

Afb. 5. In het voormalige stationsgebouw (Jernbanestasjon) te Grua is het Hadeland Bergverksmuseum gevestigd. Foto: Unni Ranheim, Lunner, Noorwegen.

kristallen is gemiddeld onder de 1 cm, maar kristallen van 2-3 cm worden ook gevonden. In zeer zeldzame gevallen worden fraaie, water-heldere, in miaroles vrijstaande topaas-kristallen gevonden. De topaas heeft karakteristieke kristalvlakken, zoals de (110), (011) en (001) vormen. Ondergeschikt heb ik diverse andere vormen gezien.

Zelf zoeken van smaragd

De smaragd-mijnen van Byrud (zie afb. 4) behoren zeer zeker tot de meer spectaculaire geologische attracties in Noorwegen, waarvan de toeristische waarde door de bezitter van de mijnen al enige tijd geleden onderkend werd. De mijnen zijn nu een officiële attractie, en om smaragd te mogen zoeken moet een toegangsprijs van 50,- Noorse Kronen worden betaald. Ik zou u willen adviseren slechts één hamer per gezin mee te nemen...

De techniek van het verzamelen is eenvoudig: u dient zoveel mogelijk van de aan de buitenkant met roest bedekte stenen door te kloppen. Een stevige hamer is aan te bevelen, want het is taai materiaal! Dan is met enig geduld succes verzekerd.

De roest laat zich overigens vrij eenvoudig verwijderen. Behandel het materiaal in eerste instantie met verdund zoutzuur om eventueel aanwezige secundaire mineralen te verwijderen. Daarna kan met de roestverwijderaar *Dithioniet* (verkrijgbaar op de grote Nederlandse mineralenbeurzen) de roest vrij eenvoudig verwijderd worden.

Andere mineralogische attracties

In de nabije omgeving van Byrud zijn nog een aantal andere interessante geologische attracties. Ten eerste verdient vermelding het Eidsvoll Gullverket, waar men goud kan wassen. Het primaire goud komt voor als onzichtbare insluitingen in pyriet, maar in beekjes in de omgeving is het goud aangerijkt. De goudmijnen zijn gedurende bepaalde periodes in bedrijf geweest, maar nu feitelijk allemaal stilgelegd. Echter, sommige van de aders zijn volgens optimisten rijk genoeg om ontgonnen te worden. Plannen om goud op grote schaal te ontginnen zullen wel voornamelijk onder het genot van "hjemmebrent" (= alcohol) worden gesmeed.

Een tweede attractie zijn de fraai bewaard gebleven restanten van de Feiring ijzermijnen. Helaas is het verzamelen hier verboden, maar toch is het de moeite van een kort bezoek wel waard.

In het gebied van Toten/Skreia bevinden zich nog een aantal slecht beschreven mijntjes. Avontuurlijke verzamelaars zullen hier vast en zeker nog wel eens wat interessants kunnen aantreffen.



Bijvoorbeeld, de Pålshaugen-mijn is bekend geworden door de vondst van prachtige scepter-amethyst.

In het gebied rondom het Hurdal-meer zijn vondsten gedaan van grote rookkwarts in holtes van graniet. Ook is hier perfect ontwikkelde bertrandiet gevonden.

Verder naar het westen, in Hadeland, ligt het mijnbouwgebied van Grua. Het Hadeland Bergverksmuseum bestaat nog steeds; het heeft nu nog meer te bieden dan bij de opening, enkele jaren geleden. Er worden rondleidingen door de Nyseter mijnen gegeven, er worden voorbereidingen getroffen om een vindplaats van prachtige granaat voor verzamelaars toegankelijk te maken, en de collectie in het museum wordt voortdurend uitgebreid. Afb. 5.

Overigens is Gardermoen tot toekomstige hoofd-luchthaven van Noorwegen gekozen. Met het oog daarop worden op veel plaatsen wegen, spoorlijnen en gebouwen aangelegd. Dit gaat gepaard met het gebruik van enorme hoeveelheden dynamiet. Nieuwe mogelijkheden om mineralen te vinden zijn dus gegeven. Wie op weg is richting smaragd, doet er verstandig aan zijn of haar ogen open te houden!

