

Meteorietkraters in Europa

Wilfred R. Moorer

Mars, Mercurius en onze Maan zijn bezaaid met kraters. Kleine, grote en hele grote, tot wel 1000 km doorsnee of nog groter. Die kraters zijn ontstaan door inslagen van meteorieten (asteroïden, soms kometen) die bij de landing een gigantische explosie teweegbrengen. Dat komt omdat meteorieten met kosmische snelheden tussen de 12.000 en 50.000 km/uur aan komen zetten. Bij een grote meteoriet komt daardoor bij de klap plotseling zoveel energie vrij dat zowat de hele meteoriet als de gesteenten in het gebied van de inslag verdampen. Als er daarna geen geologische krachten aan het werk zijn en er geen atmosfeer is, zoals op Mars, Maan en Mercurius, blijven de kraters miljarden jaren bestaan. En dat is te zien.

Ook op Aarde zijn talloze grote meteorieten terecht gekomen, maar de sporen van vrijwel alle inslagen zijn inmiddels door geologische processen, zoals erosie, tektoniek of bedekking door sedimenten, uitgewist. Als we aannemen dat de Aarde net zo intensief als onze Maan blootgesteld is geweest aan het meteorietenbombardement, dan zouden we 22.000 kraters van meer dan 20 km en 40 kraters van meer dan 1000 km doorsnee hebben gehad. We zijn eigenlijk ook overdekt (geweest) door impactkraters. Sommige grote daarvan hebben een dramatische invloed gehad, zoals de Mexicaanse Chicxulub-krater die een einde maakte aan de Krijt-periode. Inmiddels is met zekerheid bekend dat de sporen van 178 Aardse meteorietkraters (nog) niet of niet helemaal zijn uitgewist. Daarbij geldt dat hoe jonger en groter de krater en hoe rustiger de lokale erosie en sedimentatie, des te beter de krater bewaard is gebleven. En dat is dan weer mooi te zien aan de beroemde jonge 'Barringer'- of meteorietkrater in Arizona, aan de Wolfe Creek Crater in Australië en aan, bijvoorbeeld, de kleine maar echt piepjonge Sikhote-Alin krater-tjes in Siberië. Alle drie met bijbehorende ijzermeteorieten.

In Europa kennen we 50 meteorietkraters, inclusief de 25 uit Europees Rusland en de drie Baltische staten. 12 kraters liggen in Finland, 6 in Zweden, 3 in Noorwegen, 2 in Duitsland en in Frankrijk, Polen, Portugal elk één. De meeste van die kraters zijn meer dan 70 miljoen jaar geleden gevormd en er is maar weinig van over. Dat geldt ook voor de Noorse kraters Gardnos (500 Ma; 5 km doorsnee), Ritland (520 Ma; 2,7 km) en Mjölñir (142 Ma; 40 km); die laatste ligt trouwens onder de Barentszee. Zo te zien is er inmiddels geen vierde Noorse meteorietkrater bijgekomen.

Aardse kraters worden als meteorietkraters onmaskerd door naast de typische geomorfologie, afwijkend van vulkaankraters, de aanwezigheid aan te tonen van meteoriet(resten), hogedruk- en hogetemperatuur-mineralen zoals coesiet en stishoviet, zogenaamde extreme drukverschijnselen zoals impactbreccies in de kraterbodem en de aanwezigheid van gesteenten met gestresste mineralen, verglaasde componenten, shattercones en/of door typische chemische kenmerken en isotopen.

Afgezien van de kleine en zeer jonge (10.000 jaar) Poolse Morasko-kratertjes, waarbij mooie ijzermeteorieten zijn gevonden, is er van de Europese kraters helaas akelig weinig te zien. En in Noorwegen al helemaal niet. Maar er is een geweldige, superieure, uiterst belangrijke uitzondering: de Rieskrater in Duitsland. Midden in het glooiende landschap van de



Afb. 1. De Rieskrater is goed in het landschap te herkennen. Copyright Galli-Verlag.

Schwäbische Alb ligt een opvallend vlak en cirkelvormig gebied dat is omgeven door heuvels die bestaan uit vreemde steensoorten (waaronder sueviet). Afb. 1 en 2. Het zijn de overblijfselen van de wand van een grote (24 km doorsnee) meteorietkrater van 15 miljoen jaar oud. De kraterwanden zijn weliswaar verweerd en de kraterbodem is bedekt met Mio-cene sedimenten van het meer dat meteen na de inslag ontstond, maar de krater is toch mooi zichtbaar. Iedereen met een beetje geologisch en astronomisch bloed in de aderen zou die Rieskrater (in Geopark Ries) eens moeten bezoeken omdat er veel te zien en te beleven valt, er twee schitterende kratermusea zijn, het een mooie, spannende, leerzame en unieke ervaring is en het gebied niet ver van andere beroemde geologische bezienswaardigheden ligt, zoals Solnhofen.

