

zich omhoog via spleten in het vaste gesteente. Kan er zich in los materiaal wel een spleet vormen? In los zand of grind kan ik me dit niet voorstellen, zelfs hoekige korreltjes zand zullen steeds over elkaar heen glijden, daar bestaat totaal geen samenhang. Die samenhang verwacht ik wel in lapilli, hoe vers ook gevallen; neem maar wat in de hand en zie welk een ruw oppervlak en wat een onregelmatig model elk brokje heeft. Dat glijdt niet lekker over elkaar en met een beetje persing van bovenliggende lagen zit dit vrij vast aanéén. Ik herinner me trouwens een



Afb. 3. Detail van afb. 2 met de druipsteenvormige structuren.

foto van een verticale basaltgang in de slakken van Rakata, het hoofdeiland van Krakatau. De lapillimassa zal zich tot op zekere hoogte gedragen als vast gesteente, waarin scheuren kunnen ontstaan bijvoorbeeld door (blok)verzakkingen, door aardbevingen of door het met kracht binnendringen van magma. Het magma incorporeert de direct aanliggende lapilli, verliest zijn gassen en stolt tot massieve basalt. Magma meer binnenin de intrusiegang koelt wat langzamer af, verliest ook zijn gas bij het stollen maar kan dit niet kwijt en vormt zo de poreuze basalt. Basaltmagma met peridotietfragmenten komt van heel grote diepte, uit de bovenste regionen van de aardmantel. Via welke spleet het magma in de oudere gesteenten onder de vulkaan gereisd heeft kunnen we niet beoordelen. Binnen het vulkaanlichaam was mogelijk de grote toevoerpijp al dicht, zodat we mogen besluiten dat enige instabiliteit in de lapilli behulpzaam was bij het geleiden van de opdringende basalt.

Die holle ruimte binnen de intrusie is een ongewone en moeilijk te verklaren zaak. Hier mag je ad hoc iets bedenken dat binnen de fysische mogelijkheden ligt. Over de vloeibaarheid van basalt bestaat geen enkele twijfel, de populaire filmpjes uit Hawai tonen ons zelfs stralen van roodgloeiende lava waar deze aan de kust door de gestolde lavakorst heenbreken en sissend in zeewater uitstromen. Temperatuur en viscositeit (stropigheid) zijn de bepalende constanten, de viscositeit hangt samen met de chemische gesteldheid van de betreffende basalt. In het geval van ons druipsteenwandje was door afkoeling de viscositeit al opgelopen van dunstropig naar dikstropig. Het wandje moet van een tegenoverliggende wand zijn losgescheurd, waarna de uitzakkende druppels werden gefixeerd door stolling van de lava. Daarbij lijkt een holte te zijn ontstaan middenin de intrusie-

gang. De vergelijking met het deksel van de strooppot is er niet ver naast, maar wie maakte hier het deksel open?

Het lijkt erop dat het openen van de spleet zich opnieuw heeft voorgedaan. De binnenin nog plakkerige basalt, die aan zijn zij-kanten al met de aangrenzende lapilli was versmolten, werd in twee helften getrokken, waarbij een ruimte ontstond met druipende wanden. Bij het eerste openen van de spleet leken er al verschillende mogelijkheden te zijn, verdere verzakkingen of aardbevingen kunnen nu weer een rol gespeeld hebben. Voor allerlei interpretaties zou men zich kunnen wenden tot de vulkanologische observatoria op Hawai, waar continu uitbarstingen worden geregistreerd en gemeten. Zoals bijvoorbeeld de details van een lavavloeiing, het temperatuurverloop, de viscositeit, de stroomsnelheden, de vorming en het uiterlijk van de gestolde korst. Alleen wat er in het inwendige van een vulkaan met de lava gebeurt dat krijgt men daar niet te zien. Daarvoor moeten we afgravingen, bijvoorbeeld in Auvergne of in de Eifel, in de gaten houden.

GEOCOMpositie

6

Meteoriet zendt bij uiteenvallen meetbaar geluid uit

Twee onderzoekers van het KNMI in De Bilt, L.G. Evers en H.W. Haak, hebben onlangs het (niet voor het menselijk gehoor waarneembare) geluid van bijzondere natuurverschijnselen beschreven. Het ging daarbij in een van de gevallen om het geluid van een in de atmosfeer uiteenspattende meteoriet. Het onderzoek dat deze resultaten opleverde maakte gebruik van een opstelling (bij Deelen) van 16 micro-barometers die laag-frequente (0,002-40 Hz) geluidsgolven in de atmosfeer kunnen opvangen. Deze frequentie is te laag om door mensen te kunnen worden gehoord, maar van belang omdat onder meer nucleaire explosies zulke frequenties opwekken. Soortgelijke micro-barometers als waarmee het onderzoek in De Bilt is uitgevoerd, worden daarom ook gebruikt voor monitoring van laag-frequente geluidsgolven in het kader van het non-proliferatieverdrag.

Evers en Haak merkten met hun opstelling, die een gebied bestrijkt van ongeveer 150 hectare, op 8 november 1999 een duidelijke geluidsgolf op met een frequentie van 0,15 Hz (met een spreiding van slechts 0,04 Hz), alsook een - iets minder uitgesproken - golf met een frequentie van 0,19 Hz. In hun artikel analyseren zij deze twee golven, en schrijven ze toe aan de bovenvermelde natuurverschijnselen.

Het geluidssignaal met de frequentie van 0,15 Hz bereikte de opstelling vanuit het noordoosten; het signaal moest ergens boven Noord-Duitsland zijn opgewekt, op een hoogte van ongeveer 15 km. Die hoogte beperkt het aantal mogelijke oorzaken. De onderzoekers kwamen uiteindelijk tot de conclusie dat het een meteoriet geweest moet zijn die in de atmosfeer uit elkaar is gespat; dat lijkt een alleszins aannemelijke interpretatie, want plaats en tijd komen overeen met veldwaarnemingen, en bovendien is de meteoriet fotografisch vastgelegd. Het is voor het eerst dat nu ook het 'geluid' van zo'n uiteenspattende meteoriet is geregistreerd. De onderzoekers komen op basis van de opgewekte golven tot de conclusie dat de vrijgekomen energie gelijk moet zijn geweest aan ongeveer 1500 ton TNT. Deze energie ligt in dezelfde orde van grootte als de energie die vrijkomt bij nucleaire explosies; het is daarom van groot belang dat beide typen explosies kunnen worden onderscheiden.

Evers, L.G. & Haak, H.W., 2001. Listening to sounds from an exploding meteor and oceanic waves. *Geophysical Research Letters* 28, p. 41-44.

A.J. van Loon