Referenties

Goldschmidt, V.M. (1911): Die Kontaktmetamorphose im Christianiagebiet.

Ljøstad, O.T.: persoonlijke communicatie.

Wilke, H.-J. (1976): Mineral-Fundstellen, Band 4, Skandinavien, Chr. Weise Verlag, München.

Wat is een mineraal?

door Drs. E.A.J. Burke

Het antwoord op die vraag is niet eenvoudig, het verschilt immers met de al dan niet wetenschappelijke visie die men er op na wenst te houden over de te bestuderen objecten. Daarom heeft het antwoord in de loop der tijden een geleidelijke evolutie ondergaan. Vanaf circa 1930 hebben de ontwikkelingen in de kristalchemie hun stempeel gedrukt op de definitie van een mineraal: er hoort een

eenheid te zijn tussen de chemische verbinding en de kristalstructuur van een mineraal. Daarnaast zijn er nog wat randvoorwaarden van kracht omtrent voorkomen, vormingswijze en stabiliteit. In grote lijnen is er eigenlijk sinds 1950 niet veel meer aan de definitie gewijzigd, maar twee ontwikkelingen hebben de noodzaak doen ontstaan tot enige herzieningen.

De belangrijkste gebeurtenis was ongetwijfeld de constructie van de elektronenmicrosonde, door de Fransman Castaing in de jaren 1950: met dat instrument konden de notoir heterogene geologische materialen eindelijk in situ op micrometerschaal onderzocht worden. En dat hebben we geweten! In de periode 1940-1950 werden 164 nieuwe mineraalnamen voorgesteld, maar slechts 77 bleken op een geldige species betrekking te hebben. Kortom, ongeveer 8 nieuwe mineralen per jaar. Maar na de algemene invoering van de microprobe (1960-1965) zijn er in 25 jaar (1963-1988) niet minder dan 1650 nieuwe mineralen beschreven, dus gemiddeld 66 per jaar, achttmaal zoveel als in de microprobe-loze periode! Ook nu nog worden er jaarlijks 50-60 nieuwe mineralen gepubliceerd.

Dat die ware stortvloed van nieuwe onderzoeksobjecten (want dat zijn mineralen per slot van rekening voor mineralogen en lieden met aanverwante professies) niet uitgemond is in een grote puinhoop, is te danken aan de andere invloedrijke ontwikkeling, de oprichting in 1959 van de International Mineralogical Association (IMA) en van een van haar belangrijkste commissies, de Commission on New Minerals and Mineral Names (verder aangeduid als CNMMN). Ga maar na wat de situatie was vóór 1960, dus voordat het microprobe-geweld losbrak. In de 20 jaar van 1940 tot 1960 werden 583 nieuwe namen voorgesteld: 106 als nieuw voorgestelde mineralen bleken identiek te zijn met reeds bestaande mineralen, 97 waren slechts variëteiten en 69 waren gebaseerd op onvoldoende gegevens; uiteindelijk bleken slechts 311 mineralen (53,5%) werkelijk nieuw! Maar ondertussen was de literatuur natuurlijk bezoeid met al die overbodige en onnutte gegevens. Dat was trouwens de gewoonte onder mineralogen. De bekende chemische rangschikking van mineralen van Hey (1955) bevat 25.000 trefwoorden, maar slechts 2000 daarvan zijn geldige mineraal-species. De IMA en de CNMMN moesten het antwoord vormen op de dreigende totale verloedering van het begrip geldig mineraal-species. Reeds in 1961 publiceerde een kleine groep van auteurs uit de CNMMN (waaronder de Nederlander Prof. W.P. de Roever) de aanbevelingen voor stringente richtlijnen voor het hele gebeuren rond het beschrijven van nieuwe mineralen. In 1962 stemde de CNMMN tijdens het IMA-congres in Washington voor het eerst over de geldigheid van voorgestelde nieuwe mineralen. Roquesiet, een koper-indiumsulfide, was het eerste mineraal dat door de CNMMN goedgekeurd werd (dat zeldzame mineraal heb ik later nog eens met Dr. C. Kieff gevonden in Långban, Zweden).

