

GEOCOMmunicatie 8: over het menu van een plesiosauriër, het ontstaan van ijstijden, schoorstenen uit de diepzee, raadselachtige fossilisatie, en schommelingen van de aardas

A.J. (Tom) van Loon*

INLEIDING

Twee jaar van GEOCOMmunicatie zijn met deze bijdrage voltooid. En gelukkig hoeft ik niet bang te zijn dat de bron voor deze bijdragen ooit zal opdrogen: de geologische literatuur breidt zich nog steeds verder uit. Misschien dat juist daarom op deze bijdragen veel positieve reacties komen; wie heeft immers nu nog de tijd om zich door zoveel literatuur heen te worstelen?

Het is in dit verband wellicht aardig te vermelden dat mijn bijdragen aan 'Afzettingen' ook buiten de kring van de WTKG aandacht hebben getrokken. Zo heb ik al ruim een jaar geleden het verzoek gekregen van de redactie van het blad 'Gea' (van de Stichting Geologische Activiteiten) om voor dat kwartaalblad soortgelijke bijdragen te leveren (lezen!). En in oktober j.l. kreeg ik het verzoek van de Nederlandse Geologische Vereniging om voor hun homepage (<http://www.pen.nl/ngv>) eveneens soortgelijke berichten te verzorgen. Ook daaraan geef ik gaarne gevolg; het is immers geen concurrentie voor 'Afzettingen', maar juist een aanvulling voor wie in de diverse ontwikkelingen en bevindingen op geologisch gebied is geïnteresseerd. Het is, ook voor mijzelf, bijzonder plezierig te merken dat de belangstelling voor geologische onderwerpen in ons land nog steeds groeit. En daaraan draagt de WTKG, onder meer via 'Afzettingen', zeker bij!

IN ZEE LEVENDE DINOSAURIËR AT VOORAL SCHELPDIEREN

Niet alle dinosauriërs leefden op het land: er waren ook soorten die het luchtruim kozen (in glijvluchten?) en andere die het water opzochten. Zowel in zoet als in zout water kwamen dinosauriërs van grote afmetingen voor. De in zee levende soorten behoren grotendeels tot de plesiosauriërs, een groep die algemeen wordt beschouwd als de meest vraatzuchtige zeedieren van die tijd. Dat idee was vooral op een aantal morfologische kenmerken gebaseerd, maar er waren alleen wat vage aanwijzingen (in de vorm van slecht gefossiliseerde resten van een mogelijke maaginhoud) voor het dagelijks menu.

Twee Japanse geologen (waarvan een nu werkzaam in Canada) hebben echter een relatief kleine (3 m) plesiosauriër gevonden waarvan de maaginhoud goed te herkennen was. De vondst werd gedaan in een ontsluiting langs de Obirashibe (Hokkaido) en betreft een gedeeltelijk skelet met een ouderdom van ongeveer 93 miljoen jaar (Laat-Krijt). Een opvallende component van de maaginhoud vormde een aantal gastrolieten (maagstenen); deze zijn ook bekend van diverse recente diergroepen (onder meer krokodillen), maar de functie ervan is niet met zekerheid bekend.

Tot de dierlijke resten die in de maag werden aangetroffen behoren de tand van een haai, diverse schelpen en delen van de 'kaken' van ammonieten (de schelpdieren met een bij fossieljagers zeer geliefd type schelp, gewoonlijk in de opgerolde vorm zoals ook de huidige posthoornslak die heeft). Deze 'kaken' waren elk 5-15 mm groot, en moeten hebben bestaan uit een hoornachtig materiaal. Van de goed bewaarde exemplaren waren er drie onderkaken en een bovenkaak.

Op basis van de kenmerken van de kaken moet het gaan om tenminste twee verschillende soorten ammonieten. De drie onderkaken behoorden waarschijnlijk toe aan individuen van het geslacht *Nautilus*, het enige nog levende geslacht (waarvan de schelpen vaak - soms doorgezaagd - als versiering worden verkocht). Gezien de afmetingen van de kaken moet het gaan om kleine soorten of onvolgroeide individuen. Mogelijk heeft de plesiosauriër, die zelf niet beschikte over zeer stevige tanden waarmee hij schelpen kon kraken, gekozen voor kleine prooidieren die hij gemakkelijk in hun geheel kon inslikken. De schelpen van de 'bijbehorende' ammonieten zijn echter niet aangetroffen; mogelijk zijn die opgelost onder invloed van de zure maaginhoud.

