

Bram Langeveld

Fascinerende fossielen

Van dinosaurus tot reuzenalk:
vijftig verdwenen werelden

*voor de fossielenverzamelaars: de paleohelden,
redders van paleontologisch erfgoed*

Inhoudsopgave

Voorwoord door dr. René H.B. Fraaije	7
Fossielen fascineren	8

Deel 1 Over fossielen

Wat en hoe?	12
Determineren en reconstrueren	16
Geologische tijd	22
Evolutie en extinctie	26
Levende planeet	31
Verzamelaars en collecties	36
Selectie en nadruk	39

Deel 2 Van dinosaurus tot reuzenalk: vijftig verdwenen werelden

Buizenzandsteen uit het noorden	42
'Tulpenbolspons' onderaan grindhoop	45
Ketting uit het Siluur	48
Zwervende trilobiet	52
Goniatieten uit het oosten	55
Zeelelies op Marker Wadden	59
Maastrichtse mosselkreeft	62
Reuzenpaardenstaart uit steenkoolmoeras	69
Pootafdrukjes, maker onbekend	76
Vreemde varens	80
Kreeft uit Twente	85
Het belemnietenkerkhof	88
Mosasaurus Lars	92
Ploegend door de zeebodem	96
Hollandse dino's	101
Buideldier in Limburg	105
Overlevers in groeve Curfs	108

Adelaarsrog van Cadzand	112
Zwinkokkel gaat op reis	115
Oerwalvis op Sint-Pietersberg	119
Nautilus met hightech buis	122
De eerste schelpenverzamelaar	125
Koraal uit weiland	129
Suikerschepjes op strand	132
'Gorillapaard' met luiaardklauwen	136
Oervinvis in Westerschelde	139
Worm kweekt bacteriën	143
Endemische driehoek	147
Mastodont is geen mammoet	150
Kurkentrekker van De Kaloot	154
Borende slak maakt domme fout	158
Gekraakte strandgapers	162
Tapir op strand	165
Chevronneut op grote diepte	169
Reuzenbever was niet groot	173
Als een mol in het water	177
Sifograzende platvissen	180
Muizenkeutels in zeegrasveld	185
Gallen uit Raalte	188
Zwarte tanden van witte haai	192
Walrus in Noordzee	196
Ijstijdaasvliegen in mammoetkop	201
De ijstijdkip	206
Bruine sneeuwuil	209
Laatste hap van reuzenhert	213
Jongste sabeltandkat van Europa	217
Windkanter in poolwoestijn	221
Snoek uit zee	225
Geplette waternoten	229
Onfortuinlijke reuzenalk	232
Deel 3 Tot slot	
Zelf fossielen verzamelen	238
Dankwoord	242
Illustratieverantwoording	243
Bronnen	244
Index	262

Voorwoord

Toen de schrijver van dit bijzondere boekwerk, paleobioloog Bram Langeveld, mij vroeg om een voorwoord te schrijven, hoefde ik daar niet lang over na te denken. Bram is namelijk een lotgenoot, hij is op zeer jonge leeftijd met fossielen in aanraking gekomen en heeft er nooit meer afstand van kunnen doen. Hij hoort tot de nieuwe generatie paleontologen die fossielen tot leven weet te brengen voor een breed publiek.

Bram heeft de mooiste en spannendste fossielen uit Nederlandse bodem voor u verzameld en van heel duidelijke achtergrondinformatie voorzien. Met dit boek wordt de lezer gestimuleerd om beter naar ons bodemarchief uit te zien en met mogelijk belangrijke vondsten de weg te vinden naar de vele regionale musea in Nederland met natuurhistorische collecties.

Vanaf het midden van de vorige eeuw is het zoeken naar en verzamelen van fossielen een hobby voor steeds meer liefhebbers geworden in Nederland. Tegenwoordig zijn er enkele duizenden verzamelaars en nog veel meer geïnteresseerden die in binnen- en buitenland vaak mooie en bijzondere vondsten doen. Men zou op het eerste gezicht Nederland niet echt rijk achten aan fossielen, maar dit boek bewijst het tegendeel.

Ieder gevonden fossiel is vaak weer een extra stukje informatie over hoe lang vervlogen tijden er uit hebben gezien. Bram voert u, met de door hem geselecteerde fossielen, langs allerlei sterk verschillende landschappen uit Nederland tijdens de afgelopen half miljard jaar.

Overblijfselen uit tropische bossen, snikhete woestijnen en koude ijsvlaktes wedijveren met elkaar in dit makkelijk leesbare boek. Misschien loopt u straks ook met gekromde rug en ogen op de grond gericht te zoeken naar ons spannende Nederlandse bodemarchief. Kom gerust met uw vondst(en) naar een van de regionale natuurhistorische musea... u zult versteld staan hoe wetenschappers zoals Bram u het verleden laten beleven.

Dr. René H.B. Fraaije
Directeur Het Oertijdmuseum, Boxtel

Fossielen fascineren

Waar komen we vandaan? Waar gaan we heen? Fossielen zijn bij uitstek geschikt om deze existentiële vragen zo praktisch mogelijk te beantwoorden. Fossielen bieden een niet te evenaren perspectief op het verstrijken van de tijd, op het leven op aarde en op onze eigen plaats en rol daarin. Het zijn boodschappers uit onvoorstelbaar lang vervlogen tijden. Uit andere werelden, maar juist tegelijkertijd ook uit onze eigen wereld. Soms met een alarmerende, dan weer met een juist geruststellende boodschap. Soms lastig te interpreteren, dan weer overduidelijk. Soms zijn de fossielen van bijzondere schoonheid of zeldzaamheid, soms juist onooglijk en in immense aantallen. Maar altijd spannend en fascinerend. Fossielen confronteren ons met de onmetelijke krachten van de natuur en kunnen ons dwingen tot reflectie op ons eigen handelen ten aanzien van die natuur. Ze kunnen onze eigen soort in perspectief plaatsen en tot bezinning, nederigheid en respect voor de natuur leiden.

Fossielen helpen wetenschappers het huidige leven op aarde te begrijpen. Ze zijn tastbare bewijzen van planten en dieren die tienduizenden, honderdduizenden of zelfs miljoenen jaren geleden de aarde bevolkten. Eeuwen van verzamelen, bewaren in natuurhistorische musea en nauwkeurig onderzoek, tegenwoordig steeds vaker gebruikmakend van moderne technieken zoals elektronenmicroscopie, CT-scanning en röntgenfluorescentiespectrometrie, hebben veel kennis opgeleverd over de verdwenen planten en dieren. Die fossielen en geologisch onderzoek hebben ons ook meer geleerd over het verschuiven van de continenten, het stijgen en dalen van de zeespiegel, het schommelen van het klimaat, het optreden van massa-extincties en de werking van evolutie. Al die kennis is cruciaal om de huidige crises van biodiversiteit en klimaat te kunnen duiden en om een onderbouwde verwachting van de toekomst van de aarde te ontwikkelen. Paleontologie, het onderzoek aan fossielen, is dus een belangrijke en relevante wetenschap.

