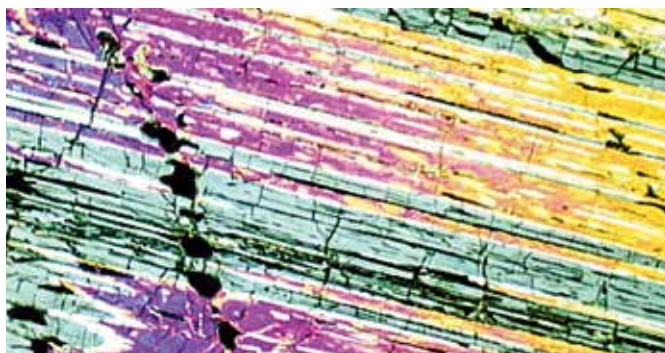


Majoriet uit duistere diepten

door A.J. (Tom) van Loon
Valle del Portet 17, 03726 Benitachell, Spanje
Geocom.VanLoon@gmail.com

De vondst van een granaat in een granaat biedt een zeldzaam kijkje in de diepere aardmantel. Maar ook een kijkje in de vroege aardgeschiedenis. Maar dit leidt vooralsnog niet tot veel nieuwe inzichten: duisternis blijft overheersen.

Majoriet, $Mg_3(Fe,Al,Si)_2(SiO_4)_3$, is een bijzondere granaat. Deze variëteit wordt alleen op dieptes van enkele honderden kilometers gevormd. Er zijn dan ook weinig exemplaren van bekend; de gevonden exemplaren zijn bij hun opstijging ook nog eens veranderd onder invloed van de afnemende temperatuur en druk (afb. 1).



Afb. 1. Slijpplaatje (gekruste nicols) van wat eerder een majorietkristal was, dat op meer dan 400 km diepte werd gevormd. Bij het latere opstijgen veranderde het in orthopyroxeen (grijs), clinopyroxeen (geel tot roze) en een silica-arme granaat (zwart). Foto: Joe Smyth (Universiteit van Colorado).

Deze chemisch veranderde exemplaren zijn afkomstig uit xenolieten van ultramafisch magma uit de aardmantel. Ook in enkele meteorieten zijn kleine mineralen gevonden die als majoriet zijn geïdentificeerd. De majoriet in deze meteorieten is waarschijnlijk ontstaan tijdens hoog-energetische botsingen in het wereldruim. Het is dan ook geen wonder dat ik geen foto's van dit mineraal heb kunnen vinden, behalve een foto van een nietszegend 'back-scattered electron image' in Xu et al. (2017); voor de publicatie vraagt Science echter een astronomisch hoog bedrag.

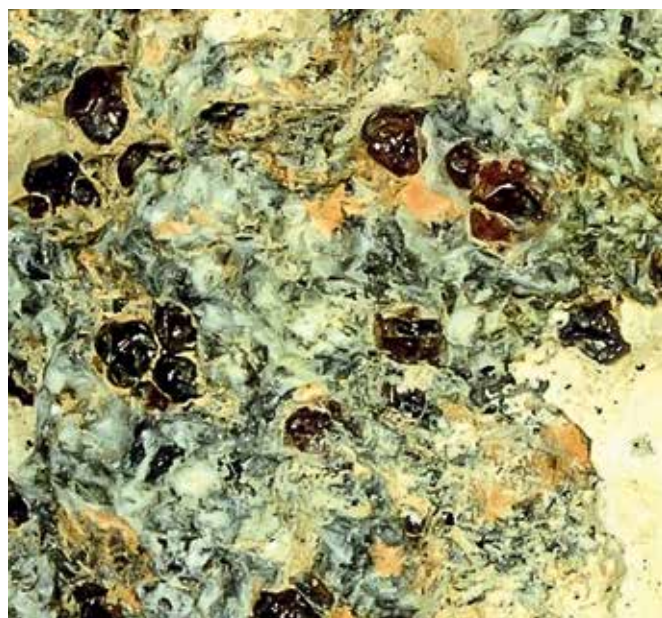
Op deze foto zijn twee extreem kleine fragmentjes van een onveranderde majoriet te zien met een aardse oorsprong: een eclogiet uit China. Dat deze fragmentjes niet van aard zijn veranderd tijdens het opstijgen in de aardmantel (de plaats van vorming lag volgens de onderzoekers op ca. 400 km diepte), komt doordat deze fragmentjes waren ingebed in een ander granaatkristal. Dit kristal beschermde de fragmentjes tegen de veranderende omstandigheden van temperatuur en druk.

