

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

Door E. Th. N. Spiker.

Hoe onze kennis groeide.

Alhoewel wonende in het oosten van ons land probeer ik toch altijd bij een bezoek aan het westen de tijd te vinden voor een wandeling langs het strand om weer eens geconfronteerd te worden met het eeuwige spel van opbouw en afbraak, van wording en vergaan, van leven en dood in de natuur.

Te allen tijde kunnen we bij onze strandwandelingen waarnemingen doen en zien wat er alzo aangespoeld is en altijd ligt er wel wat dat onze aandacht waard is. Zijn we echter meer uit op speciale vondsten, dan verdient het de voorkeur om ons speuren uit te stellen tot we een maximum van aanspoelsel kunnen verwachten, dus na een storm uit westelijke richtingen. Dan is de oogst meestal groot. Maar ook bij aflandige oostelijke wind kunnen we flink wat vinden, want door deze wind wordt een onderstroom veroorzaakt, die veel loswoelt en meevoert naar het strand.

Over de invloed van golfslag en stromingen kunnen we allerlei te zien krijgen, maar dan vooral bij laagwater, wanneer de zee zich zover mogelijk teruggetrokken heeft en grote gedeelten van het strand voor observatie toegankelijk zijn. In nog sterkere mate geldt dit voor het schorren en slikkengebied van Zeeland en de Zuid Hollandse eilanden en voor het wadden en kweldergebied van de Noordzee eilanden en van de Friese en Groningse kust en zich uitstrekkende langs de Duitse kust tot en met de Noordfriese wadeneilanden bij Zuid Denemarken.

Als we onze wandelingen herhalen en met de volgende eb weer bij dezelfde plaatsen waar we de eerste keer waren, aanwezig zijn, dan lijkt het zo op het eerste gezicht of er niets veranderd is. Maar toch is er in dit korte tijdsverloop allerlei veranderd en we zullen het strand of het wad bij ons tweede bezoek nooit meer zo aantreffen als bij de vorige keer. Hier heeft de stroom flink wat materiaal meegenomen of een geul wat dieper gemaakt en op een andere plaats is meer materiaal gedeponeed dan er eerst was. Soms is er grofkorrelig materiaal weggevoerd en is er later fijner sediment weer afgezet of is het omgekeerde het geval. Waar we gisteren nog veel schelpen en schelpengruis zagen is na de volgende vloed het beeld veranderd en is deze laag weer toegedekt met zand en vinden we verderop weer schelpenaanspoelsel waar gisteren weinig was. Altijd is er verandering en nooit vinden we de situatie precies hetzelfde terug als bij onze vorige wandeling, veranderingen die zich voltrekken in uren, dagen, maanden en jaren.

Evenals thans hebben in de loop van de aardgeschiedenis dezelfde krachten gewerkt, die deze en andere veranderingen veroorzaakten. Van dit actualiteitsbeginsel of actualisme waren al bepaalde verschijnselen naar voren gebracht en ingevoerd voordat Lyell's Principles of Geology verscheen (Vol. 1 in 1813). Maar met de publicatie van Lyell's boek werd het actualisme tot theorie verheven. Met de thans voorkomende krachten konden de geologische verschijnselen verklaard worden zonder dat men zijn toevlucht moest nemen tot de vele aardrevoluties en herhaalde schepping en vernietiging van Floras en Faunas zoals Cuvier dit met zijn cataclysmen of catastrofentheorie had aangenomen. De krachten die gedurende de lange aardgeschiedenis hebben geheerst zijn niet anders dan die welke ook thans nog hun invloed doen gelden. Vroeger waren

er geen andere krachten dan tegenwoordig. Ze zijn in alle tijden dezelfde geweest. Alleen waren ze in verschillende perioden gra-
dueel sterker of zwakker.

Het werd wel duidelijk dat de processen een uiterst langzaam
verloop hadden. Met deze studie van de nu heersende krachten en
met de talenten van een detective de dokumenten ontcijferen uit
de palaeontologie en uit het geologisch verleden.

Toen Charles Darwin als jong natuuronderzoeker op 27 december
1831 zijn reis begon met de Beagle, een reis die tot 2 oktober
1836 zou duren, had hij een exemplaar van Lyell's Principles of
Geology in zijn boekenverzameling.

Veel studie van problemen van de hedendaagse waddensedimentatie
in de Duitse Bocht, en over het nauwverwante onderwerp van inbed-
ding van en veranderingen aan organische resten heeft het Insti-
tuut "Senckenberg am Meer" te Wilhelmshafen gemaakt onder leiding
van Prof. E. Richter. Deze artikelen zijn verschenen in het tijd-
schrift "Senckenbergiana". De termen "meeresgeologie", "aktuo-
geologie", "meerespäläontologie" en "aktuopaläontologie" waarmee
in Duitsland deze wetenschappen aangeduid worden hebben echter
weinig ingang gevonden. Richter verstaat onder "aktuopaläontolo-
gie" de palaeontologie van het recente. Het is echter moeilijk
een studietak die zich bezig houdt met recente levensvormen als
"Palaeontologie" te bestempelen, dat als studie-object fossiele
organismen heeft.