Maar fossielen zijn ook gewoon spannend. Ze maken ons een beetje tijdreiziger. Juist het feit dat fossielen tastbaar zijn, maakt paleontologie een heel toegankelijke wetenschap. Iedereen kan immers zelf 'in het veld' fossielen vinden. Iedereen heeft toch weleens een interessante steen opgeraapt? Op vakantie in Zuid-Frankrijk bijvoorbeeld. Of fossiele haaientangdjes op het strand van Cadzand in Zeeland. En elk kind heeft toch een dinosaurusfase? Het is een bijzonder gevoel om als eerste zo'n oeroud fossiel in handen te hebben.

Fossielen fascineren al millennia. Er zijn zelfs fossielen gevonden in sommige steentijd-opgravingen: vroege vertegenwoordigers van onze eigen soort en zelfs vroegere mensensoorten herkenden de opvallende vormen, patronen of materialen van fossielen (zoals zee-eegels) die ze toevallig tegenkwamen en brachten ze mee naar hun kamp. Soms maakten ze er zelfs hangers van, door er gaatjes in te maken of groeven rondom aan te brengen. Er zijn ook vuurstenen gereedschappen gevonden, met daarin fraaie fossielen.



Fossielen zijn tastbaar en iedereen kan ze vinden (hoewel niet altijd eenvoudig!), zoals hier een prachtige mammoetkies van het strand van Maasvlakte 2 (21 december 2014). Dat maakt paleontologie een heel toegankelijke wetenschap.



Een of ander sciencefiction monster? Nee hoor, dit is geen fantasie. Het is een metershoge en tonnen zware luiaard, die niet in de bomen maar op de grond leefde. Tastbare fossielen zoals dit Zuid-Amerikaanse skelet van *Megatherium americana* in het Natural History Museum (4 augustus 2014) vormen al generaties lang een bron van eindeloze fascinatie.

In de oudheid werd er al over fossielen geschreven, al werden ze nog niet altijd juist geïnterpreteerd (uitzonderingen daargelaten). In de middeleeuwen vormden fossielen vooral een bron voor allerlei folklore en mythen. Pas aan het begin van de negentiende eeuw ontstond de wetenschappelijke consensus dat fossielen de oeroude resten van ooit levende organismen zijn. Het duurde nog tot halverwege de twintigste eeuw voordat er een goed inzicht in de exacte ouderdom (in miljoenen jaren) van fossielen ontstond, dankzij de ontwikkeling van dateringsmethoden gebaseerd op radioactief verval van gesteenten.

Paleontologie is bij uitstek een wetenschap waarin liefhebbers (of: vrijwilligers/*citizen scientists*) belangrijke bijdragen leveren. Dat is al zo vanaf het vroegste begin van het vakgebied. Vroeger ging dat vaak om het vinden en beschikbaar maken van de fossielen voor onderzoek door geleerden. In feite is dat het verzamelen van wetenschappelijke data. Dat blijft nog steeds het belangrijkste, maar tegenwoordig stellen sommige van deze niet-betaalde paleontologen ook zelf of in samenwerking met betaalde paleontologen onderzoeksvragen, zetten ze onderzoeksprojecten op en schrijven ze zelf wetenschappelijke artikelen om hun resultaten vast te leggen. De fossielenfascinatatie ging dan van verzamelen over tot een diepgevoerde wens en grote nieuwsgierigheid om die verdwenen werelden te begrijpen.

Nederland kent een heel leger aan privéverzamelaars. De meeste gaan actief op zoek in binnen- en buitenland. Ze documenteren hun vondsten in groot detail en leggen belangrijke, wetenschappelijk verantwoorde collecties aan. Sommige onderzoeken hun vondsten en publiceren daarover; enkele hebben zich zelfs tot wereldwijd erkende specialisten op hun fossielgroep ontwikkeld. En zelf verzamelen kan nog steeds! Deel 3 van dit boek bevat daarvoor een paar praktische tips.

Na wat achtergrondinfo in deel 1 van dit boek, volgt in deel 2 een tijdreis aan de hand van een selectie van 50 Nederlandse fossielen (eigenlijk 49 fossielen en 1 steen) die zich bevinden in natuurhistorische (vooral museale) collecties. Van een half miljard jaar oud tot geologisch gezien nog heel jong: zo'n 3400 jaar oud. Deze laatste is technisch geen fossiel, want jonger dan 10.000 jaar, maar daarom niet minder fascinerend. Aan de hand van elk fossiel wordt steeds een korte schets gegeven van de verdwenen wereld waaruit het afkomstig is. Dan volgt er een toelichting op het fossiel met meer details. Natuurlijk zijn de belangrijkste gegevens vermeld: de naam en wetenschappelijke naam, de vindplaats, verzameling waarin het bewaard wordt, de verzamelaar en de afmeting. Ook de ouderdom wordt zo nauwkeurig mogelijk vermeld en dat vormt tevens de volgorde waarin ze in dit boek verschijnen: van oud naar jong.

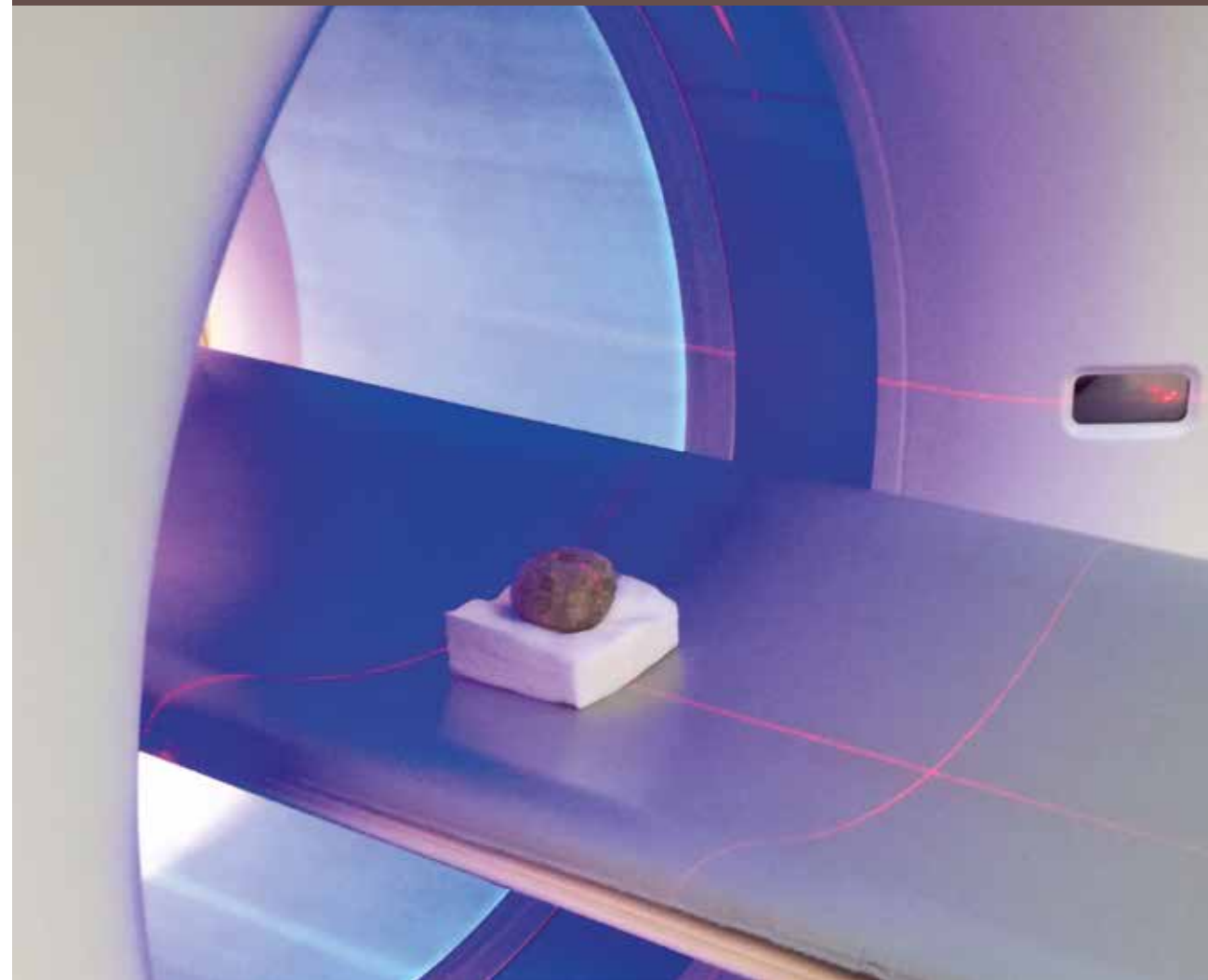
Stuk voor stuk zijn het interessante objecten die een spannende en soms verrassende of leerzame blik geven op verdwenen werelden. Soms is de aarde nauwelijks herkenbaar en andere keren zijn er juist opvallende overeenkomsten met de huidige tijd. Wie weet helpt de reconstructie van de vroegste aardse ecosystemen zelfs bij de zoektocht naar 'primitief' buitenaards leven op andere planeten. Fossielen fascineren.

