

GEOCOMmunicatie 3: over radionucliden in de diepzee, de 'Ark van Noach', bijzondere fossielen, paleotemperaturen en een raadselachtig Oceanië

A.J. (Tom) van Loon*

INLEIDING

Het was natuurlijk een wat droeve bijeenkomst op 15 maart, bij het afscheid van Arie Janssen. Maar gelukkig waren er ook lichtpuntjes, niet in de laatste plaats vanwege de uitnodiging van Arie aan ons allen om hem eens op Malta te komen opzoeken; zou hij wel beseffen wat hem boven het hoofd hangt? Voor mij kwam daar, als plezierige bijkomstigheid, bij dat ik door diverse leden werd aangespoord om door te gaan met deze bijdragen. Dat doe ik met genoegen. Daarom hierbij weer een aantal stukjes over bijzondere, anecdotische en/of hopelijk interessante onderwerpen.

OCEAANWATER EN DIEPZEESEDIMENT CONCENTREREN SELECTIEF BEPAALDE RADIONUCLIDEN

Een onderzoek naar het patroon van oceaanstromen tijdens de glaciële maxima van het Pleistoceen heeft een verrassend nevenresultaat opgeleverd: op veel plaatsen bevat het water in de oceanen een 'vreemde' verhouding tussen de concentraties van bepaalde stoffen). Onderzoekers van het beroemde Woods Hole Oceanographic Institution gebruikten voor hun onderzoek naar stromingspatronen en -intensiteiten tijdens de laatste ijstijd de verhoudingen tussen de concentraties in het water van radioactieve isotopen, onder meer die van protactinium-231 (Pa-231) en thorium-230 (Th-230). Beide worden gevormd door natuurlijk verval van uranium (uranium-235 levert daarbij Pa-231 op, uranium-234 gaat over in Th-230). De beide uranium-isotopen komen overal in het oceaانwater voor in constante concentraties, zij het dat die van U-234 nog veel lager is dan die van U-235.

U-235 vervalt met een halveringstijd van 700 miljoen jaar; voor U-234 is dat 244.000 jaar. De dochterproducten, Pa-231 en Th-230, zijn eveneens radioactief en hebben halveringstijden van respectievelijk 32.500 jaar en 75.000 jaar. Op basis van deze gegevens kan, de concentraties van U-235 en U-234 in het water in aanmerking nemende, worden berekend dat er in het zeewater een constante verhouding tussen Pa-231 en Th-230 moet bestaan, en wel zodanig dat de verhouding in de resulterende activiteit 0,093 bedraagt.

Een dergelijke verhouding bleek alleen te bestaan in het noordelijkste deel van de onderzochte watersoort (het Noordatlantisch dieptewater); naarmate dat water zich verder naar het zuiden bewoog, veranderde de verhouding. Tegelijk verminderde zowel de concentratie van Pa-231 als die van Th-230 in het water. Dat laatste was geen verrassing, want het was bekend dat beide isotopen zich gemakkelijk hechten aan deeltjes (vooral resten van afgestorven organismen) die naar de bodem uitzakken. De 'verdwenen' stoffen moeten dus in het diepzeesediment zijn terug te vinden. Dat bleek ook het geval te zijn. Daarbij werd ook duidelijk waarom de verhouding tussen Pa-231 en Th-230 in het Noordatlantisch dieptewater toeneemt met toenemende afgelegde afstand: in het noorden was de verhouding tussen beide isotopen in het diepzeesediment nog 0,06, maar ver naar

het zuiden loopt dat op tot 0,17. Hieruit kan worden geconcludeerd dat het thorium zich gemakkelijker aan uitzakkende deeltjes hecht dan het protactinium, dat dus langduriger in het water blijft opgelost en daarom verder wordt meegevoerd. Deze combinatie van mechanismen betekent dat de oceanische processen een selectie van opgeloste bestanddelen tot stand kunnen brengen.

