

Fossiliseren en pyritiseren in de Hunsrück

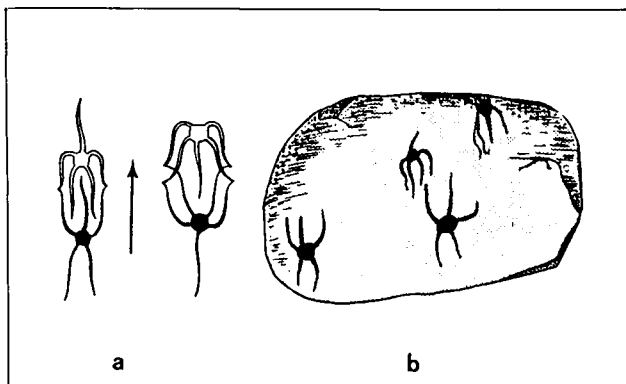
door J. Stemvers-van Bommel

De fossielen in de Hunsrückschiefer bij Bundenbach zijn wonderbaarlijk goed geconserveerd. Zij behoren tot het mooiste wat er op het gebied van fossielen is bewaard gebleven en zijn dan ook wereldberoemd. Wat bekendheid aangaat is de fauna van Bundenbach te vergelijken met die van bv. Holzmaden, Solnhofen, Lyme Regis en de Burgess shale.

In al deze gevallen zijn de omstandigheden waaronder de organismen konden fossiliseren uitzonderlijk geweest, zo zeldzaam, dat de gevonden levensresten in veel gevallen uniek zijn. De vergelijking met Pompeï dringt zich op: door een bepaalde omstandigheid van buitenaf - in het Pompeiaanse geval een vulkaanuitbarsting - wordt het leven van het moment plotseling vernietigd en blijft, verstart in steen, herkenbaar. Werden de dieren in de Devoonzee bij het latere Bundenbach ook verrast door een ramp, die aan hun leven plotseling een einde maakte? Dan zijn zij wellicht in een natuurlijke levenshouding gefossiliseerd. Over de omstandigheden waaronder de fossielen van Bundenbach ontstonden is al veel gepraat en geschreven. We zullen enkele gedachten over deze kwestie eens op een rijtje zetten.

Levenspositie

De zeesterren uit de Hunsrückschiefer worden vaak met uitgespreide armen gevonden. Ligt de mondzijde onder, dan is het aannemelijk, dat deze houding de levenspositie is. Slangsterren vertonen een variabele levenswijze, die aan recente soorten goed bestudeerd is. Aan het voortbewegen via kronkelige bewegingen met de armen danken de slangsterren hun naam. Sommige soorten leven echter ingegraven in de bodem, met de mondzijde omlaag, de armen uitgespreid, de armpunten boven het sediment uit. Ofwel de armen steken vanuit de bodem vertikaal omhoog. Slangsterren met omhoogstaande armen zijn ook fossiel bekend (afb. E - 7). Andere soorten slangsterren kruipen over de bodem door middel van bewegingen met een of twee paar armen, zie afb. F - 1. Zo te zien zijn daarbij allerlei armstanden denkbaar: 1, 2, 3, 4 of alle vijf naar één richting. Al deze armstanden komen bij de gefossiliseerde slangsterren van Bundenbach voor. Zij zouden kunnen worden opgevat als natuurlijke houdingen. (Over deze houdingen is echter ook in andere zin gespeculeerd. Zo is de ligging met alle armen naar één kant wel uitgelegd als een poging van de dieren om uit op hen

