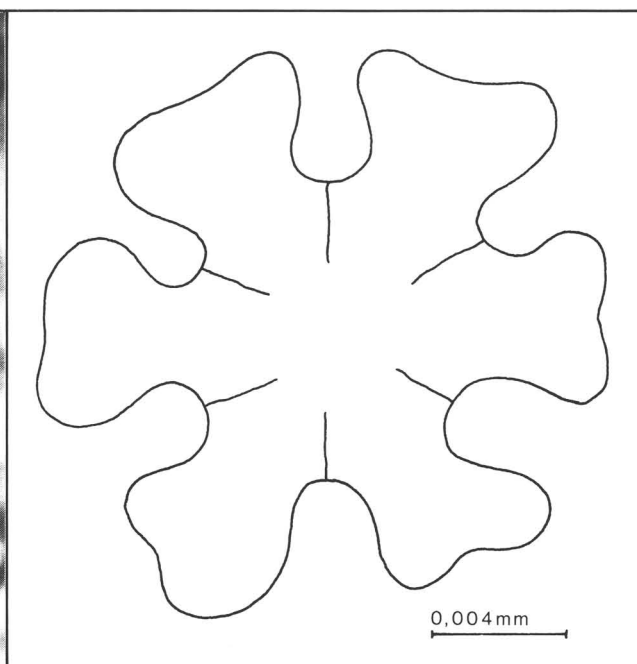
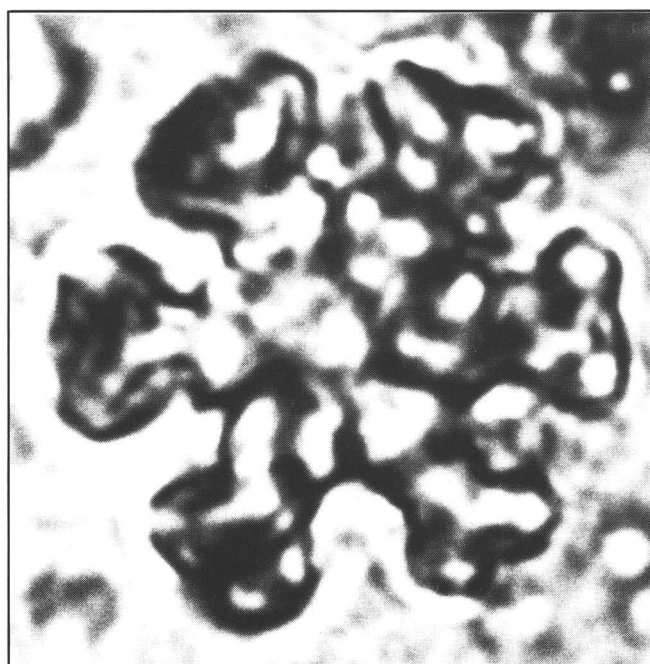


Afb. 8. Pentaliet van *Braarudosphaera bigelowi*, gefotografeerd onder de lichtmicroscop (Zanden van Antwerpen).

de optische as ligt volgens de straal van de cirkel die ze vormen. De soort behoort dan ook tot de Heliolithae. Net zoals bij *Discoaster deflandrei* is de vorm van de plaatjes hier vrij variabel. De diameter van de afzonderlijke coccoliet schommelt rond de 15 μm . Men kent de soort vanaf het Mioceen tot recent.

In onze monsters waren *Discoaster deflandrei* en *Braarudosphaera bigelowi* zeer zeldzaam; we konden van beide soorten slechts enkele plaatjes vinden. De coccolieten van

Afb. 9. Lichtmicroscopische opname van een asteroliet van *Discoaster deflandrei* (Zanden van Antwerpen).



Coccolithus pelagicus daarentegen waren overvloedig aanwezig. De laatste soort is dan ook de meest voorkomende in de Zanden van Antwerpen, die men situeert in het Midden-Mioceen (nanno-zone NN4 uit de internationale standaardbiostratigrafie). Het spreekt voor zich dat de drie genoemde soorten niet de enige nannofossielen zijn in het Antwerpse Mioceen. Andere soorten zullen zeker opduiken na een verder onderzoek van het materiaal.

