

Gepubliceerd in KIIJK, november 2010

Leven op een magneet

tekst: Hidde Tangerman

Gemiddeld eens in de 500.000 jaar wisselen de magnetische polen van de aarde van plek. Volgens wetenschappers zou een volgende poolomslag in aantocht zijn. Hoe gaat dat in zijn werk? En moeten we daar bang voor zijn?

Onze aarde is een grote magneet. Dat is maar goed ook, want zonder het aardmagnetisch veld zou er geen leven mogelijk zijn. Dit veld beschermt ons namelijk tegen de radioactieve straling van de zon. Daarnaast gebruiken dieren als walvissen, schildpadden, duiven en bijen het als hun persoonlijke navigatiesysteem. En voordat GPS het kompas overbodig maakte was ook de mens ervan afhankelijk.

Net als bij een gewone staafmagneet heeft de aarde een magnetische noord- en zuidpool, overigens niet te verwarren met de geografische locaties op onze planeet. Op moment ligt het magnetische noorden namelijk op de Zuidpool en ligt de zuidpool van de aardemagneet op de Noordpool.

Dat is weleens anders geweest. Gemiddeld eens in de half miljoen jaar wisselen de polen namelijk van plek. De laatste poolomslag vond zo'n 780.000 jaar geleden plaats, dus statistisch gezien zijn we inmiddels 'over tijd'. Betekent dat dat er een nieuwe poolomslag op handen is? En moeten we ons daar zorgen over maken?

Er zijn mensen die beide vragen volmondig met 'Ja!' beantwoorden, zoals de Belgische amateur-astronoom, publicist en doemdenker Patrick Geryl. Hij denkt dat de poolomslag zelfs al in 2012 zal plaatsvinden. Op www.howtosurvive2012.com kun je precies lezen welke rampen (aardbevingen, tsunami's) ons volgens hem daardoor boven het hoofd hangen. Maar wie zich een beetje verdiept in de wetenschappelijke materie, komt al snel tot de conclusie dat het zo'n vaart niet loopt.

Kleine kompasnaaldjes

Hoe zit het dan wel? Om te beginnen met de timing van de volgende poolomslag: die zit er inderdaad aan te komen, maar eigenlijk valt er geen peil op te trekken wanneer. Het gemiddelde is elke 500.000 jaar. Maar er zijn periodes geweest dat er miljoenen jaren lang geen poolomslag plaatsvond, terwijl het andere keren na tienduizend jaar 'alweer' raak was.

Dat weten wetenschappers dankzij gestold lavagesteente op de zeebodem. Zodra een onderzeese vulkaan uitbarst, richten flintertjes magnetisch basalt in de lavastromen zich als kleine kompasnaaldjes naar het magnetische noorden. Zodra het gesteente stolt 'bevrozen' ook de kompasnaaldjes. Toen wetenschappers in de jaren zestig de lavagesteenten op de zeebodem onderzochten viel het hen op dat die basaltkorreltjes de ene keer naar het (geografische) noorden en de andere keer naar het zuiden wezen. Dat kon alleen maar betekenen dat de magnetische polen van de aarde van plaats zijn gewisseld. Als een geologische taperecorder bleek het vulkanische gesteente op de zeebodem alle poolomslagen te hebben geregistreerd.

Maar hoe komt het eigenlijk dat de polen omkeren? Daarvoor moet je diep in het binnenste van de aarde kijken. In de aardkern, bestaande uit een binnen- en een buitenkern, wordt het geomagnetisch veld opgewekt. De binnenkern is een bol nikkelijzer ter grootte van de maan en zo heet de zon. Ondanks de temperatuur van zo'n 5500 graden Celsius blijft deze bol massief, door de enorme hoge druk die er heerst. Om de binnenkern draait de vloeibare buitenkern, die eveneens grotendeels uit nikkelijzer bestaat. Deze stromende massa functioneert als een reusachtige dynamo, die door de draaiing elektriciteit en daarmee een magnetisch veld opwekt. Planeten zonder zo'n vloeibare kern, zoals Mars, hebben geen magneetveld. De rotatie van de aarde zorgt voor symmetrie in de stroming van de nikkelijzermassa, waardoor het aardmagneetveld altijd parallel loopt met de rotatie-as van de planeet.

