

gesteenten onderin de continentale korst. De hierdoor gevormde graniet-magma's kunnen op hun beurt naar boven dringen en hoger in de korst in grote magmakamers kristalliseren (vorming van batholieten). Een deel kan, al of niet met een tussenverblijf in zulke graniethaarden, doorbreken naar de aardoppervlakte om daar als rhyolietische gesteenten te stollen (Fig. 10).

Resorptie van fenokristen

De primaire vorm van kwarts eerstelingen in porfieren is een zeszijdige dubbelpyramide, ook wel dihexaëder genoemd (Fig. 11). Dit is de vorm van zgn. hoge kwarts, die onder atmosferische druk kristalliseert bij temperaturen boven 573°C. Daaronder vormt zich lage kwarts. Kwarts-eerstelingen zijn echter niet aan de aardoppervlakte gevormd, maar in de diepte. Bij hoge drukken ligt de overgangstemperatuur lage kwarts/hoge kwarts hoger: op 10 km diepte bijvoorbeeld bij circa 640°C, op 20 km bij ongeveer 710°C (Yoder, 1950)¹³.

Bij nauwkeurig bekijken blijkt dat in de kristalvlakken vaak putjes aanwezig zijn. Sommige daarvan zetten zich als slurven naar binnen voort (Fig. 12). Ook zijn de punten en ribben van de dipyramiden meestal enigszins afgerond. In enkele gevallen zijn alle hoeken volledig verdwenen en vindt men zuiver ronde doorsneden. Het betekent dat de kristallen na hun vorming in de diepte weer enige opsmelting hebben ondergaan. Fig. 11 toont het verschijnsel op makroskopische schaal: de afgebeelde, exceptioneel grote kwartsdihexaëders zijn afkomstig uit een verweerde daciet-tuf van Sukabumi op West-Java (vgl. Verbeek en Fenema, 1896).

Dat bij de opsmelting de meest uitstekende delen van de dipyramiden: de punten en ribben meer worden aange-

tast dan de vlakke delen daar tussen in is een normaal verschijnsel. In het algemeen leidt opsmelting tot afronding van kristallen. Merkwaardig is dat anderszijds bij de opsmelting ook putjes gevormd worden en dat in deze inspringende delen de opsmelting juist extra snel kan gaan, zodat daar diep naar binnen dringende slurven worden gevormd. Vermoedelijk hangt dit samen (mondelinge meded. Prof. Hartman) met de aanwezigheid van roosterfouten in de kristallen. Geheel duidelijk is de kwestie overigens nog niet: roosterfouten hebben meestal de gedaante van spleten of breuken; de slurven, daarentegen zijn overwegend buisvormig.

Ook sanidien en plagioklaas-eerstelingen in rhyolieten kunnen zulke resorptie-effecten vertonen, maar het verschijnsel is bij deze mineralen veel minder algemeen¹⁴. In de meeste rhyolieten zijn het uitsluitend de kwarts-eerstelingen waaraan de gevolgen van secundaire opsmelting te zien zijn.

Er zijn verschillende verklaringen voor het verschijnsel gegeven¹⁵. Een zeer essentieel punt is al in 1887 door Lago rio genoemd (zie Zirkel, 1893), nl. dat bij praktisch alle stoffen de smeltemperatuur stijgt bij drukverhoging en daalt bij drukverlaging. Dit hangt samen met de volumevergroting, die bij smelten optreedt ten gevolge van de overgang van de geördende configuratie van ionen, resp. atomen of moleculen in het kristalrooster naar de ongeördende in de vloeistof. Hoe hoger de druk, hoe meer temperatuurverhoging nodig is om de volumevergroting mogelijk te maken.

Dat drukverlaging een hoofdrol speelt bij deze hernieuwde opsmelting is ook al aannemelijk op grond van het feit dat geresorbeerde kwartsfenokristen niet beperkt zijn tot rhyolieten die aan of bij de aardoppervlakte zijn gestold, maar dat ze even algemeen worden aange-

troffen in (al of niet granofierische) granietporfieren, die op diepere niveau's zijn gevormd. Zodra een magma een zodanige bovenwaartse verplaatsing heeft ondergaan dat porfierische structuur het gevolg is, vertonen de kwarts-eerstelingen de effecten van opsmelting. Wel lijkt het er op dat de resorptie van kwartsen in granietporfieren vaak minder intens is: behalve kwarts-eerstelingen met inbochtungen treft men in deze gesteenten toch ook nog dihexaëders aan met volledig scherpe, onaangetaste hoeken (Fig. 12).

Het is hiermee overigens nog niet verklaard waardoor de resorptie zo overwegend tot de kwartsen beperkt is. Nu is echter uit experimenteel onderzoek van Luth (1969) gebleken dat de samenstelling van het eutekticum kwarts-kaliveldspaat-albiet (circa 1:1:1, zie boven) bij afneming van de druk iets naar een kwartsrijkere verhouding verschuift. Dit betekent dat gedurende, of direct na het omhoogrijzen van een rhyolietisch magma het gesmolten deel, vóór het bij lagere druk (als eutekticum) verder kan stollen, eerst relatief SiO₂-rijker moet worden. In theorie kan dit bijvoorbeeld gebeuren doordat in deze stadia meer veldspaat uitkristalliseert dan kwarts, maar ook doordat van de reeds uitgescheiden kwarts-kristallen meer oplost/smelt dan van de veldspaatfenokristen. In verband met het effect van drukverlaging op de smeltemperatures zal echter opsmelting gemakkelijker optreden dan aangroei. Zo is het begrijpelijk dat de kwartsen wel duidelijk resorptiever-schijnselen vertonen en de veldspaten veel minder of in het geheel niet.

Het tweede deel van dit artikel met de verklaring van de noten en de literatuuropgave volgt in nr.3.

Adres van de auteur:
Westerse Drift 64
9752 LJ Haren

Geovaria

H. Huisman

Een walvis met achterpoten

Dat walvissen zeezoogdieren zijn zonder ook maar het geringste spoor van achterpoten aan hun gestroomlijnde lichaam is ieder wel bekend. Maar in het lichaam aanwezige, zeer kleine, rudimentaire overblijfselen van bekken en achterpoten, laten er geen twijfel over bestaan dat walvissen wel degelijk van vierbenige zoogdieren afstammen die

ooit een landleven leidden. Fossiel zijn walvissen (*Archaeoceti*) bekend vanaf het Eoceen, maar tot dusver waren geen fossielen gevonden waaraan niet geheel gedegenereerde aanhangselen in situ aanwezig waren. In de Egyptische oase Fayum heeft men onlangs in daar ontsloten mariene sedimenten uit het Midden-Eoceen, fossielen van de oerwalvis *Basilosaurus isis* gevonden, compleet met achterbenen. Weliswaar waren botonderdelen daarvan met elkaar vergroeid, maar het geheel was bijzonder goed

bewaard gebleven. Uit het onderzoek bleek, dat alleen de drie buitenste tenen goed ontwikkeld en niet vergroeid waren. Qua bouw vertonen ze overeenkomsten met die van oerhoefdieren. Het dijbeen bij *Basilosaurus* lag binnen het lichaam. De delen die uit het lichaam staken moeten echter te zwak van bouw zijn geweest om behulpzaam te zijn bij het zwemmen, laat staan om er op te steunen of te lopen.

Naturw. Rundschau 44.