



AFBEELDING 1. | *De Segrijnslak, Cornu aspersum (1A) en de strandgaper, Mya arenaria (1B; Wikimedia Commons).*

Biologische milieu-indicatoren

SIMON TROELSTRA
FACULTEIT AARD- EN
LEVENSWETENSCHAPPEN
VRIJE UNIVERSITEIT
AMSTERDAM
S.R.TROELSTRA@VU.NL

In het artikel dat hier op volgt (Troelstra *et al.*, 2016) wordt een aantal monsters uit Marker Waddenkern SD4 beschreven. Naast lithologische componenten zoals kwartskorrels en zware mineralen bevatten sedimenten ook vaak resten van organismen waarmee we vroegere milieu-omstandigheden kunnen reconstrueren. Het belang van deze organismen wordt in dit artikel nader beschreven.



Gedeelten van organismen (schelpen, stekels, visresten) vinden we vooral in sedimenten die onder water zijn afgezet. Dit komt omdat de preservatiekansen in meren, wadafzettingen of oceanen beduidend hoger zijn dan op land, waar een dood organisme al snel wordt opgeruimd. Om goed bewaard te blijven gelden de volgende regels: a) onder water, b) snelle bedekking door fijn sediment en c) liefst onder zuurstofloze (anoxische) condities.

Drie groepen die uitstekende milieu indicatoren leveren zijn de mollusken (tweekleppigen, slakken), ostracoden (minuscule kreeftachtigen) en microscopisch kleine eencelligen, de foraminiferen.

Daarnaast zijn er talloze andere indicatoren zoals zee-egelstekels, insecten- en visresten, kiezelschaaltjes van algen (diatomeeën) en zaden. Al deze vormen kunnen in een zeeffractie > 63 µm van sedimentmonster worden aangetroffen.

Mollusken

De bekendste vertegenwoordigers van de mollusken (weekdieren) zijn de tweekleppigen (bivalven) en de slakken (gastropoden). Minder bekend is dat de inktvissen (cephalopoden) hier ook toe behoren. De meeste soorten maken een schelp van kalk die na de dood van het dier in het sediment bewaard kan blijven. De naaktslakken zijn uit de huisjesslakken geëvolueerd; sommige soorten hebben nog een klein inwendig kalkplaatje.

Het merendeel van de mollusken leeft in het water, een aantal op het land. De meeste mollusken leven in de zee, denk aan de verscheidenheid aan vormen die je op het strand kunt vinden. Bij ons zijn dat voornamelijk tweekleppigen, zoals kokkels, mossels en oesters. In het wad milieu komt de strandgaper, *Mya arenaria*, algemeen voor (Afb. 1B). Slakken zijn minder algemeen, maar in brak water zie je vaak enorme hoeveelheden kleine wadslakjes.

In zoet water, bijvoorbeeld in meren, rivieren en slootjes vind je zowel slakken als tweekleppigen. Iedereen zal wel eens de bekende zoetwatermossels hebben gezien wanneer boerenslootjes worden opgeschoond. Het loont de moeite om het materiaal dat uit de

slootjes is gehaald eens uit elkaar te pluizen; het zit vaak vol met huisjes van slakken (bijvoorbeeld de Poelslak en de Posthoornslak) en grote en kleine tweekleppigen. Langs onze grote rivieren liggen de strandjes vaak bezaaid met exemplaren van de Aziatische korfmossel (*Corbicula sp.*) een tamelijk recente binnenkomeer of exoot. Ook tref je daar de zoetwatermossels (*Unio spp.*) aan.

Aan land komen geen tweekleppigen voor, het zijn de slakken die hier de dienst uitmaken. Iedereen kent de bekende tuinslakken (*Cepaea spp.*) of de Segrijnslak (*Comu aspersum*; Afb. 1A), maar er zijn veel meer soorten, de meeste klein en goed verborgen in de vegetatie of achter boomschors. Een per ongeluk in het donker verpletterde tuinslak kun je in de ochtend aantreffen met een diverse groep soortgenoten, die hun ongelukkige makker aan het oppeuzelen zijn. Naast mooie kleine glansslakjes kom je zo verschillende soorten naaktslakken tegen.

Uit bovenstaande tekst blijkt al dat we de schelpen van mollusken in sedimenten goed kunnen gebruiken om het vroegere afzettingsmilieu interpreteren. Vrijwel onmiddellijk is het mogelijk te bepalen of we met land-, zoet- of zoutwater afzettingen te maken hebben. Massale voorkomens van kleine slakjes duiden op stilstaand zoet water (*Valvata piscinalis*; Afb.2) of op wad afzettingen (*Peringia ulvae*).

