

biologie te beschouwen, toch vooral een paleontologische aangelegenheid is.

Zoals gezegd kan men de foraminiferen naar hun levenswijze scheiden in twee grote groepen, de benthonische, d.w.z. op de zeebodem levende soorten en de planktonische of vrij zwevende foraminiferen. De benthonische forams zijn veel verscheidener dan de planktonische: er zijn veel meer op de bodem levende soorten bekend. Dit komt omdat ook de bodemmilieus veel diverser zijn dan de milieus in de bovenste waterlagen van de zee. Benthonische foraminiferen komen voor op alle mogelijke diepten, van de getijde-zone waar ze bij eb droog vallen tot in de diepste troggen van de oceaan. Het rijkst, zowel in aantallen individuen als in aantallen soorten zijn echter de bodemmilieus op een paar honderd meter diepte.

Het verspreidingsgebied van een benthonische foraminiferen-soort wordt bepaald door zulke factoren als waterdiepte, temperatuur, zoutgehalte, troebelheid van het water, werverlingen in het water en het type sediment.

Een en dezelfde planktonische foram-soort kan men in zeer uiteenlopende typen van sediment aantreffen; tenslotte wordt het verspreidingsgebied van het plankton niet bepaald door de condities op de zeebodem maar uitsluitend door de eigenschappen van het water waarin ze leven. Planktonische foraminiferen zijn dan ook minder geschikt om milieu-omstandigheden uit het verleden te reconstrueren; daarentegen zijn ze juist veel beter bruikbaar als gidsfossielen (voor de ouderdomsbepaling) dan de benthonische soorten.

Parasiteren op eigen familie

door Y.A. Baumfalk

Als voorbeeld van een bijzondere levenswijze van foraminiferen wordt hier beschreven hoe in grote foraminiferen van het geslacht *Orbitoides* een parasitaire foram voorkomt. *Orbitoides* is een voor de stratigrafie nogal eens gebruikte grote foraminifeer uit het Boven-Krijt. De soorten *O. tissoti* en *O. media* zijn bekend uit het Campanien (78 - 70 miljoen jaar), de soort *O. apiculata* komt voor in het Maastrichtien (70 - 65 miljoen jaar) en is in groten getale te vinden in het Krijt van Limburg. Bij onderzoek in het gebied van de evolutie van de orbitoiden, waarvoor enkele duizenden van deze diertjes werden bekeken, bleek ons dat binnen in hun skelet zeer dikwijls tunneltjes en holten te zien waren, die de inwendige structuur van de orbitoiden verstoorden. Nu worden in zowel recent als fossiel schelpmateriaal wel vaker graafgangen en boorgaatjes aangetroffen, meestal het resultaat van de activiteit van boorslakken of boorsponzen. De tunneltjes die in de orbitoiden te vinden zijn, wekten echter de indruk een veel te regelmatige vorm te bezitten om te kunnen worden verklaard door bijvoorbeeld boorspons-activiteiten aan te nemen. In afb. 6 is zo'n typische graafgang te zien op doorsnede, in een opengebroken exemplaar van *Orbitoides media*.

Wat later in het onderzoek werd de vermoedelijke dader geïdentificeerd. Binnen in de tunnels werd namelijk aantrekkelijk vaak een klein foraminifeertje aangetroffen. Dit diertje kon onmogelijk in reeds bestaande holletjes van de orbitoïde zijn ingespoeld, omdat zulke grote openingen aan de buitenkant van de orbitoïd niet aanwezig waren. Het kleine foraminifeertje moest als jong individu de orbitoïd zijn binnen gekomen door zich in te boren (waarschijnlijk door afscheiding van bepaalde zuren die kalk oplossen) en vervolgens daar langere tijd hebben geleefd en gegroeid. De tunnels zijn veel groter dan het skelet van het diertje zelf, maar men moet zich steeds voorstellen dat buiten het skelet van een foram grote uitstulpingen van protoplasma te vinden zijn en dat die de grootste massa van het dier vertegenwoordigen.

