

GEOCOMmunicatie 2: over vulkanisme en ijstijden, het uitsterven op de K/T-grens, Silurische landdieren, Europese kannibalen, een grillig klimaat, getuigen van de K/T-meteorietinslag en uitstervende Neanderthalers

A.J. (Tom) van Loon*

INLEIDING

In mijn vorige bijdrage vroeg ik aan de lezers om commentaar, om te kunnen beslissen of het (voor de lezers, voor de redactie en voor mij) zinvol is om met soortgelijke stukjes door te gaan. De uitkomst was boven verwachting: al voor ik zelf via de post het vorige nummer van *Afzettingen* had ontvangen, was per telefoon gereageerd; daarna bleven er telefoontjes en briefjes binnenkomen (iedereen wordt hierbij van harte bedankt!). En wat nog leuker was, bijna al die reacties waren positief. In één enkel geval werd gesuggereerd om maar te stoppen als het niet over fossiele schelpen ging, maar verder liet iedereen blijken een soort 'horizonverrijking' zeer op prijs te stellen. Ik ga dus maar door!

Bij de reacties waren - desgevraagd - twee 'stromingen' te onderscheiden. De meeste lezers vonden juist de verscheidenheid aan onderwerpen leuk, maar een minderheid zou het meer op prijs stellen als ik iedere bijdrage aan een bepaald thema zou wijden. In dit verband werden gesuggereerd: de afstamming van de mens, onderzoek met betrekking tot de ijstijden, het vroegste leven op aarde en/of bijzondere fossielen (het enige niet typisch Tertiaire of Kwartaire onderwerp dat werd genoemd, maar naar mijn mening inderdaad heel interessant voor de leden van de werkgroep), en de Krijt/Tertiair-grens.

Op basis van deze reacties wil ik, in overleg met de redactie van *Afzettingen* en mede op basis van het advies dat ik op de vergadering van 8 maart van diverse kanten kreeg, een serie bijdragen blijven leveren waarbij ik steeds een 'gevariëerd aanbod' zal proberen te verzorgen, met zo mogelijk extra aandacht voor de genoemde thematische onderwerpen. Reacties op deze opzet blijven uiteraard zeer welkom, evenals materiaal dat ik mogelijk kan gebruiken. Daar gaan we dus weer!

VULKANISME MISSCHIEN TÓCH DE 'TRIGGER' VOOR IJSTIJDVAK

Het optreden van ijstijden hangt samen met astronomische oorzaken. Dat werd duidelijk door het werk van de Joegoslavische astronoom Milankovitch, die aan de hand van de door hem berekende grootte van de instraling door de zon ook duidelijk kon maken waarom binnen het IJstijdvak ijstijden en interglacialen met elkaar afwisselden. Hij kon echter niet verklaren waarom er binnen de geschiedenis van de aarde slechts een beperkt aantal ijstijdvakken is opgetreden (er zijn er vier goed bekend: nu (we leven waarschijnlijk in een interglaciaal), Permo-Carboon, Ordovicium en Laat-Proterozoïcum), maar er zijn aanwijzingen voor nog oudere ijstijden.

Kennelijk is er een mechanisme geweest dat, steeds zo om de 250 miljoen jaar, een nieuw ijstijdvak initieerde. Een astronomische oorzaak ligt voor de hand, maar daarvoor lijkt de cyclus toch onvoldoende regelmatig. Opvallend is ook dat ijstijdvakken steeds op het eind of betrekkelijk kort na een gebergtevormende fase lijken op te treden. Het is zeker niet onwaarschijnlijk dat hier een causaal verband ligt, want hoge gebergten

beïnvloeden de luchtcirculatie (en daarmee het transport van warmte en water) aanzienlijk. Maar ook dit verband is onvoldoende zeker. Daarom zoeken veel onderzoekers al tientallen jaren naar een soort 'trigger' mechanisme dat, op het einde van een gebergtevormende fase, net genoeg kan zijn om een eerste ijstijd (die wel moet passen in 'de curve van Milankovitch'!) te initiëren. Is die er eenmaal, dan zijn er genoeg mechanismen bekend die kunnen zorgen voor een afwisseling van glacialen en interglacialen.

