

## **GEOCOMMunicatie 7: over grensoverschrijdende fossielen, raadsels rondom olie en gas, de uitbreiding van de ijskappen in de laatste ijstijd, het verdwijnen van de landbrug over de Beringstraat, en de gevaren van geologische voorspellingen**

A.J. (Tom) van Loon\*

### **INLEIDING**

Na mijn vorige bijdrage, die sterk was gericht op klimaatfluctuaties en daarom misschien niet voor iedereen zo interessant, is hier voor de verandering - mede op aandringen van een aantal lezers van Afzettingen - nu weer een meer gevarieerde verzameling van onderwerpen. Daarmee hoop ik iedereen van zin te zijn en wat leesgenot te verschaffen over nieuwe geologische ideeën, waarbij ik met opzet de Tertiaire schelpen maar buiten beschouwing heb gelaten. Daarvan weten de WTKG-leden immers toch al (bijna?) alles ... Maar waren ook de volgende onderwerpen bekend? Overigens blijf ik uitzien naar nog meer reacties van de lezers, alsmede naar suggesties voor onderwerpen waarover ze graag een volgend keer iets zouden zien opgenomen (wat uiteraard alleen kan als er ook iets nieuws te melden is).

### **EDIACARA-FAUNA OVERLEEFDE DE MEEST UITGESPROKEN EVOLUTIONAIRE GRENS IN DE AARDGESCHIEDENIS**

Tot de meest intrigerende fossielen behoren die van de zogeheten Ediacara-fauna (zo genoemd naar de bekendste vindplaats, in Australië). Het zijn afdrucken in - merkwaardig genoeg altijd grofkorrelige - gesteenten van organismen zonder harde bestanddelen die leefden gedurende het einde van het Precambrium. Tot nu toe waren er geen overtuigende vondsten bekend van soortgelijke fossielen van geringere ouderdom. Daarom menen veel paleontologen dat de grens tussen Precambrium en Cambrium, die de meest uitgesproken grens vormt in de aardgeschiedenis wat betreft de evolutie van het leven, een periode van massale uitsterving vertegenwoordigt. Andere paleontologen hebben hiervoor echter een andere verklaring. Zij wijzen erop dat in het Cambrium plotseling een explosie plaatsvond van (in zee levende) organismen met schelpen en andere harde bestanddelen; ze menen dat de Cnidaria en mogelijk ook Metazoa (in de vorm van wat waarschijnlijk anneliden en molluscanen waren) van de Ediacara-fauna door hen geheel werden verdrongen of, mogelijk, naar kleine leefgebieden werden teruggedreven. Zij baseren die mening onder meer op vondsten van Ediacara-achtige fossielen in gesteenten waarvan niet met zekerheid bekend was of ze stammen uit het Precambrium of het Cambrium.

Deze hypothese van een tot in het Cambrium doorlevende Ediacara-fauna lijkt nu bevestigd: Engelse, Australische en Amerikaanse onderzoekers melden het gezamenlijk voorkomen van typische 'Ediacara-fossielen' en Cambrische fossielen in de Uratanna Formatie van Zuid-Australië. Dat deze formatie een Cambrische ouderdom heeft, wordt door niemand betwijfeld. De vindplaats van de Ediacara-fauna in deze formatie is niet groot (de laag met de fossielen kon over ongeveer 400 m worden vervolgd), maar de rijkdom aan Ediacara-afdrucken was enorm: op een stukje van 120x40 cm werden maar liefst 59 verschillende afdrucken aangetroffen.

Ondanks de talrijke afdrucken blijft het, net als op andere vindplaatsen, zeer moeilijk om vast te stellen om wat voor typen organismen het precies gaat. De discussie daarover zal dan ook nog wel voortduren totdat er vondsten worden gedaan van de organismen zelf, maar het fossiliseren van organismen zonder harde bestanddelen vereist zeer specifieke condities. De kans dat dergelijke fossielen van een zo grote ouderdom ooit in een goed geconserveerde staat zullen worden gevonden, is daarom betrekkelijk gering.