Verzamelen, prepareren en determineren van nannofossielen

Hoewel een diepgaande studie van nannofossielen zeer gespecialiseerde technieken vereist zoals bijv. electronenmicroscopie, is het ook voor de amateur best mogelijk om nannofossielen te verzamelen en te observeren. Men moet dan echter wel beschikken over een degelijke lichtmicroscop. Het prepareren van het materiaal voor lichtmicro-

scopisch onderzoek is niet bepaald moeilijk. We geven daarom hier de werkwijze weer, die wij volgden bij het maken van onze preparaten. De foto's bij dit artikel werden trouwens gemaakt van exemplaren uit die preparaten.

Het verzamelen

In het algemeen heeft men de meeste kans om nannofossielen aan te treffen in fijnkorrelige, mariene afzettingen die rijk zijn aan microfossielen zoals Foraminifera, Ostracoda en Pteropoda. Dit is te wijten aan het feit dat deze organismen, net zoals de Coccolithophyceae, in mindere of meerdere mate een pelagisch bestaan leiden. De overvloedige aanwezigheid van die microfossielen in onze monsters was dan ook de hoofdreden waarom we naar nannofossielen in ons materiaal gingen zoeken. Ook in kleiafzettingen en vaste gesteenten kan men evenwel nannofossielen aantreffen.

Voor onze preparaten gebruikten we vooral het zand dat als matrix zat in de doubletten van *Glycymeris lunulata baldii* (afb. 12), een zeer algemene tweekleppige in de Zanden van Antwerpen. Het "afval" dat men overhoudt na het reinigen van fossiele schelpen kan dus een goede bron zijn voor nannofossielen.

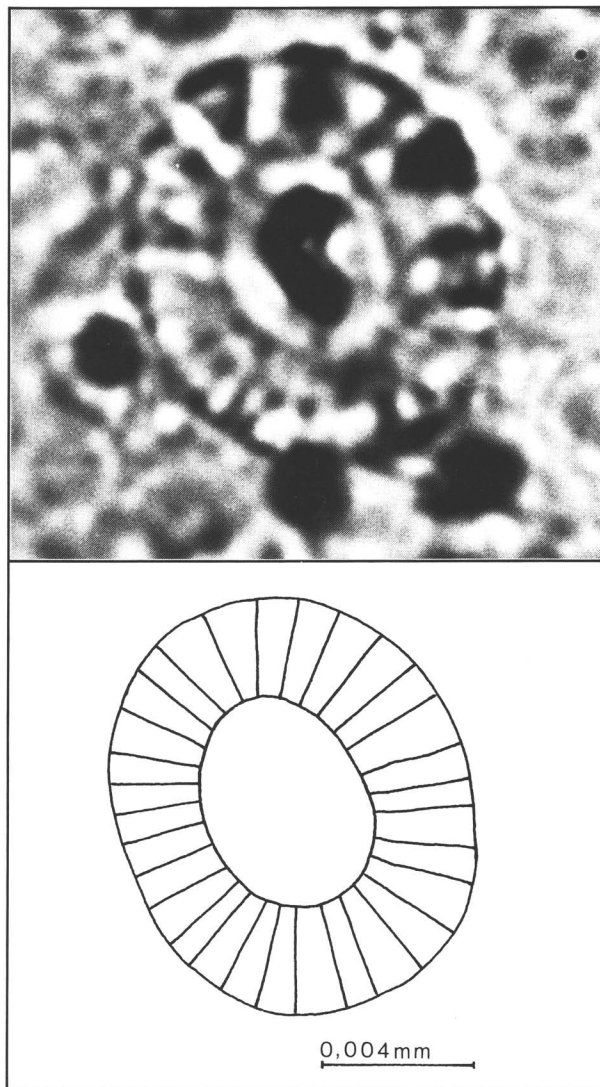
Natuurlijk moet men er bij verdere studies zorg voor dragen dat er bij het verzamelen van monsters geen contaminatie optreedt door materiaal uit andere strata. In dergelijke studies zal men dan ook geen geremaneerd materiaal gebruiken, zoals wij wel hebben gedaan. Voor een eerste kennismaking is dit evenwel geen bezwaar. Door de kleine afmetingen van nannofossielen en door de grote aantallen waarin ze voorkomen, is het niet nodig grote stalen te nemen. Normaal gezien heeft men ruimschoots genoeg aan een hoeveelheid van 10 tot 20 g.