Toch sluit deze "aktuopaläontologie" zeer nauw aan bij de stu-
die over fossilisatie en heeft dan ook waardevolle bijdragen ge-
leverd voor een beter begrip van de moeilijke problemen van het
fossil worden van organismen.

Bij onze strandwandelingen kunnen we ons bezig houden met de
vraag welke afzettingen er aan onze kusten gevormd zijn en heden
nog gevormd worden en direkt daarbij aansluitend de vraag hoe of
het gesteld is met de flora en fauna die daarin voorkomen en na
afsterven ingebed worden, want tussen deze flora en fauna en de
aard van deze afzettingen bestaat een bepaalde relatie. In het
algemeen zal in een zandig milieu de flora en fauna anders zijn
dan in een kleifg of in een kalkig milieu.

Vlak aan het strand in de zg. litorale of strandafzettingen
vinden we andere dieren dan in meer diepere zeeafzettingen.

Verder is een belangrijke factor het zoutgehalte van het zee-
water. In brakwatergebieden, waar de invloed van zoetwater zich
doet gelden zijn aanmerkelijke verschillen waar te nemen.

Het zijn al deze verschillen die van zo groot belang zijn voor
het ontstaan van een gesteente, verschillen die afhankelijk zijn
van de plaats en de wijze van vorming. Al deze verschillen kunnen
we samenvatten onder de naam facieele verschillen. Dit is het be-
grip "facies". Het woord is afkomstig van het latijn en betekent
zoveel als: gezicht, aangezicht of voorkomen, of met andere woor-
den: hoe ziet het gesteente er in zijn geheel uit, onder welke
omstandigheden is het gevormd. Samenvattend kunnen we dan zeggen
dat we te maken hebben met:

- a) de samenstellende delen die het gesteente vormen.
 - b) de organische resten van planten en dieren van het gesteente
- Facies wordt dan ook wel omschreven als de som van lithologische
en palaeontologische eigenschappen van een afzetting.

Zo kunnen we spreken van een zandige facies, een kleifige fa-
cies of een kalkige facies als het betreft de samenstellende de-
len van het gesteente. De organische resten, de fossielen geven
weer waardevolle aanwijzingen over de omstandigheden waaronder
het gesteente is ontstaan. Vinden we zeedieren in het gesteente
dan spreken we van marine facies, de varens van de steenkoollagen
wijzen op een moerasafzetting, enz. Een marine facies kan weer een

grote variatie vertonen en laat door de aard van de fossielinhoud zich gemakkelijk onderscheiden in de litorale of strandafzetting, ondiepe neritische zeeafzetting of diepere bathyale en abyssale zeeafzettingen.

Bij alle afzettingen speelt het klimaat een grote rol. Een strandafzetting in Nederland bevat andere schelpen dan een strandafzetting in de tropen. In de tropen kan in een strandafzetting vaak veel koraal aanwezig zijn.

Zo kan men dus van sedimenten die in het heden onder allerlei omstandigheden gevormd zijn onderzoeken wat de samenstellende minerale bestanddelen zijn; de lithologische kenmerken, en wat voor organische resten ze bevatten.

Vele oceanografische expedities hebben bodemonsters van allerlei zeediepten genomen. Van de oudere onderzoeken noemen we bv. die van de Engelse "Challenger" onder leiding van Wyville Thomson. Gedurende de reis van de "Challenger" die 3½ jaar duurde en in 1876 eindigde werd men zich bewust van het nauwe verband dat er bestaat tussen de organismen der zee en hun milieu.

De Duitse "Valdivia" expeditie (1898-1899) onder leiding van prof. Carl Chun was vooral actief in de Atlantische en Indische Oceaan en in het Antarctische gebied.

De Nederlandse Sibogaexpeditie (1899-1900) onderzocht onder leiding van Max Weber vooral de zeeën van het oostelijk deel van Indonesië. Van latere datum zijn de tochten van de "Michael Sars" in de noord Atlantische Oceaan in 1910 en de Duitse Meteor expeditie die in 1925-1926 de zuidelijke Atlantische Oceaan onderzocht. In 1929-1930 deed de Nederlandse Willebrord Snellius expeditie weer onderzoeken in het oostelijke deel van de Indonesische Archipel. Als laatste noemen we de Zweedse Albatrosexpeditie die onder leiding van Prof. H. Pettersson gedurende de jaren 1947-1948 belangrijke onderzoeken deed.

Door deze expedities entalrijke andere is onze kennis omtrent de marine biologie gestadig gegroeid. Het wetenschappelijke uitwerken van de verzamelde gegevens duurde veelal tientallen jaren.

Van de onzerzoekingen in het waddengebied noemden we reeds die van het Instituut "Senckenberg am Meer". Recente publicaties over het Nederlandse Waddengebied zijn van L.M.J.U. van Straaten.

Uit het Caraïbische gebied, de Golf van Mexico en langs de kusten van de Verenigde Staten hebben we vele uitstekende verhandelingen van Amerikanen. Het deltagebied van de Mississippi en vele ondiepe baaien vormden een dankbaar studieobject voor het verband van fauna, flora en sediment. We willen hier vooral noemen F.B. Phleger en Fr.L. Parker van het Scripps Institution of Oceanography te La Jolla, Californië, die zich vooral bezig hielden met het onderzoek van Foraminiferen. Een zeer dicht net van bodemonsters werd gelegd en zowel kwalitatief als kwantitatief onderzocht. Hierdoor verkreeg men meer inzicht over de samenhang tussen de fauna en de verschillende milieufactoren als de diepte waarop de afzettingen gevormd zijn, het zoutgehalte van het water en de samenstelling van de bodem.