De werkwijze van de CNMMN (auteurs dienen eerst voorstellen in, de commissie wikt, weegt en besluit, daarna mogen auteurs pas publiceren) is gelukkig zeer snel door praktisch de gehele mineralogische gemeenschap aanvaard en gerespecteerd. Drie om hun kunde en diplomatie algemeen bewonderde voorzitters hebben enorm bijgedragen aan het prestige van de commissie: Michael Fleischer (USA, 1960-1974), Akira Kato (Japan, 1975-1982) en Joe Mandarino (Canada, 1983-1994); vanaf 1 januari 1995 is Joel Grice (Canada) de vierde voorzitter in de geschiedenis van de CNMMN. Eigenwijze drammers en overtreders van

de spelregels van de commissie worden overigens publiekelijk terechtgewezen in de rubriek "New Mineral Names" van het toonaangevende tijdschrift "American Mineralogist". Een en ander maak ik van dichtbij mee, want na een paar jaar adviseurschap van de CNMMN ben ik in juni 1993 lid geworden en sinds 1986 ben ik een van de redacteurs van de door vriend en vijand (zelfs mineralogen zijn ook maar mensen) meest gelezen rubriek van het Amerikaanse tijdschrift.

De elektronenmicrosonde was niet de laatste instrumentele bijdrage die de mineralogie in rep en roer gezet heeft. De mogelijkheden om materialen bij wijze van spreken van atoom tot atoom te onderzoeken zijn ondertussen legio en zij hebben tamelijk pijnlijk duidelijk gemaakt, dat de haast stokoude mineraaldefinitie van rond 1950 onderhand aan een grondige herziening of bijstelling toe is. Ook het opstellen van de definitie van een mineraal is het werk van de CNMMN: de inhoud van de definitie bepaalt immers wat een mineraal is en wat niet, en dus de regels bij de beschrijving van mineralen. Reeds vanaf het begin van de CNMMN is daarover discussie geweest, maar nooit overeenstemming. Een apocrief (?) verhaal wil dat men tijdens de IMA-vergadering in Praag (1968) in de CNMMN tot overeenstemming kwam over drie woorden: "Een mineraal is" en dat daarna iedereen iedereen probeerde te overtuigen van zijn eigen gelijk. Elke mogelijke overeenstemming werd trouwens na twee dagen platgewalst door de binnentrekkende Russische tanks.

Maar nu is het eindelijk zover! Na nog eens 25 jaar discussie, gelukkig niet continu maar in hevige, korte perioden, vooral sinds 1986, heeft de CNMMN tijdens het jongste IMA-congres (Pisa, september 1994) overeenstemming bereikt over een voorstel voor de tekst van een nieuwe definitie. Dit voorstel is, met kleine veranderingen, nu algemeen door de CNMMN aanvaard en op 15 maart 1995 werd de tekst voor publikatie vrijgegeven.

Natuurlijk is het er niet eenvoudiger op geworden, de tekst is een kleine honderd regels lang. De algemene omschrijving is nog redelijk behapbaar: "Een mineraal is een vaste substantie, element of chemische verbinding, gewoonlijk kristallijn en gevormd door geologische processen". Maar daarna komen alle mogelijke uitzonderingsomschrijvingen aan de orde waar het zweet van 25 jaar discussies van afdruipt.

Maar de zeer lange paragraaf met de nieuwe inzichten en omschrijvingen van het criterium "kristalliniteit" is een doorbraak waar de moderne mineralogie dringend behoefte aan had en waarmee nieuwe onderzoeksgebieden geopend kunnen worden.

De opstellers van de tekst waren de leden van de CNMMN, maar vooral Ernie Nickel (Australië) en Giovanni Ferraris (Italië). Hun tekst is nu door alle huidige leden van de CNMMN onderschreven en kan in alle mineralogische tijdschriften verschijnen. Ik ben bang dat die gebeurtenis pas het begin zal blijken te zijn van de echte woordenstrijd, maar wat is wetenschap anders dan een continue discussie?

Hier volgt de nieuwe definitie.