Mollusken hebben nog een interessante eigenschap: ze vertonen jaarlijkse groei (groeiringen) en leggen zo in hun schelp de chemie van het omringende water vast. De variaties in de verhouding van zuurstof (¹⁸O en ¹⁶O) en koolstof isotopen (¹²C en ¹³C) in de kalkschaal (CaCO₃) zijn uitstekende indicatoren voor veranderingen in temperatuur, zoutgehalte en productiviteit. Sommige soorten kunnen tientallen tot honderden jaren oud worden en met behulp van geavanceerde technieken (beschreven in *Troelstra, G&H 2016-1*) kunnen we de schelpen in groot detail bemonsteren voor stabiele zuurstof en koolstof isotopen analyse. De variatie in de verhouding tussen de twee zuurstof isotopen betekent in gematigde streken voornamelijk een variatie in temperatuur, in poolstreken variatie in zoutgehalte, in dit geval de hoeveelheid smeltwater die in het leefmilieu van het schelpdier komt.

Kortom: schelpen in sedimentaire secties zijn goud waard!

Foraminiferen

Foraminiferen zijn (meestal) microscopisch kleine organismen die een schaalje van kalk of aan elkaar gekitte korrels bouwen. Het zijn exclusief mariene organismen, hoewel sommige soorten goed tegen lage zoutgehaltes bestand zijn.



AFBEELDING 2. | Massaal voorkomen van de vijverpluimdrager, *Valvata piscinalis* (zoet), hier uit de ondergrond van Amsterdam (foto: Monumenten en Archeologie, Gemeente Amsterdam).



Ze komen vaak massaal in sedimenten voor, sommige diepzee sedimenten kunnen vrijwel geheel uit foraminiferenschaaltjes bestaan, de foraminiferen oozes. De schaaltes van foraminiferen worden in geologisch onderzoek al sinds lange tijd gebruikt om sedimenten te dateren of hun vroegere afzettingsmilieu te reconstrueren. Het is een buitengewoon soortenrijke groep.

Foraminiferen zijn al vroeg in het Cambrium ontstaan en behoren daarmee tot de eerste organismen die een schaal gingen bouwen. De vroegste soorten deden dat met aan elkaar geplakte zandkorrels; de eerste kalkschaaltjes ontstonden in het Siluur. Lange tijd waren foraminiferen bodembewoners (benthonisch), pas in de Jura ontstonden de planktonische vormen, die in het Krijt al snel evolueerden tot een uitgebreide familie met veel soorten. De meteoriet op de K/T grens maakte een eind aan deze eerste explosie en de groep planktonische foraminiferen maakte in het Paleoceen een nieuwe start. De meeste planktonische soorten hebben een betrekkelijk korte stratigrafische levensduur, waardoor het een uitstekende groep is om de ouderdom van gesteenten te kunnen bepalen. Dit wordt in de biostratigrafie dan ook uitvoerig gedaan. In ons materiaal zullen we echter geen planktonische soorten aantreffen, daar is het milieu in het gebied te ondiep voor geweest.

De meeste benthonische foraminiferen soorten leven op een plek met duidelijke kenmerken: diepte, temperatuur, type sediment, voedselaanbod. Van de meeste recente soorten kennen we die ecologische condities redelijk goed en kunnen we deze ook naar het verleden extrapoleren.

De verwachting is dat we aan benthonische foraminiferen soorten vooral een karakteristieke associatie zullen aantreffen, zoals we die we nu nog in de Schelde of bij de Wadden vinden: ondiep water soorten die goed tegen fluctuaties in zoutgehalte kunnen. Daarnaast kunnen we in kweldersedimenten met veenvorming exclusief een speciale groep aantreffen, de zandschalige of agglutinerende foraminiferen. Doordat het veen vanwege humuszuren een lage pH heeft, dus een zure omgeving, zouden kalkschaaltjes, als ze al gevormd zouden worden, snel oplossen. Zandschalige vormen hebben daar geen last van.

Foraminiferen komen voor in brak water tot vol marien. Alleen daarom al is hun aanwezigheid in sedimenten een uitstekend signaal: in ieder geval verbinding met de zee. In het geval van de Markerwadden kern zou de afsluiting van de Zuiderzee dus goed te zien moeten zijn. Helaas ontbreken deze jongste sedimenten in de kern.