Een van de triggers die is voorgesteld, betreft grote vulkanische activiteit. Veel stof in de atmosfeer zou immers veel zonlicht wegfilteren, dus de normale warmtebalans verstoren. Er waren echter weinig aanwijzingen dat het begin van het Pleistocene ijstijdvak, ca. 2,6 miljoen jaar geleden, door hevig vulkanisme werd gekenmerkt. Zo'n vier jaar geleden echter maakte een onderzoeker van de University of Michigan bekend dat hij in sedimenten in het noorden van de Stille Oceaan op een bepaald niveau een plotselinge vertienvoudiging van de normale hoeveelheid vulkanische asdeeltjes had aangetroffen. Hij vond bovendien in een nabijgelegen niveau een sterke toename van hoekige deeltjes, die door landijs moesten zijn geërodeerd en naar zee vervoerd. Een eerste schatting was dat beide niveaus niet meer dan 50.000-300.000 jaar in ouderdom konden verschillen. Deze brede marge liet toch teveel twijfel over om direct in een causaal verband te geloven.

Later maakte dezelfde onderzoeker, samen met een collega, echter bekend dat hij de dateringen van de niveaus had kunnen verfijnen. Beide gebeurtenissen blijken in ieder geval binnen 1000 jaar na elkaar te hebben plaatsgevonden. De onderzoekers willen pogen de datering nog nauwkeuriger te maken, maar ook bij het huidige tijdsverschil is er, vanwege de tijd die klimaataanpassingen nu eenmaal vereisen, alle reden om te denken aan hevig vulkanisme als trigger voor het begin van het Pleistocene ijstijdvak.

Referenties: 4, 5

WORDT KRIJT/TERTIAIR-GRENS WEL GEKENMERKT DOOR MASSAAL UITSTERVEN?

Het staat buiten kijf dat er 65 miljoen jaar geleden binnen geologisch zeer korte tijd veel diersoorten uitstierven. Dat was reden om daar de grens te trekken tussen het Krijt (als laatste periode van de Mesozoïsche era) en het Paleoceen (als eerste periode van de Tertiaire era). Maar was dat uitsterven werkelijk zo plotseling?

Volgens sommige geologen gebeurde dat binnen enkele duizenden jaren, als direct of indirect gevolg van de inslag van een reusachtige meteoriet. Het plotselinge uitsterven zou vooral goed zichtbaar zijn bij de mariene microfossielen; talloze soorten zouden plotseling verdwijnen. Volgens anderen zou het uitsterven echter geleidelijk hebben plaatsgevonden, in de loop van enkele honderdduizenden jaren. Het uitsterven zou volgens hen al voor de grens tussen Krijt en Tertiair zijn begonnen en tot lang daarna zijn voortgegaan. De inslag van een meteoriet zou dus niet de primaire oorzaak zijn.

Om aan deze discussie een einde te maken hebben vertegenwoordigers van beide hypothesen deelgenomen aan een soort blinde proef. Daarbij onderzochten ze gecodeerde monsters met planktonische foraminiferen die waren verzameld in een beroemde geologische sectie bij El Kef (NW Tunesië): van 75, 15-20 en 6-10 cm onder de Krijt/Tertiair-grens en van 7-10, 15-20 en 85 cm daarboven.

De resultaten van het onderzoek kunnen verbluffend worden genoemd: alle onderzoekers vonden in hun analyse van de monsters een bevestiging van hun oorspronkelijke idee (onafhankelijk of die voor of tegen het plotselinge karakter van het uitsterven was). Hoe is dit mogelijk? Belangrijke redenen voor de verschillende interpretatie kunnen zijn: (1)

bijna alle monsters bevatten zeldzame soorten (soms slechts één exemplaar per monster), zodat de desbetreffende soort slechts bij één of enkele onderzoekers in de monsters voorkwam; (2) de laboratoriumaanpak (niet alle onderzoekers bekeken de exemplaren van iedere grootte in het monster); (3) determinatie houdt altijd een zekere mate van subjectiviteit in. Vooral dit laatste punt lijkt van belang: de onderzoeker kan - hopelijk onbewust - naar een resultaat toewerken dat overeenkomt met zijn hypothese.