De laatste jaren komt ook de camera te hulp bij de studie van de zeebodem. Deze bijzondere camera is een constructie van Dr. A.S. Laughton van het National Institute of Oceanography in Engeland. Op deze diepzeefoto's zijn al verschillende belangrijke beelden van de zeebodem vastgelegd.

Faciesgebieden langs de Nederlandse kusten.

We kunnen nu eens nagaan hoe we de verschillende faciesbegrippen kunnen toepassen op de afzettingen die we vinden langs de Nederlandse kusten. Wat betreft de lithologische samenstelling van de afzettingen langs de Nederlandse kust kunnen we in grote trekken

twee faciéstypen onderscheiden. Onze kust is een duidelijk voorbeeld van een kust van zanden en slikken.

- 1). Zandige facies: deze vinden we langs de langzaam glooiende zandige strandvlakten van de noordwestkust van Zeeuws Vlaanderen, langs de Noordzeestranden van de Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden, langs de kust van Noord en Zuid Holland en verder langs de Noordzeestranden van de waddeneilanden.
- 2). Wadden en slikkenfacies: gedeeltelijk fijnzandig, ten dele kleifig of gemengd. Dit type vinden we bij de vele schorren en slikken van de Zeeuwse en Zuidhollandse eilanden en verder bij de grote wadden en kweldergebieden tussen de waddeneilanden en de kust van Friesland en Groningen. Dit type zet zich voort langs de Duitse Bocht tot aan de zuidkust van West Jutland.

Op grond van de fauna heeft van Deinse de Nederlandse kust ingedeeld in drie fauna gebieden, vroeger vier nl. als vierde fauna-gebied de kusten en het gebied van de vroegere Zuiderzee, een typisch brakwatergebied, dat thans als afgesloten zoetwatergebied het IJsselmeer is. De drie gebieden zijn:

- 1). Het gebied van Zeeuws Vlaanderen en de Zuidhollandse eilanden.
- 2). De Noord en Zuidhollandse kust tussen Hoek van Holland en Den Helder.
- 3). De waddegebieden en de Friese en Groningse kust.

De gebieden 1 en 3 hebben grote overeenkomst in fauna die voornamelijk berust op de overeenkomst in bodemgesteldheid; slikken, schorren, wadden, kwelders en die talrijke slikbewoners hebben.

Tussen de wieren waarmee de schorren, slikken en wadden begroeid zijn leven vele soorten organismen die men langs de zandige kust van Noord en Zuidholland of in het geheel niet of sporadisch aantreft. We zullen hier niet verder ingaan op de verschillende soorten van waddensedimenten en hoe ze gevormd en omgewerkt worden door de steeds terugkerende getijstroom van eb en vloed. Wie hier meer over wil weten kunnen we verwijzen naar het Waddensymposium (lit. 1) en het "Waddenboek" (lit. 2).

Over de vele veranderingen die het waddegebied in de loop der eeuwen heeft ondergaan schreef Ir. T. Edelman: De historische veranderingen in de natuurlijke gesteldheid van het Nederlandse waddegebied (Lit. 4) Van het waddensymposium gehouden in Den Helder in oktober 1965 zijn de artikelen nog niet in druk verschenen.

Een flora en fauna associatie die aan onze kust aangetroffen wordt, maar van nature daar eigenlijk niet toe gerekend kan worden is de associatie die we aantreffen op onze kunstmatige of "imitatie" rotskust. De bazaltblokken van onze zeeweringen, dijken, golfbrekers en havenhoofden vormen een prachtige imitatie rotskust, waarop talrijke wieren en rotskustbewoners als mossels, alikruiken, schaalhorens, purperslakken en zeepokken een bijna natuurlijk levensmilieu gevonden hebben. Al deze soorten vinden we ook langs de rotsige gedeelten van de Franse en Engelse kusten, maar het aantalsoorten is daar groter dan langs onze kunstmatige rotskust. De overeenkomst is zelfs zo groot dat de zonering van de verschillende alikruiken en wiersoorten, voorkomend in de getijzone tussen de hoog en laagwaterlijn langs de Franse en Engelse kusten grotendeels dezelfde is. Sommige van deze soorten komen aan onze kunstmatige rotskust minder veelvuldig en soms zeldzaam voor. De verschillen in het geheel zijn dus meer van graduele aard.

Alhoewel de Noordzeefauna van de Nederlandse kusten rijk genoemd kan worden aan verschillende soorten is het aantal soorten toch veel geringer dan die gevonden worden aan de Engelse en Franse kusten. Langs de Engelse kusten komen 598 verschillende soorten Mollusken voor. Langs de Nederlandse kusten is dit aantal ongeveer 160, een verhouding van ongeveer 4 op 1. Meer naar het noorden langs de kusten van Denemarken, Zweden en Noorwegen neemt het aantal soorten weer toe.