Bronnen:

Briggs & Crowther 2001, De Gans 2006, Gradstein et al. 2004, Haug et al. 2020, Heimans 1913, Hussain & Will 2021, Jagt et al. 2022, Moncel et al. 2012, Owen 1846, Stearn & Carroll 1989, Taylor 2016

Deel 1

Over fossielen



Fossielen bieden een blik op verdwenen leven. Tot honderden miljoenen jaren oud. Soms gaat het (letterlijk) om vage impressies van verdwenen werelden en soms geven ze juist een verrassend gedetailleerde blik. Tegenwoordig worden moderne technieken toegepast op oeroude fossielen: deze fossiele zee-ezel uit de Westerschelde krijgt een CT-scan voor een digitale preparatie. Hoe ontstaan fossielen, hoe oud zijn ze en hoe worden ze onderzocht?

Wat en hoe?

Een gangbare definitie van een fossiel is: een overblijfsel of spoor van een organisme van minimaal 10.000 jaar oud. Een tastbaar overblijfsel van leven dat minimaal 10.000, vaak zelfs miljoenen jaren geleden stierf. Het is een wonder dat er überhaupt iets overblijft na zoveel tijd en fossielen zijn inderdaad uitzonderlijk. Verreweg de meeste dode planten en dieren vergaan en na hooguit enkele tientallen, een paar honderd of misschien een paar duizend jaar zijn zelfs hun hardste delen, zoals botten of schelpen, verdwenen.

Het leven is eigenlijk een continue kringloop: alles wordt zoveel mogelijk gerecycled. Daar zorgen aaseters, allerlei ongewerveld bodemleven, schimmels en bacteriën voor. Alleen onder bijzondere omstandigheden kunnen delen van organismen fossiel bewaard blijven. Meestal gaat dat om de harde delen van het organisme: bijvoorbeeld botten en kiezen van zoogdieren of schelpen van slakken. Fossilisatie van weke delen of van organismen zonder harde delen (zoals kwallen) komt alleen onder uitzonderlijke omstandigheden voor. Hoe dan ook, om een fossiel over te houden moet de afbraak door al die recyclende organismen tijdig zijn gestopt. Vaak betekent dat dat een dood dier snel begraven is geraakt en daarmee afgesloten van zuurstof. Bijvoorbeeld onder een dikke laag klei.

Fossielen zijn zeker niet altijd versteend ofwel gemineraliseerd. Onder gunstige omstandigheden kunnen de harde delen, zoals botten of schelpen, van veel organismen miljoenen jaren lang min of meer onveranderd bewaard blijven. Maar ook andere weefsels kunnen behouden blijven, zoals de cuticula (met name chitine; de belangrijkste component van het pantser) van geleedpotigen of de cuticula (een waslaagje) van planten. Barnsteen is ook een goed voorbeeld. Ondanks de soms miljoenen jaren dat deze hars van met name coniferen en verwante planten in de bodem zat, is het nog altijd organisch materiaal en zelfs brandbaar.

In andere gevallen is het originele weefsel wel aanzienlijk veranderd, maar heeft er geen verstening plaatsgevonden. Veel aragonitische schelpen zijn gerekristalliseerd naar het meer stabiele calciet; maar kalk blijft kalk. Veel plantenfossielen uit het Carboon zijn wat verder veranderd: deze zijn ingekoold. Door miljoenen jaren van druk en hitte diep onder de grond zijn de vluchtige stoffen verdwenen en is er alleen nog een dun laagje koolstof achtergebleven op een afgietsel van de originele plantenresten. In andere gevallen hebben fossielen nog niet de tijd gehad om te verstenen of zijn ze onder bijzondere omstandigheden bewaard gebleven. Bijvoorbeeld de mammoeten die met huid en haar tevoorschijn zijn gekomen uit de permafrost van Siberië. Die zijn min of meer gevriesdroogd en daardoor niet vergaan. Of dichterbij huis: de mammoetbotten uit de Noordzee. Geologisch gezien zijn deze met zo'n 50.000 jaar nog erg jong. Ze bevatten nog eiwitten en zelfs stukjes DNA en zijn zeker niet versteend.



Een typisch fossiel: de versteende opvulling van de schelp van een van de vroegste nautilussen, uit de orde Tarphycerida, door erosie blootgelegd in een oude groeve bij Hällekis in Zweden (5 augustus 2013). Dit fossiel stamt uit het Ordovicium en is net wat jonger dan een half miljard jaar.

Maar verstening komt natuurlijk ook veel voor. We spreken van verstening als in de loop van het fossilisatieproces de originele weefsels van het organisme zijn vervangen door mineralen. Die zijn dan vanuit het omringende grondwater neergeslagen in de poriën van het weefsel, zelfs binnen in de cellen. Of die mineralen zijn ter plekke ontstaan uit chemische reacties tijdens het afbraakproces van de originele weefsels. Bij verstening blijft het fossiel duurzaam en regelmatig zeer gedetailleerd bewaard. Soms zijn zelfs de microscopische celstructuren nog te zien, zoals in doorsneden van fossiel hout of in goed bewaard gebleven dinosaurusbotten.