De drie genbemde redenen kunnen echter niet verklaren waarom onderzoekers tot een geleidelijk uitsterven concluderen, terwijl hun collega's juist een bevestiging zien van het plotseling uitsterven op deze grens. Daarom zijn de bevindingen van alle onderzoekers geanalyseerd door de 'leiders' van elk der twee hypothesen. Maar ook daarbij komt het eindresultaat overeen met de eigen hypothese: de aanhanger van het geleidelijk uitsterven merkt op dat alle onderzoekers afzonderlijk statistisch betrouwbaar een uitsterven aantonen dat geleidelijk verliep. De aanhanger van het plotseling uitsterven merkt op dat wanneer alle gegevens van alle onderzoekers bij elkaar worden genomen, een statistisch direct overtuigend beeld ontstaat van plotseling uitsterven.

In een soort nawoord komt de leider van het onderzoek tot de conclusie dat de blinde proef er niet in is geslaagd om antwoord te geven op de vraag of er werkelijk sprake was van een plotseling massaal uitsterven op de Krijt/Tertiair-grens. Daar staat volgens hem echter tegenover dat deze proef er zeker toe heeft bijgedragen om te laten zien dat zelfs de natuurwetenschappen (waartoe de aardwetenschappen immers behoren) niet altijd zo 'hard' zijn als wel wordt gedacht. Daaraan kan worden toegevoegd dat het onderzoek ook van groot belang is voor de paleo-oecologie: als verschillende onderzoekers nu in dezelfde monsters zulke verschillen vinden in voorkomende soorten, moeten voor een betrouwbare paleo-oecologische reconstructie dan niet de monsters veel groter worden dan nu veelal het geval is?

Referenties: 6, 7

IDEEËN OVER EERSTE LANDDIEREN (EN -PLANTEN?) HERZIEN

Het land werd door het plantenleven veroverd in het Siluur. Het dierenleven volgde niet veel later, ook nog in het Siluur. De oudste landplanten die we kennen zijn heel klein: het gaat om millimeters. Het is dan ook geen wonder dat de oudst bekende landdieren soortgelijke afmetingen hadden; ze moesten hun voedsel immers - direct of indirect - van planten betrekken.

Het beeld van zeer kleine landdieren moet nu worden herzien. Een team van Amerikaanse en Britse onderzoekers heeft namelijk in gesteenten uit het Laat-Siluur fossielen van dieren aangetroffen die al enkele centimeters groot waren; sommige moeten zelfs 10-20 cm groot zijn geweest. Het gaat daarbij om arthropoden, en wel om duizendpoten, arthropleuriden en een schorpioen met boeklongen. Van deze dieren zijn hetzij afdrukken bewaard gebleven, hetzij - veel zeldzamer - samengedrukte vormen, soms met resten van huidweefsel.

De vondst van deze 'macro-organismen' werd gedaan in Canada (New Brunswick en Quebec). Ze betekenen dat de huidige ideeën over het eerste landleven volledig moeten worden herzien. Van de eerste landdieren waren tot nu toe namelijk slechts fossielen bekend met een grootte van enkele tienden tot maximaal een millimeter. Dat paste goed bij het beeld dat de fossiele planten hadden opgeleverd: ze zijn niet alleen zeer klein, maar ook zeer zeldzaam. Omdat er geen goede reden bestond om aan te nemen dat de landplanten uit het Siluur minder kans zouden hebben om te fossiliseren dan latere

landplanten, werd algemeen aangenomen dat de zeer kleine planten ook slechts zeer spaarzaam groeiden. Voor grote dieren zou er dus onvoldoende voedsel zijn geweest.

Wanneer het echter gaat om dieren met een grootte van enkele centimeters tot enkele decimeters, dan moet er een aanzienlijke voedselbron hebben bestaan. Het is natuurlijk mogelijk dat de 'vroege reuzen' zich voedden met zeer kleine diertjes die in groten getale voorkwamen en die zelf hun energie haalden uit ver uiteengroeiende 'micro-planten' maar ook dan is moeilijk voorstelbaar dat dergelijke microplanten genoeg energie leverden om, mogelijk aan de top van een lange voedselketen, de genoemde arthropoden te voeden.