Niettemin is de nieuwe vondst van groot belang: hij bewijst namelijk dat deze merkwaardige fauna wel degelijk de grens tussen Precambrium en Cambrium heeft overleefd. Volgens de onderzoekers gaat het waarschijnlijk om een lokaal beperkte situatie. Nauwkeuriger analyse van de totale fossielinhoud van de formatie zou echter meer inzicht kunnen geven in de achterliggende processen die een rol speelden bij de plotselinge overgang van organismen zonder naar organismen met harde bestanddelen.

Referentie: 3

### HERKOMST VAN OLIE IN EN GAS IN BASALT ACHTERHAALD ...

Lange tijd heeft men gepiekerd over een boring die reeds in 1981 was uitgevoerd in een basalt op de Fär Öer Eilanden. De bedoeling was destijds om uit te zoeken wat er onder die basalt zat. Vanwege technische problemen moest men de boring echter na 2178 m stoppen zonder de onderkant van de basalt te hebben bereikt. Toch leidde de boring tot opwinding, en wel omdat er met het boorgruis wat wasachtige stoffen, olie en een zeer geringe hoeveelheid aardgas omhoog waren gekomen. Deze stoffen ontstaan voor zover bekend in de natuur alleen in significante hoeveelheden door de omzetting van organische stoffen. Bij de uitvloeiing van basalt zijn de condities voor leven echter uiteraard ongeschikt, zodat er nauwelijks organisch materiaal in kan worden aangetroffen.

De diverse - onverwachte - organische componenten zijn inmiddels uitvoerig geanalyseerd. In een recent onderzoek is, op basis van specifieke kenmerken, de herkomst van dit materiaal bepaald. Daarbij was overigens de uiterst geringe hoeveelheid van de bemonsterde koolwaterstoffen soms een restrictieve factor. Een ander probleem was dat in de tussentijd waarschijnlijk een deel van de koolwaterstoffen (die van aanzienlijke diepte komen) waren omgezet (biodegradatie) door de omstandigheden waaronder ze werden bewaard; daarop wijst althans het feit dat de monsters die tijdens de boring zelf werden verzameld een iets andere samenstelling te zien gaven dan de monsters van koolwaterstoffen die later samen met grondwater via het boorgat omhoogkwamen.

De bevindingen verlenen geen steun aan eerdere speculaties dat de koolwaterstoffen in de basalt zouden zijn gemigreerd vanuit de op de Fär Öer bekende steenkoolvoorkomens. Om diverse redenen achten de onderzoekers het waarschijnlijk dat de aangetroffen wasachtige stoffen afkomstig zijn van een relatief ondiep gelegen pakket sedimenten dat rijk was aan organisch materiaal dat zich onder anaerobe omstandigheden ophoopte (sommige diep-mariene afzettingen voldoen aan die voorwaarden); de migratie moet via nauwe spleten zijn verlopen. Op basis van het voorkomen van bepaalde organische stoffen die, voor zover bekend, alleen in de natuur worden gevormd door angiospermen (die zich pas in het Laat-Krijt ontwikkelden), moet het moedergesteente van deze bestanddelen jonger zijn dan zo'n 100 miljoen jaar. De aangetroffen olie moet afkomstig zijn uit mariene afzettingen waarin veel algenresten zijn opgenomen, die vervolgens zijn omgezet in koolwaterstoffen. Vanwege de bedekking met basalten zijn dergelijke gesteenten niet van de Fär Öer zelf bekend, maar wel zijn op de Shetland Eilanden dergelijke, olierijke afzettingen aanwezig van Jurassische ouderdom. Het aangetroffen aardgas komt hoogstwaarschijnlijk uit dezelfde bron. Daarnaast menen de onderzoekers, ook weer op basis van de specifieke chemische

kenmerken, dat een gedeelte van de aangetroffen sporen olie bestaat uit dieselolie die bij de boring werd gebruikt .... In ieder geval durven de onderzoekers te constateren dat eerdere speculaties dat bepaalde koolwaterstoffen ook stollingsgesteenten als bron kunnen hebben, niet worden gestaafd door de analyses van deze stoffen uit de basalten van de Fär Öer.