Regelmatig zijn fossielen wel van steen, maar niet versteend: het gaat dan om afdrucken of afgietsels. Veel fossiele schelpen uit het Krijt bijvoorbeeld zijn opgelost nadat ze begraven raakten in de zeebodem. Hun schelpen van aragoniet waren niet bestand tegen het water. Er bleef dan alleen een holte achter met precies de uitwendige vorm van de schelp. Door met siliconenpasta een afgietsel te maken, krijgen we een beeld van de originele schelp. In andere gevallen ontstond zo'n afgietsel op natuurlijke wijze doordat sediment of mineralen de holte later opvulden.

Sporenfossielen vormen een eigen categorie: hierbij is niet het organisme zelf bewaard gebleven, maar alleen een spoor ervan. Denk in dit geval aan de voetafdruk van een dinosaurus of een graafgangetje van een worm in de zeebodem. Sporenfossielen zijn bijzonder waardevol om fossiel gedrag te onderzoeken. Bijvoorbeeld: leefden dinosaurussen in kuddes, of liepen ze alleen?

Als het gaat over fossielen verdienen zogenaamde Konservat-Lagerstätten een aparte vermelding. Deze bijzondere afzettingen bevatten de mooiste fossielen die er zijn. Vaak zijn die niet versteend, maar juist (deels) bijna onveranderd (organisch) bewaard gebleven. Dat betekent dat we hier niet alleen de harde delen van dode organismen aantreffen, maar ook fossielen van hun weke delen en zelfs fossielen van organismen die helemaal geen harde delen hadden.

Die bijzondere afzettingen werden overwegend gevormd in zee en in zoetwatermeren, meestal onder zuurstofarme of zelfs zuurstofloze omstandigheden, in omgevingen die in korte tijd een grote hoeveelheid sediment ontvingen. Zonder zuurstof gaat de afbraak van dode planten en dieren veel langzamer dan wanneer er wel zuurstof aanwezig is. Bovendien ontstaan in dat proces – waarbij gespecialiseerde bacteriën betrokken zijn – sneller mineralen die de originele weefsels vervangen en zo bewaren. Soms zijn zelfs de details op celniveau nog zichtbaar. En niet alleen de harde weefsels, ook de zachte.

Deze zuurstofloze omstandigheden zijn daarnaast zeer onaantrekkelijk voor aaseters en allerlei gravende dieren, die een dood dier op zouden eten of de botten of andere resten door elkaar zouden husselen. En af en toe een dikke laag sediment erop behoedde de dode organismen in de Konservat-Lagerstätten definitief voor verder verval.

Bekende voorbeelden van Konservat-Lagerstätten zijn de Burgess Shale in Canada uit het Cambrium en het opgevolde vulkaanmeer bij Messel in Duitsland. De fossielen die hier zijn gevonden zijn 47 miljoen jaar oud en geven een ongekend fraai beeld van het leven in het subtropische woud dat toen rondom het meer groeide. Plantenresten en dode dieren kwamen in het diepe water terecht en zonken naar de bodem. Er zat bijna geen beweging in het water, waardoor de diepere lagen bij de bodem zeer zuurstofarm of zelfs zuurstofloos werden. De afbraak van de organische resten ging dus erg langzaam. Door bacteriële afbraak onder zuurstofloze omstandigheden ontstond het mineraal sideriet waardoor de omtrek van zoogdieren en zelfs de veren van vogels bewaard zijn gebleven. Daar blijft fossiel normaal gesproken niks van over.

Onder de opvallend talrijke fossielen van vleermuizen uit Messel zijn exemplaren die het flinterdunne vliegmembraan nog tonen. Er is zelfs een fossiel van een zwangere vleermuis gevonden waarbij het embryo nog herkenbaar is. Konservat-Lagerstätten zijn relatief zeldzaam, maar geven wel de meest gedetailleerde inkijkjes in de verdwenen werelden uit het verleden.

Het fossielenbestand (*fossil record*) is bepaald niet compleet. Meestal ontbreken dus de weke dieren. Fossielen van wormen zijn bijvoorbeeld hartstikke zeldzaam, behalve de harde keelkaakjes (zogenaamde scolecodonten) van een paar groepen binnen de ringwormen. In de tegenwoordige Noordzee is een op de drie diersoorten een worm, maar zelfs in tamelijk jonge afzettingen uit de Oer Noordzee worden er hooguit van een paar soorten kokerwormen fossielen gevonden. De rest is verdwenen.

Daarnaast ontbreken er soms ook miljoenen jaren in opeenvolgingen van gesteenten: zogenaamde hiaten. Lang niet uit elke geologische periode en van elke plek op aarde zijn fossielen bewaard gebleven of toegankelijk. Fossielen worden alleen gevonden in specifieke afzettingen: lagen klei, zand, kalk of grind of versteende vormen daarvan, zoals kleisteen,

zandsteen, kalksteen of conglomeraat. Dit zijn de sedimentaire gesteenten, ook wel afzettingsgesteenten genoemd. Deze worden alleen in sedimentaire bekkens gevormd (die vaak aan bodemdaling onderhevig zijn) en als er een bron van sedimentkorrels aanwezig is: bijvoorbeeld een rivier die in zee uitmondt en daar zand en klei in het water brengt.

Onder veel omstandigheden vindt geen sedimentatie plaats, of zelfs erosie. Bijvoorbeeld in gebergten: daar erodeert het gesteente en worden geen fossielen gevormd. Sterker nog: fossielen die aanwezig zijn in het gesteente waaruit het gebergte bestaat, worden ook door erosie aangetast en tot kruimeltjes gereduceerd. Geen fossielenzoeker die die fossielen ooit nog kan verzamelen, laat staan dat een wetenschapper die ooit nog kan onderzoeken.

In de andere hoofdtypen gesteenten: stollingsgesteenten (afgekoelde magma of lava) en metamorfe gesteenten (sedimentair gesteente of stollingsgesteente dat in min of meer vaste toestand onder invloed van temperatuur of druk is gerekristalliseerd of gemetamorfiseerd, meestal op grote diepte in de aarde), komen überhaupt geen (herkenbare) fossielen voor. Fossielen zijn dus echt uitzonderlijk.



Bij dit 47 miljoen jaar oude complete skelet van het aapje *Darwinius masillae* uit de Konservat-Lagerstätte Messel is de omtrek van het lichaam als donkere verkleuring nog zichtbaar; tentoongesteld in Naturalis Biodiversity Center (27 januari 2023).

Bronnen:

Boardman et al. 1987, Briggs & Crowther 2001, Grimaldi 1996, Grimaldi & Engel 2005, Gruber & Micklich 2007, Marshak 2011, Palmer & Wilson 2004, WoRMS 2023

Cambrium

Naam: buizenzandsteen

Wetenschappelijke naam: *Skolithos linearis* Haldeman, 1840

Vindplaats: Groningen, Gaarkeuken

Ouderdom: vroeg-Cambrium: ca. 530 miljoen jaar oud

Collectie: Hunebedcentrum: geen nummer (gevonden door: H. Huisman)

Afmeting: breedte 11 cm

Buizenzandsteen uit het noorden



De wereld lijkt wel een andere planeet. Jazeker, er zijn continenten met gebergten en oceanen vol water, maar hun vorm en ligging zijn totaal anders. Bovendien is het op het land een kale bende: buiten wat bacteriematten is nergens ook maar enig leven te bespeuren. Nog geen plukje mos, laat staan een kevertje of mug. Toch barst het op aarde al ruim 3 miljard jaar van het (eenvoudige) leven. Dat zit echter vooral verstopt onder het oppervlak van de zeeën en oceanen en laat daar zijn sporen na. De zandige zeebodem van een koude oeroceaan vormt nabij de kust de habitat van allerlei ongewervelden. Lange slanke wormen van een paar millimeter doorsnede graven zich verticaal diep in die bodem in. Zo zitten ze beschut terwijl ze kleine voedseldeeltjes uit het water grijpen of filteren. En dat is een succesnummer: ze komen wereldwijd voor in zandbanken en zandbodems in hoge dichtheden van ruim 1000 exemplaren per vierkante meter.

