



Afb. 3. Het mineraal jadeiet heeft van oorsprong een groenige kleur maar kan verbleken. Foto: RRUFF.

iet, dat aanmerkelijk zeldzamer is dan nefriet, komt ook in andere tinten voor (grijsblauw, roze, roodbruin en crème-wit). Als het jadeiet - net als het nefriet overigens - van goede kwaliteit is, en bovendien mooi en goed bewerkbaar is, wordt het veel voor sieraden gebruikt (afb. 4), maar ook voor bijv. gesneden beeldjes.

Metamorf gesteente

Jadeiet ($\text{NaAlSi}_2\text{O}_6$) ontstaat, samen met kwarts (SiO_2), bij zeer hoge temperatuur maar relatief lage druk uit albiet ($\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$). Het wordt daarom gevonden in gesteenten die een specifieke vorm van metamorfose hebben ondergaan. De vondst van dit mineraal in de meteorieten van Chelyabinsk betekent dan ook dat deze een bepaalde voorgeschiedenis hebben gehad, waarbij op een gegeven moment een zeer hoge temperatuur optrad bij een (relatief) lage druk.

Kleine asteroïden ondergaan normaliter nooit een zo hoge temperatuur dat jadeiet kan worden gevormd. Het jadeiet in de Chelyabinsk-meteorieten is bovendien bijzonder: het zit opgesloten in glasachtige aders die ontstaan bij een grote, plotse uitgeoefende kracht waardoor het gesteente op een aantal plekken (in die aders) wordt vergruisd, smelt en weer in vaste vorm terugkeert. De meteoriet van Chelyabinsk moet dus een bijzondere voorgeschiedenis hebben.

Voorgeschiedenis en einde

Analyse van het jadeiet toont aan dat de asteroïde waaruit de meteoriet ontstond, 290 miljoen jaar geleden in botsing moet zijn gekomen met een grotere asteroïde, waarvan de doorsnede minstens 150 m was. Het onderlinge snelheidsverschil tussen die twee hemellichaampjes moet zo'n 5000 km per uur zijn geweest. De energie die onder die omstandigheden vrijkwam werd omgezet in grote hitte, genoeg om jadeiet te vormen. Bij die botsing moet de meteoriet bovendien van zijn 'moeder' zijn afge-

slagen. Daarbij veranderde zijn richting zodanig, dat hij uiteindelijk binnen de aantrekkingskracht van de aarde terecht kwam. Het einde van die 290 miljoen jaar geleden begonnen reis naar de aarde was dramatisch voor de meteoriet, die met zo'n 75.000 km per uur de aardatmosfeer binnendrong: het leidde tot een explosief uiteenvallen op een hoogte van ca. 30 km. De explosie vertegenwoordigde een kracht van bijna tienmaal de atoombom op Hiroshima. Dat is overigens niet eens de sterkste explosie die we van een meteorietinslag uit historische gegevens kennen. Boven Tunguska (ook in Siberië) explodeerde in 1908 een meteoriet met een kracht die honderd maal sterker was dan die van de explosie bij Chelyabinsk. Daarbij vielen 80 miljoen bomen straalsgewijs om in een gebied van 2000 km². De oorsprong van die ramp bleef lang onduidelijk; theorieën over een meteorietinslag werden veelal als onwaarschijnlijk afgedaan, o.a. omdat in Tunguska nooit meteorieten werden gevonden. Maar in Chelyabinsk was dat dus wel zo!

Overigens moet vermeld worden dat het jadeiet in de Chelyabinsk-meteoriet maar uiterst kleine naald- en skeletvormige kristalletjes vertoont met een grootte van minder dan 0,1 mm. Een mooi sieraad van jadeiet uit deze meteoriet zit er dus niet in.

Referenties

Ozawa, S., Miyahara, M., Ohtani, E., Koroleva, O.N., Ito, Y., Litasov, K.D. & Pokhilenko, N.P., 2014. Jadeite in Chelyabinsk meteorite and the nature of an impact event on its parent body. *Scientific Reports* 4, 5033, 5 pp.; DOI:10.1038/srep05033.



Afb. 4. Armband van platina en diamantjes, met een gesneden steen van jadeiet als blikvanger. Foto: Pinterest.

Boekbespreking



Flint, zwerfver uit de oertijd, door Egbert A. Meijers; Van Gorcum 2014; 180 pp., ca. 200 illustraties. ISBN 9789023250197. Prijs € 29,95.