Wat de haaientand betreft, is sprake van een raadsel. Hij kan per ongeluk zijn ingeslikt, maar mogelijk behoort hij niet tot de maaginhoud: de precieze ruimtelijke relatie tussen tand en maag sluit niet uit dat het gaat om een tand die toevallig net op dezelfde plaats op de zeebodem was terechtgekomen als de plesiosauriër.

Referentie: 6

NIEUWE HYPOTHESE OVER HET ONTSTAAN VAN IJSTIJDEN

De afwisseling van ijstijden (glacialen) en tussentijden (interglacialen) gedurende het Pleistoceen wordt algemeen toegeschreven aan wisselende hoeveelheden zonnewarmte (de beroemde 'curve van Milankovitch') die de aarde bereiken als gevolg van variaties in drie astronomische parameters. Die zogeheten 'astronomische theorie' ondervond aanvankelijk zeer veel weerstand, maar uiteindelijk stapelden de argumenten zich in zo grote mate op dat er al tientallen jaren nauwelijks meer aan wordt getwijfeld. Nu zijn twee onderzoekers uit de Verenigde Staten met een andere hypothese gekomen, die waarschijnlijk minstens net zoveel discussie zal uitlokken als de astronomische theorie destijds deed. Toch lijkt het zinvol om de nieuwe theorie in ieder geval een kans te geven; een kans op zijn minst om, zoals dat hoort in de wetenschap, te worden gefalsificeerd op overtuigende argumenten en niet op gevoelens van ongelof.

Waar gaat het om? In feite opnieuw om een (ook nu weer) op astronomische parameters gebaseerde modellering. Per jaar valt op aarde gemiddeld zo'n tienmiljoen kilo stof uit de ruimte (gemeten over geologisch lange perioden komt daar nog eens ruwweg hetzelfde gewicht bij als gevolg van de inslag van kleine tot enorm grote meteorieten). De 'aanwas' vanuit de ruimte blijkt echter niet constant: de onderzoekers komen tot de conclusie dat die hoeveelheid in de afgelopen 1,2 miljoen jaar met een factor 2-3 fluctueerde. Het opvallende daarbij is dat de fluctuaties een cyclus vertonen van ruwweg 100.000 jaar, een tijdsduur die overeenkomt met die van de cyclus die de eccentriciteit van de aardbaan rondom de zon vertoont. Die fluctuerende eccentriciteit is een van de drie astronomische parameters die een rol worden geacht te spelen bij het ontstaan en verdwijnen van ijstijden. De cycli van de 'stofinvang' en van de eccentriciteit van de aardbaan blijken in de tijd ook nog eens samen te hangen. Het zou daarom wel uitermate toevallig zijn als er tussen beide cycli geen oorzakelijke samenhang zou bestaan. De vraag rijst dan echter direct of beide verschijnselen een gemeenschappelijke oorzaak hebben of dat het ene verschijnsel een gevolg van het andere (en als dat zo is: wat is dan oorzaak en wat gevolg?).

De onderzoekers hebben berekeningen uitgevoerd waaruit blijkt dat periodiek relatief veel kosmisch stof ontstaat door de onderlinge botsingen van relatief groot 'ruimtepuin' dat in een aantal bekende 'banden' in ons zonnestelsel is geconcentreerd. Deze stofbanden bewegen zich voort door de ruimte; hoge concentraties ervan worden, vanwege de veranderingen in de ellipticiteit van de aardbaan, ongeveer elke 100.000 jaar door de aarde doorkruist. Wanneer dat gebeurt, wordt de 'stofinvang' door de aardatmosfeer sterk

verhoogd, waardoor de zonne-instraling op aarde zodanig zou verminderen dat een ijstijd kan optreden. Vooral deze laatste conclusie ondervindt echter veel kritiek; zelfs een verdrievoudiging van de stofinvang zou volgens de meeste deskundigen bij lange na niet voldoende zijn om zoveel zonnewarmte te absorberen of terug te kaatsen dat daardoor op aarde een ijstijd zou kunnen ontstaan.