De vondst is daarom niet alleen van belang voor onze kennis omtrent het eerste dierenleven op land. De vraag rijst immers of de vroege flora's er niet heel anders hebben uitgezien dan tot nu toe werd aangenomen. Maar waarom zijn die flora's dan niet gefossiliseerd? De mogelijkheid dat vroege landplanten heel andere, moeilijk fossiliseerbare, weefsels hadden dan hun huidige nazaten, lijkt een hypothese die zeker nadere toetsing verdient.

Referentie: 9

KANNIBALEN BEWOONDEN EUROPA AL 100.000 JAAR VOOR DE HEIDELBERGMENS

Vlakbij Burgos (Spanje), in het plaatsje Atapuerca, heeft een groep van Spaanse archeologen en paleontologen een opgraving hervat die in 1995 werd gestopt. Onderzoek van de eerder gedane vondsten heeft namelijk zoveel wetenschappelijk interessante gegevens opgeleverd dat de hervatte werkzaamheden naar verwachting een nieuw licht kunnen werpen op de komst van de oermens naar Europa.

De opgravingen hadden eerder de tanden van een aantal kleine knaagdieren opgeleverd, samen met een kaak en een schedel van een hominide. Op zichzelf niet bijster interessant. Inmiddels is uit onderzoek gebleken dat sommige van de gevonden tanden moeten hebben toebehoord aan een rat (*Mimomys savinis*), die volgens de bekende gegevens al ruim 500.000 jaar is uitgestorven. De menselijke resten zouden dus ook zo oud moeten zijn, dat wil zeggen minstens 100.000 jaar ouder dan de oudste bekende menselijke bewoners van Europa (*Homo heidelbergensis* en *Homo boxgroviensis*). Bovendien blijken de menselijke resten op sommige punten afwijkend van andere hominiden; men spreekt daarom al, zij het voorlopig, van *Homo atapuerquensis*.

Bij de hernieuwde opgravingen zijn inmiddels reeds veel meer resten van hominiden gevonden. Volgens de onderzoekers ging het om kannibalen: veel menselijke en dierlijke botten liggen op hopen door elkaar, en ze vertonen vaak dezelfde soorten krassen. Deze zijn, volgens de deskundigen, veroorzaakt door het met stenen werktuigen ontbenen van het voor consumptie gebruikte vlees, van mens en dier.

Referentie: 10

KLIMAAT IN AFGELOPEN 100.000 JAAR BLIJKT GRILLIGER DAN GEDACHT

Meer dan 100.000 jaar geschiedenis ligt opgeslagen in de ijskap van Groenland. Een deel daarvan is recent ontrafeld. Uit analyses van het ijs blijkt dat klimaatveranderingen op aarde in de poolgebieden een relatief groot effect hebben, meer dan tot nu toe op grond van glaciologisch onderzoek en theoretische modellen werd verondersteld.

Het onderzoek van het Groenlandse ijs is op een bijzondere wijze aangepakt. Nadat eerst was onderzocht waar het ijs weinig vervormingen vertoonde en tevens een zeer lange periode vertegenwoordigde, hebben een Amerikaans en een Europees team, onafhankelijk van elkaar maar niet meer dan 30 km van elkaar vandaan, boringen in het ijs gezet bij Summit (in het centrale deel van Groenland), tot ze het onderliggende gesteente bereikten. De kilometersdikke ijskap werd volledig bemonsterd en 40-50 elementen die in het ijs (en de ingesloten luchtbelletjes) van de boorkernen werden aangetroffen, werden geanalyseerd.

Onder meer de analyse van de zuurstof in luchtbelletjes in het ijs leverde interessante inzichten op. Interessant niet alleen vanwege de conclusies die konden worden getrokken, maar ook omdat dit gas in de atmosfeer zo goed gemengd wordt dat de analyses eerder een mondiale dan een regionale betekenis hebben. De verhouding van de zuurstofisotopen in de lucht hangt af van de verhouding tussen de diverse zuurstofisotopen in het zeewater; die concentratie hangt op zijn beurt af van de hoeveelheid ijs die is opgeslagen in poolkappen, omdat bij ijsvorming een zekere selectie optreedt van de bevriezende watermoleculen op basis van hun isotopensamenstelling. Indirect vormt de verhouding tussen de zuurstof-isotopen in luchtbelletjes dus een ijkpunt voor de mate van vergletsjering op aarde, en daarmee ook voor het klimaat.