Definitie van een mineraal

E.H. Nickel,

Afdeling Exploration & Mining, CSIRO, Wembley, WA 6014, Australië
(Vice-voorzitter, IMA Commission on New Minerals and Mineral Names)

Inleiding

In antwoord op voorstellen uit mineralogische kringen, dat er een nieuwe definitie van een mineraal zou moeten komen, aangepast aan de huidige technologische vooruitgang, heeft de CNMMN van de International Mineralogical

Association het initiatief genomen om de definitie op te stellen die in dit geschrift zijn vorm heeft gevonden. Dit document is het eindprodukt van actieve discussies over het onderwerp binnen de CNMMN gedurende een periode van verscheidene jaren en vertegenwoordigt de bereikte algemene overeenstemming tussen de CNMMN-leden.

Hoewel het hoofddoel van deze definitie is, het werk van de CNMMN van interne richtlijnen te voorzien, is het te hopen dat hij ook algemeen zal worden aanvaard door mineralogen en andere aardwetenschappers, in het geval dat zij voor het probleem worden gesteld of een bepaalde stof een mineraal is.

De definitie geldt niet met terugwerkende kracht, d.w.z. stoffen die buiten het bestek van de definitie vallen, maar in het verleden als mineralen zijn geaccepteerd, hoeven door deze publikatie niet automatisch hun geldigheid te verliezen.

Algemeen

In het algemeen gezegd is een mineraal een element of een chemische verbinding, die gewoonlijk kristallijn is en waarvan de vorming een resultaat is van geologische processen. Deze regel is voldoende om de grote meerderheid van stoffen te omvatten die in het algemeen als mineraal zijn geaccepteerd, maar er zijn enkele stoffen die met deze voorwaarden niet helemaal overeenkomen. Daarom is het nodig te overwegen waar de grens tussen mineraal en niet-mineraal getrokken moet worden en welke uitzonderingen op de regel kunnen worden toegestaan. De rest van dit document is gewijd aan een onderzoek naar deze aspecten.

Kristalliniteit

Het woord "kristallijn", zoals het in de mineralogie algemeen wordt gebruikt, betekent ordening van atomen op een schaal, die een "indexeerbaar" diffractiepatroon kan geven (d.w.z. met Miller-indices) wanneer door een stof een straling met een bepaalde golflengte wordt gevoerd (röntgenstralen, elektronen, neutronen, enz.). Sommige in de natuur voorkomende stoffen zijn echter niet-kristallijn. Deze stoffen kunnen verdeeld worden in twee categorieën:

amorf - stoffen die nooit kristallijn geweest zijn en die geen röntgen- of elektronenstraling breken, en metamict - stoffen, die eens kristallijn waren, maar waarvan de kristalliniteit vernietigd werd door ioniserende straling. Sommige mineralogen verzetten zich tegen de acceptatie van amorfe stoffen als mineralen vanwege de moeilijkheid om te kunnen bepalen of de stof een echte chemische verbinding of een mengsel is en vanwege de onmogelijkheid om deze volledig te karakteriseren; sommigen geven er de voorkeur aan om zulke stoffen "mineraloïden" te noemen. Enkele amorfe stoffen (georgeiet, calciouranoiet) zijn echter door de CNMMN als mineralen geaccepteerd.

Met moderne technieken is het mogelijk om amorfe fasen effectiever te bestuderen dan vroeger het geval was. Spectroscopische methoden, samen met een complete chemische analyse, kunnen vaak een amorfe fase onduidelijk identificeren. In feite kunnen de geschikte spectroscopieën (bijv. IR, NMR, Raman, EXAFS, Mössbauer) de driedimensionale structurele omgeving op korte afstand rond ieder element (chemische bindingen) onthullen. Het spreekt vanzelf dat, als het niet mogelijk is om een volledige analyse te verkrijgen van de kristalstructuur die de coördinaten en de aard van de atomen kan opleveren, een volledige chemische analyse noodzakelijker is voor amorf materiaal dan voor materiaal met een kristallijne fase.