De onderzoekers wijzen erop dat het, statistisch gezien, onmogelijk toevallig zou zijn als ook andere cycli met een hoge stofinvang zouden blijken te correleren met glaciële fluctuaties. Ze denken genoeg aanwijzingen te hebben dat er ook cycli bestaan van een miljoen jaar en van ergens tussen de tien- en honderdmiljoen jaar. Ze kunnen echter niet verklaren waarom een - relatief gezien - geringe massa 'extra' kosmisch stof in de atmosfeer tot een ijstijd zou leiden. Daarom lijkt het aannemelijk dat ijstijden en stofinvang voorlopig door geologen en astronomen vooralsnog als van elkaar onafhankelijke gevolgen van eenzelfde verschijnsel moeten worden beschouwd.

Overigens is het idee van het ontstaan van ijstijden doordat kosmisch stof zonnewarmte absorbeert, niet geheel nieuw. De curve van Milankovitch, die de hoeveelheid invallende zonnestraling op aarde (op een bepaalde breedtegraad) duidelijk koppelt aan de fluctuatie van ijstijden en interglacialen, is immers niet voldoende om de Pleistocene ijstijden te verklaren. In het Tertiair zorgden de verantwoordelijke astronomische parameters die de curve van Milankovitch bepalen, namelijk niet voor ijstijden. Daarom wordt vrij algemeen aangenomen dat de curve van Milankovitch eigenlijk moet worden gesuperponeerd op een andere curve, die dan verantwoordelijk zou zijn voor het optreden van een ijstijdvak gemiddeld elke 200 miljoen jaar (Permo-Carbonische ijstijdvak, Ordovicische ijstijdvak, laat-Precambrische ijstijdvak, etc.). Over het achterliggende proces dat variaties in de zonne-instraling met een dergelijke lage frequentie zou kunnen bewerkstelligen, is veel gespeculeerd. Daarbij is wel geopperd dat de baan van ons zonnestelsel zodanig zou zijn dat ruwweg elke 250 miljoen jaar een gebied met veel kosmisch gruis zou worden doorkruist.

Geheel nieuw is de gedachte over invloed van kosmisch stof op het optreden van ijstijden dus niet. Wel nieuw is dat er nu duidelijke bewijzen zijn dat de hoeveelheid ingevangen kosmisch stof behoorlijk fluctueert, en dat er een relatie lijkt te bestaan met de Pleistocene klimaatfluctuaties.

Referenties: 3, 4

VIER 'DIEPZEE-SCHOORSTENEN' OPGEVIST

Waar twee aardschollen van elkaar af bewegen, kan vulkanisch materiaal uit het binnenste der aarde opstijgen. Daardoor ontstaan in het midden van diverse oceanen de mid-oceanische ruggen: een vorm van onderzeese vulkanen. Een van die ruggen, de Juan de Fuca Rug, ligt zo'n 300 km uit de kust van Noord-Amerika, ter hoogte van de grens tussen Canada en de Verenigde Staten. Het water is ter plaatse ruim twee kilometer diep en er zijn diverse plaatsen waar een merkwaardig type 'diepzee-schoorstenen' voorkomt. Het gaat om een soort pijpen van vaak enkele meters hoogte, waaruit vaak (onder water) een zwarte rook lijkt op te stijgen. Hun ontstaan is te danken aan zeewater dat via spleten in de vulkanische ondergrond ter plaatse in de aardkorst binnendringt en daar mineralen oplost uit de gesteenten die ter plaatse door het nabije magma sterk zijn verhit. Het met de opgeloste bestanddelen aangerijkte water wordt daarna weer langs een andere weg door spleten naar boven gestuwd en komt aan het oppervlak van de zeebodem in aanraking met het veel koudere oceaanoewater. De in het hete water opgeloste bestanddelen overschrijden bij de dan optredende temperatuurdaling de verzadigingscoëfficiënt van bepaalde chemische

verbindingen, die daardoor in de vorm van mineralen rondom de spleet in een ringvorm neerslaan. Door een steeds verdere opbouw van die ring ontstaat uiteindelijk de schoorsteenachtige structuur. De 'rook' die uit de schoorsteen lijkt te komen bestaat uit niets anders dan donkergekleurde sulfiden waarvan de deeltjes te klein zijn om in het (vanwege de vulkanische activiteit niet echt rustige) water te bezinken.