Tot op 250 m boven de vaste bodem komen de resultaten van beide boringen goed overeen (onder dat niveau is het gletsjerijs bij het kruipen over de ondergrond kennelijk sterk gedeformeerd). Het diepste ongestoorde niveau vertegenwoordigt een tijd van 110.000 jaar geleden, d.w.z. ongeveer de grens tussen de laatste ijstijd en het daaraan voorafgaande interglaciaal. In de laatste ijstijd blijken opvallend snelle temperatuurschommelingen te zijn opgetreden. Ook moeten de overgangen van het vorige interglaciaal naar de laatste ijstijd, alsmede de overgang van de laatste ijstijd naar de huidige, warme periode gepaard zijn gegaan met een veel grotere daling, resp. stijging van de temperatuur dan tot nu toe werd aangenomen.

Deze bevindingen hebben directe betekenis voor de huidige discussie over het klimaat (zie onder meer de recente uitspraken van het Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC). Aanzienlijke schommelingen in temperatuur zijn kennelijk een natuurlijk verschijnsel; en ze treden frequenter op dan gedacht. De natuur blijkt grilliger dan we tot voor kort wisten.

Referentie: 8

VONDST VAN SPLINTER GEVOLGD DOOR VONDST VAN LAAG MET BROKKEN

Hoe moet je een minuscule steentje vinden in een sedimentpakket met een totaal volume van duizenden kubieke kilometers? Het lijkt onmogelijk, maar toch is het gelukt. Met enig geluk, dat wel, maar toch een gevolg van een moeizame, systematische speurtocht naar gegevens die de theorie moesten bevestigen of ontkrachten van de grote meteoriet-inslag die op de Krijt/Tertiair-grens plaatsvond. Doordat de meteoriet, zoals veel soortgenoten, een relatief hoog gehalte had aan het op aarde vrij zeldzame element iridium, wordt deze grens, vooral in de langzaam aangroeiende sedimenten van de diepzee, gekenmerkt door een relatief hoge concentratie aan iridium.

De meteoriet moet, volgens berekeningen, zo'n 10 km in doorsnede zijn geweest en de aarde onder een relatief kleine hoek (zo'n 30°) hebben bereikt bij het Yucatán schiereiland.

Bij de inslag (vanuit het oost-zuid-oosten) werd een inslagkrater gevormd met zo'n 180 km doorsnede. Er moet dus een ontzagwekkende massa gesteenten in de atmosfeer zijn geslingerd. Naar dergelijke fragmenten is gezocht door systematische analyse van boorkernen uit de Stille Oceaan. Deze sedimenten bestaan uit zeer fijne klei. Hiertussen werd, ten lange leste, een 'grof' deeltje van zo'n 3 mm lang gevonden. Het bleek geheel uit metaal te bestaan, met zo'n 87% nikkel.

Dat het om een meteorietfragment gaat lijkt onloochenbaar. Interessanter echter is dat het werd aangetroffen aan de onderkant van een laag waarin de onderzoeker inderdaad talrijke fragmentjes aantrof die uit de inslagkrater afkomstig moeten zijn. Daarmee staat de gelijktijdigheid wel vast. En de kans dat het om een 'toevallige' gelijktijdige meteoriet zou gaan, lijkt verwaarloosbaar: slechts eenmaal eerder is een zo 'grote' meteoriet in diepzeesediment aangetroffen (wel veel fijnere stukjes); het is dan ook uitermate waarschijnlijk dat het hier gaat om een fragmentje van de reuzenmeteoriet.

Tot nu toe bestond er geen duidelijkheid of de inslag op het einde van het Krijt een gevolg was van een komeet of van een meteoriet. Het 3 mm grote fragment lijkt nu de balans te laten doorslaan naar een inslag door een meteoriet.