Referenties: 2, 15

JURIDISCHE STRIJD TUSSEN GEOLOOG EN CREATIONISTEN OVER 'ARK VAN NOACH' VERGT TIJD, GELD EN REPUTATIE

Wie stratigrafie bedrijft op basis van fossielen (en doen we dat niet bijna allemaal binnen de WTKG?), die zal niet kunnen ontkomen aan het inzicht dat er bij fossiele groepen sprake is van een (soms plotselinge, maar meestal zeer geleidelijke) evolutie. Dat is geen nieuw idee: in de vorige eeuw raakten vrijwel alle serieuze wetenschappers al overtuigd van het evolutieproces. Dat houdt echter niet in dat iedereen inmiddels gelooft in de evolutieleer: er zijn nog steeds mensen die, al dan niet op basis van religieuze overtuiging, menen dat alle soorten planten en dieren tijdens een kortstondige handeling (de Schepping) gelijktijdig zijn geschapen. Deze zogeheten 'creationisten' wringen zich vaak in allerlei bochten om de feiten naar hun hand te zetten; wat erger is, ze proberen ook wetenschappelijk onderzoek te frustreren, en zelfs proberen ze op enkele plaatsen om het onderwijs in de evolutie afgeschaft te krijgen. Ook in Nederland heeft de discussie over de evolutieleer tot ongezonde taferelen geleid bij recente eindexamens.

Een van de argumenten die door creationisten vaak wordt aangehaald om 'het gelijk van de bijbel' (en daarmee in hun ogen tegelijk het ongelijk van de evolutieleer!) te bewijzen, ligt zo'n 20 km ten zuidoosten van de Ararat, een berg in Turkije. Daar bevindt zich een merkwaardige stenen structuur: een min of meer aan beide kanten spits toelopende ellips, die als een soort muur boven de omgeving uitsteekt. Al gedurende tientallen jaren wordt deze structuur door de creationisten beschouwd als het versteende overblijfsel van de Ark van Noach. De ark zou in het gebergte zijn vastgelopen toen het water na de Zondvloed weer daalde. Deze 'ark' is langzamerhand zelfs een van de belangrijkste argumenten geworden van de creationisten, die hierover talrijke lezingen houden, er videobeelden van verspreiden, etc.

De interpretatie van de structuur als een versteende boot wordt echter door vrijwel alle wetenschappers van naam, en zeker door vrijwel alle geologen, tegengesproken, omdat tal van karakteristieken deze interpretatie onhoudbaar maken. Dat betreft bijvoorbeeld de aard van het gesteente: ofioliet, een (basisch) uitvloeiingsgesteente. Een ander tegenargument is dat de structuur niet wezenlijk verschilt van soortgelijke 'muurtjes' in de directe omgeving, die volgens geologen het gevolg zijn van de vorm van de plooïing die het gesteente heeft ondergaan, met daarop volgende erosie. De scheepsvorm zou dus een toevalligheid zijn, zoals er zoveel bestaan.

In feite één enkele geoloog is nu verwickeld in een uitermate ongewisse juridische strijd tegen de creationisten over hun uitleg van de structuur. Het gaat om het Hoofd van de Afdeling Aardwetenschappen van de Universiteit van Melbourne, Prof. Ian Plimer, die in april een aanklacht heeft ingediend tegen Allen Roberts, een creationist die wordt gesteund door de Ark Search Association Inc. De klacht van Plimer hield in dat Roberts tegenover het 'brede publiek' doet voorkomen dat hij op wetenschappelijke wijze gegevens heeft verzameld die het 'bewijs' voor de Ark leveren, terwijl er - volgens Plimer - geen wetenschap aan te pas is gekomen. Daarmee wordt volgens Plimer schade toegebracht aan de reputatie van zorgvuldigheid die de wetenschap in de loop van eeuwen heeft

opgebouwd. Die klacht werd aanvankelijk niet ontvankelijk verklaard, omdat het verkondigen van wetenschappelijke zienswijzen, ook als die indruisen tegen de gangbare opvattingen, in Australië (gelukkig) niet strafbaar is. Daarop zocht Plimer met zijn advocaten naar andere mogelijkheden, en vond die in een lezingencyclus die Roberts hield, waarbij hij tegelijk geld inzamelde voor zijn activiteiten. Plimer klaagde Roberts vervolgens aan wegens oplichting: hij zou mensen geld uit de zak kloppen op basis van foutieve informatie (en dat mag in Australië niet volgens de Fair Trading Act).