Over deze rijke fauna die we langs onze kusten op stranden en wadden kunnen aantreffen zullen we hier geen details geven.

De grote vormen, de macrovormen, die we met het blote oog of met een gewone loupe kunnen waarnemen zijn al uitvoerig in wetenschappelijke verhandelingen besproken en verder zijn van al deze soorten afbeeldingen en beschrijvingen te vinden in de vele strandgidsjes, schelpenboekjes "wat vind ik langs het strand" etc. zodat een opsomming hier slechts een herhaling zou worden.

In de recente afzettingen van de Nederlandse kusten komen de vertegenwoordigers van de microfauna niet veelvuldig voor, maar in de oudere aardlagen van de Nederlandse ondergrond komen verschillende groepen rijkelijk voor en zijn van belang gebleken voor de onderverdeling van de dikke sedimentpakketten.

Wat de belangrijkheid betreft van de verschillende micro-organismen voor de ouderdomsbepaling van de aardlagen is de rangschikking ongeveer als volgt:

- a. Foraminiferen, b. Pollen en sporen, c. Ostracoden, d. Bryozoen, e. Conodonten, f. Diatomeën en g. Radiolariën.
- a. De Foraminiferen zijn eencellige diertjes behorende tot de Protozoa.
- b. Pollen en sporen; de laatste tijd treedt sterk op de voorgrond de studie van de fossiele pollen (stuifmeelkorrels van bloemplanten) en de sporen o.a. van mossen en varens. Deze studie heet palynologie.
- c. Ostracoden; kleine kreeftachtige diertjes waarvan het lichaam omgeven is door een tweekleppige schaal van uiteenlopende vorm.
- d. Bryozoa; of mosdier, poliepachtige diertjes, kolonievormend.
- e. Conodonten; zijn kleine tandvormige fossielen, waarvan het nog onzeker is van welke diergroep ze afkomstig zijn.
- f. Diatomeën; kiezelwieren. De zeer kleine schaaltes bestaan uit kiezelzuur.
- g. Radiolariën; of straaldiertjes, een zeer vormenrijke groep met huisjes van kiezelzuur.

FORAMINIFEREN.

1) Rangschikking in het systeem:

De Foraminiferen zijn een buitengewoon vormenrijke groep van micro-organismen, waarvan het merendeel in zee voorkomen. Slechts weinige soorten leven in brakwater en in zoet water. Het zijn eencellige diertjes behorende tot de klasse der Rhizopoda of Wortelpotigen die deel uitmaken van de grote hoofdafdeling der Protozoa of Oerdieren (protos = eerste, zoön = dier). De grootte der Foraminiferen varieert van 0,01 tot 100 mm., met een gemiddelde grootte van 0,1-1 mm.

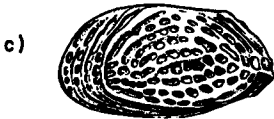
Letterlijk vertaald betekend Foraminifera: gaatjesdrager, naar de talrijke gaatjes of poriën die in de meeste schaaltes voorkomen. Ze bestaan uit een klompje protoplasma omgeven door een schaalte. Vroeger dacht men dat de Foraminiferen in het natuurlijke systeem ondergebracht moesten worden bij de Weekdieren en men beschouwde ze als kleine Mollusca.



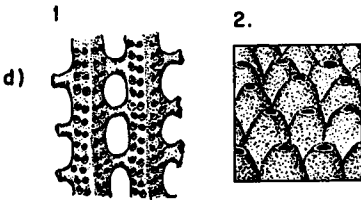
Foraminifeer *Elphidium inflatum* (Reuss)
naar Leitfossilien der Mikro-
palaontologie



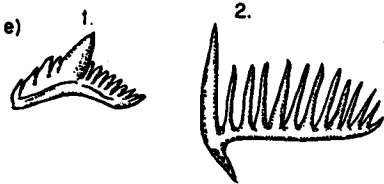
Pollen Stufmeelkorrel van de den
naar J. Jones : Introduction to micro-
fossils 1956



Ostracoden *Leguminocythereis striatopunctata*
(Roemer)
naar Leitfossilien der Mikro-
palaontologie



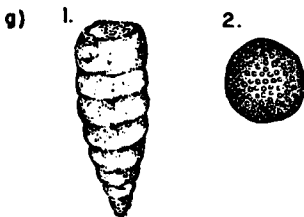
Bryozoa 1. *Fenestrellina sancti-ludovici* Prout
2. *Micropora coriacea* Esper, opper-
vlak van zoarium
naar J. Jones : Introduction to micro-
fossils 1956



Conodonten 1. *Nothognathella*
2. *Ligonodina*
naar J. Jones : Introduction to micro-
fossils 1956



Diatomeën *Coscinodiscus* sp.



Radiolaria 1. *Dictyomitra* sp.
2. *Cenosphaera* ? sp.

d'Orbigny en anderen plaatsten ze dan ook als "Cephalopoda foraminifera" tegenover de gewone en grote "Cephalopoda siphonifera." Pas in 1835 ontdekte Dujardin dat de Foraminiferen met hun ongedifferentieerd protoplasma tot de Protozoa behoorden en door hun wortelvormige schijnvoetjes of pseudopodia werden ze geplaatst bij de Rhizopoda of Wortelpotigen.