Moldaviëten

Sinds mensenheugenis worden er in Bohemen merkwaardige groene glazige steentjes gevonden: de moldaviëten. Het ontstaan ervan is op zijn minst spectaculair te noemen. Van de honderdduizenden asteroiden die al 4,6 miljard jaar, sinds hun ontstaan, tussen Mars en Jupiter rustig hun rondjes



Afb. 2. Het impactgesteente sueviet uit de steengroeve Otting in Geopark Ries. Foto: G. Eisele.

draaien rondom de zon, vloog er één uit zijn baan. Zeer waarschijnlijk door een botsing met een andere asteroïde. Dat gebeurde ongeveer 18 miljoen jaar geleden. Zijn nieuwe baan kruiste toevallig die van de Aarde. Gedurende 3 miljoen jaar gebeurde er niets bijzonders tijdens die vluchten, met kosmische snelheden van ca. 35.000 km/uur. Maar toen lag hij op ramkoers. De ongeveer 2 km grote asteroïde naderde onze Aarde vanuit het westen over de Atlantische Oceaan en sloeg in op een gebied dat nu de Rieskrater heet, 100 km ten westen van Stuttgart. In een fractie van een seconde kwam de enorme hoeveelheid energie van de inslag vrij. De zandige toplaag werd door de schokgolf gesmolten en weggeblazen in oostelijke richting, waarbij de tijdens de vlucht tot glasachtige groene steentjes gestolde druppels neerkwamen in Boemen, in het gebied van de Moldava-rivier. De asteroïde zelf verdampte compleet, samen met de getroffen aardse gesteenten, en liet een explosiekrater van 24 km in diameter achter waarbij de loop van rivieren en de topografie van de wijde omgeving in één klap veranderde. De kraterrand en gesteenten tot 2 km diep onder de kraterbodem bestaan nu uit de versplinterde overblijfsels, verwijderd van hun oorspronkelijke posities van vóór de explosie.

De moldaviëten werden dus 15 miljoen jaar geleden gevormd

tijdens een geweldige kosmische explosie, vlogen naar Boemen, kwamen daar neer in een strooiveld en werden vervolgens, in de loop der tijden, weer vervoerd, maar nu door aardse erosie en door rivieren, naar hun uiteindelijke rustplaats. Daar werden de vreemde groene steentjes door mensen gevonden, bestudeerd en verzameld. Dat vinden en bestuderen heeft honderden publicaties en flink wat boeken opgeleverd. De oorsprong van de moldaviëten in de Rieskrater gaan bezoeken en zien is net zo fascinerend als een moldavië in je hand houden.

Literatuur

- Hodge, P. Meteorite craters and impact structures of the Earth. Cambridge University Press 1994.
- Pösges, G en Schieber, M. Das Rieskrater - Museum Nördlingen. 1994 Pfeil Verlag, München.
- Rosendahl, W. en Schieber, M. Der Stein der Schwaben. Natur und Kulturgeschichte des Suevits. 2009 Staatsanzeiger Verlag Baden-Württemberg.
- Wikipedia: Earth Impact Database
- www.passc.net/EarthImpactDatabase
- www.geopark-ries.de

‘Fool’s gold’ (pyriet) is zo gek nog niet

Hoeveel gelukszoekers zullen ooit eens een stukje pyriet (ijzersulfide, FeS_2) gevonden hebben in de veronderstelling dat het goud was? Niet voor niets staat dit goud/koperkleurige mineraal dan ook bekend als ‘fool’s gold’ (het goud van de gek). Wie zich door pyriet voor de gek liet houden, kon dan ook gewoonlijk op de spot van doorgewinterde goudzoekers rekenen. Maar inmiddels is duidelijk dat pyriet een grote maatschappelijke betekenis kan hebben. Recente studies van de eigenschappen van pyriet hebben geleid tot de ontwikkeling van verbindingen die wel dezelfde positieve eigenschappen van het mineraal hebben, maar niet de negatieve.

De belangrijkste eigenschap van pyriet in dit verband is het vermogen om grote hoeveelheden zonnewarmte te absorberen. Daardoor kan dit mineraal (of een verbinding met vergelijkbare eigenschappen) in zonnecellen worden toegepast in laagjes die 2000 maal dunner zijn dan de nu gebruikte laagjes van zuiver silicium, een element dat - ondanks zijn overvloedige voorkomen op aarde - in zuivere vorm zeer duur is omdat het zeer veel energie vergt om zuiver silicium te isoleren.

Pyriet is zelf helaas niet te gebruiken als halfgeleider in zonnecellen. De productie daarvan gaat namelijk gepaard met hoge temperaturen en die leiden ertoe dat het pyriet uiteenvalt, waarbij verbindingen worden gevormd die de opwekking van elektriciteit verhinderen. Dat is de reden waarom onderzoekers van de Universiteit van Oregon hebben gezocht naar verbindingen die wel de warmte-absorptiecapaciteit van pyriet hebben, maar die bij hoge temperaturen niet uiteenvallen. Een van die verbindingen blijkt Fe_2SiS_4 , te zijn, een stof met een olivijnstructuur en in feite ook een olivijn. In de natuur aanwezige olivijnen zijn echter lang niet zuiver genoeg om in zonnecellen te kunnen worden toegepast.

Met deze ‘olivijn’, en met een soortgelijke verbinding



Afb. 1. ‘Fool’s gold’ leverde een technische doorbraak op bij zonnecellen.

(Fe_2GeS_4), kunnen volgens de eerste experimenten - die worden uitgevoerd in samenwerking met het Amerikaanse Nationaal Laboratorium voor Duurzame Energie - niet alleen de kosten van zonnecellen drastisch worden verlaagd, maar ook kan de opbrengst sterk worden vergroot. En dat danken we allemaal aan de uiterst gedetailleerde studies die momenteel worden verricht aan dat merkwaardige mineraal: pyriet. Het blijkt zo gek nog niet om er aandacht aan te besteden...

Bron

Yu, L., Lany, S., Kykyneshi, R., Jieratum, V., Ravichandran, R., Pelatt, B., Altschul, E., Platt, H.A.S., Wager, J.F., Keszler, D.A. & Zunger, A., 2011. Iron chalcogenide photovoltaic absorbers. *Advanced Energy Materials* 1, 748-753.

A.J. (Tom) van Loon
Geologisch Instituut Adam Mickiewicz Universiteit
Maków Polnych 16
61-606 Poznań, Polen