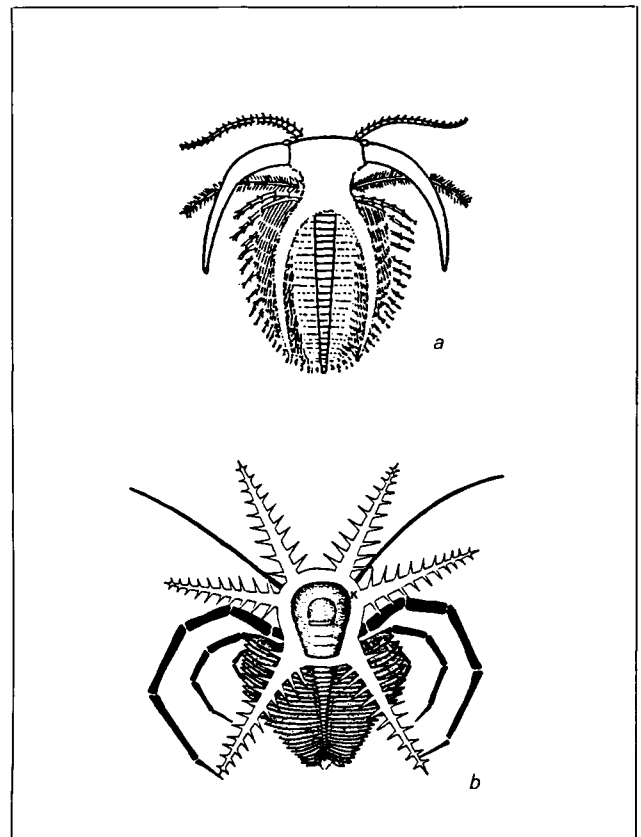


Afb. F - 1a. De manier waarop de recente slangster *Ophiura* zich voortbeweegt. 1b. Vergelijkbare ligging van de armen bij de fossiele *Ophiaulax* (Devoon). (Naar *Treatise on Invert. Pal.*)

gevallen sediment te ontsnappen. Ook wordt deze ligging wel beschouwd als het effect van zeestroming op dode exemplaren. Daar wordt tegenin gebracht, dat sterke stroming de fragiele armen eerder zou doen afbreken dan ombuigen.)

Kunnen de aangetroffen houdingen als levensposities worden beschouwd, dan rijst de vraag: waarom zijn de dieren door de dood betrap, welke voor hen fatale gebeurtenis is er plotseling opgetreden. Het moet een omstandigheid zijn, waarbij of waarna het omringende milieu vrijwel zonder zuurstof kwam te verkeren, want alleen in een zuurstofarm milieu worden organische resten, met weke delen en al, zo goed geconserveerd. De Bundenbach-fossielen zijn omgezet in, ofwel bedekt door heel fijne pyriet. Pyriet is in kleiige mariene sedimenten heel algemeen en ontstaat in een anaeroob (van zuurstoftevoer afgesloten) milieu. Het mineraal pyriet of zwavelijzer (FeS_2) wordt via een aantal stappen gevormd.

Bacteriën van het geslacht *Desulfovibrio*, die in grote hoeveelheden in het zuurstofloze bodemwater en in de bodem zelf voorkomen, leven van organische bestanddelen en concentreren zich bij voorkeur in holten van organismen. Zij onttrekken voor hun stofwisseling geen vrije zuurstof uit hun omgeving - die is er niet - maar breken om aan zuurstof te komen sulfaat af, dat als SO_4 -ionen algemeen in zeewater is opgelost. Bij dit proces komt zwavelwaterstof (H_2S) vrij, dat zo'n afzetting de karakteristieke rotte-eierenlucht geeft. "Foul bottom" noemt men zo'n afzetting



Afb. F - 2a. Reconstructie van *Marrella splendens*, x 1,6, Midden-Cambrium, Burgess shale van British Columbia, Canada (naar Walcott); 2b. Reconstructie van *Mimetaster hexagonalis*, bovenzijde, x 1; O.-Devoon, Hunsrück (naar Birenheide).