Het prepareren

Voor het maken van een preparaat neemt men een kleine hoeveelheid van een monster (bijv. 1 g) en schudt deze krachtig in gedestilleerd water of zuivere alcohol, gedurende ongeveer een minuut. Men let er wel voor op dat men niet te veel of te weinig vloeistof gebruikt. Bij te veel vloeistof worden de nannofossielen te weinig geconcentreerd, terwijl bij te weinig vloeistof het preparaat te onzuiver wordt en aldus veel moeilijker te bestuderen is. Het beste is ervoor te zorgen dat de hoeveelheid toegevoegde vloeistof het monster afdekt met een laagje van ongeveer 5 mm.

Na het schudden laat men de ontstane suspensie bezinken. Meestal krijgt men dan na enige minuten een drielaag systeem, waarbij de grovere deeltjes (zandkorrels, schelpfragmentjes, enz.) op de bodem liggen; hierboven volgt dan een troebele suspensie van zeer fijn materiaal, die op haar beurt bovenaan wordt begrensd door een min of meer helder "supernatans". Nannofossielen moet men zoeken in de twee bovenste lagen. Daartoe zuigt men met een pipetje (of een druppelteller) elk van die lagen voorzichtig af en brengt men enkele vloeistofdruppels over op een draagglas. Tenslotte laat men de vloeistof op het draagglas indampen en het preparaat is dan in principe gebruiksklaar. Het is echter meestal wel handig wanneer men de gedroogde preparaten nog inbedt met bijv. canadabalsem, caedex of een ander insluitmiddel.

Het hoeft wellicht niet gezegd te worden dat de geschetste preparatiemethode uiterst ruw en onnauwkeurig is. Door haar eenvoud is ze evenwel bijzonder geschikt voor een eerste kennismaking met nannofossielen. Door paleontologen wordt ze gebruikt om snel na te gaan of een bepaald sediment al dan niet nannofossielen bevat. Voor verfijnde methoden verwijzen we naar de literatuur achteraan dit artikel.

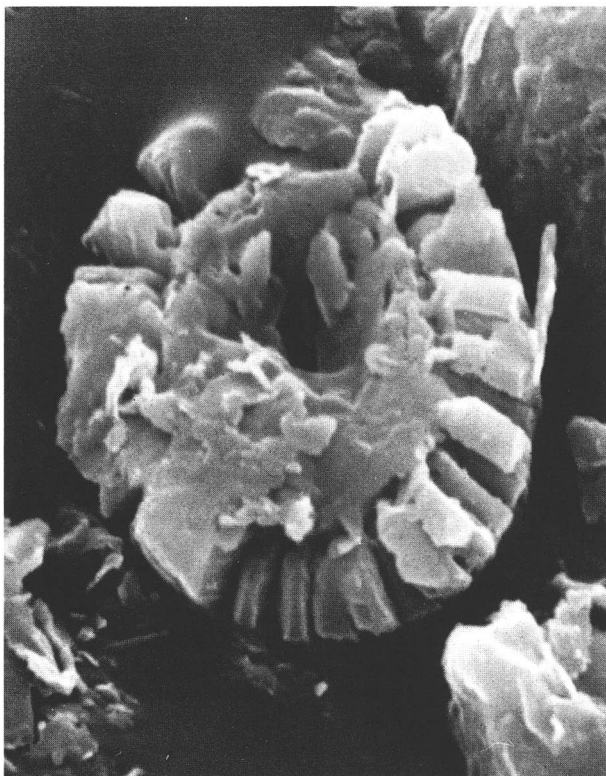


Afb. 10. Lichtmicroscopische opname van een coccoliet van *Coccolithus pelagicus* (Zanden van Antwerpen).

Het determineren

De preparaten moeten bestudeerd worden bij sterke vergroting. Met een vergroting van 400x kunnen nannofossielen reeds gezien en gecatalogiseerd worden, maar het best kan men ze observeren bij vergrotingen van 800x of meer. Het gebruik van immersieolie is daarbij zeker nodig. Een exacte determinatie is met de lichtmicroscopie dikwijls niet mogelijk, omdat de soortkenmerken in vele gevallen slechts kunnen worden waargenomen met de elektronenmicroscopie; in andere gevallen gebeurt de determinatie aan de hand van kristallografische eigenschappen en het spreekt voor zich dat ook deze niet kunnen worden vastgesteld met een gewone lichtmicroscopie. Dit belet echter niet dat we dikwijls toch zullen kunnen bepalen met welk type nannofossielen we te maken hebben.