Referentie: 4

### **... MAAR WEL NIEUWE HYPOTHESE OVER HET ONTSTAAN VAN AARDGAS UIT AARDOLIE**

Veel grote gasvoorkomens, zoals het veld bij Slochteren, zijn ontstaan doordat een ondoordringbare laag (in dit geval steenzout) een barrière vormt voor de omhoog stijgende gasvormige koolwaterstoffen die worden gevormd bij inkolingsprocessen. Het gas bij Slochteren is dan ook te danken aan de aanwezigheid in de Nederlandse ondergrond van grote hoeveelheden steenkool uit het Carboon, in combinatie met jongere, dikke lagen steenzout.

Aardolie ontstaat veel minder vaak uit landplanten. Meestal ontstaat olie door omzetting van organisch materiaal dat bezonken is in zeeën of deltagebieden, en dat daar snel met slib werd afgedekt. Als zich steeds meer sediment ophoopt, komt het organische materiaal steeds dieper te liggen, en staat het bloot aan steeds hogere temperatuur en druk. Daarbij wordt het materiaal omgezet in olie en, door een soort kraakproces bij verder toenemende temperatuur, deels ook in aardgas. Dat is althans de gangbare theorie.

Op een in april gehouden bijeenkomst van de American Chemical Society heeft Frank Mango, een geochemicus van de Rice University (Houston), echter een heel andere ontstaanswijze gesuggereerd. Volgens hem is het niet zozeer de temperatuurverhoging, maar veeleer de katalytische werking van overgangsmetalen zoals vanadium die voor de (gedeeltelijke) omzetting van olie in gas verantwoordelijk is. Mango had hiervoor al eerder (vooral theoretische) argumenten aangevoerd, maar werd tot nu toe weinig serieus genomen. Op de bijeenkomst in Dallas presenteerde hij echter de resultaten van laboratoriumexperimenten die zijn zienswijze ondersteunen. Daarbij speelt onder meer de relatieve hoeveelheid van de diverse componenten (methaan, ethaan, propaan en butaan) een rol, maar ook de verhouding tussen de twee relevante koolstofisotopen (C-12 en C-13) in die afzonderlijke componenten. Experimenten waarbij olie werd afgebroken met behulp van de katalytisch werkende elementen nikkel en kobalt, leverden net zo'n isotopenverhouding op als in de natuur: het lichte methaan blijkt in zijn experimenten, net als in de natuur, relatief rijk aan C-12, terwijl het zwaardere butaan juist blijkt aangerijkt aan C-13.

Tegenstanders van Mango's hypothese wezen erop dat de verschillen in componenten (en hun isotopenverhouding) ook zouden kunnen worden verklaard door de filterende werking van het poreuze gesteente waardoor de gassen migreren. Mango acht dat weinig waarschijnlijk, omdat in dat geval een andere (juist omgekeerde) aanrijking of verarming in isotopen zou moeten worden gevonden in gesteenten dicht bij de 'bron' (de olie waaruit het gas is ontstaan). Zo'n omgekeerde verhouding is uit de natuur echter niet bekend. Maar daar staat weer tegenover dat Mango niet kan verklaren waarom in bepaalde gasvelden niet meer methaan voorkomt dan elders hoewel er juist veel van de door hem als katalysatoren aangemerkte overgangsmetalen voorkomen. Het debat zal dus nog moeten worden voortgezet met aanvullende verklaringen voor de situaties die in de natuur worden aangetroffen.