Roberts advocaten zagen geen kans om de opvattingen van hun cliënt met wetenschappelijke argumenten te onderbouwen en probeerden Plimer vast te pinnen op het feit dat evolutie niet wetenschappelijk bewezen zou zijn, maar een aanname. Daarmee probeerden ze de rechters ervan te overtuigen dat de geologische 'feiten' die Plimer aanhaalde alleen maar een bepaalde zienswijze vertegenwoordigden, die zeker niet de waarheid hoefde te zijn. Een andere achtergrond van deze weinig terzake doende bijkomstigheden was dat Plimer het inmiddels financieel zeer moeilijk had gekregen. In tegenstelling tot Roberts, die op zijn eigen organisatie kon terugvallen, moest Plimer alles zelf betalen; in de eerste week van het proces waren zijn totale kosten al opgelopen tot meer dan 300.000 Australische dollars (hij had zijn huis toen al moeten verkopen), en er lagen nog heel wat kosten in het verschiet. Via een vertragingstactiek hoopte Roberts kennelijk om zijn tegenstrever financieel te ruïneren.

Begin juni deed de rechter uitspraak: Plimer verloor. Niet op grond van wetenschappelijke argumentatie, maar omdat, naar het oordeel van het hof, onvoldoende duidelijk was gemaakt dat Roberts zelf financieel profijt trok van de inzamelingsacties, video-verkopen etc. door de Ark Search Association Inc.; Roberts had namelijk inmiddels gebroken met deze organisatie en duidelijk uitgesproken dat alle gelden die hij in het verleden had ontvangen, uitsluitend waren gebruikt ter bestrijding van de onkosten van zijn onderzoek. Hoewel daarnaar geen echt onderzoek was ingesteld, achtte de rechter dit voldoende om de grond onder de aanklacht van Plimer weg te halen: er zou niet op grond van valse voorwendselen geld zijn ingezameld.

Roberts deelde direct na de uitspraak mee dat hij hoopte dat het vonnis iedereen zou afschrikken om in het vervolg nog te proberen via de rechtbank iemand met een andere ideologie lastig te vallen. Dat was wel zeer provocerend, want de rechter had uitdrukkelijk uitgesproken dat diverse beweringen die Roberts tijdens zijn lezingen had gedaan, onjuist ("false") waren geweest, en zeker tot een veroordeling zouden hebben geleid als de 'Fair Trading Act' (op grond waarvan Plimer de aanklacht had ingediend) op de zaak van toepassing had kunnen worden verklaard. Overigens sprak de rechter ook uit dat Plimer niet het recht had om Roberts (die een graad heeft behaald aan de uiterst obscure Freedom University in Florida) te beschuldigen van het ten onrechte voeren van een universitaire titel, hoewel deze graad van Freedom University door geen enkele gerenommeerde universiteit wordt erkend.

Direct na de uitspraak bereidden de advocaten van Roberts een aanklacht tegen Plimer voor: ze wilden via de rechtbank een bedrag van ca. 300.000 Australische dollars vorderen van Plimer, die inmiddels praktisch failliet was: het proces had hem inmiddels al meer dan 500.000 Australische dollars gekost. Hij gaf echter zijn strijd echter niet op en ging medio juni in beroep. De kosten zullen voor Plimer dus ongetwijfeld nog verder oplopen. Inmiddels is echter een hulpactie voor hem op gang gekomen; op een bijeenkomst sprak zelfs de (Anglicaanse) Aartsbisschop van Adelaide zijn steun voor Plimer uit. Ook uit de wetenschappelijke wereld heeft Plimer inmiddels veel morele steun gekregen. Zo heeft de Engelse Geological Society hem eind juni tot erelid benoemd "for his courageous stand against 'creation science'". En de beroemde geoloog Selley (van het Imperial College te Londen) schreef dat de meeste geologen creationisten ten onrechte negeren; de prijs die

daarvoor betaald moet worden is hoog, volgens Selley, die daarbij wijst op de formele invoering van het creationisme in het lespakket in zowel de Verenigde Staten als Australië. Hij prijst Plimer om zijn durf: "Professor Plimer is a man of enormous courage, who has put his money where his mouth is". Plimer verdient, kortom, van alle geologen die serieus met hun vak (of hun hobby) bezigzijn, op z'n minst morele steun. Die kan kenbaar worden gemaakt bij het instituut waar hij werkzaam is.

