

Protozoa

De organismen die in het phylum Protozoa zijn ondergebracht zijn eencelligen met één of meer kernen. Ze worden ingedeeld in vijf klassen, waarvan drie fossiele vertegenwoordigers bezitten en wel de **Flagellata**, de **Ciliata** en de **Rhizopoda**.

Klasse Flagellata

Dit zijn organismen die zich voortbewegen met een of meer zweefparen (zgn. flagellae). Er is geen scherpe grens met de tot het Regnum Plantae behorende Flagellatae. Er zijn vormen van Flagellaten die eerst met behulp van chromatoforen fotosynthese kunnen uitvoeren en daarmee dan net als planten autotroof zijn (d.w.z. zelf voedsel kunnen maken), maar in hun latere leven heterotroof worden en dan net als dieren leven ten koste van andere organismen. Flagellata zijn al bekend vanaf het Proterozoïcum. Sommige vormen hebben een kalkskelet, zoals de **Coccolithophorida**.

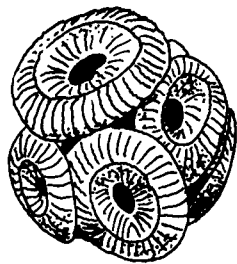
Orde Coccolithophorida

Dit is een groep van zeer kleine, planktonisch levende Flagellaten die op hun celwand een aantal knopvormige, schijfvormige of ringvormige kalkplaatjes dragen. Dergelijke schijfjes worden **coccolithen** genoemd en bestaan zelf weer uit kleine elementjes, de zgn. **micellen**. Afb. 6. Ze zijn met een optische microscoop soms nog net waarneembaar, veelal echter is hiervoor een elektronenmicroscoop nodig. Toch besteden we aan deze kleine organismen hier enige aandacht, omdat ze in Jura en Krijt gesteentevormend zijn geweest. Ook recent zijn ze nog van groot belang, omdat ze CO₂ kunnen vastleggen als kalk (CaCO₃) en daarmee een eventueel broeikaseffect kunnen bufferen.

Coccolithophorida en ook andere Flagellata spelen vaak een grote rol bij het optreden van zgn. waterbloeï (zie ook Gea juni 1978, vol. 11, nr 2, pag 25-34). Waterbloeï treedt meestal op in het warme seizoen, als er een grote hoeveelheid anorganische stoffen als fosfaten en nitraten door opwellend water naar de oppervlakte wordt gestuwd. Veelal vermeerdert één soort van Flagellaten zich dan enorm snel, zo snel dat na enkele dagen of weken hun aantal tot tientallen miljoenen per liter zeewater kan toenemen. Het verrottingsproces van de vele dode exemplaren verbruikt dan alle zuurstof uit het water, er ontstaat een overmaat aan H₂S en de hele watermassa wordt giftig voor alle hogere vormen van leven. Massale vissterfte is dan vaak het gevolg. Waterbloeï komt voornamelijk voor in subtropische streken, maar ook op hogere breedtegraden treedt het verschijnsel vaak jaarlijks in het warme seizoen op. In 1982 trad ter

Afb. 6. **Coccolithophoridae**, Jura tot Recent. Fossiel worden de "Coccolithen-dragers" meestal als losse schijfjes of ringetjes aangetroffen (Coccolithen), soms zijn ook deze weer uiteengevallen in zgn. micellen. Maatstreepje: 1/100 mm.

hoogte van Bretagne zeebloeï op over een oppervlakte van ruim 7.000 km², hieruit daalde een massa van zo'n 70.000 ton kalk, hoofdzakelijk bestaande uit dode Coccolithophorida, op de bodem van het NW-Atlantische platform neer! Ook in de Bovenjurassische Solnhofen plaatkalken komen fossiele coccolithen massaal voor.



Klasse Ciliata

Dit zijn organismen die zich voortbewegen door middel van een groot aantal korte trilhaartjes, die zich buiten op de celwand bevinden. Tot deze klasse worden de **Tintinnidae** gerekend, kleine vormen tot ongeveer 1/10 mm groot, met een organische schaal, veelal in een vaas-, urn- of belvorm. Vroeger werden hier toe ook wel vormen gerekend die een kalkige schaal afscheiden, doch deze worden nu meestal onder de Flagellata geplaatst.