wel. Bij de zg. "stinkkalken" is iets dergelijks aan de hand geweest. Waarschijnlijk via de tussentrap hydrotroiliet ($\text{FeS} \cdot n\text{H}_2\text{O}$), die instabiel is, ontstaat uit de H_2S pyriet: FeS_2 . Het ijzer dat voor dit proces nodig is zal als ijzerhydroxide opgelost in zeewater voorkomen en is indirect van het vasteland afkomstig. De grote hoeveelheid zwavel (in de vorm van SO_4 -ionen) in zeewater - er is veel meer zwavel aanwezig dan er uit vertering van gesteenten vrijkomt - is in eerste instantie afkomstig van vulkanische activiteit. Behalve voor de pyrietvorming wordt de zwavel door organismen in zee - tijdelijk - opgenomen (eiwitten van dierlijke organismen bv. bevatten 0,2 % zwavel). De zwavel komt na hun dood weer vrij en is voor recycling beschikbaar. Het kan dan door nieuwe generaties organismen worden gebruikt, of worden vastgelegd in evaporieten, zoals gips, in organische sedimenten en in pyriet. De pyrietvorming treedt op in een zuurstof-arm of -loos milieu, dat vaak in de bodem aanwezig is, maar soms ook wel daarboven. Bekend is de "Zwarte-Zeefaciës", die in stilstaand water kan ontstaan, bijvoorbeeld waar door een drempel de stroming stagneert, zodat er geen zuurstoftoevoer is. Behalve recent in o.a. de Zwarte Zee is het verschijnsel ook fossiel bekend, o.a. uit Holzmaden (BRD). Hier heersten boven de bodem zuurstofarme condities, zodat vissen, Ichthyosaurussen (zwemmende reptielen) en andere pelagische organismen die erin terecht kwamen verstikken, stierven en daarna, ook alweer door de afwezigheid van verrotting veroorzakend zuurstof, puntgaaf fossiliseerden. Bodemleven zal er in zo'n milieu niet veel zijn, hooguit een arme, aan extreme omstandigheden aangepaste fauna. Maar de fauna op en in de bodem van "Bundenbach" was juist rijk ontwikkeld, er heerste dus een zuurstofrijk milieu. Totdat "iets" daaraan een eind maakte.

Turbidieten of stromingen?

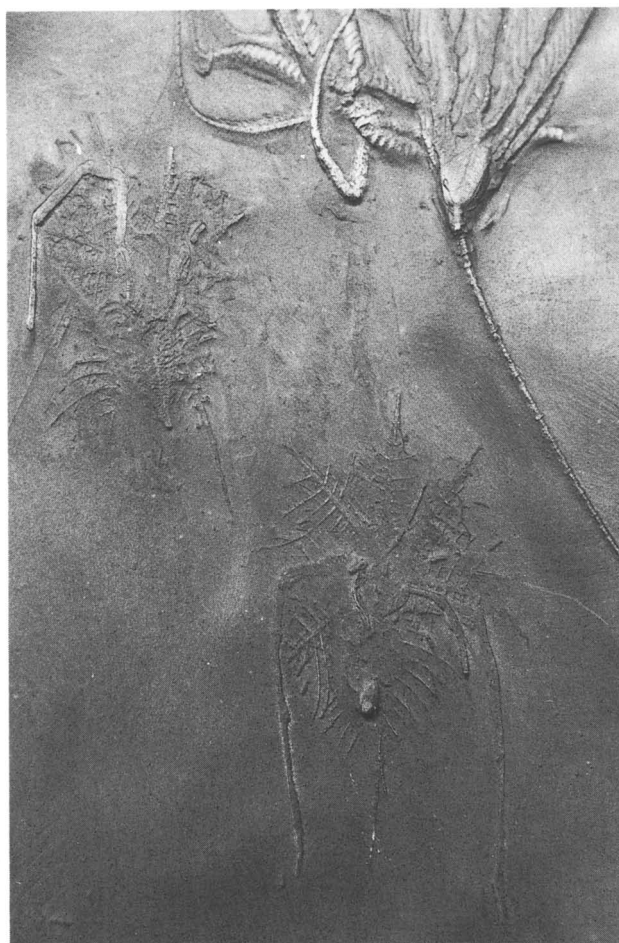
De beroemde Burgess shale in Brits Columbia, Canada, een afzetting uit het Midden-Cambrium, bevat eveneens een fauna die in korte tijd geconserveerd werd. Dieren die nergens anders zijn gevonden, vele zelfs zonder harde delen, zijn tot in de fijnste details gefossiliseerd. Men neemt aan, dat de levensgemeenschap onder of bij de rand van een puinwaaier in zee leefde. De steilheid van het afgezette puin kan aan de rand van het afzettingsgebied naar de diepte toe op een gegeven moment zo groot worden, dat enorme hoeveelheden materiaal plotseling omlaagschuiven, dieper de zee in. De afzettingen die daarna in vrij korte tijd worden gevormd, en die een opeenvolging van grof naar fijn materiaal vertonen, worden turbidieten genoemd. De Burgess-shalefauna zou in zo'n turbidiet zijn terechtgekomen en naar een anaerobisch milieu zijn vervoerd. Deze fauna is overigens nauwelijks gepyritiseerd.