Referenties: 5, 6, 10, 11, 12, 13, 14

BIJZONDERE FOSSIELEN

Het vinden van een fossiel blijkt in praktijk voor veel geologen de eerste (onbewust gezette) stap in hun geologische carrière te zijn geweest. Fossielen zoeken (en vinden!) blijft ook leuk, zelfs als je het uit professionele overwegingen doet (bijv. in verband met het opstellen van een biostratigrafische correlatie). Waarschijnlijk blijven ook juist daarom 'bijzondere' fossielen zo intrigeren. En er worden nogal eens meldingen van dergelijke vondsten gedaan.

In het noordwesten van Queensland, bij Riversleigh, hebben paleontologen fossielen van kevers, vliegen en duizendpoten verzameld uit kalksteen die dateert van de overgang van Oligoceen naar Mioceen. Veel van deze fossielen zijn zo goed bewaard gebleven dat uiterst kleine details met scanning electron microscopy (SEM) zichtbaar worden. Er zijn relatief weinig tot in detail bewaarde zachte weefsels als fossiel bekend. De vindplaats bij Riversleigh is dan ook bijzonder, en dat bijzondere karakter dankt het aan een bijzondere ontstaanswijze: de kalksteen ontstond als kalkslib in een klein, ondiep, kalkrijk meertje in het tropische regenwoud dat destijds ter plaatse bestond. Een hoog zoutgehalte zorgde ervoor dat er geen aaseters in het water leefden en het voortdurend precipiteren van kalk zorgde voor een afdoende afsluiting van 'verdronken' dieren van de buitenlucht. Bij de fossilisatie werden de oorspronkelijk organische delen vervangen door calciumfosfaat, een proces dat door de aanwezige algenmatten werd bevorderd. De bedekking met snel verhardende kalk zorgde voor een stevige 'inkapseling', waardoor de fossielen niet werden samengedrukt maar hun oorspronkelijke (3-dimensionale) vorm konden bewaren. Er was dus sprake van uitzonderlijk gunstige fossilisatie-omstandigheden.

Bij de gevonden fossielen bevinden zich Coleoptera waarvan zelfs de ogen nog tot in het kleinste detail kunnen worden bestudeerd. Veel ogen vertonen de voor insecten karakteristieke hexagonale structuur, maar bij een van de aangetroffen larven zijn de afzonderlijke ooglenzen cirkelvormig, mogelijk om de hoeveelheid op te vangen licht te maximaliseren. Een dergelijk type oog was tot nu toe onbekend bij fossiele insecten. De gevonden insecten leefden langs de waterkant en hoeven daarom geen goede afspiegeling te vormen van de toenmalige variëteit in insecten. Het regenwoud waarin het meertje lag, herbergde waarschijnlijk relatief veel vertebraten. Dat zou verklaren waarom het water van het meertje zo rijk was aan de fosfaten die deze opmerkelijke fossielvindplaats tot stand hielp brengen.

Een heel ander type fossiel, waarover in GEOCOMMunicatie 1 al werd bericht, vormen insecten die in hars zijn opgenomen. In dergelijke insecten treden nauwelijks veranderingen na hun dood op. Er wordt dan ook al jaren, mede naar aanleiding van de film Jurassic Park, in dergelijke insecten naar goed geconserveerd DNA gezocht. Er is ook diverse malen beweerd dat dat gevonden zou zijn, maar de uitgevoerde proeven konden nooit met succes worden herhaald. En het ziet er nu naar uit dat dat ook nooit zal gebeuren: onderzoekers van het Natural History Museum in Londen hebben twee jaar zulk onderzoek gedaan in een speciaal daarvoor gebouwd laboratorium, met de best bewaarde insecten die

te denken zijn. Zij hebben echter geen spoor van DNA aangetroffen. Ze vermoeden dat claims die door andere onderzoekers zijn gedaan, alle berusten op verontreiniging met recent materiaal; hun eigen laboratorium was juist speciaal uitgerust om dat te voorkomen. Dat houdt in dat het oudst gevonden DNA waarover geen twijfel kan bestaan, nog steeds afkomstig is van Ötzi, de man die zo'n 5000 jaar geleden in de Alpen omkwam en die in 1991 uit het gletsjerijs op de grens tussen Italië en Oostenrijk vrijkwam.

Weer een heel ander bijzonder type fossiel dat dit jaar heel wat stof heeft doen opwaaien, betreft de haren van zoogdieren die in het Paleoceen moeten hebben geleefd. De haren werden aangetroffen in de fossiele braakballen van roofvogels, en ook in de versteende uitwerpselen van roofdieren. Deze vondsten, die door Amerikaanse onderzoekers werden gedaan in Binnen-Mongolië, zijn waarschijnlijk enig in hun soort. Als een bijzonderheid melden de onderzoekers de vondst van haren van een zoogdiersoort (*Lambdopsalis bulla*) die zich waarschijnlijk al zo'n 200 miljoen jaar afscheidde van de hoofdtak van de zoogdieren. Ze veronderstellen daarom dat de beharing van zoogdieren al voor die afscheiding moet zijn ontstaan.

Ook mensen laten sporen na die tot de fossielen moeten worden gerekend. In Zweden is zo'n fossiel voorwerp gevonden: een stukje kauwgum. Het moet zo'n 6500 jaar geleden zijn achtergelaten in een ook toen al moerassig gebied bij Bökeberg (Zweden). Het stukje kauwgum, waarin de tandafdrukken van een kind bewaard zijn gebleven, is geanalyseerd in Bradford. Daarbij bleek dat het moet zijn vervaardigd uit berkenbast, dat daarvoor een speciale behandeling moet hebben ondergaan. Kennelijk was berkenbast een veelzijdige grondstof: de hierboven genoemde Ötzi had een bijl bij zich die met een kleefstof uit berkenbast in zijn steel was vastgezet. Natuurlijk konden de onderzoekers niet nalaten om zelf kauwgum van berkenbast te maken. Dat was niet gemakkelijk, want om het sap eruit te verdrijven moest de bast worden verhit. In de open lucht gaat de bast dan over in houtskool. De verhitting moet dus in een afgesloten ruimte hebben plaatsgevonden (bijv. in een afgedekte pot), maar in het Neolithicum beschikte de mens daar nog niet over. Zo blijft er nog een raadsel om op te lossen. Met hun moderne hulpmiddelen slaagden de onderzoekers er echter gemakkelijk in om kauwgum uit berkenbast te bereiden. Helaas voor hen werden hun inspanningen echter nauwelijks beloond: ze konden de smaak niet waarderen ...

Referenties: 1, 4, 7, 9

EDELGASSEN HELPEN BIJ BEPALING VAN PALEOTEMPERATUREN

De atmosfeer bevat tal van gasvormige elementen, waaronder edelgassen. Hun verhouding is zeer constant, vanwege de turbulenties in de lucht die zorgen voor een voortdurende menging. In een sneeuwpakket komen, in de lucht tussen de sneeuwvlokken, al deze elementen met dezelfde isotopenverhoudingen voor. In een pak sneeuw vindt echter nauwelijks turbulentie meer plaats, waardoor de diverse gassen niet langer voortdurend worden gemengd, behalve door hun eigen beweging. Deze omstandigheid leidt ertoe dat de zwaardere isotopen geleidelijk aan gemiddeld iets 'uitzakken' terwijl de lichtere juist komen 'bovendrijven'. Wanneer een sneeuwpakket overgaat in ijs, onder invloed van het gewicht van bovenliggende sneeuwlagen, hebben de luchtbelletjes uit het bovenste deel van die ijslaag dus een iets andere samenstelling dan de onderste luchtbelletjes.