Wetenschappers veronderstellen dat een poolomslag in gang wordt gezet door schommelingen in de stroming van de ijzermassa in de aardkern, alleen weten ze niet hoe dat komt. "Het is een raadsel wat die veranderingen triggert," zegt Cor Langereis, hoogleraar Paleomagnetisme aan de Universiteit Utrecht. "Wel weten we dat de temperatuurverdeling tussen de aardmantel en de kern cruciaal is voor het feit óf en hoe frequent het veld kan omkeren. Als je op de lange termijn kijkt zie je periodes waarin het veld heel vaak omkeert en ook periodes waar er helemaal niets gebeurt. In die kortere omkeringfases is er een andere temperatuurverdeling aan de kern-mantelgrens dan in de lange periodes." Die temperatuurveranderingen worden

waarschijnlijk veroorzaakt door plaattectoniek, het verschuiven van delen van de aardkorst. Een oceanische plaat die verschuift brengt bijvoorbeeld een koelere temperatuur met zich mee. “We zitten nu in een temperatuurverdeling waarin de omkeringen heel vaak voorkomen, zo’n vijf á zes keer per miljoen jaar. Al lopen we wel achter, want in de afgelopen miljoen jaar hebben we maar één keer een omkering gehad.”

Quadrupool of octapool

Niet alleen over de oorzaak, maar ook over het mechanisme van een poolomslag is nog steeds maar weinig bekend. Welk mechanisme precies aan een omkering ten grondslag ligt is wetenschappers nog onduidelijk. Wel zijn er de nodige computermodellen over in omloop. De Amerikaanse wetenschappers Gary Glatzmaier en Paul Roberts ontwierpen in 1995 een computermodel gebaseerd op de fysische gegevens van de aardkern en het aardmagnetisch veld, dat na verloop van tijd zelfs een spontane poolomslag liet zien. Het werd gezien als een doorbraak in het begrijpen van een *reversal*.

Deskundigen denken dat tijdens een poolomkering de aard van het magnetisch veld verandert van een tweepolige staat – denk aan een staafmagneet – naar een vierpolige (quadrupool) of zelfs achtpolige staat (octapool) met meerdere noord- en zuidpolen. “Als de dipool in kracht afneemt kunnen hogere orde polen, de quadrupool en de octapool, het aardmagnetisch veld gaan domineren,” aldus Langereis. “De noordpool kan dan aan de wandel gaan en uiteindelijk aan de andere kant van de aarde uitkomen.”

Vorig jaar publiceerde een Frans onderzoeksteam een hypothese dat bij een poolomslag het dipoolveld volledig overgaat in een quadrupool. Aangezien die staat een stuk minder stabiel is, valt het veld na verloop van tijd weer terug naar de dipoolstaat waarbij de polen van plek zijn gewisseld, aldus de Fransen.

Bovenstaand verschijnsel vindt op de zon plaats met de regelmaat van de klok. Daar wisselen de magnetische polen elke 11 jaar van plek. Het proces is ook een stuk minder raadselachtig als op aarde. Zonnevlekken die tijdens de perioden met de grootste activiteit als zwarte stipjes op de zon verschijnen, brengen namelijk magnetische velden mee die honderden keren sterker zijn dan het omringende dipoolveld. Omdat de zonnevlekken nabij de evenaar van de zon ontstaan, veranderen ze het veld van een dipool in een quadrupool. Noord-zuidstromingen transporteren die

sterke magnetische velden naar de beide polen, waarbij sterke zuidwaarts gerichte magnetische stroom naar de magnetische noordpool stroomt en andersom. De beide polen worden nu zo krachtig aangetrokken door de nieuwe magnetische velden aan de andere kant van de zon, dat het gehele veld omslaat.