Wanneer in de literatuur de vorming van de afzettingen in het gebied van het latere Rijnleisteengebergte ter sprake komt, worden vaak turbidieten ten tonele gevoerd om de opeenvolging van soorten sediment en bepaalde structuren te verklaren. Kunnen turbidieten ook bij het ontstaan van de Hunsrück-leisteeneen rol gespeeld hebben?

Kenmerkend voor turbidieten is de gegradeerde gelaagdheid (een moeilijk te plaatsen factor in de Hunsrückleisteene): onderaan bestaat het afgezette pakket vooral uit grove bestanddelen, naar boven toe worden de partikels steeds fijnkorreliger. Tenslotte zijn de fijnste deeltjes bezonken: de klei. Bij een volgende turbidiet wordt de cyclus herhaald. De invloed van een turbidiet kan zich over honderden kilometers uitstrekken. Ver van de plaats waar de turbidiet ontstond zullen de grove bestanddelen zijn uitgeput en zullen vooral de fijnzandige, siltige en kleiige fracties neerdalen. Zo gezien zou voor de Hunsrück een kleirijke "staart" van een turbidiet de oorzaak van de plotselinge bedekking van de bodem kunnen zijn geweest. Omdat de fossielen in verscheidene niveaus voorkomen, zouden zich meer dan eens dergelijke catastrofes moeten hebben voorgedaan.

Volgens een andere opvatting zou het water van een giftig milieu door toestroming van goed doorlucht water kunnen zijn vervangen, waardoor bodemleven - tijdelijk - mogelijk was. Zeestromingen zouden ook kunnen worden aangegrepen om de aanvoer van klei te verklaren. Het materiaaltransport zou dan

Afb. F - 3. *Mimetaster hexagonalis*, hoogte van het grootste exemplaar 3 - 4 cm. Op deze plaat Hunsrück-lei steen zijn ook een zeelelie en een slangster zichtbaar. Herkomst: groeve Eschenbach I, Bundenbach. Collectie: G. Beicht te Bundenbach. Foto: H. Südkamp.



veroorzaakt zijn door langzame stromingen van watermassa's met bv. een relatief hoog zoutgehalte. Dit water zou het fijne sediment vanaf kustgebieden naar diepe delen van het zeebekken meegesleept hebben.

Hoe dan ook, het zuurstofrijke levensmilieu op de bodem en iets eronder werd begraven in de bodem, waar wellicht al fatale anaerobe condities - en zwavelbacteriën - in de buurt waren. De organismen in de Devoonzee stonden, eenmaal begraven, aan pyritisatie bloot. Maar het leven ging verder als de turbidiet - of welk fenomeen het dan ook geweest mag zijn - was uitgewoed. Onder normale, zuurstofrijke condities kon de fauna zich naderhand weer van de ramp herstellen.

Mimetaster

Tussen het Midden-Cambrium van de Burgess-lei naar het Onder-Devoon van de Hunsrück-lei liggen hemelsbreed duizenden kilometers en, in tijd gemeten, zo'n 150 miljoen jaar. De fauna's uit deze afzettingen zijn allebei momentopnamen van een levensgemeenschap. De meeste overgebleven organismen zijn niet of nauwelijks met elkaar te vergelijken. Eén uitzondering willen we hier noemen: *Marrella* en *Mimetaster*.