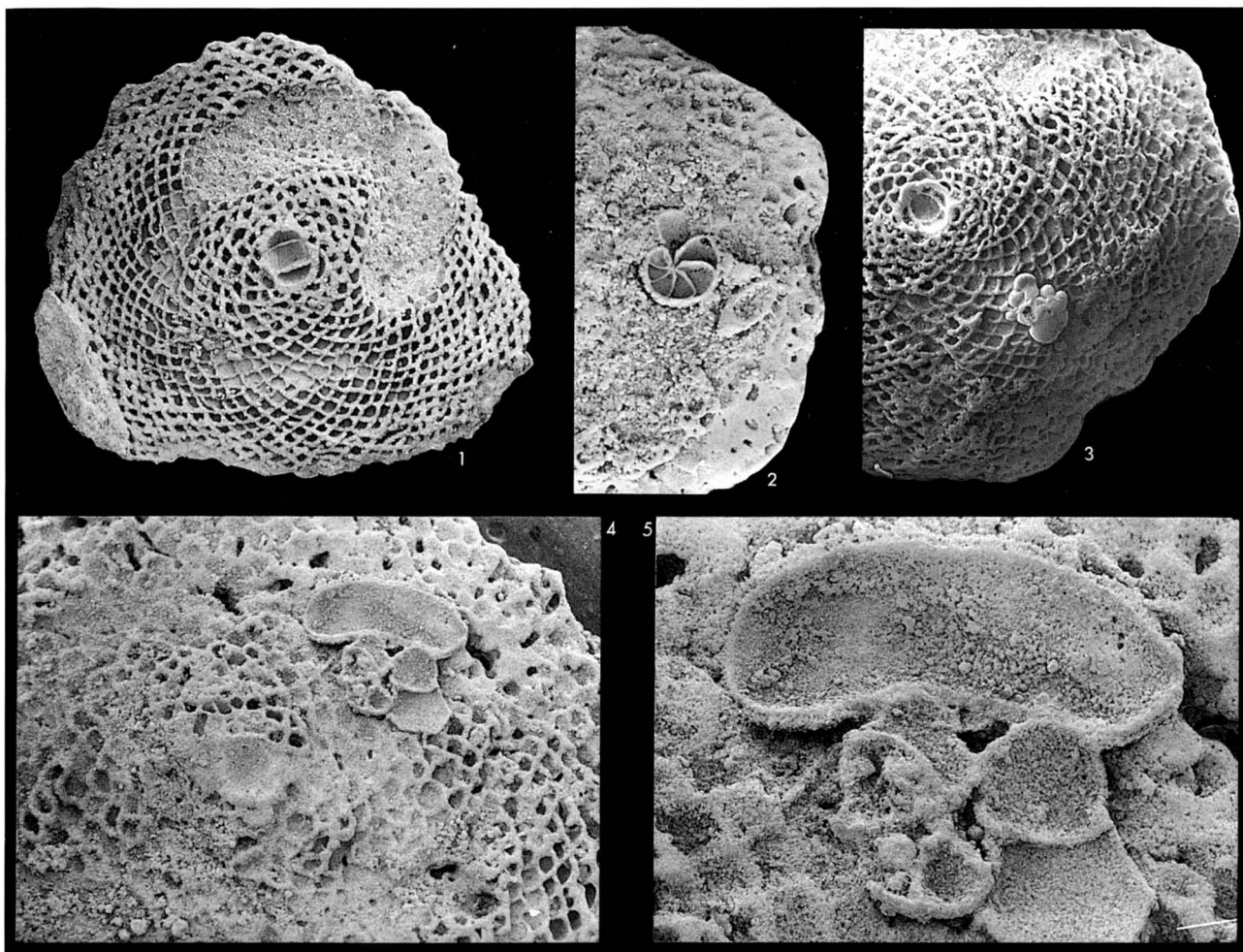
Het kleine foraminifeertje, dat wij *Talpinella cunicularia* hebben gedoopt*, verschilt in zijn jeugd stadium niet veel van sommige andere soorten van vrij-levende forams. In latere stadia blijkt *Talpinella* echter op een zeer bizarre wijze uit te groeien.

Vanuit het normaal gevormde jeugd stadium ontstaan onregelmatige uitgroei sels van achter elkaar gelegen kamers

die tong- of buisvormig zijn. In het uiteindelijke stadium is een groot deel van het inwendige van de orbitoïde gevuld met (onduidelijk gekamerde) kalkbuizen, die als het ware de tunnels met een laagje kalk bekleden (afb. 6). Het is niet zo eenvoudig om een eenduidige reconstructie op te stellen van de levenswijze van *Talpinella*. Het belangrijkste probleem is hoe je er achter kunt komen of het nog tijdens het leven van de orbitoïd actief was, of pas het skelet van *Orbitoides* binnendrong toen deze al dood was. In het laatste geval is er natuurlijk geen sprake van parasitisme, en moet het kleine foraminifeertje worden beschouwd als een soort "kraker" van de leegstaande orbitoïd behuizing. In het eerste geval zou het een echte parasiet zijn geweest: het leefde binnen de orbitoïd, tot grote schade van zijn gastheer.