De basis om een natuurlijk voorkomende amorfe fase als een mineraal te accepteren zou kunnen zijn:

- een serie volledige kwantitatieve chemische analyses, die voldoende zijn om de chemische verbinding van alle korrels in het specimen te onthullen;
- fysisch-chemische (over het algemeen spectroscopische) gegevens die het unieke van de fase bewijzen;
- bewijs dat het materiaal geen "indexeerbaar" diffractiepatroon kan opleveren, zowel in de natuurlijke staat als na behandeling met een of ander fysisch-chemische proces in vaste toestand (bv. verhitting).

Metamict stoffen, indien gevormd door geologische processen, worden als mineraal geaccepteerd als met redelijke zekerheid vastgesteld kan worden dat de oorspronkelijke stof (voordat deze metamict werd) een kristallijn mineraal was met dezelfde totale samenstelling. Het bewijs hiervoor houdt in, dat de kristalliniteit hersteld moet worden door een toepasselijke warmtebehandeling en dat het diffractiepatroon van het met verhitting behandelde produkt overeenstemt met de externe morfologie (indien aanwezig) van het oorspronkelijke kristal (bijv. fergusoniet-Y).

Een bijzonder geval van niet-kristallijne, natuurlijk voorkomende stoffen vormen degene, die vloeibaar zijn onder heersende omstandigheden. Water in vloeibare toestand wordt niet als mineraal beschouwd, maar wel in vaste vorm (ijs). Kwik echter wordt als mineraal beschouwd, hoewel het niet in kristallijne vorm op aarde voorkomt. Petroleum en de niet-kristallijne bitumineuze verschijningsvormen ervan worden niet als mineraal beschouwd.

Stabiliteit onder heersende omstandigheden

Veel mineralen werden gevormd onder condities van hoge temperatuur en/of druk en zijn onder heersende omstandigheden metastabiel; andere kunnen de neiging hebben om water op te nemen of af te stoten als ze van hun plaats van herkomst verwijderd worden. Deze mineralen vereisen een bijzondere behandeling om te voorkomen dat ze van samenstelling veranderen voor het onderzoek voltooid is. Het gebruik van speciale behandelingen tijdens het onderzoek verhindert niet dat een metastabiele of instabiele stof als mineraal geaccepteerd wordt, indien de stof voldoende gekarakteriseerd kan worden en indien het aan de andere criteria voor een mineraal voldoet.

Buitenaardse stoffen

Buitenaardse stoffen (meteorieten, maangesteenten, enz.) zijn klaarblijkelijk ontstaan door processen die vergelijkbaar zijn met die op aarde. Zulke processen worden daarom nu geologisch genoemd, hoewel de term "geologie" oorspronkelijk betekende: de studie van gesteenten op deze planeet. Hieruit volgt dat natuurlijk voorkomende componenten van buitenaardse gesteenten en kosmisch stof als mineralen worden beschouwd (bijv. het maanmineraal tranquillityiet).

Antropogene stoffen

Antropogene stoffen zijn door de mens teweeggebracht en worden niet als mineralen beschouwd. Als zulke stoffen identiek zijn aan mineralen, kunnen zij als "synthetische equivalenten" van de betreffende mineralen worden vermeld.

Door geologische processen veranderde antropogene stoffen

Chemische verbindingen, gevormd door de werking van geologische processen op antropogene stoffen, zijn, als er aanleiding toe bestond, als mineraal geaccepteerd (bijv. de Lavrion-"mineralen", die gevormd zijn door de reactie van zeewater met oude metallurgische slakken). In de huidige tijd, waarin vele exotische materialen worden gemaakt, kan de mogelijkheid zich voordoen dat zulke stoffen in een geologische omgeving worden gedeponeerd om reactieproducten te vormen, die in andere gevallen wellicht voor nieuwe mineralen in aanmerking komen. De CNMMN heeft daarom als regel gesteld, dat in de toekomst chemische verbindingen, die ontstaan door de werking van geologische processen op antropogene stoffen, niet als mineralen beschouwd kunnen worden.