In de Burgess shale komen vele vreemd gevormde wezens voor met zeer dunne, organische schalen, die alleen in buitengewone gevallen kunnen fossiliseren en die elders in de wereld hooguit in slechts enkele schaarse voorkomens van ongeveer dezelfde ouderdom zijn gevonden. Men noemt deze, moeilijk in de systematiek onder te brengen dieren wel "Trilobitoidea": trilobietachtigen. Eén daarvan is *Marrella splendens* (afb. F - 2a).

Deze heeft een wigvormig kopschild, waaraan vier lange, rugwaarts gekromde horens staan, evenals vier antennes, waarvan twee zeer lang en geleed. Achter de kop zit een langwerpige, gesegmenteerde lijf. Elk segment heeft van onderen twee aanhangsels, die gespleten zijn. Misschien kon *Marrella* zwemmen.

In de Hunsrück-lei komt de merkwaardige verschijning *Mimetaster hexagonalis* voor, die met *Marrella* grote overeenkomst vertoont. Dank zij röntgenfoto's van Prof. W. Stürmer kon worden vastgesteld, dat er bij *Mimetaster* stevige, gelede aanhangsels op het kopgedeelte stonden - gepyritiseerde spiervezels zijn zichtbaar - dat er aan het borststuk twee paar lange, gelede poten zaten, en dat er onder het gesegmenteerde lichaam ongeveer 30 paar

gespleten aanhangsels waren. Deze bestaan uit "looppoten" aan de onderzijde en franje-achtige "zwempoten" (?) erboven. Maar het opmerkelijkst is het schild met zijn zes vertakkingen, elke tak weer van zijstekels voorzien. Aan dit zesarmige (hexagonale!) schild dankt het dier zijn bijnaam "schijnster": men zag er aanvankelijk een zeester in.

De grootte van het diertje was ongeveer 3 - 5 cm. Zie afb. F - 2b. Afb. F - 3 is een oppervlaktefoto van twee exemplaren op één plaat Hunsrücklei. Bij deze exemplaren zijn de diverse kenmerken tamelijk goed zichtbaar.

Mimetaster is mogelijk een late verwant van de *Marrella*-groep. Deze zou dan zeker tot in het Onder-Devoon zijn blijven voortbestaan, maar is verder nooit meer gevonden.

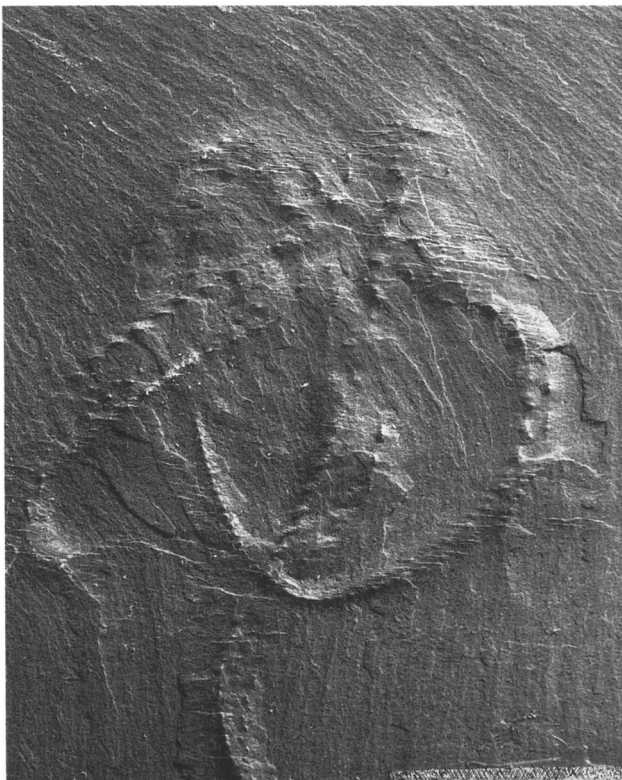
De Bundenbach-collectie van Teylers Museum

door W.H. Südkamp

Zoals al eerder werd verteld werden de eerste fossielen uit de Hunsrückschiefer omstreeks 1860 verzameld door Tischbein en Köhler. In 1862 werden deze vondsten door F. Roemer beschreven en van een naam voorzien.