In kwelders komen vanwege de lage pH kalkschalige soorten, zoals *Elphidium excavatum* niet voor, maar wordt hun plaats ingenomen door zandschalige soorten, zoals *Jadammina macrescens* (Afb. 4). Een overgang binnen een sectie van kalkschalige naar zandschalige soorten wijst op een overgang van een marginaal marien milieu naar een kwelder ('salt marsh').

De monsters met een foraminiferen fauna bestaande uit *Elphidium excavatum*, *Haynesina germanica* (Afb. 3A) en *Ammonia beccarii* (Afb. 3B) zijn karakteristiek voor ondiep water kustafzettingen en estuaria. *Elphidium excavatum* komt typisch voor bij saliniteiten van 15-31 ‰ (Alve & Murray, 1999; Murray, 2006) terwijl *Haynesina germanica* saliniteiten van 0-35 ‰ tolereert (Murray, 1968b; Murray, 2006).

De aanwezigheid van exotische foraminiferen (fossiele soorten, vol mariene soorten) is een duidelijke aanwijzing voor transport. Zo worden in Holocene sedimenten uit onze kustgebieden regelmatig kleine exemplaren van planktonische foraminiferen uit het Krijt aangetroffen zoals de genera *Hedbergella* sp. en *Heterohelix* sp. Deze vormen zijn afkomstig uit de Krijtrotsen van Zuidoost-Engeland en door de circulatie in de Noordzee (tegen de klok in) getransporteerd naar de Nederlandse kust. Het voorkomen van deze soorten is dan duidelijk bewijs voor verbinding met de open zee.



AFBEELDING 3. | De kalkschalige foraminiferen *Haynesina germanica* (3A) en *Ammonia beccarii* (3B). De lengte van de balk is 100 µm.





AFBEELDING 4. | *Monster residu met o.a. stekels van de zeeklit, Echinocardium cordatum en een zandschalige foraminifeer, Jadammina macrescens (midden). De lengte van de balk is 500 µm.*

Ostracoden

In tegenstelling tot foraminiferen komen ostracoden zowel in zoet als zout water voor. Ostracoden behoren tot de kreeftachtigen en hebben twee kleppen van calciumcarbonaat, vergelijkbaar met een mollusk. Behalve specifieke soorten is het al dan niet samen voorkomen van foraminiferen en ostracoden dan ook een duidelijke aanwijzing voor een zout dan wel een zoet milieu. Ostracoden ontwikkelen zich via negen groeistadia, de instars, waarbij steeds de oude schelp wordt afgeworpen. Na hun dood valt de schaal in twee kleppen uiteen. Een monster dat naast doubletten (de twee kleppen nog aan elkaar vast) ook alle groeistadia bevat is daarom kenmerkend voor *in situ* (ter plekke) preservatie.

Wanneer een monster zowel foraminiferen als ostracoden bevat is er duidelijk sprake van verbinding met de zee. Vaak treft je daarin ook andere mariene elementen zoals zee-egel

stekels aan. Een monster met alleen ostracoden daarentegen wijst op een zoet afzettingsmilieu. De bij de verschillende milieus behorende mollusken kunnen de conclusie bevestigen.

Overige indicatoren

Een veelvoorkomend element in Laat Kwartaire sedimenten uit de kustzone zijn de stekels van de zeeklit (*Echinocardium cordatum*; Afb. 4), een zee-egel soort die ingegraven leeft in zachte bodems in open zee en grote geulen. Hun aanwezigheid duidt dus op een goede verbinding met zee. Insecten- en visresten, zaden en plantenresten en diatomeeën zijn evenzo waardevolle indicatoren, maar worden hier niet verder behandeld.

LITERATUUR

- Alve, E. & J.W. Murray, 1999. *Marginal marine environments of the Skagerrak and Kattegat: a baseline study of living (stained) benthic foraminiferal ecology* *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, pp. 171-193.
- Murray, J.W., 1991. *Ecology and paleoecology of benthic foraminifera*. Longman, pp. 398.
- Murray, J. W., 2006. *Ecology and applications of benthic Foraminifera*, Cambridge University Press, pp. 426.
- Troelstra, S.R., 2016. *Natuurlijke klimaatsarchieven, berichten uit het verleden*. Grondboor & Hamer 2016-1, pp. 12-17.