Het omslag toont de hoofdtitel in zwerfstenen. Noorderlingen weten dat flint/vlint een dialectterm is voor een kei van middelbare

grootte. Het is geen erg oud woord trouwens - het is afgeleid van flint, de vuursteen in ouderwetse voorlaadvuurwapens. Ook 'oeroud' is geen oeroud bijvoeglijk naamwoord - het is nog geen

twee eeuwen Nederlands. Toch is de titel adequaat en geeft de sfeer van het onderwerp aan: het menselijk gebruik van zwerfstenen in Drenthe. Aard, ontstaan en natuurlijke aanvoer van die stenen vormen niet het hoofdonderwerp maar een inleiding tot tien goed gedocumenteerde hoofdstukken over velerlei ambachtelijke toepassingen. Daaronder vallen monumenten, fietspadafbakeningen, bouwonderdelen en ook grafzerken, waaraan een gehalte Blut-und-Boden niet helemaal vreemd is. Drentse massagesteenten kunnen oerenergie door je heen doen vloeien; schijfvormige 'hiete stienen' worden desgewenst tussen de tenen geplaatst! Van bovenregionaal belang was het steendelven ten behoeve van weg- en dijk aanleg - hierover verzamelde de auteur interessante gegevens en afbeeldingen. In de 17^e, 18^e en 19^e eeuw was Drenthe de steenschuur van Nederland. Een belangrijke boodschap in een boek dat vooral de regionale lezer graag ter hand zal nemen.

Bert Boekschoten, VU Amsterdam

Boekbespreking

Kristalmorfologie - een inleiding in de geometrische kristallografie, door Paul Tambuyser. Uitgave in eigen beheer, 2014 ISBN 978-90-9028120-9, Nederlandstalig, 376 pag., 293 x 208 mm, 1130 gram, softcover, garenloos gebonden, 280 figuren, 75 tabellen, € 29,50 (excl. P&P) - te bestellen bij de auteur: paul@mineralogy.eu

Mineralen vormen kristallen - geen verzamelaar die dat niet weet. Dat daarbij strikte natuurwetten gelden en dat er zeven kristalstelsels bestaan, weten velen ook nog wel. Maar daar houdt het dan ook ongeveer wel op: begrippen zoals kristalclassen en (al dan niet correlate) vormen, rotatie-inversieassen, holoëdrie, hexagonale dipiramiden van de tweede soort en ander fraais worden door de gemiddelde verzamelaar beschouwd als het exclusieve en ondoordringelijke speelterrein van een handjevol specialisten. Om nog maar te zwijgen over allerhande vreemdsoortige combinaties van letters en cijfers binnen de meest bizarre haakjes.

Wie zich in deze materie wil verdiepen wordt het leven niet bepaald gemakkelijk gemaakt. Nagenoeg alle populaire mineralogieboeken beperken zich wat kristallografie betreft tot de kristalstelsels. En wie in zijn onschuld denkt zijn kennis te verruimen in de professionele literatuur loopt al gauw een indigestie op aan onbegrepen termen en definities, complexe driedimensionale meetkunde en andere moeilijk verteerbare wiskundige disciplines - alle verleidelijke, in titels ingebouwde vage beloften zoals 'elementair' of 'inleiding tot' ten spijt. Bovendien is in dergelijke werken de aandacht voor het aspect mineralen doorgaans minimaal.

De gemiddelde verzamelaar staat hier dus voor een vrij uitzichtloze situatie. Of beter: stond - want daar is nu gelukkig een kentering in gekomen met het nieuwe werk 'Kristalmorfologie - een inleiding in de geometrische kristallografie' van de hand van Paul Tambuyser.

De auteur is technisch zeer goed thuis in de materie van kristalmorfologie: hij heeft er zowat een volledige beroepsloopbaan aan gewijd. Ook op mineralogisch gebied heeft hij als fervent verzamelaar met meer dan vijftig jaar ervaring ruimschoots zijn sporen verdiend. Bovendien beschikt hij over de zeldzame en opmerkelijke gave om ingewikkelde theoretische concepten op een kristalheldere manier te verduidelijken voor een minder technisch georiënteerd publiek. Zijn eerdere publicatie 'Mineralen Herkennen' getuigt daarvan. Dit boek uit 2003 geldt voor verzamelaars nog steeds als één van de beste introducties tot de mineralogie. Hij was dan ook de geknippede figuur om (eindelijk!) eens een begrijpelijke maar tegelijk gedegen inleiding tot de kristalmorfologie voor (quasi) dummy's op schrift te zetten - en van die taak heeft hij zich op uitmuntende manier gekwetend.

Laten we eerst de 'spijskaart' eens bekijken. Als aperitief worden er inleidende hoofdstukken opgediend over de morfologie van kristallen (16 pp), kristalstructuur en kristalrooster (18 pp) en kristallografische projecties (14 pp). Dan volgt een eerste voorgerecht over symmetrie (24 pp), combinaties van symmetrielementen in kristallen (18 pp) en kristalstelsels (16 pp). Kristalvlakken en kristallografische richtingen (28 pp), kristalvormen (22 pp) en kristalclassen (18 pp) maken het tweede voorgerecht uit. Daarmee zijn we aan het hoofdgerecht toe, waar stap voor stap de kristalclassen worden besproken uit respectievelijk het triklien/monoklien/orthorhombisch (36 pp), tetragonaal (28 pp), kubisch (28 pp), hexagonaal (28 pp) en trigonaal (28 pp) kristalstelsel. Als nagerecht worden het bepalen van kristalstelsel en -klasse aan reële kristallen (28 pp) en het tekenen van kristallen met de computer geserveerd (dit laatste is een beknopte handleiding voor de KrystalShaper software van Steffen Weber -14 pp). Als afsluiter volgen nog een bladzijde literatuurreferenties, een appendix over het omzetten van rhomboëdrische naar

hexagonale celparameters (en vice versa - 2 pp) en ten slotte een index (7 pp).