De aarde is ruim een half miljard jaar geleden, in het vroege Cambrium, vrijwel onherkenbaar. Het leven op aarde ontstond zo'n krappe 4 miljard jaar geleden, dus ten tijde van het Cambrium was het al bijna 3,5 miljard jaar gaande. In al die tijd had het nog niet zo heel veel voor elkaar gekregen: het ging vooral om eencellig of zeer eenvoudig meercellig leven dat een beetje in het water dreef. Complex meercellig leven was hartstikke nieuw (dat bestond toen pas een slordige 30 miljoen jaar) en herkenbare dieren met goed fossiliseerbare harde delen maakten hun entree.



Een stukje buizenzandsteen *Skolithos linearis*, zojuist verzameld van de grindhoop in een zandwinning (7 november 2022). Ruim een half miljard jaar nadat de wormpjes hun gangen groeven in de zeebodem wordt het fossiel nu gekoesterd in een collectie en verschijnt het zelfs in een boek. Dat hebben die eenvoudige wormpjes goed voor elkaar gekregen.

In het vroege Cambrium verschenen bijvoorbeeld de eerste trilobieten. Maar ook bekende diergroepen, zoals de weekdieren met hun typische schelpen, ontstonden zo'n beetje nu voor het eerst. Dat al dat leven – geologisch gezien – zo plotsklaps (in circa 25 miljoen jaar) ontstond noemen we de Cambriëse explosie. Waarschijnlijke oorzaak is een stijging van het zuurstofgehalte op aarde, waardoor soorten groter konden worden en elkaar begonnen op te eten. Als reactie op dat nieuwe gevaar ontstond bij prooidieren bescherming in de vorm van uitwendige pantsers en schelpen (en ontwikkelden roofdieren harde delen om die barrières te kraken).

Het organisme dat het fossiel van dit hoofdstuk maakte had echter niets van dat alles. Het was nog lekker ouderwets: zonder harde delen. Sterker nog, hoe de maker van dit sporenfossiel er heeft uitgezien is niet precies bekend. Of makers, want meerdere soorten kunnen namelijk best een vergelijkbaar spoor maken, dat fossiel niet te onderscheiden is. Alles wat er is overgebleven zijn sporen in de vorm van wat nu buizenzandsteen of *Skolithos linearis* heet.

Het zijn verticale buisjes, zonder vertakkingen, een krappe halve centimeter in diameter, die netjes naast elkaar in de kwartsitische zandsteen zitten. De buisjes zijn opgevuld geraakt met datzelfde sediment, maar nog wel te onderscheiden van het omringende, niet doorwoelde, sediment. Op dwarsdoorsneden vormen de sporen cirkels, terwijl aan de zijkanten van het brok zandsteen zichtbaar is dat het om lange buisvormige sporen gaat. Dit sporenfossiel is wereldwijd bekend vanaf het Cambrium tot de moderne tijd. Nog altijd zijn er druk gravende diertjes in mariene milieus.

Het meest waarschijnlijk is dat de makers van de fossiele buizenzandsteen borstelwormen waren (de klasse Polychaeta binnen het phylum ringwormen) of een obscuurdere groep: de hoefijzerwormen (het phylum Phoronida). De sporenmakers leefden wereldwijd in zandbodems nabij de kust en in zandbanken in ondiepe zeeën. Waarschijnlijk was er een relatief grote aanvoer van zand en een aanzienlijke invloed van het getij. De makers van *Skolithos* speelden waarschijnlijk een grote rol in het vroeg-cambriëse ecosysteem.

Dat het buisenzandsteen (met tot wel meer dan 1000 buisjes per vierkante meter) wereldwijd grootschalig voorkomt zonder andere fossielen of andere sporen, is vooral bekend uit afzettingen uit het Cambrium. In afzettingen uit het daaropvolgende Ordovicium neemt dat massale voorkomen snel af. Waarschijnlijk ontstonden er meer diersoorten die concurreerden met de buisengravers of die ze opaten (zoals de toen tamelijk nieuwe evolutionaire uitvinding: kaakloze vissen). Daarnaast evolueerde toen een grote schare aan gravende diertjes die de bodem begonnen te doorwoelen en daarmee sporen uitwisten.

Skolithos wordt in de noordelijke helft van Nederland gevonden. Vooral in Twente, in zandwinningen waar de grove stenen uit het zand gezeefd worden. Met een beetje geluk kun je ze aantreffen op een akker in Drenthe tussen de aardappels of zelfs op het strand van Texel. In al die gevallen is de buisenzandsteen niet daar ter plekke ontstaan, maar afkomstig uit het zuiden van Zweden en omgeving. Daar vinden we *Skolithos* in het vaste gesteente.

Scandinavië bestaat grotendeels uit oeroude sedimenten. De diepe ondergrond bestaat vooral uit graniet van een of twee miljard jaar oud. Daarop zijn met name in de zuidelijke delen afzettingsgesteenten bewaard gebleven uit het Cambrium, Ordovicium en Siluur. De oudste cambrische afzettingen bestaan veelal uit pure, goed gesorteerde kwartsitische zandsteen. Dit zijn afzettingen uit ondiep, koud water, want dit gebied lag toentertijd op zo'n 65 °ZB. De zandkorrels werden door golfwerking en zeestromingen gesorteerd, terwijl al het organische materiaal en makkelijker verweerbare mineralen verdwenen. Sporenfossielen, zoals *Skolithos*, bleven wel bewaard. Maar hoe komt het dat we die fossielen in Nederland vinden?

In het Pleistoceen kwam tijdens de ijstijden op enorme schaal vergletsjering voor. Door de lagere temperaturen en minder energie van de zon die de aarde bereikte, smolt niet meer alle sneeuw op hoge breedtegraden, maar bleef het jaar na jaar liggen en zo ontstond er een ijspakket dat groeide en groeide. Met name in de voorlaatste ijstijd, het Saalien, ontstonden er enorme landijspakketten op Scandinavië en een groot deel van Noord-Amerika.

Het landijs op Scandinavië was in het centrum kilometers dik. Dat ijs ging net als in moderne, wat kleinschaliger gletsjers of zoals nog altijd op Groenland of Antarctica gebeurt, heel langzaam maar zeker stromen. De enorme massa van het ijspakket zorgde voor grote druk op de ondergrond en daarmee erosie van de bodem en zelfs van vast gesteente. Dit materiaal werd opgenomen in de basis van de gletsjer en kon zo getransporteerd worden.