Referentie: 7

## HOE GROOT WAREN DE IJSKAPPEN OP AARDE GEDURENDE DE LAATSTE IJSTIJD?

In een speciaal dubbelnummer van *Quaternary International*, gewijd aan het Kwartair van Europa en Azië, is een nieuw licht geworpen op de uitbreiding en de inhoud van de ijskappen die de aarde bedekten gedurende de laatste ijstijd (in Noordwest-Europa bekend als het Weichselien). Veel interpretaties van die twee parameters berusten op indirecte gegevens (bijv. de zeespiegeldaling, die overigens zelf ook nog een punt van discussie vormt), en de diverse onderzoekers zijn in de loop der tijd, sinds de eerste grote studie in 1965 (door Markov en Suetova), dan ook steeds met sterk uiteenlopende getallen gekomen. Een van de problemen is dat de uitbreiding en terugtrekking van het ijs niet overal gelijktijdig plaatsvond. Bovendien waren er afwisselend uitbreidingen en terugtrekkingen van het ijsfront; algemeen wordt echter aangenomen dat 20.000-18.000 jaar geleden een laatste fase van sterke vergletsjering optrad (mogelijk zelfs de sterkste). De onderzoekers hebben zich dan ook vooral op die fase gericht, waarbij ze uiteenlopende gegevens van tal van onderzoekers met elkaar hebben vergeleken. Daarbij bleek vooral morfologisch onderzoek (de mate waarin en de wijze waarop landschappen door gletsjers werden 'hervormd') een aantal opmerkelijke resultaten op te leveren. Zo staat zonder meer vast dat het ijs zich zowel op het noordelijk als op het zuidelijk halfrond ver richting evenaar uitbreidde (vooral in Noord-Amerika), maar nu blijkt ook dat veel gebieden op hoge noordelijke breedte slechts gedeeltelijk of zelfs helemaal niet met ijs bedekt waren; zo was een groot gedeelte van Siberië kennelijk ijsvrij, waren grote delen van Groot-Brittannië en Ierland eveneens ijsvrij, en werden IJsland, Nova Zembla en tal van andere eilanden slechts met een betrekkelijk kleine en dunne ijsmassa bedekt.

Op basis van dergelijke (maar zeer talrijke en sterk van aard verschillende) gegevens komen de onderzoekers tot de conclusie dat er gedurende het laatste glaciële maximum 78 miljoen km<sup>3</sup> (in het artikel zelf staat 78 miljard km<sup>3</sup> - naar mag worden aangenomen per abuis) landijs moet zijn geweest, waarvan 72 miljoen km<sup>3</sup> (95%) in de vorm van grote landijskappen en de rest in geïsoleerde massa's en gletsjers. In totaal was ca. 36 miljoen km<sup>2</sup> land met ijs bedekt (waarvan 52% op het noordelijk en 48% op het zuidelijk halfrond), wat dus een gemiddelde dikte van het landijs oplevert van 2 km. Opvallend is dat het ijs op het zuidelijk halfrond vrijwel geheel rondom de pool (Antarctica) was gesitueerd (40% van het totaal op aarde), terwijl op het noordelijk halfrond Amerika het overgrote deel voor zijn rekening nam (42% van het totaal), zodat er voor Eurazië en de overige gebieden samen slechts 18% overblijft (voor geheel Siberië zelfs slechts 1%).

Volgens de onderzoekers was tijdens het glaciële maximum (ca. 14.000-11.000 jaar geleden) dus ca. tweemaal zoveel land met ijs bedekt als tegenwoordig; dat gebied was overigens 15-20% kleiner dan vroegere onderzoekers meenden, maar het volume van de totale landijsbedekking was juist weer iets groter (wat dus ook betekent dat de gemiddelde dikte van de ijskappen aanzienlijk groter was dan vroeger werd aangenomen).

Referentie: 8

## DE GEVOLGEN VAN HET EINDE VAN DE IJSTIJD VOOR DE VERBINDING TUSSEN AZIË EN AMERIKA

Toen de grote landijskappen aan het einde van de laatste ijstijd begonnen af te smelten, steeg de zeespiegel. Daarmee verdween ook een lange, smalle verbinding tussen Azië en Noord-Amerika, de zogeheten Beringstraat-landbrug, waarover de mens en diverse diersoorten naar Amerika konden oversteken. Omdat deze vroegere natuurlijke verbinding

tussen Alaska en Siberië nu onder water ligt, is het moeilijk om de ontwikkeling daarvan te reconstrueren. Toch komen er steeds meer gegevens beschikbaar.