In 1731 beschreef Beccarius de eerste fossiele Foraminiferen uit het Pliocéen van Bologna. Van het strand van Rimini aan de Adriatische kust werden de eerste recente Foraminiferen vermeld door Janus Plancus in 1739. De eerste vermelding van het waarnemen van Foraminiferen en wel van fossiele grootforaminiferen vinden we bij de Griekse schrijver en geograaf Strabo. De Nummulieten die hij in Egypte in de nabijheid der Pyramiden vond hield hij met de toenmalige kennis der natuurwetenschappen niet voor resten van dieren maar beschouwde ze als resten van linzenmaaltijden van de slaven der faraos.

De natuurlijke indeling der Foraminiferen is gebaseerd op de onderlinge verwantschap, op de phylogenie. De structuur van de beginkamers, de rangschikking der kamers, de vorm en plaats van de mondopening worden gebruikt voor de vaststelling van de verschillende geslachten of genera. Uitwendige kenmerken als ornamentatie met stekels en ribben, het aantal kamers enz. bepalen de determinatie van de verschillende soorten.

2. De Foraminiferenschaaltjes.

Het schaalpje van de Foraminiferen bestaat uit een of meerdere kamertjes. Het is òf een secretieproduct van het protoplasma en bestaat dan uit chitineus materiaal of uit calciet, òf het bestaat uit vreemd materiaal zoals zandkorreltjes, opgenomen uit het omringende milieu. De buitenlaag van het protoplasma, het zg. ectoplasma scheidt een dun, flexibel en transparant laagje af zoals bij de primitieve Allogromidae. Bij de kalkschalige Foraminiferen is waarschijnlijk ook een chitineus basislaagje aanwezig, maar verder bestaat het schaalpje uit calciumcarbonaat, al of niet voorzien van poriën. Uit deze poriën kan het protoplasma naar buiten treden als protoplasmadraden.

De schaalpjes van de zandschalige of geagglutineerde Foraminiferen bestaan uit samengekit vreemd materiaal zoals kwartskorrels veldspaat, mica en soms kalkdeeltjes. Ook ziet men wel dat skeletfragmenten van andere dieren gebruikt worden zoals sponsaalden en stukjes van foraminiferenschaaltjes. De diverse korreltjes van zo'n foraminiferenschaaltje worden bij elkaar gehouden door een cementerende substantie.

3. Leven en voeding.

Verreweg het grootste deel der Foraminiferen leeft op de zeebodem, de zg. bentonische vormen, waar ze zich vrij bewegen door middel van hun schijnvoetjes op pseudopodien, of waar ze vastgehecht zijn aan planten, gesteenten of ander substratum.

Slechts weinige genera, voornamelijk Globigerinidae en Globorotalidae zweven in het water. Dit zijn de planktonische vormen.

De Foraminiferen leven hoofdzakelijk van plantaardig materiaal: Diatomeen en andere Algen, dat met de pseudopodia gevangen wordt en binnen het protoplasma tot vertering komt. De Foraminiferen spelen een belangrijke rol bij de biologische reiniging van vervuild water. Ze verdelgen massa's bacteriën en ruimen ook dode organische stof op.

4. Voortplanting.

De afwisseling van generaties bij Foraminiferen is al vrij lang bekend. Bij gelijkgebouwde Foraminiferenvormen treft men exemplaren aan met een grote beginkamer of proloculum en andere exemplaren tonen een kleine beginkamer dimorfie. De eerste vorm noemt men de megalosphere vorm, die met de kleine beginkamer microsfeer. Deze verschillen houden verband met de wijze van voortplanting. Bij de ongeslachtelijke of asexuele voortplanting deelt het protoplasma zich in kleine deeltjes tot zwerm sporen en hieruit ontwikkelen zich de megalosfere vormen met de grote beginkamer.

Bij de geslachtelijke of sexuele voortplanting vormen zich zoosporen of gameten. Bij samensmelting van twee gameten vormt zich een nieuw individu met een kleine beginkamer, de zg. microsfeer generatie.

De microsfeer vormen zijn groter dan de megalosfere vormen maar komen slechts in geringe hoeveelheden voor. De megalosfere vormen zijn het talrijkst. Bij de fossiele Nummulieten kan men deze verschillen zeer duidelijk nagaan.

5. Praktische toepassing.

Reeds meer dan tweehonderd jaar zijn de Foraminiferen het onderwerp van wetenschappelijke studies voor zoölogen en palaeontologen. Later ontdekte men dat vele vormen een beperkte levensduur hebben gehad en vele soorten uitgestorven zijn. Mede door hun veelvuldig voorkomen zijn ze daarom belangrijk voor de ouderdomsbepaling. Sedert 1917 vindt de micropalaeontologie toepassing bij de opsporing en winning van aardolie. Voor het eerst werd dit gedaan in de U.S.A., daarna in vrijwel alle andere gebieden waar aardolie gevonden wordt.

In de U.S.A. was Joseph A. Cushman een der eersten die een laboratorium voor foraminiferenonderzoek oprichtte te Sharon, Massachusetts. De resultaten publiceerde hij in "Contributions from the Cushman Laboratory for Foraminiferal Research".

