

Insluitsels in kristallen maken nauwkeurige bepaling mogelijk van de vroegere intensiteit van het aardmagnetisch veld

Het aardmagnetisch veld is in het geologische verleden veel sterker geweest dan nu. Dat blijkt uit onderzoek dat Amerikaanse aardwetenschappers in India hebben uitgevoerd. Ze onderzochten daartoe de kristallen van een soort veldspaat (plagioklaas) uit bazalten die tussen 13 en 116 miljoen jaar geleden uitkristalliseerden in stollend lava. Ze kozen gesteenten van deze ouderdom op basis van een reeds langer bekend gegeven, dat op zijn beurt overigens weer tot uiteenlopende opvattingen heeft geleid. Dat maakt het nu uitgevoerde onderzoek extra interessant.

Het bekende gegeven betreft het feit dat het aardmagnetisch veld in het algemeen - geologisch gezien - frequent omdraait: in veel gevallen enkele keren per miljoen jaar. In het tijdsverloop tussen de ompolingen is geen lijn te ontdekken. Wel is echter bekend dat er enige tijdsintervallen zijn geweest die helemaal geen ompolingen kenden. Dat betreft onder meer het zogeheten Krijt-superchron, dat van 118 tot 83 miljoen jaar geleden duurde; het magnetisch veld had toen dezelfde richting als nu. Gedurende een ander superchron, van 312 tot 262 miljoen jaar geleden, behield het aardmagnetisch veld juist een omgekeerde richting. In hoeverre de intensiteit van het aardmagnetisch veld fluctueerde gedurende stabiele perioden en gedurende ompolingen, is nauwelijks bekend. Op basis van modellen wordt meestal aangenomen dat de intensiteit van het aardmagnetisch veld het grootst moet zijn geweest in perioden dat er ompolingen plaatsvonden, en dat die juist laag was gedurende 'rustiger' perioden. Dat model blijkt niet langer houdbaar. Het uitgevoerde onderzoek vond namelijk plaats aan de hand van gesteenten die werden gevormd gedurende het Krijt-superchron, en de gevonden waarden voor de intensiteit van het aardmagnetisch veld zouden dus relatief laag moeten zijn. Dat is echter niet het geval: de gevonden waarden blijken omstreeks tweemaal zo hoog (12×10^{22} ampère per m²) te zijn als het gemiddelde voor de afgelopen 160 miljoen jaar. Deze waarde is ook ongeveer de helft hoger dan die van het huidige aardmagnetisch veld.

Het gemodelleerde verband tussen frequentie van ompolingen en intensiteit van het aardmagnetisch veld bestaat dus niet. Dat een dergelijke - onjuist gebleken - hypothese kon ontstaan, brengen de onderzoekers zelf in verband met de praktische problemen die gepaard gaan met bepalingen van het vroegere aardmagnetisch veld. Daartoe moeten de te onderzoeken gesteenten namelijk worden verhit. Volgens de onderzoekers treden daarbij in het gesteente processen op (vooral in kleimineralen die als verweringsproducten zijn ontstaan) die gedurende een lange tijd na de stolling van de lava zijn gevormd, en die dus perioden weerspiegelen waarin het aardmagnetisch veld een andere richting en/of intensiteit kan hebben gehad; daardoor worden de juiste gegevens versluierd. Dat de onderzoekers wel een nauwkeurige waardebepaling konden uitvoeren komt doordat ze uit het gesteente kristallen isoleerden waarin zeer kleine (100-350 nanometer) insluitels van magnetiet voorkomen. Deze insluitels waren door het kristal hermetisch van de buitenwereld afgesloten, en konden dus geen verweringsproducten opleveren die de metingen vertroebelen.

Banerjee, S.K., 2001. When the compass stopped reversing its poles. *Science* 291, p. 1714-1715.

Tarduno, J.A., Cottrell, R.D. & Smirnov, A.V., 2001. High geomagnetic intensity during the Mid-Cretaceous from Thellier analyses of single plagioclase crystals. *Science* 291, p. 1779-1783.

A.J. van Loon

Rotatiesnelheid van aarde nam toe gedurende Pleistocene ijstijden

Een innovatief staaltje wetenschappelijk denken heeft geleid tot een beter inzicht in de vroegere beweging van de aarde, zowel wat betreft zijn omloop om de zon als wat betreft de stand (en bewegingen) van de aardas. Dat is van belang omdat de evolutie van het zonnestelsel nogal chaotisch is verlopen, waardoor het niet mogelijk is om die gegevens op basis van de huidige situatie veel verder 'terug te berekenen' dan zo'n 35-50 miljoen jaar. Maar ook voor het geologisch meer recente verleden blijft dat moeilijk. Toch worden er soms opvallende resultaten geboekt. Lucas Lourens (een aardwetenschapper van de Universiteit van Utrecht), Rolf Wehausen en Hans Brumsack (beiden van de Carl von Ossietzky Universiteit van Oldenburg, Duitsland) maakten bij hun onderzoek naar de astronomische parameters van de aarde tijdens het Pleistoceen gebruik van een vorm van 'omgekeerd denken'. Het was al lang bekend dat factoren zoals de aardbaan en de stand van de aardas invloed hebben op het milieu op aarde en op de sedimenten die worden afgezet; de cyclus van ijstijden en tussenijstijden is daarvan bijvoorbeeld mede-afhankelijk. Uit die sedimenten zouden daarom theoretisch wellicht ook gegevens over de aardbaan en de aardas kunnen worden gereconstrueerd. Bovendien is bekend dat getijdenwerking en de verdeling van massa over de aarde (bijv. door de vorming van dikke ijskappen in de poolgebieden, en door convectiestromen in de aardmantel) de zogeheten dynamische ellipticiteit van de aarde beïnvloeden, en daarmee ook de precessie (te omschrijven als de - variabele - positie van de aarde in zijn baan om de zon bij aanvang van ieder seizoen) en de scheefstelling van de aarde, en dus ook de mate van zonne-instraling. Ook de zogeheten getijden-dissipatie (het verlies aan getijdenbeweging onder invloed van wrijving van de getijdestromen tegen de bodem) is een belangrijke factor, omdat die de afstand tussen aarde en maan beïnvloedt, evenals de draaiingsnelheid van de aarde, en de omloopsnelheid van de maan om de aarde. Deze gegevens hebben de onderzoekers gebruikt voor een reconstructie van de astronomische parameters gedurende de afgelopen 3 miljoen jaar op basis van een boorkern uit de Middellandse Zee. Dit pakket was uitgekozen omdat de eigenschappen daarvan medebepaald zijn door de mate van zonne-instraling. Die komt onder meer tot uiting in de verhouding tussen titanium en aluminium in het sediment als gevolg van een complex systeem van sedimentaanvoer via de lucht en via rivieren; de verhouding hiertussen hangt weer samen met de luchtvochtigheid boven Noord-Afrika, die weer samenhangt met de mate van zonne-instraling.

De onderzoekers komen tot de conclusie dat de gemiddeld uitgestrekte ijskappen gedurende de laatste 3 miljoen jaar hebben geleid tot een versnelling van de draaiing van de aarde. Deze uitkomst kan weer van belang zijn voor toekomstig onderzoek dat mede gebaseerd is op deze astronomische parameter.

Lourens, L.J., Wehausen, R. & Brumsack, H.J., 2001. Geological constraints on tidal dissipation and dynamical ellipticity of the Earth over the past three million years. *Nature* 409, p. 1029-1033.

Loutre, M.-F., 2001. Sediments to planetary motion. *Nature* 409, p. 991-992.

A.J. van Loon