Oud gesteente

De eclogiet waarin de granaat met de majorietfragmentjes werd gevonden (afb. 2), maakt deel uit van het Noord-China Kraton. Dit oude kraton staat momenteel sterk in de belangstelling, omdat het veel gegevens oplevert over de vroege aardgeschiedenis. Dat is ook de reden dat de eclogiet in detail werd onderzocht, waarbij de aanwezigheid van majoriet bleek. De granaat in die eclogiet bleek een ongewone chemische samenstelling te hebben, met een hoog gehalte aan driewaardig ijzer. Daarom werden er tal van analysetechnieken op losgelaten. Hieruit bleek dat de eclogiet aan de onderkant van de asthenosfeer (de

enigszins plastische laag waarop de aardplaten drijven), op 400 km diepte is ontstaan.

Uit de analyse kwamen bijzondere details naar voren: het materiaal waarin de majoriet ontstond moet eerst opgestegen zijn tot ca. 200 km diepte; daar vormde zich de granaat waarin de majoriet zat opgesloten. De majoriet diende dus waarschijnlijk als een soort kristallisatiekern tijdens een tweede fase van kristallisatie waarin granaat in het eclogietgesteente werd gevormd. Deze twee gescheiden fasen van granaatvorming geven inzicht in de vroege aardgeschiedenis. De eclogiet moet volgens de onderzoekers gevormd zijn toen zich het supercontinent Columbia vormde, ongeveer 1,8 miljard jaar geleden. Daarmee vormt het wellicht een sleutel tot meer inzicht in de geschiedenis van dit supercontinent, dat omstreeks 1,5 miljard jaar geleden weer



Afb. 2. De eclogiet met granaatkristallen; in één granaat werd majoriet aangetroffen. Foto: Yingwei Fei.



Afb. 3. Dunitzomb, afkomstig van het eiland Réunion. Foto: B. Navez.

werd opgebroken. Columbia is een voorloper van de supercontinenten Rodinia (1,1 miljard tot 750 miljoen jaar geleden), Pangea (300-180 miljoen jaar geleden) en Gondwanaland (600-30 miljoen jaar geleden).

Raadsel

Vooralsnog blijft het een raadsel waarom de majoriet zo sterk was geoxideerd, zoals uit het driewaardige ijzer blijkt. De onderzoekers zijn van plan om onverweerd (niet door atmosferische zuurstof geoxideerd) materiaal van grotere diepte in de eclogiet te bemonsteren, om daaraan meer geheimen te ontzutselen.

Dat is hard nodig, want de meeste informatie die we nu over de aardmantel hebben op basis van aangetroffen gesteenten, komt van vulkanische 'bommen' die voor meer dan 90% uit olivijn bestaan, met geringe hoeveelheden pyroxeen, chromiet, magnetiet en pyroop, de zogeheten dunietbommen (afb. 3).

Referentie

- Xu, C., Kynický, J., Tao, RT., Liu, X., Zhang, L., Pohanka, M., Song, W. & Fei, Y., 2017. Recovery of an oxidized majorite inclusion from Earth's deep asthenosphere. *Science Advances* 3 (4), e1601589.

focusTerra

Geologische presentatie in Zürich (Zwitserland)

door Bob van Lubeck
vanlubeckannybob@hetnet.nl

focusTerra is het bijzonder geslaagde resultaat van de samenwerking tussen de Zwitserse Technische Hogeschool (Eidgenössische Technische Hochschule, ETH) en de Universiteit van Zürich. Dit heeft geleid tot een permanente expositie over algemene geologie, met een accent op de geologie van de Zwitserse Alpen.