Klasse Rhizopoda

Dit zijn organismen, waarbij de voortbeweging plaats vindt door middel van uitstulpingen, die pseudopodiën genoemd worden. Rhizopoda kunnen een inwendige of een uitwendige schaal vormen, opgebouwd uit calciet (de stabiele vorm van CaCO₃), uit aragoniet (de instabiele vorm van CaCO₃), uit chitineus materiaal (een hoornachtige stof), uit kiezel of uit fosfaat. Sommige vormen zijn agglutinerend, d.w.z. zij kunnen vreemde objecten in hun schaal opnemen (bijv. kwartskorrels) met een ijzerhoudend, kalkig of kiezelig bindmiddel tussen deze vreemde korrels.

Binnen de Klasse Rhizopoda zijn twee orden van groot belang: de **Foraminifera** en de **Radiolaria**.

Orde Foraminifera

Hiertoe behoren belangrijke gidsfossielen, die vooral in de olie-exploratie een niet onbelangrijke rol spelen. De schaal bestaat soms uit chitine of een gelei-achtige massa en is dan niet fossiliseerbaar. De meeste hebben echter een kalkige schaal en kunnen in drie typen worden ingedeeld: kalkig-agglutinerend, kalkig-imperforaat (zonder poriën) en kalkig-perforaat (met poriën). De schaal is meestal gekamerd, vaak met kamers rechtlijnig achter elkaar of in spiraalvorm gerangschikt. De levenswijze is pelagisch (vrij zwevend in het water) of bentonisch (nabij of op de bodem levend).

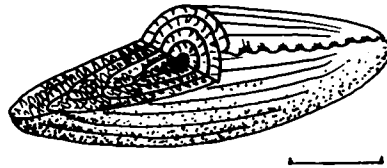
Van groot belang voor het evolutie-onderzoek is de generatiewisseling. Dit betekent dat een soort in twee gedaanten voorkomt, namelijk met een schaal van relatief grote afmetingen, doch met een kleine beginkamer, en met een schaal van relatief kleine afmetingen, doch met een grote beginkamer. De eerste vorm heet **microsfeer**, de tweede **macrosfeer**. De systematiek van de Foraminifera is grotendeels kunstmatig, dus niet fylogenetisch. Enkele voorbeelden van Foraminifera:

Orbitolina sp., afb. 7 Bovenste O.-Krijt tot onderste B.-Krijt. Deze soort behoort tot de groot-foraminiferen en kan met een loep gemakkelijk worden waargenomen. Lage kegelvorm of hoedvorm



Afb. 7. **Orbitolina sp.** Bovenste O.-Krijt tot onderste B.-Krijt. Links horizontale, rechts verticale doorsnede door deze vlakconische vorm. Aan de iets holle onderzijde zijn kwartskorreltjes in de schaal opgenomen. De slingerend-radiaal verlopende septa vorken nogmaals naar de buitenrand toe. Maatstreepje: 1 mm.

met een iets holle, concave onderzijde. Beginkamer aan de top, met later gevormde, steeds grotere, schotelvormige kamers daar- onder, die naar de rand toe door radiale schotjes (septa) in kleinere kamertjes worden onderverdeeld. In de holle onderzijde kunnen kwartskorrels worden opgenomen (dus agglutinerend).



Familie Fusulinidae, afb. 8

Carboon tot Perm

De schaal bij deze familie is porceleinachtig, microgranulair en ondoorlaatbaar (zonder fijne poriën = imperforaat). Bij hoger ontwikkelde vormen kan de wand uit verscheidene lagen bestaan. Ze hebben meestal een lang-gerekte spoel- of sigaarvorm, waarbij de lange as de as van winding is, en bezitten vele kamers, die van het ene uiteinde tot het andere lopen. Deze kamers zijn onderling gescheiden door ingewikkeld, maar vaak zeer regelmatig geplooide septa. Aan de basis van elk septum zit een reeks van kleine openingen. Hierdoor kan het protoplasma binnen de foraminifeer over alle kamers bewegen, doch slechts aan de onderrand van de laatst aangebouwde kamer naar buiten treden. Marien (= in zee levend). Het zijn vaak goede gidsfossielen.

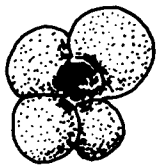
Afb. 8. *Fusulina sp.* Middelste en bovenste Boven-Carboon. Langgerekt spoelvormig. De septa zijn regelmatig verplooid. De lange as is de as van winding. Maatstreepje: 2 mm.

Familie Globigerinidae, afb. 9

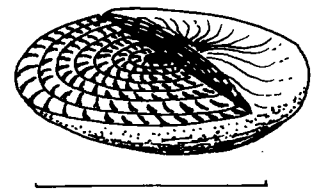
Zelden Jura; Krijt tot Recent

Elk individu bestaat uit een beperkt aantal kamers, die sterk bol- vormig zijn, snel in grootte toenemen en gerangschikt zijn in een

Afb. 9. (Links) *Globigerina sp.* Paleoceen tot Recent. Slechts enkele bolvormige kamers, die in een ruimtelijke spiraal gewikkeld zijn. De grote opening van de kamers aan de navelzijde van de spiraal. Maatstreepje: 1 mm.