Onderzoekers van de Universiteit van Washington (Seattle) en van het Amerikaanse Museum voor Natuurlijke Historie (New York) hebben onlangs vier van dergelijke 'schoorstenen' opgevist. Daartoe hebben ze een van een zaag voorziene robot-onderzeeër gebruikt, alsmede een hijsinrichting. De onderzoekers zijn er zo als eersten in geslaagd om dergelijke 'schoorstenen' veilig en ongeschonden voor nader onderzoek beschikbaar te krijgen, compleet met de erin levende organismen. Daartoe behoren ook microben met een op zwavelwaterstof gebaseerde stofwisseling. Een van de zaken die zullen worden onderzocht, betreft de omstandigheden waaronder dergelijke organismen kunnen leven, en in het bijzonder de maximum-temperatuur die ze kunnen verdragen. Overigens zal ook onderzoek worden verricht naar de warmte-overdracht die via de 'schoorstenen' plaatsvindt, naar de chemie van het zeewater op deze uitzonderlijke plaatsen, naar het ontstaan van bepaalde mineralen, en naar de manier waarop ecosystemen functioneren die niet direct van zonne-energie gebruik kunnen maken.

Referentie: 1

KLEI SPEELDE ROL BIJ RAADSELACHTIGE FOSSILISATIE

De Canadese Burgess Shale bestaat uit een pakket schalies (een soort versteende klei) van ruim 500 miljoen jaar oud. Het pakket is beroemd vanwege de zeer fraai geconserveerde restanten van organismen zonder harde bestanddelen. Hoe die zeer oude organismen (ze stammen uit de periode dat er plotseling sprake was van een 'explosie' van het leven op aarde) zo fraai konden fossiliseren, is altijd een groot raadsel geweest. De reden daarvan is dat de normale fossilisatieprocessen (zoals de vervanging molecuul voor molecuul van een bepaalde stof door bijv. calciet of kwarts) niet of nauwelijks bekend zijn van organismen die uitsluitend uit zacht weefsel bestaan.

Engelse onderzoekers hebben nu de verschillende anatomische onderdelen van een aantal fossielen onderzocht op hun samenstelling. Daarbij bleek dat de relatieve hoeveelheid van de diverse chemische elementen varieert per type weefsel. Dit betekent dat weefsels bij hun verrottingsproces zijn vervangen door uiteenlopende mineralen die daarbij elk een voorkeur voor een specifiek weefsel vertoonden. Uiteraard moet deze 'voorkeursbehandeling' worden toegeschreven aan verschillen in de chemische samenstelling van de diverse weefsels. Ook binnen bepaalde weefsels treden van plaats tot plaats verschillen op in de chemische samenstelling, afhankelijk van de specifieke taak van het desbetreffende weefselonderdeel. Ook die lokale verschillen blijken te worden gereflecteerd in de chemische samenstelling van de fossielen.

Uit de analyses blijkt dat kleimineralen verantwoordelijk zijn voor de fossilisatie. Kleimineralen vormen een tamelijk grote groep van plaatvormige mineralen, waarvan de afzonderlijke kristallen zeer klein zijn. Dat maakt deze groep bij uitstek geschikt om organische stoffen van verschillende samenstelling selectief te vervangen, waarbij ook minieme details goed worden geconserveerd. De onderzoekers wijzen er bovendien op dat de door hen toegepaste analysemethode ook gebruikt kan worden bij andere typen fossielen, die zo mogelijk meer geheimen zullen prijsgeven wat betreft hun zachte bestanddelen.