Enkele chemische verbindingen, die ontstaan zijn door de werking van geologische processen op gesteenten of mineralen die tengevolge van menselijke handelingen voor zulke processen zijn ontsloten (bijv. open mijnen, ertsstorthopen, wegontsluitingen, enz.) zijn in het verleden als mineralen beschouwd. Als deze ontsluiting onopzettelijk heeft plaatsgevonden, d.w.z. niet met de opzettelijke be-

doeling om nieuwe mineralen te doen ontstaan, dan kunnen zulke producten als mineralen worden geaccepteerd. Chemische verbindingen die veroorzaakt zijn door mijnbranden worden als een speciaal geval beschouwd, aangezien het niet altijd duidelijk is of er bij de ontbranding geen menselijke betrokkenheid in het spel is geweest; zulke stoffen worden daarom niet als mineralen geaccepteerd.

Biogene stoffen

Biogene stoffen zijn chemische verbindingen die volledig zijn gevormd door biologische processen, zonder een geologisch bestanddeel (bijv. nierstenen, oxalaatkristallen in planteweefsels, schelpen van mariene weekdieren, enz.) en worden niet als mineralen beschouwd. Indien echter bij het ontstaan van de verbinding geologische processen betrokken waren, dan kan het product wel als een mineraal worden geaccepteerd. Voorbeelden van zulke accepteerbare mineralen zijn stoffen die zijn uitgekristalliseerd uit organisch materiaal in zwarte schalie of uit de guano van vleermuizen in grotten, en de bestanddelen van kalkstenen of fosforieten, ontstaan uit mariene organismen.

(Publikatie goedgekeurd door de Commission on New Minerals and Mineral Names van de International Mineralogical Association)

Vertaling: G.M. van Ravenzwaaij-Hermanus en J. Stemvers-van Bommel

Vulkanisme in Caribisch gebied

door Josephine Versfelt *)

"Allemaal om de krater,
we horen een dof geluid.
De uitbarsting komt later,
met een knal en een boem en een fluit.
Maar we trekken ons er niets van aan,
we beginnen weer van voren af aan.
Het is altijd zo gegaan,
nooit iets anders gedaan.
Dansen op de vulkaan."

Annie M.G. Schmidt in "Foxtrot"

Het risico dat een actieve vulkaan met zich mee brengt voor een in de nabijheid ervan levende bevolking is iets dat in Europa alleen voorkomt in Italië en IJsland, maar wat in Caribisch gebied een bekend verschijnsel is. Aangezien het risico van natuurgevaren een interessant onderzoeksgebied is voor geologen en geomorfologen, werd in het voorjaar van 1994 de 'Third European Intensive Course on Applied Geomorphology' gehouden in Martinique en Guadeloupe, twee Frans Caribische eilanden, die horen bij de Kleine Antillen boven de wind. Deze cursussen hebben tot doel Europese vakgenoten, zowel fysisch geografen als geologen, bij elkaar te brengen om kennis uit te wisselen en samen meer inzicht te krijgen in bepaalde onderwerpen van de toegepaste geomorfologie. In dit geval ging het om natuurgevaren in tropische gebieden met de daaruit voortvloeiende natuurlijke risico's.

Natuurrampen

De Caribische eilanden boven de wind hebben te maken met veel van de meest gevaarlijke natuurlijke risico's, zoals cyclonen, vulkaanuitbarstingen en aardbevingen. Herhaaldelijke natuurrampen hebben op de Franse Antillen vele honderdduizenden levens gekost en de economie gevoelige klappen gegeven. Ondanks de mogelijke gevolgen blijven mensen wonen op plaatsen met hoge natuurlijke risico's. Dit heeft te maken met het eilandkarakter, waardoor alle menselijke activiteit zich op een beperkt oppervlak afspeelt. Bovendien zijn vulkanische gronden vruchtbaar en uitermate geschikt voor de landbouw.

Geologische geschiedenis

Het vulkanisme op Martinique en Guadeloupe is het gevolg van de subductiezone van de Westatlantische plaat onder de Caribische plaat. Hierdoor ontstaat de vulkanische eilandenboog van de Kleine Antillen. Door versmelting van met water verzadigd sediment en materiaal van de onderduikende oceaanplaat met het primaire magma van de mantel, kan de gasdruk in dit magma sterk oplopen. Tegelijkertijd koelt het primaire magma sterk af,

*) Josephine Versfelt is studente Fysische Geografie aan de Universiteit van Amsterdam