

speciale belangstelling hebben voor deze mineralen: de mogelijkheid bestaat dat organismen die op Mars hebben geleefd onder de extreme condities die er heersten zijn gefossiliseerd in daar gevormde evaporieten. Ook kan het zijn dat de evaporieten bepaalde mineralen bevatten die door specifieke biologische activiteit zijn ontstaan. De resultaten van analoge studies zijn instrumenteel voor correcte inschatting van eventuele sporen van biologische activiteit op Mars en andere planeten die in evaporieten bewaard zijn gebleven. Kortom: evaporieten zijn van groot belang voor allerlei takken van de astronomie en daardoor geldt dat ook voor Chott el Djerid!

Literatuurlijst

Bryant, R.G. et al., Marine-like potash evaporite formation on a continental playa: case study Chott el Djerid, southern Tunisia, *Sedimentary Geology* 1994; 90:269-291.

Friedman, E.I. et al., Terraforming Mars: dissolution of carbonate rocks by cyanobacteria, *Interplanet Soc.* 1993; 46:291-292.

Lowenstein, T.K. et al, Criteria for recognition of salt-pan evaporates, *Sedimentology* 1985; 32:627-644.

Vries, de, Drs. W.C.P., Cyprus, *Gea* 2003; vol. 36: 1-32
Zayani, L., Study of a Tunesian south brine, crystallization sequence and modelling, Doctorate thesis, Faculty of Sciences of Tunis, Tunisia (1999).

Geraadpleegde websites

<http://geosciences.smsu.edu/Faculty/Mickus>

<http://www.gct.com.tn/english/fertil.htm>

<http://www.geo.tu-freiberg.de/hydro>

<http://www.graphicmaps.com/webimage/countrys/africa/tn.htm>

¹ De waarden in de literatuur verschillen van 4.600 – 6.000 km², maar in de meest recente literatuur wordt deze oppervlakte gegeven, bepaald m.b.v. satellietbeelden.

GEOCOMpositie 4

Spinel in bolletjes op K/T-grens weerspiegelt 'inslag-chemie'

De Krijt/Tertiair-grens wordt wereldwijd niet alleen gekenmerkt door een sterk verhoogde concentratie van het metaal iridium, maar ook door het voorkomen van glasachtige bolletjes (ter grootte van een zandkorrel). Voor het ontstaan hiervan zijn drie hypothesen ontwikkeld. De eerste gaat ervan uit dat de bolletjes werden gevormd door de wrijvingswarmte die de asteroïde ondervond na de dampkring van de aarde te zijn binnengedrongen; er zouden toen stukjes asteroïde zijn opgesmolten en verdamppt, waarna dit materiaal na afkoeling druppels vormde die op aarde uitregenden. Een tweede hypothese gaat ervan uit dat het materiaal afkomstig is van het gesteente op de plaats waar de asteroïde insloeg; de enorme warmte die daarbij vrijkwam zorgde voor verdamping van het gesteente, waarna de bolletjes uit het snel afkoelende materiaal op dezelfde wijze als in de eerste hypothese uitregenden.

Denton Ebel, assistent-curator voor de meteorieten van het American Museum of Natural History komt, met Lawrence Grossman, hoogleraar geofysica aan de Universiteit van Chicago, tot de conclusie dat een derde, eerder opgestelde hypothese juist moet zijn. Die hypothese houdt in dat zich na de inslag een wolk van verdamppt materiaal vormde; de bolletjes zouden volgens hen vanuit deze wolk zijn uitgeregend. Ze komen tot die conclusie op basis van onderzoek aan spinel dat in de bolletjes voorkomt. Overigens hadden sommige onderzoekers eerder geopperd dat spinel zich niet in een dergelijke 'inslagwolk' zou hebben kunnen ontwikkelen, gezien het hoge gehalte aan geoxideerd ijzer.

Toen de asteroïde de aarde trof kwam zoveel energie vrij, dat zich een gigantische vuurbal vormde die tot ver in de stratosfeer reikte. Door de grote hitte werd ook veel gesteente verdamppt en met de vuurbal meegevoerd. Die damp verspreidde zich vanuit het inslagpunt de atmosfeer in; bij het steeds verder uitzetten koelde de damp af, waarna gesteentedruppels werden gevormd die over de hele aarde uitregenden. De meeste bolletjes verweerden aan het aardoppervlak, waardoor de K/T-grens nu op de meeste plaatsen door een (verwerings)kleilaagje wordt gekenmerkt.

Ebel en Grossman hadden eerder samengewerkt aan onderzoek

(via computersimulaties) van meteorieten met mineralen die condenseerden uit de gaswolk waaruit 4,5 miljard jaar geleden de zon ontstond. Ze besloten de bij dat onderzoek opgedane ervaring te gebruiken voor nader onderzoek aan de spinel uit de bolletjes op de K/T-grens. Daarvoor maakten ze gebruik van chemische analyses van Kyte (Universiteit van California), die al had aangetoond dat de chemische samenstelling van die bolletjes op aarde varieert (in de Atlantische Oceaan bijvoorbeeld zijn ze duidelijk verschillend van die in de Stille Oceaan). Ook maakten ze gebruik van eerder werk van Jay Melosh (Universiteit van Arizona) en Elisabetta Pierazzo (Planetary Science Institute in Tucson), die hadden aangetoond dat de chemische samenstelling van de vuurbal die na de inslag ontstond, afhankelijk was van de hoek waaronder die inslag plaatsvond. Tenslotte combineerden ze die gegevens met werk van Mark Ghiorso (Universiteit van Chicago) en Richard Sack (Universiteit van Washington), die hadden vastgesteld dat bij een verticale inslag vooral materiaal uit de asteroïde en uit de diepe ondergrond van de aarde in de gaswolk wordt opgenomen, terwijl bij een inslag onder een kleine hoek juist vooral ondiep gesteente verdamppt. Op basis van deze gegevens gebruikten Ebel en Grossman hun computersimulaties om na te gaan hoe het verdamppte gesteente als 'regen' zou neerslaan wanneer de temperatuur van de K/T-gaswolk (die duizenden graden Celsius moet zijn geweest) daalde. Uit de simulaties blijkt dat de lucht gevuld moet zijn geweest met 'regen' van een calciumrijke silicaatvloeiendstof die de chemische samenstelling van de gesteenten rondom de inslagkrater weerspiegelden.

Omdat de opstijgende vuurbal tijdens zijn uitzetting afkoelde, waren de condities tijdens het uitregenen niet overal gelijk: boven de Atlantische Oceaan was de temperatuur bijv. veel hoger dan boven de Stille Oceaan (die later door de vuurbal werd bereikt). De spinel die op beide plaatsen werd gevormd is volgens de computersimulatie dan ook verschillend van samenstelling. De chemische verschillen die uit de simulatie te voorschijn kwamen blijken precies overeen te komen met de verschillen die in werkelijkheid bestaan. Daarom moet nu wel worden aangenomen dat de bolletjes op de K/T-grens ontstonden door uitregening uit deze vuurbal, en dat ze niet een gevolg zijn van gedeeltelijke verdamping in de atmosfeer van de asteroïde, of van materiaal dat rechtstreeks afkomstig was van verdamppt gesteente op de plaats van inslag.

Ebel, D.S. & Grossman, L., 2005. Spinel-bearing spherules condensed from the Chicxulub impact-vapor plume. *Geology* 33, p. 293-296.

A.J. van Loon