Voor de volledigheid worden, waar relevant, ook verouderde of minder gangbare kristallografische concepten verduidelijkt (bijvoorbeeld Weiss-parameters en Schoenflies-notaties), zonder daar onnodig veel ruimte aan te besteden. De wiskunde is tot een minimum beperkt en de zeldzame keren dat een mathematische bewijsvoering wordt aangehaald, kun je die probleemloos overslaan door het eindresultaat gewoonweg aan te nemen. Ook de verzamelaar zónder de spreekwoordelijke wiskunde-knobbel slaat zich hier wel doorheen. De tekst wordt waar nodig ondersteund door talloze figuren, die zo zijn geconstrueerd dat ze een maximaal ruimtelijk effect sorteren. Herhaaldelijk worden nieuw aangevoerde begrippen geïllustreerd en verduidelijkt door echte (foto)voorbeelden uit de wereld van de mineralen.

Dit werk is logisch en uitermate systematisch opgebouwd.

Het start met elementaire, soms zelfs triviale begrippen, maar introduceert je wel stap voor stap, dieper en dieper in de fascinerende wereld van kristallen en hun symmetrie, om uiteindelijk te culmineren in een goed begrijpelijke maar toch gedetailleerde beschrijving van de 32 kristalclassen en hun vormen, verdeeld over de 7 kristalstelsels. Vanaf het begin worden allerhande draden gesponnen - toegegeven: waarvan het uiteindelijke nut je als leek soms wel eens ontgaat. Maar naar het einde toe worden die draden allemaal weer netjes opgepikt en dan pas ervaar je hoe wonderbaarlijk alles in elkaar past. Mocht je als lezer onderweg al eens stilletjes wanhopen: vertrouw op de auteur, hij weet wat hij doet! Niets in dit werk is overbodig en ook omgekeerd geldt hier, om het met een variant op een Amerikaanse supermarktslogan te zeggen: if it's not in here, you don't need it.

Dit boek is een uitgave in eigen beheer met een kleine oplage en is daarom simpel uitgevoerd (type cursus): garenloos gebonden, maar wel met een goed verzorgde druk, indeling en bladspiegel. De kwaliteit van de gebruikte afdrucken voldoet ruimschoots aan hun doel: het ondersteunen van de tekst. Volledigheidshalve toch nog deze waarschuwing: kristallografie is niet voor de (figuurlijk) zwakken van hart. Het is nu eenmaal geen eenvoudige materie en vereist een redelijk ruimtelijk inzicht. Wat dat betreft is ook dit werk geen wonderboek. Zoals de auteur het zelf zegt met een variant op het 'leuker kunnen we het niet maken, wel makkelijker' - (het motto van de Nederlandse belastingdienst): gemakkelijker kon hij het niet maken, wel leuker. Daarom hoort dit werk eerder op de studie- dan op de koffietafel - reden trouwens waarom werd geopteerd voor een stevig ingebonden cursusboek dat veelvuldig gebruik probleemloos kan doorstaan. Maar voor wie de moeite neemt om zich erdoorheen te slaan, vergoedt de uiteindelijke beloning ruimschoots de geleverde inspanning.

Uiteraard moet je nu ook weer niet verwachten dat het lezen van dit boek van jou een expert-kristallograaf zal maken: veel knapper koppen dan jij en ik hebben daar een hele carrière voor nodig. Maar je hebt je ten minste de basis van de kristallografie eigen gemaakt. Morfologische beschrijvingen van kristallen zoals je die in de populaire literatuur (Lapis, Mineralogical Record, etc.) aantreft, zijn nu beter te begrijpen. En je bekijkt mineralenspecimens met een ander oog: je bent nog wel niet in staat om je eigen verzameling gedetailleerd in kristallografische kaart te brengen, maar je herkent al veel van de kristalvormen en -vlakken en je kunt die al op een manier uitdrukken die universeel aanvaard en verstaanbaar is.

Kortom: je hebt geen kristallografie nodig om mineralen te verzamelen, maar het maakt je wel een completere verzamelaar die aan zijn hobby veel meer plezier beleeft. Dit uitermate verdienstelijke werk is dan ook ten zeerste aanbevolen voor iedereen die zijn/haar kennis ter zake wil opbouwen of verder uitdiepen.

Raymond Dedejne