De expositie *focusTerra* is voor iedere belangstellende in de geologie, mineralogie en paleontologie van zeer grote waarde. Op verschillende afdelingen komen algemene en regionale geologie, evolutie, fossielen, mineralen, gesteentetypen, oceanen, vulkanisme en gebergtevorming uitvoerig aan de orde. Digitale beeldinformatie voegt veel toe aan de expositie. *focusTerra* is niet zomaar een geologische activiteit. U beleeft er enkele uren wetenschap en creativiteit. Opvallend tentoongesteld in de toegangshal zijn de belangrijkste gesteentetypen van de Zwitserse Alpen. Zeven opgestelde 'Gesteinsplatten' trekken hier de aandacht (afb. 1), waaronder vulkanische rhyoliet (kwartsporfier), het dieptegesteente tonaliet, een serpentijn-

breccie, twee typen metamorf gesteente (gneis en marmer) en twee typen sedimentgesteenten.

19^e en 20^e eeuw

Topografische reliëfs met ingekleurde geologie uit de 19^e en begin 20^e eeuw verbazen vanwege hun gedetailleerde nauwkeurigheid. Zoals die van de natuurwetenschapper en geoloog Albert Heim (1849-1937), tevens auteur van de eerste geologische kaart van Zwitserland (1870).

Opmerkelijk is het vroege inzicht, al omstreeks 1840, van Arnold Escher von der Linth, in de bekende Glarner Überschiebung. Deze hoogleraar van de Universiteit Zürich vermeldde in zijn aantekeningen: "Ich würde es nicht sagen, man hielte mich für einen Narren." Hij meende in de Überschiebung tektonische overschuivingen te zien, waarbij oud, Permisch gesteente op jongere (mariene) Flysch-afzettingen van Krijt-Tertiaire ouderdom was geschoven. In 1871 werd dit bevestigd door Albert Heim en vervolgens ook internationaal op het Weense congres van geologen in 1903.

Het is ook aardig te vermelden dat Escher de toevoeging 'von der Linth' kreeg, omdat hij erin slaagde de rivier de Linth dusdanig te laten kanaliseren dat de boeren gevrijwaard werden van de elk voorjaar buiten de oevers tredende rivier.

Kortom, deze afdeling van *focusTerra* geeft inzicht in de wetenschappelijke ontwikkeling van hedendaagse geologische kennis. Zwitserse natuurwetenschappers in de 19^e eeuw legden hiervoor de basis, onder meer ter verklaring van de alpiene orogeenese (afb. 2) en de dekbladoverschuivingen, wat voor die tijd heel bijzonder was.

Gebergtevorming van de Alpen

Op de benedenverdieping valt direct op het Alpenreliëf op. Het beslaat het gebied van de Bodensee tot de Povlakte. Kleurverschillen onderscheiden de opbouw naar gesteentetypen, ouderdom en ontstaansgeschiedenis. De zijkant van dit reliëf geeft een doorsnede van de aarde van lithosfeer tot mantel, met gesteenten als kalk, chlorietschiefer (van 20 km diepte), granaat-sillimanietgneis (van 30 km diepte) en eclogiet (mantelgesteente van 40 km diepte).

Achter dit reliëf wordt de gebergtevorming van de Alpen op een beeldscherm aanschouwelijk voorgesteld. Ook wordt hier in dertig animaties de plaattektoniek vanaf 300 miljoen jaar geleden getoond. Op de parterre wordt de beweging van de continenten weergegeven en zijn de convectiestromingen door verschillende kleuren zichtbaar gemaakt in een doorsnede van



Afb. 1. In de toegangshal staan zeven gesteentepaten opgesteld, karakteristiek voor de Zwitserse Alpen.