1100 kilometer opgeschoven

Terug naar onze planeet. Volgens verschillende wetenschappers zou een nieuwe omslag op handen zijn. Een sterke aanwijzing hiervoor is dat het magnetische noorden zich momenteel aan het verplaatsen is. In de laatste 150 jaar is de magnetische noordpool al zo'n 1100 kilometer naar het geografische noorden opgeschoven. Daardoor verandert ook de kracht van het aardmagnetisch veld: die is in dezelfde periode met zo'n 10 procent afgeomen. Verdere afzwakking van het veld zou kunnen leiden tot een poolomslag, menen deskundigen.

Volgens professor Langereis is het nog maar de vraag of dat ook gebeurt. "Door het bestuderen van ijskernen op Antarctica en Groenland weten we dat zulke fluctuaties in het aardmagnetisch veld zich heel vaak hebben voorgedaan, zonder dat dit tot een omslag heeft geleid." In dat geval spreekt men van een 'excursie', waarbij het magneetveld wel in kracht afneemt maar niet omslaat. Aangenomen wordt dat bij een excursie de vloeibare buitenkern al wel van polariteit is gewisseld, maar de massieve binnenkern nog niet.

En zelfs als de omslag eraan zit te komen, zullen wij dat niet meer meemaken. De 'korte termijn' waarover de wetenschap het heeft duurt namelijk nog minstens een paar eeuwen. Velen verwachten een omslag pas over een jaar of duizend á vijftienhonderd. En dan begint het proces pas.

Want in tegenstelling tot wat de naam doet vermoeden is een poolomslag niet in een handomdraai gepiept. Gemiddeld duurt een volledige *reversal* ongeveer 7000 jaar. "Een omkering in de vloeibare buitenkern kan heel snel gaan, binnen 500 jaar. Maar dan moet hij de massieve binnenkern nog meekrijgen. Die is traag en daarom duurt het zo lang voordat de omkering echt stabiel is," vertelt Langereis. "Een omkering van de buitenkern moet het echt een paar duizend jaar volhouden om die binnenkern mee te krijgen en om te polen." Wetenschappers gebruiken dan ook liever het woord 'omkering' dan 'omslag'. Uiteraard is 7000 jaar een schijntje als je het uitsmeert over de pakweg 4,5 miljard jaar die de aarde oud is, maar op menselijke schaal is het een onmerkbare verandering.

Noorderlicht in Nederland

Wat betekent zo'n omkering voor het leven op aarde? Niet zoveel, denkt Langereis. Dieren die op het aardmagnetisch veld navigeren zullen tijdelijk in de war zijn. Kompasnaalden wijzen voortaan naar het zuiden. En het noorderlicht, dat ontstaat door geladen deeltjes uit de zonnwind die door het aardmagneetveld worden afgebogen naar de zwakkere plekken van het veld op de noord- en zuidpool, zal waarschijnlijk al bij ons in Nederland zichtbaar zijn, aangezien het veld over een veel groter gebied verzwakt zal zijn. Maar verder zal het leven ongehinderd doorgaan. Hoewel het magneetveld afneemt tot zo'n 15 procent van zijn oorspronkelijke kracht, is het nog steeds sterk genoeg om de radioactieve zonnwind tegen te houden, al zal er een kleine toename van de achtergrondstraling zijn. Langereis: "Maar wat dat betreft is een omkering van de polen even 'dodelijk' voor het leven op aarde als graniet. Ook dat heeft een klein beetje radioactieve straling, maar er zijn hele volksstammen die zonder aantoonbare schade heel gelukkig leven op een granieten bodem. Geen enkele omkering heeft ooit geleid tot een grootscheepse verandering zoals het uitsterven van een soort. Zelfs een afgezwakt veld van 15 procent sterkte is meer dan genoeg om het leven op aarde niet te verstoren. De mens heeft in het verleden ook al een aantal omkeringen meegemaakt."