Afb. 10. *Nummulites sp.* Paleoceen, Eoceen en Oligoceen. Discusvorm met beginkamer in het centrum. Alle kamers daaromheen in een vlakke spiraal gewikkeld, waarbij elke winding alle vorige windingen omsluit (involuut). Maatstreepje: 10 mm.



ruimtelijke spiraal. De schaal van elke kamer is perforaat en daarnaast heeft elke kamer een grotere opening aan de navel- zijde van de spiraal. Soms is de laatst gebouwde kamer zo groot bolvormig, dat deze alle voorgaande kamers omsluit.

Nummulites sp., afb. 10

Paleoceen, Eoceen en Oligoceen

Een discussvormige soort, die in een platte spiraal gewikkeld is met de as van de winding loodrecht op het midden van de discus. Elke winding, die uit vele kamers bestaat, omvat volledig alle voorgaande windingen (involuut). Er is vaak een duidelijk verschil in afmeting tussen de

microsfere en de macrosfere vorm. De microsfere vormen kunnen een discusdiameter bereiken van 6 tot 10 cm.

Ze werden wel beschouwd als fossiele munten (zigeunersprookje) of als versteende linzen (wordt door rondleiders bij de piramiden aan goedgelovige toeristen verteld).

Orde Radiolaria

Proterozoïcum tot Recent

Deze orde omvat vormen die een kiezelskelet bezitten. Het is een moeilijk te bestuderen groep, waarvan de vertegenwoordigers als gidsfossiel minder bruikbaar zijn, omdat bepaalde vormen vaak lang en onveranderd hebben doorgeleefd.

Porifera (sponzen)

Sponzen zijn veelcellige dieren; zij leven in het water en sommige vormen kunnen een stevig skelet opbouwen. De vele cellen behoren tot slechts enkele groepen, waarvan de voornaamste zijn: de **choanocyten**, zgn. kraagcellen, waarbij om een zweephaar (**flagellum**) een kraagje zit, en **amoëboïde** cellen. De eerste soort cellen houdt de waterstroom binnen de spons in stand, terwijl de tweede soort pseudopodiën bezit, die kunnen bewegen en verschillende functies vervullen (voedseltransport, afval-verwijdering, bouw van de skelet-elementen).

Sponzen kunnen eigenlijk beschouwd worden als een soort samenwerkingsverband, een "joint venture", waarbij een beperkt aantal soorten eencelligen gezamenlijk een spons vormen en in stand houden.

Sponzen hebben een groot regeneratievermogen bij beschadiging. Indien men bijvoorbeeld een stuk van een spons door een zeef geheel fijnrijft en deze fijngewreven massa in een bakje zeewater doet, ontstaan er uit de brokstukjes tientallen nieuwe sponzen. Sommige sponzen zijn in staat losse sponsnaalden naar de buitenkant van de spons te transporteren en daar uit te stoten. Dit wordt soms opgevat als een uitscheiding, maar kan ook als een soort

verdediging gezien worden: om de levende spons ligt dan een veld van losse, scherpe sponsnaalden. Niet erg leuk voor andere ongewervelde dieren, die het mogelijk op de spons gemunt hebben.

Ook op een andere manier hebben sommige sponzen een krachtige verdediging opgebouwd. Zo scheiden sommige cellen zeer giftige stoffen af, een soort zenuwgiften of neurotoxinen, waarmee andere organismen, ook andere soorten sponzen, uit de buurt gehouden worden. Op deze wijze kunnen op de zeebodem velden ontstaan met een soort monocultuur: er leven dan slechts sponzen van één enkele soort.

Sponzen zijn zeer variabel van vorm, ook binnen een soort. Hierdoor zijn het in het algemeen geen goede gidsfossielen.

Het skelet van sponzen bestaat uit een gelatine-achtige massa, uit kiezel- of uit kalknaalden. Bij sommige soorten bouwen deze naalden een stevig geheel, en pas dan zijn sponzen goed fossiliseerbaar. Bij andere soorten kan het skelet ook uit een hoornachtige stof, zgn. spongine, bestaan (badkamersponzen!).

Men onderscheidt bij de sponzen drie bouwtypen: het **ascon-type**, het **sycon-type** en het **rhagon-type** (ook wel het **leucon-type** genoemd). Afb. 11.