De toenmalige conservator van Teylers Museum in Haarlem, Prof. J.G.S. van Breda, zag al gauw de waarde van de fossielen in. De heren van Teyler hadden wel vaker een goede neus voor aankopen. Als eisen werden gesteld dat het aan te kopen object waardevol, spectaculair en actueel was. De Bundenbach-fossielen voldeden aan deze eisen.

Het was door toedoen van Van Breda dat het museum in 1863 een collectie van 20 fossielen aanschafte. Van 9 fossielen die op twee platen staan zijn beide kanten aanwezig, zodat de Bundenbach-collectie uit 29 stukken bestaat.



Afb. G - 1. *Taeniaster* (= *Bundenbachia*) *beneckeii*, zoals deze door Teylers Museum werd aangekocht. Vergelijk afb. D - 19. Foto: Teylers Museum.

In die tijd werden de Bundenbach-fossielen nog niet geprepareerd. Afb. G - 1. Wel vond registratie plaats in een catalogus (Winkler, 1868). Aan het begin van deze eeuw werd de collectie op systeemkaarten overgebracht.

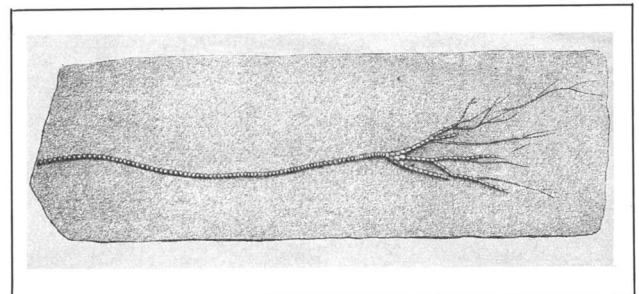
De collectie bevatte vier holotypen: twee zeelies en, zoals men dacht, twee zeesterren. Deze werden in een vitrine gelegd. De rest van de Bundenbach-verzameling verdween in een afgesloten la daaronder.

Wegens mijn grote belangstelling voor Bundenbach-fossielen -- vele exemplaren uit mijn eigen collectie had ik al met succes geprepareerd -- wilde ik de Teyler-collectie graag nader bekijken. Ruim een eeuw na de aankoop van de fossielen van Tischbein en Köhler kwamen deze opnieuw aan het licht. Ik vroeg de museumleiding om toestemming de fossielen te prepareren. Hierdoor zouden details zichtbaar kunnen worden en zou de naamgeving in de registraties kunnen worden gecontroleerd. Het museum stemde erin toe dat acht exemplaren werden geprepareerd, onder voorwaarde dat eerst oppervlakte- en röntgenfoto's werden gemaakt. De afbeeldingen G - 1 en D - 19 geven de toestand voor en na het prepareren weer.

Via een literatuurstudie, het bekijken en verklaren van de röntgenfoto's en het observeren van de geprepareerde fossielen kwam uiteindelijk een nieuwe determinatie tot stand.

De holotypen

De eerste beschrijving van een soort is gebaseerd op zg. type-exemplaren, die altijd in een museum of instituut bewaard dienen te blijven. Gewoonlijk wordt één hiervan, het holotype, als referentie-exemplaar gekozen en nauwkeurig afgebeeld. Ontbrekende details kunnen worden ontleend aan zg. paratypen. Gaat een holotype verloren, dan kan een ander exemplaar als zodanig worden aangewezen.



Afb. G - 2. *Rhadinocrinus nanus*, ongeveer 0,6 x. De kelk is klein en kegelvormig. Holotype, getekend door F. Roemer.