

Aardmagnetisch veld wordt steeds zwakker

Op een bijeenkomst die begin maart op de universiteit van München werd gehouden ter gelegenheid van het 60-jarig bestaan van het *Deutsche Geophysikalische Gesellschaft*, besteedde de geofysicus Karl Glassmeier (Braunschweig) aandacht aan de steeds verdere afname van de sterkte van het aardmagnetisch veld. Wanneer die afname nog zo'n 2000 jaar in gelijke mate zou doorzetten, zou het veld tot vrijwel nul gereduceerd worden. Dat zou erop kunnen wijzen dat we afstevenden op een omkering van de magnetische noord- en zuidpool, zoals die ook in het geologische verleden veelvuldig heeft plaatsgevonden. Er zijn althans overtuigende aanwijzingen dat die zogeheten ompoling niet plotseling optreden, maar verlopen via een geleidelijk afnemende intensiteit die vervolgens, na het nulpunt te zijn gepasseerd, weer in sterkte toeneemt (met verwisselde polen). De duur van zo'n veldafname voordat ompoling optreedt heeft, voor zover bekend, in het geologische verleden tussen de 300 en 10.000 jaar gelegen.

Voor het gedrag van dieren zou een substantiële afname van het aardmagnetisch veld grote consequenties hebben. Van duiven en van diverse soorten insecten is bijvoorbeeld bekend dat hun oriënteringsvermogen sterk afhangt van het aardmagnetisch veld. Een afnemend aardmagnetisch veld heeft ook voor de mens tal van consequenties. Zo zal het magnetische deel van kompassen sterker magnetisch moeten worden om nog goed te kunnen functioneren.

Van meer indirecte betekenis is dat een zwak aardmagnetisch veld de uit de ruimte komende geladen deeltjes minder gemakkelijk omleidt, zodat de aardatmosfeer aan een veel grotere hoog-energetische straling wordt blootgesteld. Dat zal ertoe leiden dat op een hoogte van 40-50 km veel meer stikstofoxiden zullen ontstaan; die kunnen bijdragen aan een verdere aantasting van de ozonlaag. Volgens Glassmeier zou de situatie ook tot een sterke temperatuurdaling kunnen leiden; hij noemde daarvan - voorzichtig - een daling met 20 °C.

Of het in de loop der tijd tot een (tijdelijk) volstrekt wegvallen van het aardmagnetisch veld - al dan niet gevolgd door een ompoling en een weer toenemende veldsterkte - zal komen, kon Glassmeier uiteraard niet zeggen. Paleomagnetische metingen geven aan dat in het geologische verleden wel vaker tijdelijke verzwakkingen van het veld zijn opgetreden, die daarna weer verdwenen. De laatst bekende ompoling stamt van 780.000 jaar geleden, dus nog uit het Pleistoceen.

Er bestaan wat onduidelijke aanwijzingen dat ompolingen in het verleden min of meer samenvielen met momenten waarop veel soorten op aarde uitstierven. De relatie is echter niet erg duidelijk en van een causaal verband bestaan al helemaal geen bewijzen. Datzelfde geldt voor het optreden van klimaatveranderingen. Theoretisch is het aannemelijk dat er sterke temperatuurfuctuaties kunnen optreden, maar of die lang genoeg zouden duren om hun sporen geologisch als zodanig herkenbaar na te laten, lijkt vooralsnog te betwijfelen.

A.J. van Loon

200 km omlaag in de aarde en weer terug

Bij het tegen elkaar opbotsen van lithosfeerschollen kunnen grote hoeveelheden aardkorst tot wel 200 km diep - dus tot ver in de aardmantel - worden weggedrukt. Deze verre reis naar het binnenste der aarde wordt nog opmerkelijker als in ogenschouw wordt genomen dat dergelijke, letterlijk diep gezonken aardmassa's ook weer terug aan het aardoppervlak kunnen komen. Toch gebeurt dat volgens twee Chinese geofysici.

Ze onderzochten gesteenten die aan extreem hoge temperatuur en druk moeten hebben blootgestaan. Normaal worden de temperatuur en druk waaraan een gesteente in de loop van zijn geologische geschiedenis heeft blootgestaan, bepaald aan de hand van het voorkomen van bepaalde mineralen. Omdat ieder mineraal een specifieke minimum-temperatuur en minimum-druk nodig heeft om te kunnen ontstaan, kunnen sommige mineralen - en vooral de combinatie van mineralen - vaak zeer nauwkeurige informatie verschaffen over vroegere temperatuur en druk, en daarmee over de diepte waarop ze ooit 'begraven' zijn geweest. Voor extreem grote dieptes gaat dat echter niet op, want er zijn eveneens temperatuur- en drukwaarden waarbij mineralen instabiel worden. Wanneer een gesteentepakket zeer diep begraven is geweest en daarna, bijvoorbeeld via convectiestromen in de aardmantel en vervolgens via processen zoals gebergtevorming, weer omhoog komt, dan worden de mineralen die gevormd werden op zeer grote diepte weer instabiel, en verdwijnen. Bovendien wordt dan ook niet meer voldaan aan de omstandigheden waaronder op grote diepte vaste oplossingen van de ene stof in de andere worden gevormd.

De Chinese onderzoekers hebben echter dat probleem omzeild door te kijken naar bepaalde mineralen waarin dergelijke stoffen als het ware in een micro-milieu de reis omhoog hebben weten te overleven. Hun onderzoek betrof een ongewoon type van het gesteentetype dat geologisch bekend staat als eclogiet.

Ze troffen dat aan in de Sulu-gordel, een band van gesteente in het oosten van China waarvan al bekend was dat het aan hoge temperatuur en druk had blootgestaan, als gevolg van een botsing tussen twee lithosfeerschollen gedurende het Trias. In dit gesteente bleek het mineraal granaat voor te komen, waarin relatief hoge concentraties van 'opgeloste' andere mineralen voorkwamen. Die andere mineralen (een clinopyroxeen, rutiel en apatiet) moeten eerder in de vorm van een vaste oplossing hebben verkeerd.

Op basis van experimenten is na te gaan onder welke omstandigheden vaste oplossingen met een dergelijke samenstelling in granaat ontstaan. De experimenten wijzen uit dat het gesteente moet hebben blootgestaan aan een druk van 7,6 GPa (overeenkomend met ongeveer 750.000 maal de luchtdruk aan het aardoppervlak) en een temperatuur van 1200-1400 °C.

Dergelijke omstandigheden zijn te vinden op een diepte van meer dan 200 km. Zover moeten de gesteenten dus naar onderen zijn weggedrukt, en naderhand ook weer omhooggekomen.

Ye, K., Cong, B. & Ye, D., 2000. The possible subduction of continental material to depth greater than 200 km. *Nature* 407, p. 734-736.

A.J. van Loon