

informatie over het aantal dagen in een maand waardoor de afstand van de Aarde tot de Maan berekend kan worden. De dagcyclus vinden we tenslotte terug in groeiringen van sommige soorten (fossiele) koralen en schelpen. Door deze zeer gedetailleerd te onderzoeken is men in staat geweest om het aantal dagen in een jaar te bepalen. Het aantal dagen per jaar neemt toe in het geologische verleden omdat de Maan vroeger dichterbij de Aarde stond waardoor deze sneller rond draaide. Op basis van deze gegevens kan opnieuw de afstand Aarde-Maan berekend worden.

Het is duidelijk dat de invloed van verschillende astronomische cycli terug te vinden is in de opeenvolging van lagen die de geschiedenis van onze Aarde hebben vastgelegd. Het herkennen van deze cycli speelt bij onderzoek naar de ontwikkelingen van het klimaat op Aarde in het geologisch verleden een zeer belangrijke rol. De nadruk in dit verhaal ligt echter op het belang van de cycli in de baanparameters van de Aarde om een betere greep te krijgen op de factor tijd, de factor die zo'n fundamentele rol speelt binnen de geologie.

Literatuur

- Buaval, R., Hancock, G. (1997) *Keepers of Genesis*. Arrow Books, The Random House Group, London.
- Calvo, J.P., Abdul Aziz, H., Hilgen, F., Sanz-Rubio, E., Krijgsman, W. (1999) The Orera section (Calatayud Basin, NE Spain): A remarkable cyclically bedded lacustrine succession from the Spanish Miocene. In: Baretino, D., Vallejo, M., Gallego (editors) *Towards the balanced management and conservation of the geological heritage in the new millennium*, pp. 186-192, Madrid, Spain.
- Coulson, D. (1999) *Ancient art of the Sahara*. National Geographic, Vol. 195, 6 (zie ook <http://www.tara.org.uk>).
- Gilbert, G.K. (1895) Sedimentary measurement of Cretaceous time. *J. Geol.*, Vol. 3, 121-127.
- Hancock, G. (1995) *Fingerprinting of the Gods*. Arrow Books, The Random House Group, London.
- Hilgen, F.J. (1991) Extension of the astronomically calibrated (polarity) time scale to the Miocene-Pliocene boundary. *Earth Planet. Sci. Lett.*, Vol. 107, 349-368.
- Imbrie, J., Imbrie, K.P. (1979) *Ice ages, solving the mystery*. Enslow Publ., Short Hills, New Jersey.
- Krijgsman, W., Hilgen, F.J., Raffi, I., Sierro, F.J., Wilson, D.S. (1999) Chronology, causes and progression of the Messinian salinity crisis. *Nature*, Vol. 400, 652-655.
- Lourens, L.J., Hilgen, F.J., Zachariasse, W.J., van Hoof, A.A.M., Antonarakou, A., Vergnaud-Grazzini, C. (1996) Evaluation of the Plio-Pleistocene astronomical time scale. *Paleoceanography*, Vol. 11, 391-413.
- Milankovitch, M. (1941) *Kanon der Erdbestrahlung und seine Anwendung auf das Eiszeitproblem*. Akad. R. Serbe, Vol. 133, 1-633.
- Shackleton, N.J., McCave, I.N., Weedon, G.P. (1999) Astronomical (Milankovitch) calibration of the geological time-scale. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. A*, Vol. 357, 1731-2007.
- Ulansey, D. (1989) *The origins of the Mithraic mysteries (Cosmology and salvation in the Ancient world)*, Oxford, Univ. Press (zie ook <http://www.well.com/user/davide/mithra.htm>).

Gesteenten op Groenland onthullen karakteristieken van de aardmantel in de zeer vroege geschiedenis van de aarde

Gesteenten van zo'n 3,8 miljoen jaar oud geven, via de isotopenverhoudingen van de elementen hafnium (Hf) en neodymium (Nd), aan dat de aardmantel in het begin van de aardgeschiedenis veel heterogener was dan nu. Er zijn slechts zeer weinig gesteenten uit het begin van de aardgeschiedenis bekend, en dergelijke gesteenten hebben inmiddels zoveel gebeurtenissen meegemaakt dat ze vaak geen kenmerken meer hebben die hun eerste fase weerspiegelen. Een nieuwe analyse van dergelijke gesteenten op Groenland - door veel geologen beschouwd als de oudste op aarde - heeft echter opvallende resultaten opgeleverd. De gesteenten, die met nieuwe technieken werden onderzocht door een team van Amerikaanse en Deense geologen, blijken nog enkele geochemische eigenschappen bewaard te hebben uit het stadium toen ze ontstonden in de aardmantel. Die moet toen nog in een fase van differentiatie hebben verkeerd, na het ontstaan van de aarde door accretie van materiaal in de aardbaan rondom de zon. Voor het begrip van de ontwikkeling van de aarde is dit van groot belang, want gesteenten die nu vanuit de aardmantel door vulkanische activiteit aan het aardoppervlak komen, vertonen allang geen kenmerken meer die te danken zijn aan de eerste fase van de aardgeschiedenis. Enkele zeldzame gassen die bij vulkaanuitbarstingen vrijkomen vertonen soms nog wel dergelijke karakteristieken, maar die geven lang niet zoveel informatie als het onderzoek van de 'primitieve' Groenlandse gesteenten nu heeft opgeleverd.

Algemeen werd aangenomen dat op aarde binnen enkele honderden miljoenen jaren na zijn ontstaan een situatie werd bereikt waarin de aardkorst en daarna de aardmantel zich konden differentiëren als gevolg van een ver genoeg gevorderde afkoeling, mogelijk vanuit een soort magma-zee. Wanneer dat proces plaatsvond, was tot nu toe onbekend. Uit de uitgevoerde analyse blijkt nu dat 3,8 miljard jaar geleden nog steeds een differentiatieproces bezig was, wat ook impliceert dat op dat moment nog steeds niet alle oorspronkelijke warmte was afgegeven aan het wereldruim (de huidige aardwarmte is 'nieuw', en ontstaat als gevolg van het natuurlijke verval van radioactieve elementen). Waarschijnlijk was de afkoeling zelfs nog zo weinig ver gevorderd dat er nog een zeer grote warmte-afgifte plaatsvond. De onderzoekers achten het op basis van de onderzochte gesteenten waarschijnlijk dat er een tot nu toe onbekende thermische grenslaag heeft bestaan, die invloed heeft gehad op de convectiestromen in het inwendige der aarde. Die grenslaag, mogelijk op de huidige grens van aardkern en aardmantel, zou verantwoordelijk kunnen zijn geweest voor een 'reservoir' met een relatief tekort aan uranium, thorium en kalium; omdat deze (deels) radioactieve elementen bij verval warmte produceren, zou er een 'boekhoudkundig' tekort aan warmte-afgifte zijn geweest. Dat zou zijn sporen in de huidige inwendige structuur van de aarde hebben nagelaten. Daarmee zouden enkele tot nu toe niet goed begrepen (seismische) eigenschappen van de aarde kunnen worden verklaard.

Albarède, F., Blichert-Toft, J., Vervoort, J.D., Gleason, J.D. & Rosing, M., 2000. Hf-Nd isotope evidence for a transient dynamic regime in the early terrestrial mantle. *Nature* 404, p. 488-490.

A.J. van Loon