Vroeger kon een geoloog en palaeontoloog de doorboorde aardlagen bestuderen aan de hand van de naar boven gebrachten kernen. De kans op de aanwezigheid van met het blote oog waarneembare macrofossielen voor ouderdomsbepalingen was echter maar gering en vaak waren het dan nog beschadigde exemplaren of slechts fragmenten van twijfelachtige waarde.

Met het tegenwoordige boorsysteem worden de gesteenten met draaiende beeteltanden vergruisd en wordt het boorgruis of cuttings door middel van een sterke modderstroom of spoeling met sterke pompen naar boven gepompt. De niet geconsolideerde losse gesteenten als zanden en kleien komen als los materiaal met de modderstroom naar boven. Voor zeer speciale studiedoeleinden wordt nog wel eens een conventionele gesteentekern genomen. In het vergruisde gesteente zijn de eventueel aanwezige macrofossielen tot waardeloze onherkenbare fragmentjes geworden. Maar microfossielen zijn meestal aanwezig en in voldoende hoeveelheden voor het benodigde onderzoek. Zelfs in het vergruisde gesteente treft men de meeste microfossielen onbeschadigd aan.

De microfossielen worden gebruikt voor:

- a) geologische ouderdomsbepalingen
- b) geologische correlatie, d.i. voor het vaststellen van gelijke ouderdom van lagen uit verschillende boringen of ontsluitingen.
- c) voor faciesstudie: het milieu waarin de afzettingen ontstaan zijn.

Over het verzamelen en bewerken van gesteentemonsters met microfossielen is het volgende van belang:

6. Verzamelen.

Recent materiaal kan direct langs het strand of langs de oevers van meren verzameld worden. Of wel men gebruikt een net, een dreg een monstergrijper en voor grotere diepten een stootbuis.

Oudere afzettingen kan men verzamelen in ontsluitingen waar de gesteenten aan de oppervlakte komen. Dit zijn de zg. oppervlakte-monsters. Zijn de monsters van boringen afkomstig dan heeft men de beschikking over boorgruismonsters, kernmonsters of de veel kleinere wandkernen of sidewallcores.

Wandkernen zijn kleine kernen die uit de wand van het boorgat genomen worden. In het ingenieus buisvormig wandkernapparaat zitten horizontaal gemonteerd, kleine holle hulzen, waarachter een springlading. Deze kogels zijn met sterk ijzerdraad aan het apparaat bevestigd. Op elke gewenste diepte kan men nu deze kogels afschieten, waarbij de holle cilindertjes met grote kracht in de wand van het boorgat komen en zo gevuld worden met gesteentemateriaal. Het apparaat wordt na gebruik opgetrokken en de gevulde cilindertjes geleegd.

Heeft men de beschikking over een goed en talrijk bemonsterd profiel dan is het gewenst dat men bij de verdere bewerking van een constante hoeveelheid materiaal uitgaat, hetzij in gewicht of in volume bv. van elk monster 100 gram materiaal of bv. 50 cm³. Dan kan men later na het determineren en het tabelleren van het onderzochte materiaal duidelijk zien welke lagen arm of rijk zijn.

7. Bewerking.

Met behulp van een stel boven elkaar geplaatste zeven van verschillende grofheiden een waterstraal worden de monsters gewassen zodat het fijne gesteentemateriaal weggewassen wordt. Het overgebleven materiaal waarin de microfossielen voorkomen, het zg. wasresidu wordt daarna gedroogd. De meest gangbare maaswijdte is 0,6; 0,25 en 0,15 mm. en het hierop achterblijvende materiaal heet grove, middel en fijne fractie.

Losse zanden kunnen dadelijk gewassen worden; de meer vastere kleien moeten eerst geweekt worden tot het een modderige substantie geworden is en hardere gesteenten moeten eerst vergruisd worden. Voor het beter uit elkaar vallen voegt men soms een chemisch middel toe als quebracho (looistof gewonnen uit een tropische houtsoort), glauberzout of soda.

Sommige zeer harde schalie's leveren ook bij vergruizing nog weinig microfossielen in het wasresidu. Betere resultaten verkrijgt men dan vaak door zulke monsters flink te verhitten en dadelijk daarna te overgieten met benzine of petroleum, waarbij het materiaal dan meestal als poeder uiteen valt. Soms is het nodig om deze behandeling nog eens te herhalen. Het merkwaardige is dat bij deze vrij straffe behandeling de microfossielen zo goed als geen nadelige gevolgen ondervinden en als goede losse exemplaren te voorschijn komen (veilig werken!).

Van zeer harde gesteenten als bv. dichte kalkstenen, waar de bovengenoemde behandelingsmethoden geen resultaten opleveren kan men met een speciale zaagmachine dunne plakjes afzagen, met canadabalsum op een objectglaasje vastplakken en daarna verder bij-slijpen tot de gewenste dikte. Dit zijn de zg. slijpplaatjes.

8. Bewaren van het materiaal.

De wasresidus worden bewaard in afsluitbare buisjes, in plastic of papieren zakjes, voorzien van het nummer van het monster. Bij oppervlakte-monsters staat dan vermeld de vindplaats met het ont-

sluitingsnummer. Bij boormonsters de naam en nummer van de boring en de diepte waarvan het monster afkomstig is, met vermelding van: boorgruis, kern of wandkernmonster.