Referentie: 5

SCHOMMELINGEN VAN DE AARDAS VAN 200 MILJOEN JAAR GELEDEN HERKEND IN ITALIAANSE AFZETTINGEN

De beweging van de aarde heeft diverse oorzaken. Een daarvan is de precessie, de wat tollende beweging van de aardas. Een volledige 'tol'beweging neemt zo', 41.000 jaar in beslag. Hoewel deze beweging geen buitengewoon grote afwijkingen van de stand van de aarde ten opzichte van de zon oplevert, beïnvloedt hij wel de hoeveelheid zonnestraling die de aarde op een bepaalde breedtegraad ontvangt. Het is dan ook een van de factoren die een rol spelen bij de verklaring van de afwisseling van ijstijden en interglacialen.

Kennelijk heeft de precessie echter nog meer gevolgen. Linda Hinnov (Johns Hopkins University, Baltimore) en Jeffrey Park (Yale University, New Haven) deden in dat kader onderzoek aan sedimenten in de Italiaanse Voor-Alpen. Het pakket, dat een ouderdom heeft van ruwweg 200 miljoen jaar (Pliensbachien), vertoont een aantal cycli van kalksteen en schalie, die zij koppelen aan de precessie-beweging. Ze kwamen tot deze correlatie nadat ze de cycli hadden geanalyseerd met behulp van frequentie-modulatie.

Het gebied van Italië dat zo werd geanalyseerd, lag ten tijde van de vorming van deze afzettingen in de tropische zone, iets ten noorden van de evenaar; continentverschuiving naderhand heeft de positie gewijzigd. Het gaat dus om tropische afzettingen die zo'n 200 miljoen jaar (misschien tienmiljoen jaar minder) werden gevormd. De daglengte was destijds iets korter dan nu (de aarde draait langzaam steeds trager), en de gegevens die daarover bekend waren komen goed overeen met wat de analyse met frequentie-modulatie opleverde; uit de analyse blijkt verder dat de zonne-instraling in de lente - door de stand van de aardas - relatief gering was, en waarschijnlijk nog iets afnam.

De vraag hoe een dergelijke situatie kon leiden tot bepaalde cycli in het gesteentepakket dat op de zeebodem werd gevormd, kunnen de onderzoekers niet definitief beantwoorden. Ze hebben daaromtrent vooralsnog twee mogelijke theorieën. De eerste komt erop neer dat de precessie-beweging gepaard ging met cyclische fluctuaties in de zeespiegelstand, waardoor - ook weer cyclische - variaties ontstonden in de vorming van kalkmodder in de ondiepe zee; deze wisselende hoeveelheden kalkmodder werden vervolgens door stromen getransporteerd naar een naburig zeebekken waar zo een afwisseling van meer of minder kalk bevattende kalk/schalie-cycli ontstond. De tweede mogelijke theorie is dat de variaties in de zonne-instraling direct van invloed waren op de productie van kalk-afscheidende organismen die in zee leefden, en die - na ook weer door stromen naar het zeebekken te zijn getransporteerd - daar na hun afsterven bezonken.

Dat de precessiebeweging van de aardas dergelijke effecten kan hebben op de vorming van sedimenten, was tot nu toe niet bekend. Het opent de mogelijkheid om, door nauwkeurige analyse van cyclische sedimenten, na te gaan of deze parameters in de loop van de aardgeschiedenis constant zijn gebleven

Referentie: 2

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

- ¹ Anonymus, 1998. Deep sea curios. Science 281, p. 639.
- ² Hinnov, L.A. & Park, J., 1998. Detection of astronomical cycles in the stratigraphic record by frequency modulation (FM) analysis. Journal of Sedimentary Research 68, p. 524-539.
- ³ Kerr, R.A., 1998. A dusty ice age trigger looks too weak. Science 280, p. 828-829.

- ⁴ Kortenkamp, S.j. & Dermott, S.F., 1998. A 100,000-year periodicity in the accretion rate of interplanetary dust. *Science* 280, p. 874-876.
- ⁵ Orr, P.J., Briggs, D.E.G. & Kearns, S.L., 1998. Cambrian Burgess Shale animals replicated in clay minerals. *Science* 281, p. 1173-1175.
- ⁶ Sato, T. & Tanabe, K., 1998. Cretaceous plesiosaurs ate ammonites. *Nature* 394, p. 629-630.

* Adres van de auteur:
Geocom B.V., Benedendorpsweg 61, 6862 WC Oosterbeek
tel. 026-3390908, fax 026-3390783, e-mail tom.van.loon@wxs.nl