Landijs uit het Saalien heeft die afzettingen met buisenzandsteen uit Zweden en omgeving dus vermalen tot hapklare brokken en deze naar Nederland meegevoerd. Het bereikte de noordelijke helft van Nederland, ongeveer tot de lijn Haarlem-Nijmegen. Toen het landijs smolt zijn de buisenzandstenen achtergebleven in een pakket keileem en een krappe paar honderdduizend jaar later kunnen ze worden verzameld.

Door de actie van een onvoorstelbaar grote gletsjer zo'n 150.000 jaar geleden, geologisch gezien overigens zeer recent, liggen er tegenwoordig dus wormsporen van een half miljard jaar oud tussen de Drentse aardappels. Ze werden gevormd op 65 °ZB, maar zijn afkomstig van ruim 55 °NB; dat verzint toch niemand?

Bronnen:

Benton 2005, Berendsen 2011, Eliason 2000, Grosberg & Strathmann 2007, Homann et al. 2018, Houtman 1977, Knaust et al. 2018, Kouchinsky et al. 2011, Saltzman et al. 2011, Sperling et al. 2013

Ordovicium

Naam: 'tulpenbolspons'

Wetenschappelijke naam: *Astylospongia praemorsa* (Goldfuss, 1826) Roemer, 1860

Vindplaats: Overijssel, Sibculo

Ouderdom: Boven-Ordovicium, Hirnantien: ca. 445 miljoen jaar oud

Collectie: Naturalis Biodiversity Center: RGM.1385316 (gevonden door: F. Rhebergen)

Afmeting: diameter 4,5 cm

'Tulpenbolspons' onderaan grindhoop



In een ondiepe, vrij kustnabije, tropische zee is het rustig op de zeebodem. Vlakbij komt dieper, voedselrijk oceaanoewater omhoog dat zich mengt met het warmere oppervlaktewater. Dat maakt het hier prima leefgebied voor sponzen, die grote rissen bouwen en rustig het zeewater door hun ontelbare poriën filteren voor die kleine voedseldeeltjes. Het vredige sponsrif telt vele duizenden sponzen van enkele tientallen soorten en biedt onderdak aan brachiopoden, mosselkreeftjes, trilobieten en slakken. De 'tulpenbolspons' voelt zich thuis op en aan de rand van het sponsrif. Deze soort behoort tot een vrij jonge familie binnen de sponzen die nu haar hoogtepunt beleeft. De spons is bolvormig met aan de bovenzijde een deuk. Van heel dichtbij is de waterstroom te voelen die uit die deuk naar buiten komt. Het is het afvalwater van de spons, waar de meeste voedseldeeltjes en zuurstof uit verwijderd zijn.

Van sommige fossielen is het lastig de identiteit te achterhalen, zeker als het om honderden miljoenen jaren oude exemplaren gaat. Het kan dan immers gaan om compleet uitgestorven diergroepen waarvan helemaal geen levende vertegenwoordigers meer bestaan. Het fossiel in dit hoofdstuk lijkt op het eerste gezicht in die categorie te vallen: een soort geperforeerde tulpenbol. Het is een vrijwel kogelronde bol van zo'n 4 centimeter doorsnede met een komvormige deuk aan de bovenzijde. In het oppervlak van die deuk zijn talrijke gaatjes zichtbaar. De rest van de bol bevat ondiepe groeven die zich van onder naar boven slingeren. Het oppervlak tussen die

Naam: kettingkoraal (gezaagde en geëtste zwerfsteen)

Wetenschappelijke naam: *Halysites* sp.

Vindplaats: Groningen, Groningen, Engelse Kamp

Ouderdom: Siluur, laat-Llandovery tot Ludlow: ca. 435 tot 423 miljoen jaar oud

Collectie: Hunebedcentrum: geen nummer (gevonden door: H. Huisman)

Afmeting: breedte 15 cm

Ketting uit het Siluur



Op de bodem van een vrij ondiepe, rustige, tropische zee groeit een uitgebreid rif. De kern ervan wordt gevormd door stromatoporen (breed uitwaaiende kalksponzen), maar ook diverse koralen hebben er een plekje. Aan de rand van het rif groeit een woud van zeelelies. Het rif en dit woud bieden bescherming aan kleine dieren die smakelijke hapjes vormen voor de toproofdieren: grote zeeschorpioenen. In iets dieper water op korte afstand van dit rif bestaat de zeebodem uit een zachte kalkmodder: een mengsel van kalkdeeltjes en kleideeltjes die neerddwarren uit het water. Hier leven weer andere soorten. Een opvallend patroon dat kriskras vertakkend door de zeebodem loopt trekt de aandacht. Van heel dichtbij blijkt dat het gaat om verticale kalkbuisjes die een klein stukje boven de bodem uitsteken. Ze zijn onderling verbonden en vormen vertakkende kettingen, met schakels van zo'n 2,5 millimeter doorsnede. Uit elk van die schakels steken minuscule tentakeltjes die bewegen op de stroming. Het zijn kettingkoralen en hun fraaie kolonies strekken zich vele tientallen meters uit over de zeebodem. Het lijkt wel een miniaturdoolhof.

Koralen zijn neteldieren en dus nauw verwant aan kwallen en zeeanemonen. In tegenstelling tot deze zachte wezens, bouwen de meeste koralen wel een hard kalkskelet. De meeste soorten koralen zijn kolonievormend. Dat wil zeggen dat een individueel koraaldier zich ongeslachtelijk voortplant door een knop of stek te vormen waaruit een genetisch identieke kopie groeit, die niet losraakt van de ouder.

In zo'n koraalkolonie bouwt elke kleine individuele poliep zijn eigen kalkskeletje, in feite een buisje, vanaf de basis steeds hoger. Die buisjes zijn voorzien van dwarswandjes: zowel verticale (vanaf de basis steeds hoger) als horizontale (een soort dubbele bodems). De kalkskeletjes zijn onderling met elkaar verbonden en vormen zo een stevig geheel: het skelet van de koraalkolonie.

Het buisje van elke poliep dient ter bescherming en ondersteuning van de weke delen, waaronder de tentakels waarmee de poliep voedseldeeltjes uit het water grijpt en het eenvoudige verteringsstelsel dat zich in het centrum van elke poliep bevindt. Het kalkskelet kan goed fossiel bewaard blijven, waardoor er veel meer van de ontwikkeling en evolutie van koralen bekend is dan van de zachtere neteldieren.

Koralen zijn een oude diergroep, zo blijkt uit die fossielen. Ze komen al meer dan een half miljard jaar voor in de oceanen en zeeën. De Tabulata zijn een uitgestorven groep binnen de koralen, die het goed deed in het Siluur. Kenmerkend aan de Tabulata is dat de verticale wandjes vrijwel ontbreken, maar de horizontale dwarswandjes juist opvallend talrijk aanwezig zijn. Ze hadden dus een hele reeks dubbele bodems in elk buisje en het koraaldier bewoonde alleen het uiteinde.