Referentie: 3

NEANDERTHALERS STIERVEN UIT DOORDAT ZE NIET MENGDEN MET NIEUWKOMERS

Neanderthalers bevolkten Europa van ongeveer 300.000 tot 40.000 jaar geleden. Ze waren groot, sterk en hadden een grote herseninhoud, groter zelfs dan die van de huidige mens. Ze ontwikkelden in de loop der tijd een cultuur die grote bewondering afdwingt. Toch stierf dit ooit zo wijd verbreide volk geheel uit. En niet alleen verdween het volk als zodanig, er zijn zelfs geen nakomelingen meer van te vinden. Dat blijkt uit een onderzoek van het Institute of Molecular Medicine te Oxford.

Bij het onderzoek werd DNA uit mitochondriën geanalyseerd van een groot aantal Europeanen. Het bijzondere van dit DNA is dat het alleen via de vrouwelijke lijn wordt doorgegeven, en dat het muteert in een bekend tempo. Op basis hiervan kan worden vastgesteld wanneer van een bepaalde groep mensen de gezamenlijke voorouders leefden. Bij het onderzoek, waarbij mensen uit alle uithoeken van Europa waren betrokken, werd geen DNA getroffen dat wijst op voorouders van voor 50.000-40.000 jaar geleden. Wel blijkt eruit dat Europa enkele malen is overspoeld door nieuwe volkeren, het laatst 6000 jaar geleden. Die volkeren vermengden zich op den duur met elkaar, zij het in verschillende mate. Zo kan worden vastgesteld dat de huidige Europeanen allemaal DNA hebben dat overeenkomsten vertoont met dat van vroegere volkeren die van de jacht (en het verzamelen van vruchten etc.) leefden, maar dat slechts 10-15% van de Europeanen (ook) afstamt van een volk van landbouwers dat ongeveer 10.000 jaar geleden Europa binnendrong. Dit betekent dat in Europa de jagers niet zijn verdrongen door de landbouwende volkeren, maar dat ook zij zich de landbouw, via een leerproces, hebben eigengemaakt.

Van de Neanderthalers is in ons DNA niets meer terug te vinden. Dit wijst erop dat zij zich geheel niet met de binnendringende volkeren hebben vermengd. Wat hiervan de reden is (onwil vanuit de positie van een superieure beschaving, onmacht door volstrekte onderwerping aan de nieuwe overheersers, of gebrek aan vruchtbare nakomelingen) blijft vooralsnog een raadsel.

Referenties: 1, 2

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

- ¹Hawkes, N., 1996. Lack of breeding killed Neanderthals. The Times, June 1996.
- ²Highfield, R., 1996. Neanderthals 'wiped out by our weedy ancestors'. The Daily Telegraph, June 1996.
- ³Kerr, R.A., 1996. A piece of the dinosaur killer found? Science 271, p. 1806.
- ⁴Kerr, R.A., 1997. Out of fire, ice? - part 2. Science 275, p. 161.
- ⁵Kerr, R.A., 1997. Cores document ancient carastrophe. Science 275, p. 1265.
- ⁶Lipps, J.H., 1997. The Cretaceous-Tertiary boundary: the El Kef blind test. Marine Micropaleont. (MicroNotes) 29, p. 65-66 + volgende MicroNotes door diverse auteurs (p. 67-103).
- ⁷Loon, A.J. van, 1997. Blind experiment verscherpt geologische twist. NRC Handelsblad, 11-1-1997, p. W&O-5.
- ⁸Peel, D.A., 1995. Profiles of the past. Nature 378, p. 234-235.
- ⁹Shear, W.A., Gensel, P.G. & Jeram, A.J., 1996. Fossils of large terrestrial arthropods from the Lower Devonian of Canada. Nature 484, p. 555-557.
- ¹⁰Varadarajan, T., 1996. Dig looks for dirt on ancient cannibals. The Daily Telegraph, June 1996.

*adres van de auteur: Geocom B.V., Postbus 336, 6860 AH Oosterbeek; Benedendorpsweg 61, 6862 WC Oosterbeek. tel./fax: 026-3335388.