Een aantal zeer typische soorten zal men trouwens ook onder de lichtmicroscopie goed kunnen herkennen; een voorbeeld hiervan is *Braarudosphaera bigelowi* (afb. 8). Ook verschillende *Discoaster*-soorten kan men tamelijk goed lichtmicroscopisch determineren. Daarbij zijn de vorm en de inplanting van de armen, evenals hun aantal, belangrijke kenmerken. Coccolieten daarentegen zal men meestal niet zonder meer op naam kunnen brengen.



Afb. 11. Een coccoliet van *Coccolithus pelagicus*, gezien onder een scanning-electronenmicroscoop met radiaal geschikte kristaleenheden.

Aanvullende lectuur

Gezien de enorme ontwikkeling die de studie van nannofossielen de laatste jaren heeft gekend, is het aantal publicaties hierover geweldig toegenomen. We geven hier dan ook slechts enkele titels, die volgens ons een goede inleiding vormen:

Bramlette, M.N. & W.R. Riedel, 1954. Stratigraphic value of Discoasters and some other microfossils related to recent Coccolithophores. *J. Palaeont.* 28(4):385-403.



Afb. 12. *Glycymeris lunulata baldii* (Zanden van Antwerpen).

Brasier, M.D., 1980. *Microfossils*, London, pp. 1-186.
 Hay, W.W., 1965. Calcareous nannofossils. In: *Handbook of Paleontological Techniques*. Ed. B. Kummel & D. Raup. San Francisco/London, pp. 3-7.
 Hay, W.W., 1977. Calcareous nannofossils. In: *Oceanic Micropaleontology*, Vol. 2. Ed. A.T.S. Ramsay. London/New York/London, pp. 1055-1200.
 Tan Sin Hok, 1927. Discoasteridae Incertae Sedis. *Proc. Sect. Sci. K. Ned. Akad. Wet.* 30:411-419.

De werken van Hay (1965, 1977) en Brasier (1980) geven uitvoerige beschrijvingen van allerhande verzamel- en preparatietechnieken. Hay (1977) geeft ook een vrijwel volledig overzicht van de bekende genera met hun stratigrafische distributie. In de publicaties van Brasier (1980), Tan Sin Hok (1927) en Bramlette & Riedel (1954) vindt men vooral algemene informatie over nannofossielen.

Dankwoord

Op deze plaats willen we nog de personen danken, die hebben geholpen bij dit artikel: Dr. E. Steurbaut (Rijksuniversiteit Gent) controleerde de determinaties, Dr. J. Geys (R.U.C. Antwerpen) maakte de foto's, Drs. M. Van Beeck (R.U.C. Antwerpen) leverde de scanning foto en M. Michiels (R.U.C. Antwerpen) hielp bij het maken van de lichtmicroscopische opnamen. Prof. Dr. W.N. Verheyen stelde de nodige faciliteiten ter beschikking.

De diatomeeënaarde-afzettingen bij Lüneburg (BRD)

door drs. E.G. van Diggelen

In Noord-Duitsland treft men ten zuidwesten van Lüneburg (Niedersachsen) een groot aantal voorkomens van diatomeeënaarde aan. Deze afzettingen zijn tijdens het Holsteinien en het Eemien, de laatste twee tussenijstijden, gevormd in tamelijk diepe zoetwatermeren. In dit artikel wordt nader ingegaan op diatomeeën en diatomeeënaafzettingen, waarbij speciale aandacht wordt besteed aan de diatomeeënaarde-voorkomens bij Lüneburg uit het Eemien (Pleistoceen).

Wat zijn diatomeeën?

Diatomeeën, in het Nederlands wel **kieselalgen** of **kieselwieren** genoemd, zijn microscopisch kleine, éencellige plantaardige organismen, die uitsluitend in water of in een vochtige omgeving leven.

Diatomeeën behoren tot het plantenrijk (in hoofdzaak tot het **fytoplankton**, de in het water zwevende plantaardige organismen) en bezitten dus chlorofyl. Ze assimileren dan