

## Het oudste stukje vaste aarde

Van de begintijd van de aarde, die omstreeks 4,56 miljard jaar geleden ontstond, is weinig meer overgebleven: de tand des tijds heeft - letterlijk - vrijwel alles weggeknagd. Aardwetenschappers uit Australië, Groot-Brittannië en de Verenigde Staten hebben nu echter een fragment gevonden dat uit die oerfase stamt, namelijk van 4,4 miljard jaar geleden. Deze datering is gebaseerd op de analyse van de verhouding in het mineraal tussen de hoeveelheden uranium (dat als 'verontreiniging' in het mineraal voorkomt) en lood (dat het uiteindelijke element is dat ontstaat door het natuurlijk verval van het radioactieve uranium). Het gaat overigens wel om een miniem restje, in de vorm van een (afgesleten) stukje zirkoon (dat niet groter is dan de dikte van twee mensenharen). Het stukje zirkoon werd aangetroffen in een veel jonger stuk afzettingsgesteente, dat afkomstig is van ongeveer 600 km ten noorden van Perth (Australië).

Zelfs deze uiterst kleine splinter heeft het beeld van de vroegste aardgeschiedenis al gewijzigd; er kan namelijk uit worden geconcludeerd dat de aarde zo'n 150 jaar na het ontstaan al voldoende was afgekoeld om een soort voorlopers van continenten door stolling van het magma aan het oppervlak van de jonge planeet te laten ontstaan, en dat vloeibaar water zeker al 400 miljoen jaar eerder dan tot nu toe gedacht op onze planeet aanwezig is geweest. Hierdoor is de hypothese onderuitgehaald dat de jonge aarde honderden miljoenen jaren lang een rondtollende bal van gesmolten metaal en silicaten was. Hierdoor is het in principe ook mogelijk dat de voorwaarden voor het ontstaan van leven al zeer vroeg in de geschiedenis van onze planeet hebben bestaan (de oudst bekende - mogelijke - sporen van zeer primitief leven dateren van ongeveer 3,9 miljard jaar geleden).

De vaststelling dat er al vroeg in de geschiedenis van de aarde op z'n minst plaatselijk een korst moet hebben bestaan, doet opnieuw twijfel rijzen aan de stelling dat de maan is ontstaan doordat de nog jonge planeet door een reusachtig hemellichaam werd geraakt, waarna een brokstuk de ruimte werd ingeslingerd dat vervolgens als de maan in een baan om de aarde bleef draaien. Die ontwikkeling lijkt onverenigbaar met de nieuwe vondst, omdat de aarde dan nog veel te warm zou moeten zijn geweest om vloeibaar water te bevatten.

Halliday, A.N., 2001. In the beginning ... *Nature* 409, p. 144-145.

Mojzsis, S.J., Harrison, M.T. & Pidgeon, R.T., 2001. Oxygen-isotope evidence from ancient zircons for liquid water at the Earth's surface 4,300 Myr ago. *Nature* 409, p. 178-180.

Wilde, S.A., Valley, J.W., Peck, W.H. & Graham, C.M. 2001. Evidence from detrital zircons for the existence of continental crust and oceans on the Earth 4.4 Gyr ago. *Nature* 409, p. 175-178.

A.J. van Loon

## Seismiek wijst uit: de Kursk zonk door een explosie

Op 12 augustus 2000 ging de Russische onderzeeër *Kursk* op raadselachtige wijze ten onder. De Russische autoriteiten houden vast aan een aanvaring met een andere onderzeeër, maar er waren tal van aanwijzingen dat de oorzaak een explosie was. Onderzoekers van de Universiteit van Arizona en van het Los Alamos National Laboratory hebben de oorzaak nu, op basis van seismische gegevens, ontrafeld. Ze komen tot de conclusie dat de *Kursk* niet ten gevolge van een aanvaring maar als gevolg van een explosie met man en muis verging. Ze hebben hun analyse uitgevoerd op basis van openbare gegevens, verzameld bij enkele van de ca. 16.000 meetstations die wereldwijd bestaan.

Onderwater-explosies veroorzaken zeer karakteristieke seismische golven. Die zijn in de loop van de tijd zeer gedetailleerd geanalyseerd, onder meer ook na een eerdere ramp met een Russische onderzeeër, in 1989. De seismische schokgolven die na de ramp met de *Kursk* door diverse meetstations werden opgevangen, en die wat betreft plaats en tijdstip samenvallen met het ongeval, blijken karakteristiek voor onderwater-explosies. Er moeten volgens de opgevangen seismische signalen twee explosies zijn geweest: eerst een betrekkelijk kleine, 135 seconden later gevolgd door een grote met een kracht overeenkomend met de ontploffing van vijf ton TNT. De schokgolven van de eerste ontploffing werden alleen door stations in de buurt opgevangen, die van de tweede tot op 5000 km afstand. Omdat het desbetreffende gebied geologisch stabiel is, komen zeebevingen daar nauwelijks voor. Toch was niet bij voorbaat uit te sluiten dat de opgevangen signalen van zo'n beving afkomstig waren. Dat bleek echter een niet-houdbare uitleg, want er werd een zogeheten *bubble pulse* waargenomen; die ontstaat door de trillingen in een hete gasbel, zoals die vrijkomt bij explosies en dan naar het wateroppervlak stijgt. Bij een zeebeving ontstaat niet plotseling een enorme hitte, en dus is er dan ook geen sprake van een *bubble pulse*. De onderzoekers konden uit de opgevangen signalen tevens opmaken dat het (na de kleine explosie) ging om een enkele grote explosie, en niet om een serie kort op elkaar volgende kleine explosies. In dit verband is het trouwens interessant dat experimenten met explosies in de Dode Zee in 1999 gelijke signalen opleverden als de grote explosie aan boord van de *Kursk*.

De eerste, kleine explosie vond waarschijnlijk relatief dicht bij het zee-oppervlak plaats. De kracht ervan kwam overeen met die van 250 kg moderne explosieven, wat gelijk is aan de lading van een torpedo. De onderzoekers menen daarom dat er iets misging bij het afvuren van een torpedo (of dat hij om andere reden explodeerde), en dat de daarbij vrijkomende energie grotendeels door de onderzeeër zelf werd geabsorbeerd. De tweede explosie vond niet plaats doordat de *Kursk* direct daarna zonk en tegen de bodem botste; die diepte ter plaatse is 80-100 m en zou ruim binnen 135 seconden zijn afgelegd. De onderzoekers achten het waarschijnlijk dat de *Kursk* niet direct zonk, maar zich bij de tweede explosie nog boven de bodem bevond. Deze tweede explosie, overeenkomend met de kracht van 4-8 onderwatertorpedo's van het type SS-N-19, of met de energie van een kruisraket die geladen is met zware maar conventionele springstof, zou een gevolg zijn geweest van blootstelling aan vuur dat na de eerste explosie was ontstaan, en dat na verloop van tijd deze wapensystemen bereikte.

Koper, K.D. et al., 2001. Forensic seismology and the sinking of the *Kursk*. *Eos* 82 (4), p. 37.

A.J. van Loon