Kettingkoralen zijn misschien wel de mooiste tabulate koralen, door de typische opbouw van hun kolonies: ze vormden kettingen. In elke schakel (met een diameter van zo'n 2,5 millimeter) van de ketting leefde een poliep, terwijl de krappe tussenruimtes voorzien werden van talloze kalkige dwarsverbindingen. Zo werden de individuele buisjes aan elkaar geschakeld om een stevige structuur op te bouwen.

Kettingkoralen groeiden op een zachte bodem en hun groei in de hoogte hield ongeveer gelijke tred met de sedimentatie op de zeebodem. Steeds stak dus alleen het bovenste deel van elk buisje uit de zeebodem, de rest van het skelet zat stevig begraven. Niet alleen groeide elke schakel ongeveer 6 millimeter per jaar in de hoogte om niet begraven te raken door neerddwarrend sediment, maar de kettingen werden ook langer doordat er nieuwe schakels werden toegevoegd.

Vroeger dachten paleontologen dat nieuwe schakels alleen aan het eind van de ketting werden toegevoegd door knopvorming van het laatste koraaldier in de keten. Schijnbare vertakkingen van de keten werden verklaard als het resultaat van twee kettingen die elkaar toevallig tegenkwamen en vergroeiden. Recenter onderzoek gaf nieuwe inzichten. Door goed bewaarde kettingkoralen uit Estland door te zagen in uiterst dunne plakjes van soms maar 0,05 millimeter dik en die plakjes nauwkeurig te bestuderen onder de microscoop ontwikkelden paleontologen een beter idee van de groei van de al ruim 400 miljoen jaar dode dieren.

De basis of voet van de kolonie is het oudst; dat deel van de buisjes werd het eerst gevormd. Naar boven toe wordt het buisje steeds jonger. En wat blijkt? Dan verschijnen er

soms kleine aftakkingen van koraalpoliepen die bij elk hoger plakje iets groter worden en uiteindelijk hun volwassen doorsnede bereiken. Dat is de ongeslachtelijke voortplanting, eigenlijk de geboorte van een nieuw koraaldier. En inderdaad: volwassen koraaldieren aan het eind van de keten takten regelmatig een stek af die opgroeide en vervolgens zelf weer stekte.

Maar die aftakkingen werden niet alleen aan het uiteinde van de ketting ontdekt. Soms vormde zich een nieuw koraaldier tussen twee bestaande schakels. Zo werden kettingen steeds langer. Maar ook complexer doordat soms een volwassen of juveniel koraaldier dat al was ingeschakeld in de ketting ook een stekje begon, maar niet tussen hem en een van zijn burens. Die nieuwe schakel ontstond dan dwars op de bestaande ketting en vormde zo een nieuwe aftakking waar vervolgens ook weer nieuwe schakels aan konden groeien. Vertakkingen zijn dus het resultaat van de groei van de ketting zelf en niet van het samensmelten van twee aparte kettingen.

Kettingkoralen komen algemeen voor in silurische gesteenten op het Zweedse eiland Gotland in de Oostzee en ook in Estland. De bodem van Gotland bevat een vrijwel complete opvolging van mariene afzettingen uit het Siluur. Doordat de lagen door latere geologische processen iets scheefgesteld zijn, zijn ze vrijwel allemaal te vinden aan het huidige oppervlak van Gotland.

Wat nu Gotland is, was in het Siluur de bodem van een ondiepe, tropische zee. De afwezigheid van een vegetatiebedekking door landplanten (want die waren er nog nauwelijks) en dus een kaal landoppervlak gecombineerd met het tropische klimaat, leidde tot erosie van het nabijgelegen continent, waardoor veel kleideeltjes op de zeebodem neerduwden.

In het warme, niet al te diepe water wemelde het van het leven. Uitgebreide riffen vormden de habitat van een aanzienlijke biodiversiteit met zowel bestaande diergroepen, zoals slakken, tweekleppigen, zeelelies en brachiopoden, als uitgestorven groepen, zoals trilobieten en reusachtige zeeschorspioenen (Euryptera). Die riffen bevatten koralen (net als tegenwoordig), maar in het Siluur waren Stromatoporoidea (vroeger ook wel Stromatopora genoemd) belangrijkere rifbouwers.

Deze thans uitgestorven groep rifbouwers heeft paleontologen in de afgelopen eeuw heel wat hoofdbreken bezorgd. De fossielen werden geïdentificeerd als hydroïdpoliepen of koralen (twee groepen van neteldieren), foraminiferen (meestal microscopische eencelligen), blauwwieren en uiteindelijk als sponzen. Thans is de consensus dat het gaat om een groep sponzen die

Afzettingen uit het Siluur komen in Nederland niet aan de oppervlakte, maar onderzoek uit 2021 toonde aan dat ze wel in de diepe ondergrond van Zeeland voorkomen. Dit stukje van de onderzochte boorkern komt van 1891,95 tot 1892,17 meter diepte en heeft een ouderdom van ca. 420 miljoen jaar. Het zijn versteende silt- en kleiafzettingen die in zee werden gevormd. Dit is het oudste gesteente van Nederland. Tentoongesteld in Het Oertijdmuseum (28 januari 2023).



een hard kalkskelet vormden. Dat skelet werd in dunne laagjes afgescheiden en vormde zo uitgebreide koepelvormige structuren, brede plakken of korsten. In tegenstelling tot de moderne rifvormende koralen die zeer soortenrijk zijn, ging het bij de rifvormende stromatoporen om een opvallend beperkt aantal soorten, die samen een belangrijke ecologische rol vervulden.

De harde, kalkige resten van de riffen en de andere bewoners zijn bewaard gebleven in kalkstenen en mergels (kalk vermengd met neerduwende klei) en kunnen op heel Gotland verzameld worden. Ook kettingkoralen zijn er talrijk. Hun kolonies zijn soms meters in doorsnede, maar vaker blijven ze kleiner: tot zo'n 15 centimeter. Niet alleen zijn de open ruimten tussen de kettingen opgevuld geraakt met sediment dat is versteend, maar ook de ruimtes in de schakels (waar ooit het koraaldier zat) zijn gevuld geraakt.

Op basis van dit voorkomen op Gotland en in Estland, vormt het gebied daartussen (wat nu de Oostzeebodem is) de meest waarschijnlijke bron van de Nederlandse zwerfstenen met kettingkoralen, die in de noordelijke helft van het land worden gevonden. Het landijs van de voorlaatste ijstijd verbrokkelde het gesteente en bracht de stukken naar Nederland, net als de buizenzandsteen uit een vorig hoofdstuk. Deze kalkstenen en de fossielen daarin zijn niet verkiesd, dus nog gevoelig voor oplossing door heel licht zuur regen-/grondwater. Op veel plekken zijn ze daarom verdwenen of sterk verweerd, maar in een klein deel van de bodem van Groningen komen ze nog heel veel voor en zijn ze in goede conditie. Door het transport zijn de zwerfsteenkettingkoralen soms wat gepolijst, waardoor de kettingen extra mooi uitkomen tegen de achtergrond van het gesteente. Die kettingen lopen kriskras door het gesteente en vormen fraaie patronen. Veelbelovende zwerfstenen kunnen worden gezaagd en geëtsd om de kettingkoralen beter zichtbaar te maken. Dat verhoogt niet alleen de schoonheid van de fossielen, maar maakt paleontologisch onderzoek ook makkelijker.