Er zijn echter een paar aanwijzingen dat we inderdaad met parasitisme te maken hebben: op plekken waar de structuur van het inwendige van de orbitoïd is geruïneerd, is te zien dat het skelet is gerepareerd (regeneratie). Dit kon uiteraard alleen gebeuren als de orbitoïd nog in leven was toen de schade aan zijn skelet werd aangericht. Gaan we er vanuit dat *Talpinella* inderdaad een parasiet was, dan moet men zich de levenswijze van dit diertje als volgt voorstellen. Als jong individu boorde het zich een toegang in de schaal van de orbitoïd tot in de zg. mediane laag. In die laag bevindt zich een groot deel van het protoplasma van de orbitoïd. Met het uitgestulpte protoplasma vergaart de orbitoïd voedseldeeltjes die buiten het skelet worden verteerd, waarna de eigenlijke voedingsstoffen via het protoplasma naar het inwendige worden vervoerd. Het parasietje hoeft met zijn protoplasma alleen nog maar de voedingsstoffen uit het protoplasma van zijn gastheer op te nemen, zonder alle moeite van het vergaren van voedseldeeltjes. Het parasietje kan groeien door steeds een stukje van het skelet van de orbitoïd op te lossen. In de uiteindelijke vorm ontstaat er een min of meer ringvormige tunnel, die concentrisch verloopt met de buitenrand van de orbitoïd. Zo kan de parasiet de voedingsstoffen onderscheppen die vanuit alle richtingen naar het centrum worden aangevoerd.

* Y.A. Baumfalk, A.R. Fortuin, R.Ph. Mok (1981) - *Talpinella cunicularia* n.g., n.sp.: a possible foraminiferal parasite of Late Cretaceous Orbitoides. In druk bij „The Journal of Foraminiferal Research”.



Afb. 6. *Talpinella cunicularia* (nieuw genus; nieuw species) in Orbitoides uit het Boven-Krijt van Zuidwest-Frankrijk, vindplaats Aubeterre. Foto 1 toont een overzicht van een gehalveerd exemplaar met boogvormige kamers uit de mediane laag (verg. $\times 12$). In het centrum het embryo van Orbitoides (de door een verdikte wand omgeven beginkamers). Te zien is een bijna hoefijzervormige holte, veroorzaakt door een sterk uitgegroeide *Talpinella* waar-

van de schaal niet bewaard is gebleven. Foto 2 toont een gehalveerd jong exemplaar van *Talpinella* ($\times 30$). De laatst gevormde kamer is zichtbaar dunner en anders van vorm dan de voorgaande spiraalkamers. Foto 3 toont een vanuit dit stadium verder onregelmatig uitgegroeide vorm ($\times 15$). Foto's 4 en 5 (resp. $\times 30$ en $\times 85$) tonen een dergelijk stadium bij een opengebroken exemplaar, waarbij te zien is dat de jongste kamer langwerpig is uitgegroeide.

Een stuk supergereedschap: het elektronenmicroscop

door Y.A. Baumfalk en
A.R. Fortuin

Foraminiferen worden meestal bestudeerd met een gewone stereo-licht-microscop. Voor de meest voorkomende werkzaamheden (met name soort-determinatie) is het lichtmicroscop, mits van goede kwaliteit, toereikend. Lichtmicroscopen hebben echter enkele grote nadelen: zeer grote vergrotingen (1000 maal en meer) zijn bij opvallend licht - wat nodig is voor het bekijken van de oppervlakte - van slechte kwaliteit. Bovendien is de zg. scherptediepte bij het lichtmicroscop zeer klein, d.w.z. dat van een ruimtelijk voorwerp zoals een foram slechts een klein stukje tegelijk scherp in beeld kan worden gebracht.

Als je dus foto's wilt maken van foraminiferen door een lichtmicroscop zijn de resultaten dan ook doorgaans zeer bedroevend. Dit is de reden waarom in allerlei handboeken - ook die van later datum - meestal tekeningen worden aangegeven, die door de onderzoeker zijn samengesteld door steeds een ander stukje van het fossieltje scherp in beeld te brengen.

Sinds enkele tientallen jaren is er echter een nieuwe mogelijkheid. Naast het lichtmicroscop kennen we nu ook het zg. raster-elektronen-microscop (in het Engels Scanning Electron Microscope of SEM geheten). De na-