9. Concentratie van microfossielen.

In het gewassen monster, het wasresidu heeft men nu het fijne gesteente materiaal en afhankelijk van de aard van de afzetting zijn microfossielen al of niet aanwezig. Heeft men by te doen met een serie continentale zanden, op het vaste land gevormd, dan zullen meestal geen micro-organismen aanwezig zijn en zijn de monsters steriel. De marine afzettingen, de brakwaterafzettingen en ook die van het zoete water zijn de milieus voor micro-organismen.

Deze moeten nu gescheiden worden van het gesteente residu. Verschillende methoden worden hierbij toegepast. Met behulp van zware vloeistoffen als bromoform kan men een scheiding verkrijgen; de zwaardere mineraal en gesteentestukjes zinken naar de bodem en de lichtere microfossielen gaan drijven en kunnen verzameld worden. Ook de flotatiemethode, zoals die gebruikt wordt bij het scheiden van ertsen vindt toepassing en geeft een gelijkwaardig concentraat. De meest gangbare, beste, maar wel wat tijd kostende methode is echter die om onder de microscoop de individuele exemplaren uit te pikken van het wasresidu. Dit doet men met behulp van een fijne penseel die iets vochtig gemaakt moet worden of met een prepareernaald met wat bijenwas. De prepareernaald wordt af en toe in een stukje vaste bijenwas gedrukt waardoor een zeer dun huidje was aan de naald komt te zitten. Bij aanraking van het microfossiel blijft dit aan de prepareernaald kleven en kan het gemakkelijk worden afgezonderd in een verzamelslide.

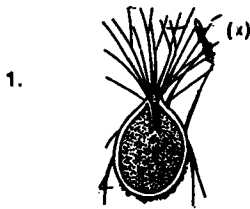
Voor het opbergen van de aldus verzamelde microfossielen heeft men handige kleine kartonnetjes de zg. opbergslides of kortweg "slides" geconstrueerd. Dit zijn strookjes karton met standaardafmetingen van 75mm lang 25 mm breed en 2 mm dik. In het midden is een ruimte uitgespaard van 15 mm doorsnede waarvan de bodem voorzien is van een zwarte onderlaag, waarop de microfossielen goed uitkomen. Op de slide is verder nog voldoende ruimte voor notities over fauna of vindplaats. De microfossielen kunnen hierin los bewaard worden of ze worden opgeplakt met behulp van tragacanth, gedroogd zeewier in poedervorm dat met water bijgemengd een uitstekend plakmiddel vormt voor allerlei micro-organismen. Voor beschadiging, stof, etc. wordt de slide nu gesloten met een dekglasje of een onbreekbaar dun plastic plaatje.

Het overblijvende gesteenteresidu blijft bewaard voor verder onderzoek: als samenstellende bestanddelen, componenten als glauconiet, sideriet, pyriet, ligniet, structuur, korrelgrootte, chemische samenstelling etc. welke bij elkaar waardevolle aanwijzingen geven over het milieu waarin het gesteente werd afgezet.

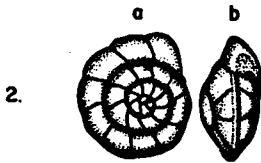
Het uitpikken van de microfossielen en het verder determineren gebeurt met behulp van een binoculaire microscoop, waar men zwakkere of sterkere vergrotingen kan inschakelen. Een binoculaire microscoop met een maximale vergroting van 150 is voor ons onderzoek volkomen voldoende.

Bij de zeer moderne binoculaire microscopen met het zg. zoomsysteem, zoals de Amerikaanse "Bausch and Lomb" of de Japanse "Olympus" kan men elke gewenste vergroting tussen 1 en 150x verkrijgen zonder objectieven behoeven te verwisselen.

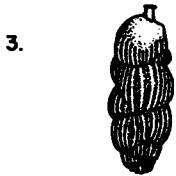
Voor de bestudering van fossiele sporen en stuifmeelkorrels, waarvan de gemiddelde grootte 0,03 mm is, heeft men de gewone microscoop nodig met een veel sterkere vergroting tot 1600x.



Allogromina lagenoides Gruber
 Eenkamerig pseudochitineus
 schaalpje, gevormd door ectoplasma.
 De protoplasma pseudopodien hebben een
 diatomee gevangen (x).
 naar J. A. Cushman : Foraminifera 1948



Rotalia beccarii
 Meerkamerige kalkschalige foraminifeer
 a) spiraalzijde
 b) mondaanzicht
 naar Leitfossilien der Mikropalaontologie



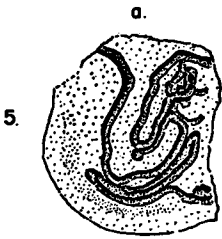
Uvigerina hosiusi (ten Dam en Reinhold)
 Meerkamerige kalkschalige foraminifeer
 naar Leitfossilien der Mikropalaontologie