Nederland lag in het Siluur op ongeveer 30 °ZB en was bedekt door een tropische zee. In 2021 werd een boorkern van een grondboring (meer over grondboren in het hoofdstuk 'Maastrichtse mosselkreeft') die in 1982 werd gezet bij Kortgene in Zeeland opnieuw onderzocht. Dat was mogelijk, doordat de kern bewaard wordt in het Centraal Kernhuis van de Geologische Dienst Nederland. De microfossielen uit de versteende pakketten klei en silt die tussen 1720 en 1900 meter onder het oppervlak liggen, werden nauwkeurig bestudeerd.

Hierbij werden bepaalde soorten microscopische plantensporen in het sediment gevonden, die de datering van de geologische laag onderbouwden als de oudste ooit aangetroffen in de Nederlandse ondergrond: een ouderdom in het Siluur of het vroegste Devoon. De aanwezigheid van de plantensporen gaf ook aan dat het land niet ver verwijderd was. Het blijft natuurlijk speculatie, maar het is niet onmogelijk dat er in die diepe lagen ook 'echte Nederlandse' kettingkoralen zitten.

Bronnen:

Boardman et al. 1987, Boekschoten 2012, De Boer 1973, Bremer & Blom 2015, Eliason 2000, Houben & Vis 2021, Huisman 1974, Huisman 1975, Liang et al. 2019, Nohl & Munnecke 2019, Sandström & Kershaw 2008, Stasiniska 1980, Stock 2001

Devoon

Naam: staartstuk van trilobiet

Wetenschappelijke naam: *Digonus gigas gigas* (Roemer, 1843)

Vindplaats: Limburg, Arcen-Lingsforterheide, grindgroeve Janssen

Ouderdom: Onder-Devoon, boven-Emsien: ca. 400-395 miljoen jaar oud

Collectie: Natuurhistorisch Museum Maastricht: NHMM JE 143C (gevonden door: J. van den Essen)

Afmeting: lengte 4 cm

Zwervende trilobiet



Het stormt flink boven de ondiepe, tropische zee en zo vlak bij de kust reikt de golfwerking tot op de zeebodem. Daar wervelen de zandkorrels rond. Vanuit die onderzeese zandstorm verschijnt iets dat lijkt op een monsterlijk grote pissebed. Het dier is zo'n 40 centimeter lang en kruipt over de zeebodem. Zijn afgeplatte lichaam is mooi gestroomlijnd en door zijn flinke formaat en gewicht heeft de sterke stroming weinig effect op hem. Dit is een enorme trilobiet die zich thuis voelt in dit turbulente en ondiepe water. De meeste andere soorten trilobieten zitten liever in iets dieper water. Deze reus heeft het rijk dus alleen.

Trilobieten zijn heel bekende fossielen. Deze enigszins op zeepissebedden lijkende fossielen worden wereldwijd gevonden in gesteenten uit het Paleozoïcum. Dat betekent dat ze ruim een half miljard tot een kwart miljard jaar oud zijn. Trilobieten waren geleedpotigen, net als insecten en kreeftachtigen, waaronder pissebedden. De trilobieten vormden echter hun eigen groep binnen de geleedpotigen en het pissebedachtige uiterlijk duidt niet op een nauwe verwantschap met echte pissebedden.

Typisch voor de trilobieten is hun lichaamsbouw met een verdeling in drie lobben over de breedte: een centrale, vaak wat verhoogde lob van voor naar achteren en aan weerszijden een zijlob. Het lichaam bestaat uit een stevig kopstuk (cephalon), vaak met complexe ogen met talloze lensjes, een beweeglijk borststuk van talloze dunne, scharnierende segmentjes en een stevig staartstuk (pygidium). Het pantser was behoorlijk verkalkt, waardoor het goed fossiel bewaard kon blijven.

De lengte varieerde van een millimeter tot meer dan 70 centimeter, maar lag meestal zo rond 5 centimeter. Trilobieten hadden simpele antennes aan hun kop en een hele batterij simpele pootjes aan de onderzijde van hun lijf, waarmee ze konden lopen. Ze leefden uitsluitend in zee, het liefst in relatief ondiepe zeeën op het continentale plat en de meeste soorten scharrelden waarschijnlijk over de zeebodem op zoek naar organisch materiaal (detritus). Bij gevaar konden ze zich oprollen en zo hun weke onderzijde beschermen.

De groep piekte vroeg in de geschiedenis van het leven: ze waren het meest divers en succesvol in het Cambrium. Daarna ging het langzaam bergafwaarts. Er waren nog wel wat evolutionaire innovaties en trilobieten bleven het hele Paleozoïcum aanwezig in alle mariene milieus. Ze ontwikkelden prachtige uiterlijke kenmerken, zoals sterk gestekelde pantsers, maar aan het eind van het Perm viel het doek voor de trilobieten. Ze werden een van de slachtoffers van de grootste massa-extinctie ooit: de Perm/Trias-extinctie. Na bijna een kwart miljard jaar waren de zeeën toen plots trilobietvrij. Alleen hun fossielen, in vele honderden soorten, zijn er nu nog.

Die fossielen zijn erg populair. Op sommige locaties zijn ze prachtig bewaard gebleven en die exemplaren vinden gretig aftrek onder fossielenverzamelaars. Met name Marokkaanse trilobieten zijn erg bekend en worden veel verhandeld, ook in Nederland op fossielenbeurzen. Dichter bij huis zijn trilobieten echter ook te vinden: in het hoofdstuk 'Maastrichtse mosselkreeft' figureert een uniek exemplaar uit de diepe ondergrond van Maastricht. Ook in riviergrind aangevoerd uit het achterland komen hun fossielen betrekkelijk zeldzaam voor.

In het gebied rond Westerhaar, Wielen en Wilsum, waar ook de 'tulpenbolsponzen' worden gevonden in afzettingen van de Eridanos, komen trilobieten tamelijk divers voor in brokken verkieselde kalksteen: de zogenaamde baksteenkalk. Dit geelbruine gesteente is zo'n 445 miljoen jaar oud. Door deze brokken te verzamelen op de grindhopen en met een geologenhamer open te breken, zijn meer dan 50 soorten trilobieten gevonden. Zuidelijker zijn er vooral schaarse trilobieten gevonden in Rijngrind en nog wat zeldzamer in Maasgrind. Het gaat daarbij vooral om zwerfstenen uit het Devoon en Carboon, origineel afkomstig uit Duitsland en wellicht ook uit België. Dit opvallende fragment van het staartstuk van een grote soort dat in een grindgroeve bij Arcen in het noorden van Limburg werd gevonden, spreekt dus tot de verbeelding.

Digonus gigas doet zijn naam eer aan. In 1843 werd deze trilobietensoort wetenschappelijk beschreven uit devonische zandstenen in de Harz, aan de hand van fragmenten van de interne versteende opvullingen van pantsers. Waaronder een fragmentair exemplaar met een staartstuk dat precies lijkt op het fossiel uit Arcen. De schrijver geeft aan dat het formaat het