De sensatieverhalen op internet over een catastrofale poolomslag in 2012 wuift Langereis dan ook weg. "Die kunnen we echt niet serieus nemen.

De geruststellende woorden van Langereis ten spijt: helemaal onschuldig is een omkering van de polen ook weer niet. Voor de gevoelige apparatuur van de honderden satellieten die nu om de aarde cirkelen kan de toegenomen straling bij een poolomkering wel degelijk schadelijk zijn. Sommige satellieten hebben nu al last van het mild afgezwakte magneetveld, wat in het ergste geval kan leiden tot hapering van de computers aan boord. Bang voor een rampscenario met falende satellieten en daarmee gepaard gaande communicatiestoringen hoeven we niet te zijn, want aan het stralingsbestendig maken van de satellieten in de ruimte wordt hard gewerkt.

Nieuwe satellietmissie

Uit diezelfde ruimte moeten straks overigens nieuwe gegevens komen over de schommelingen in de sterkte van het aardmagnetisch veld. De ESA stuurt binnenkort een cluster van drie – uiteraard stralingsbestendige – satellieten de ruimte in om

metingen te verrichten aan het aardmagnetisch veld. Dit satellietencluster kan het veld nog veel nauwkeuriger in kaart brengen dan tot nog toe mogelijk was. Met de nieuwe informatie uit deze zogenaamde SWARM-missie hopen de wetenschappers meer te weten te komen over de bewegingen van de nikkelijzermassa in de aardkorst. “Hoe meer je de details in de aardkern kunt waarnemen en hoe ze in de tijd veranderen, hoe meer die gegevens kunnen bijdragen aan bestaande modellen over het aardmagnetisch veld,” aldus Roger Haagmans, de Nederlandse projectwetenschapper die bij de ESA de SWARM-missie coördineert. “Met SWARM kunnen we veel preciezer bekijken hoe de aardkern op de kortere en lange termijn verandert. We maken bijvoorbeeld elke maand een foto en kijken hoe het beeld over de hele meetfase verandert.”

Ook een naderende poolomslag zal zo beter voorspeld kunnen worden, is de verwachting. “Maar we weten nooit of een bepaalde trend een onderdeel uitmaakt van een cyclus op een veel langere termijn. Stel dat het aardmagneetveld iedere twee eeuwen op en neergaat en we zitten nu toevallig op die twee eeuwen afname, dan is het natuurlijk heel riskant om een poolomslag te voorspellen.”

Cor Langereis maakt zich over de poolomslag in elk geval totaal geen zorgen. Sterker nog: hij verheugt zich erop. “Gevaarlijk is het niet.” Glimlachend voegt hij eraan toe: “Bovendien wordt het echt heel erg mooi als het noorderlicht hier boven Nederland al te zien is.”

Hidde Tangerman sprak voor dit artikel met Cor Langereis, hoogleraar paleomagnetisme aan de universiteit van Utrecht en met Roger Haagmans, projectwetenschapper bij het European Space Research & Technology Centre in Noordwijk.

Gebruikte artikelen:

>William J. Broad: Will Compasses Point South? The New York Times, 13 juli 2004

>François Pétrélis et al.: Simple Mechanism for Reversals of Earth's Magnetic Field. Physical Review Letters, 2009

Deeplinks:

<http://www.es.ucsc.edu/%7Eglatz/geodynamo.html>

Uitleg werking geodynamo

<http://www.psc.edu/science/glatzmaier.html>

Doorbraak computemodel Glatzmaier en Roberts

http://www.polereversal.com/index.php?option=com_content&task=view&id=22&Itemid=1

Over poolomslag op de zon