Textularia gramen (d'Orb.)
 Zandschalige foraminifeer
 schaalpje bestaat uit aan elkaar gekitte
 zandkorrels
 a 1) mondaanzicht
 a 2) brede zijde
 naar Leitfossilien der Mikropalaontologie

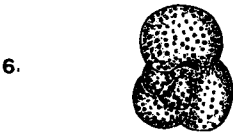


Psammosphaera fusca (Schulze)
 b) zandschalige foraminifeer
 schaalpje dunne chitine laag met opgekitten
 zandkorrels, mica blaadjes, sponsnaalden
 en fragmenten van foraminiferenschaaltjes
 naar J. Jones : Introduction to microfossils 1956

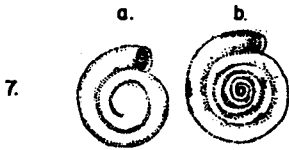


a) *Tolypammina vagans* (Brady)

b) *Ammolagena clavata* (Jones en Parker)
Bentonische foraminiferen levend op de zee-
bodem en vastgehecht aan een substratum
naar J. A. Cushman : *Foraminifera* 1948



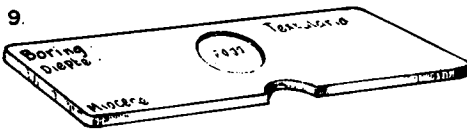
Globigerina bulloides (d'Orb.)
Plankton foraminifeer
naar *Leitfossilien der Mikropaläontologie*



Dimorfie : Micro- en megalosphere generaties
a) megalosphere vorm met grote begin-
kurven
b) microsphere vorm met kleine begin-
kurven
naar J. Jones : *Introduction to micro-
fossils* 1956



Monsterbewassing door een aantal zeven met
een waterstraal



Opbergslide voor microfossielen met vermelding
van soort, ouderdom en vindplaats

10. Determineren.

Met behulp van de wetenschappelijke publicaties begint men nu de microfauna te determineren op geslacht en soort. Heeftmen moeilijkheden met een soortbepaling, is het mogelijk een nieuwe of afwijkende soort, dan kan men voorlopig volstaan met het geven van een nummer; bij Foraminiferen b.v. Anomalina. 1. Zo kan voor een bepaald gebied b.v. Nederland een collectie opgesteld worden, de z.g. typencollectie, die in de loop van de tijd, na onderzoek van veel monsters zeer groot kan worden, en bij een foraminiferentypencollectie van Nederland gauw 1500 soorten kon omvatten.

Sinds geruime tijd zijn de microfossielen een belangrijk hulpmiddel voor de ouderdomsbepaling der aardlagen en vindt de micropalaeontologie in de aardolie-industrie een ruime toepassing.

In de laatste decennia zijn dan ook vele publicaties over de diverse groepen verschenen.

Voor Nederland wijzen we voor de Foraminiferen op de publicaties van D- Batjes, R. van Bellen, A. ten Dam en Th. Reinhold, C.W. Drooger, J. Hofker, J.P. Kaasschieter, J. Keizer en W.J. Letsch, J.H. van Voorthuysen. Over het aangrenzende gebied van Duitsland zijn we zeer goed geïnformeerd door publicaties van H.Bartenstein, F. Bettenstaedt, E. Brand; C. Ellermann, W. Eichenberg, A.Franke, Fr. E. Hecht, H. Hiltermann, A. Liebus, A.E.Reuss, en K.Staesche.

Kortgeleden is een zeer bruikbare samenvatting over micropalaeontologie verschenen met sterke nadruk op de praktische toepassing, voor de olie-industrie: W.Simon und H. Bartenstein: Leitfossilien der Mikropaläontologie; ein Abriss herausgegeben von einem Arbeitskreis deutscher Mikropaläontologen, een uitgave van Borntraeger, Berlin 1962.

Het bevat goede beschrijvingen, afbeeldingen en verspreidings-tabellen van belangrijke soorten Conodonten, Foraminiferen, Ostracoden en enkele Bryozoën, Diatomeën en Radiolariën.

Voor praktische onderzoekingen naar de microfauna van afzettingen van de Nederlandse ondergrond is dit een onmisbaar boek.

In een vervolg van dit artikel, dat zal behandelen de waarde van de microfauna voor de onderverdeling van de sedimentlagen van Nederland zullen we nog op deze publicatie terugkomen.

Aardolie en aardgas in Zwitserland.

Door J. Hozemans.

Zwitserland wordt omringd door gebieden, waar op het ogenblik aardolie en aardgas wordt gewonnen.

Duitsland : bij Ampfing-Isen, Gernsdorf, Heimertingen, het Duitse Bodensee gebied (Markdorf, Mönchsroth enz.).

Oostenrijk : bij Zistersdorf.

Frankrijk : Bij Bordeaux, aan de voet van de Pyreneeën, Mühlhausen.

Italië : Kalabrië, Sicilië en de aardgasbronnen in de Povolakte.

Van bijzondere interesse voor de Zwitserse wetenschap waren de aardolie- en aardgasvondsten in het Zuidoostelijke molasse gebied, dat geologisch gezien, een voortzetting is van het Zwitserse molasse gebied, zich uitstrekkend van het meer van Genève tot aan de Bodensee.

Als aardolie en aardgasgebied kan Zwitserland in drie streken worden onderverdeeld: