

meter afgelegd, maar is dan al gauw buiten ons blikveld. Het is 11.30 uur.

Wij zijn totaal kapot en rekenen er slechts op dat hij zó weer terugkomt. We proberen vergeefs radiocontact te krijgen.

We slagen er in nog drie meter hoger te klauteren naar een hoop mos, vanwaar we mogelijk beter in staat zullen zijn een nieuwe aanval te doorstaan. Ook krijgen we meer losse stenen te pakken. Na twee uur zijn we uitgeput, maar kennelijk veilig.

We zijn ongedeerd. De helikopter pikt ons om 15.30 op.

GEOCOMpositie 13

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, Stephen Kortenkamp en Stanley Dermott, echter in *Science* (8 mei 1998) met een andere hypothese gekomen, die waarschijnlijk minstens net zoveel discussie zal uitlokken als de astronomische theorie destijds deed. Daarvan getuigt ook het kritische commentaar van Richard Kerr dat gelijktijdig in *Science* werd gepubliceerd, waarin uitspraken worden aangehaald van enkele onderzoekers die niet geloven dat de nieuwe theorie houdbaar zal blijken. 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 (gemeeten 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 excentriciteit van de aardbaan rondom de zon vertoont. Die fluctuerende excentriciteit 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 excentriciteit 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 is 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 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 zonne-straling op aarde (op een bepaalde breedtegraad) duidelijk koppelt aan de fluctuaties 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 omstreeks elke 250 miljoen jaar (Permo-Carbonische ijstijdvak, Ordovicische ijstijdvak, laat-Precambrische ijstijdvak, etc.). Over het achterliggende proces dat 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 wordt 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.

Kerr, R.A., 1998. A dusty ice age trigger looks too weak. *Science* 280, p. 828-829.

Kortenkamp, S.J. & Dermott, S.F., 1998. A 100,000-year periodicity in the accretion rate of interplanetary dust. *Science* 280, p. 874-876.

A.J. van Loon