Enkele onderzoekers van het *Institute of Arctic and Alpine Research* van de Universiteit van Colorado en van het *Botanical Institute* van de (Noorse) Universiteit van Bergen hebben aan de hand van fossiele plantenresten en insecten de ontwikkeling van deze landbrug verder ontrafeld. Door dateringen van de monsters (met de koolstof-14-methode) waren ze in staat om onder meer de veranderende vegetatie - en daarmee het milieu - op de landbrug gedurende het einde van de laatste ijstijd te reconstrueren.

Tot omstreeks 20.000 jaar geleden was er sprake van een toendra met vooral berken, heide en grassen; struikgewassen kwamen in kleine aantallen voor. Vervolgens werd het natter, mogelijk onder invloed van een - met het zeeniveau - stijgende grondwaterspiegel, zodat tussen 20.000 en 14.000 jaar geleden de heide vrijwel geheel verdween; naast de resterende berken en grassen kwamen er vochtige poelen en meren met waterplanten. Het klimaat werd vervolgens weer kouder en gedurende het zogeheten 'laatglaciale maximum' (14.000-11.000 jaar geleden) kwam de berken/heide/gras-vegetatie weer terug en werd het aantal meertjes veel kleiner. De insecten uit dit interval wijzen op een open toendra.

Omstreeks 11.000 jaar geleden steeg de temperatuur snel; de fossiele insecten wijzen zelfs op hogere zomertemperaturen dan tegenwoordig. Door deze temperatuurstijging smolt veel ijs af en overstroomde de zee de landbrug, waardoor de mogelijkheid tot migratie van mens en dier over de brug onmogelijk werd. Overigens gold die nieuwe beperking in migratiemogelijkheden niet alleen voor lopende of kruipende dieren: ook de verdere verspreiding van (vliegende) insecten werd er duidelijk door beperkt; op de geologisch gezien korte termijn van enkele duizenden jaren (of zelfs korter) is kennelijk de kans te gering dat voldoende insecten over zee door de wind naar een nieuw gebied worden geblazen om dat nieuwe gebied te koloniseren (op geologisch lange termijn is dat, niet alleen op basis van puur statistische berekeningen maar ook op basis van fossiele bewijslast, wel degelijk mogelijk en zelfs waarschijnlijk). In tegenstelling tot eerdere hypothesen zijn er geen aanwijzingen gevonden dat er op de landbrug ooit een steppe-achtig (of een steppe/toendra-achtig) milieu heeft bestaan.

Referentie: 2

## SLACHTOFFERS VAN VULKAANUITBARSTING OP MONTSERRAT INDIRECT GEVOLG VAN ONNAUWKEURIGE VOORSPELLINGEN DOOR VULKANOLOGEN

In juni 1997 kwamen tussen de twintig en dertig personen om het leven op het eiland Montserrat in het Caraïbisch gebied. Ze werden in hun huizen verrast door de eruptie van de vulkaan die het eiland vormt, ondanks het feit dat vulkanologen voor die uitbarsting hadden gewaarschuwd. Op basis van die waarschuwing hadden de autoriteiten ook tot evacuatie besloten, maar veel mensen verkozen niettemin om te blijven.

Naar de oorzaken van deze tragedie is een onderzoek ingesteld door het *Oxford Centre for Disaster Studies*. De belangrijkste vraag was waarom zoveel mensen weigerden te vertrekken, ondanks de waarschuwing, en in de wetenschap dat bij een uitbarsting ontvluchten bijna onmogelijk zou zijn: het eilandje zelf (zo'n 18 km lang en slechts enkele kilometers breed) biedt nauwelijks gelegenheid tot schuilen.

De belangrijkste uitkomsten van het onderzoek werden medio april bekend gemaakt op de jaarlijkse bijeenkomst van de *Geological Society* van Londen. Volgens de studie hadden de bewoners van het eiland onvoldoende vertrouwen in de voorspellingen, terwijl ook de wijze van waarschuwen door de vulkanologen van het *Montserrat Volcano Observatory*

niet duidelijk genoeg had aangesloten bij de belevingswereld van de bewoners. Het vertrouwen van de bewoners was al geschokt toen de vulkanologen de grote eruptie van 17 september 1996 niet hadden voorspeld. Bij die eruptie werd as tot meer dan 10 km hoog de atmosfeer in geblazen, en werd het zuiden van het eiland door meer dan 600.000 ton as bedekt. Toen de vulkanologen vervolgens waarschuwden voor een eruptie in december 1996 en die uitbarsting vervolgens uitbleef, werd het vertrouwen in de kundigheid van de wetenschappers nog verder ondermijnd. De (juiste) voorspelling van een uitbarsting medio vorig jaar vond bij velen dan ook weinig geloof.

De betrokken vulkanologen stellen dat het nooit met zekerheid is te voorspellen of een vulkaan zal uitbarsten of niet: het gaat om een kans met een bepaalde waarschijnlijkheid. En bij het optreden van een eruptie is er alleen maar een kans op een bepaalde hevigheid; en bij een bepaalde hevigheid is er alleen maar een kans op een bepaald gevolg. Deze onzekerheden bij risicoberekeningen zijn - zoals ook in West-Europa en de Verenigde Staten regelmatig blijkt - buitengewoon moeilijk uit te leggen aan het brede publiek.

Nu er weer dodelijke slachtoffers zijn gevallen, wordt de roep om nieuwe presentatiemethoden steeds luider. Die nieuwe methoden moeten bijdragen aan een betere risicoperceptie van risico's, zowel bij het publiek als bij de politici (volgens sommige betrokkenen zijn de slachtoffers op Montserrat - mede - te wijten aan de voor 'normale stervelingen' onbegrijpelijke formuleringen van de vulkanologen over de aard en de grootte van de verwachte risico's). Daartoe zal de samenleving als geheel meer inzicht moeten krijgen in de waarde van statistisch gefundeerde berekeningen en in de (on)betrouwbaarheid van voorspellingen op basis van modellen. Hoe moeilijk dat is, blijkt wel uit het wantrouwen van de Nederlandse bevolking ten opzichte van de dagelijkse weersvoorspellingen.

Referenties: 1, 5, 6

## GERAADPLEEGDE LITERATUUR

- <sup>1</sup> Aspinall, W., P. Francis, L. Lynch, R. Roberetson, K. Rowley, S. Sparks, S. Young, et al., 1998. Scientists at the sharp end in a disaster zone - *Nature* 393: 728.
- <sup>2</sup> Elias, S.A., S.K. Short & H.H. Birks, 1997. Late Wisconsin environments of the Bering Land Bridge - *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* 136: 293-308.
- <sup>3</sup> Jensen, S., J.G. Gehling, & M.L. Droser, 1998. Ediacara-type fossils in Cambrian sediments - *Nature* 393: 567-569.
- <sup>4</sup> Laier, T., H.P. Nytoft, O. Jørgensen, & G.H. Isaksen, 1997. Hydrocarbon traces in the Tertiary basalts of the Faroe Islands. *Marine and Petroleum Geology* 14: 257-266.
- <sup>5</sup> Masood, E., 1998. Montserrat residents 'lost faith' in volcanologists' warning. - *Nature* 392: 743-744.
- <sup>6</sup> Sanderson, D, 1998. Scientists at the sharp end in a disaster zone - *Nature* 393: 728.
- <sup>7</sup> Service, R.F., 1998. Catalytic explanation for natural gas - *Science* 280: 524-525.
- <sup>8</sup> Velichko, A.A., Yu M. Kononov, & M.A. Fastova, 1997. The last glaciation of earth: size and volume of ice-sheets - *Quaternary International* 41/42: 43-51.

\* 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