Amerikaanse onderzoekers hebben dergelijke luchtbelletjes nauwkeurig geanalyseerd. Zij richtten hun aandacht daarbij vooral op de aanwezige edelgassen, omdat de concentratie daarvan op geen enkele wijze door veranderingen in chemische omstandigheden wordt beïnvloed. Hoe meer de massa's van de onderzochte isotopen verschillen, hoe groter ook

hun relatieve aanrijking boven- of onderin. Een zeer grote gevoeligheid bleek te bestaan bij de verhouding tussen het relatief zware krypton-84 en het relatief lichte argon-36. Hun onderlinge verhouding in de in ijs opgesloten luchtbelletjes bleek gemiddeld ca. 1,28% af te wijken van die in de atmosfeer.

De genoemde waarde van 1,28% is geen vast getal, want de mate van scheiding hangt mede af van de dikte van het oorspronkelijke sneeuwpakket (hoe dikker, hoe sterker de scheiding). Dit betekent dat de gevonden waarde het mogelijk maakt om de oorspronkelijke dikte van het sneeuwpakket te berekenen. Uit onderzoek aan recente sneeuw in de poolstreken is bekend dat er een lineair verband bestaat tussen de dikte van de sneeuwlagen en de luchttemperatuur tijdens hun ontstaan. Het is dus ook mogelijk om die luchttemperatuur te berekenen. Kwantitatieve isotopenanalyse in luchtbelletjes uit ijspakketten kan zo inzicht verschaffen in vroeger heersende temperaturen. Dat is onder meer van belang bij het onderzoek naar de temperatuurschommelingen tijdens het Pleistoceen.

Ook vroeger waren daarvoor wel methoden, onder meer door bepaling van de verhouding tussen zuurstof-16 en zuurstof-18. Hun scheiding in sneeuwlagen is echter zo'n 24 maal minder effectief dan die tussen krypton-84 en argon-36. Bovendien is de verhouding van de zuurstofisotopen het resultaat van een complex van omstandigheden, waaronder de temperatuur van het zeewater. Bij edelgasen spelen dergelijke factoren ook een rol, maar in veel mindere mate. Nu het mogelijk is om de temperatuurbepalingen op diverse wijzen uit te voeren, kan een zekere mate van calibratie van de diverse methodieken tot stand komen, waardoor de huidige verschillen in de interpretaties van gegevens m.b.t. paleotemperaturen zullen verminderen.

Referentie: 3

VROEGER KLIMAAT VAN OCEANIË STELT WETENSCHAP VOOR RAADSELS

Over het vroegere klimaat in Oceanië (Australië, Nieuw-Zeeland en het zuidelijke deel van de Stille Oceaan) is nog weinig bekend, hoewel er een rijke schat aan gegevens is te vinden in de vorm van jaarringen in bomen, korallen en ijslagen. Deze gegevens zijn benut voor onderzoek naar de klimatologische trends in Oceanië sinds 1500. De eerste resultaten van dit onderzoek zijn om tal van redenen interessant. In de eerste plaats bestrijken ze een zeer groot gebied (ca. 1/8 van de aarde) en vormen ze dus een belangrijke aanvulling op de reeds talrijke gegevens uit vooral West-Europa, de Verenigde Staten en Japan. Een ander belangrijk aspect is dat Oceanië sterk onder invloed staat van het El Niño fenomeen, die in veel klimaat-modellen een uiterst belangrijke rol speelt voor het mondiale klimaat.

Een opvallende uitkomst van het onderzoek is dat de 'huidige' temperatuurstijging niet overal op gelijke wijze plaatsvond: hij bedroeg in Nieuw Zeeland 1,1 °C sinds een eeuw geleden, en in Australië 0,7 °C sinds 1908. Op eilanden in het zuiden van de Stille Oceaan begon de temperatuurstijging echter pas zo'n twintig jaar geleden. Opmerkelijk is ook dat deze temperatuurstijging niet gepaard blijkt te gaan met veranderingen in het neerslagpatroon, hoewel de meeste klimaatmodellen zo'n verband aannemen. Er blijken eigenlijk geheel geen trends in de neerslag waar te nemen, afgezien van het feit dat de hoeveelheid neerslag sterk afhankelijk blijkt van de (veelal indirecte) invloeden van El Niño.

Onderzoek van jaarringen in bomen in Tasmanië wijst erop dat de zomers daar in de vijftiger jaren warmer waren dan de huidige, en zelfs een hoogtepunt vormen sinds zo'n 300 v.Chr. De laagste temperaturen van de afgelopen 7300 jaar werden vastgesteld voor

het einde van de vorige eeuw, wat overigens voor een deel de verklaring vormt voor de hierboven genoemde relatief sterke temperatuurstijging sinds die tijd; de huidige temperatuurstijging, die door sommigen aan de lozing van 'broeikasgassen' in de atmosfeer wordt toegeschreven, zou dus wel eens (mede?) een soort inhaalrace kunnen zijn vanaf een ongewoon koud moment.

Uit ijskernen blijkt verder dat de in het westen fameuze 'Kleine IJstijd' (die zoveel fraaie 17e-eeuwse schilders verleide tot schaatstaferelen) in Oceanië geen equivalent heeft. Sinds de komst van de westerse mens zijn de gletsjers daar 'zonder duidelijke schommelingen' steeds verder (met ca. 35%) in omvang afgenomen. Pas sinds 1980 neemt de omvang van de gletsjers weer toe, waarschijnlijk onder invloed van El Niño.

Het ziet er op basis van deze eerste gegevens naar uit dat er grote discrepanties bestaan tussen de klimaatontwikkelingen in 'het Westen' en Oceanië. De vraag rijst in hoeverre dat een gevolg kan zijn van het feit dat het milieu in het Westen in de laatste honderden jaren sterk is beïnvloed door menselijke activiteiten, terwijl dat in Oceanië niet het geval was.

Referentie: 8

GERAADPLEEGDE LITERATUUR

- ¹Battersby, S., 1997. Plus c'est le même chews. *Nature* 385, p. 679.
- ²Boyle, E., 1996. Deep water destillation. *Nature* 379, p. 679-680.
- ³Craig, H. & Wiens, R.C., 1996. Gravitational enrichment of ⁸⁴Kr/³⁶ Ar ratios in polar ice caps: a measure of firn thickness and accumulation temperature. *Science* 271, p. 1708-1710.
- ⁴Duncan, I.J. & Briggs, D.E.G., 1996. Three-dimensionally preserved insects. *Nature* 381, p. 30-31.
- ⁵Finkel, E., 1997. Australian geologist battles 'Ark' claim. *Science* 276, p. 348.
- ⁶Finkel, E., 1997. Ark claim survives court fight. *Science* 276, p. 1493.
- ⁷Holden, C. (ed.), 1997. "No go" for *Jurassic Park*-style dinos. *Science* 276, p. 361.
- ⁸Jones, P., 1996. A la recherche du temps perdu. *Nature* 381, p. 375.
- ⁹Meng, J. & Wyss, A.R., 1997. Multituberculate and other mammal hair recovered from Palaeogene excreta. *Nature* 385, p. 712-714.
- ¹⁰Pockley, P., 1997. Creationism 'Ark' trial opens in Australia. *Nature* 386, p. 529.
- ¹¹Pockley, P., 1997. 'Ark evidence' challenged in Sydney court. *Nature* 386, p. 638.
- ¹²Pockley, P., 1997. Creationist 'Ark' trial closes early after judge narrows focus. *Nature* 386, p. 748.
- ¹³Pockley, P., 1997. Geologist loses 'creationism' challenge. *Nature* 387, p. 540.
- ¹⁴Pockley, P., 1997. Geologist set to challenge 'creationism' verdict. *Nature* 387, p. 837.
- ¹⁵Yu, E.-F., Francois, R. & Bacon, M.P., 1996. Similar rates of modern and last-glacial ocean thermohaline circulation inferred from radiochemical data. *Nature* 379, p. 689-694.

*Adres van de auteur: Dr. A.J. van Loon, Geocom B.V., Postbus 336, 6860 AH Oosterbeek; Benedendorpsweg 61, 6862 WC Oosterbeek. tel. 026-3390908, fax 026-3390783