

Porcelainopaal is geheel wit, **melkopaal** of **lechosopaal** (leche = melk) is wit tot crémekleurig. **Wasopaal** of **honingopaal** is geel tot lichtbruin, **carneoolopaal** is oranje getint. **Jasopaal** of **ijzeropaal** is door ijzeroxyde gekleurd en gelijkt op bruine jaspis. **Prasopaal** is door nikkeloxyde groen gekleurd, andere groene opalen noemt men **chrysoopaal**. **Pekopaal** is donkerbruin tot zwart.

Wanneer gewone opaal getekend is met zwarte boomvormige figuren van mangaanoxyde spreken we van **dendrietenopaal** (fig. 5). Anderen zien er mosachtige figuren in, en noemen de variëteit **mosopaal**. De meeste komen uit de Verenigde Staten en uit Australië.

Enkele variëteiten worden genoemd naar de vindplaats: **quinciet** is een rose opaalsoort van Quincy in Frankrijk. Een andere Franse opaal is bruin en wordt aangetroffen te Menilmontant bij Parijs. Zij heet **meniliet**.

De namen **australische opaal** en **mexicaanse opaal** zijn weinig zeggend omdat een aantal opaalvariëteiten uit deze landen afkomstig zijn. **Hongaarse opaal** is witte edelopaal uit Tsjechoslowakije, de vindplaats lag vroeger in Hongarije.

Opaalagaat is een opaalsoort bestaande uit afwisselende lagen opaal en chalcedoon. In **opaalkatoog** zijn krokydoliëvezels ingesloten, die het katoog-effect veroorzaken. Ze zijn afkomstig van Yarra-Yarra in West-Australië.

Cacholong is een zeer poreuze witte opaalsoort die aan de tong kleeft. Ze is bekend van de Faeröer eilanden en uit de Sovjet Unie. Een plantaardig product is **tabasheer** of **bamboe-opaal** die gevormd wordt in de leden van de bamboe. **Geyseriet** is een niet slijpbare variëteit, die ontstaat nabij geysers, ze is o.a. bekend van IJsland.

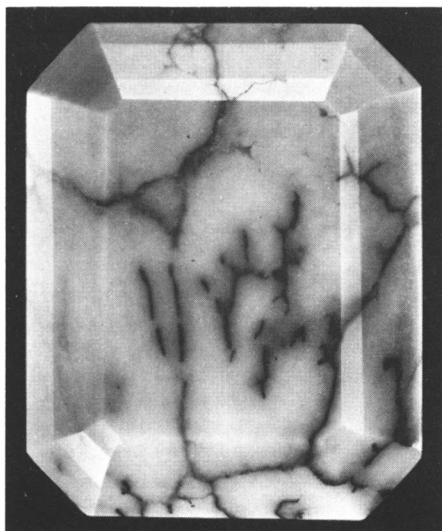


Fig. 5. Een gefacetteerde dendrietenopaal uit Australië.

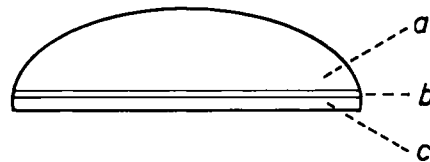


Fig. 6. Schema van een opaaltriplet, a - bergkristal, b - dun laagje zwarte edelopaal, c - gewone opaal.

Doubletten, imitaties en syntheses

Zwarte edelopaal is een mooie en kostbare edelsteen, maar ze komt dikwijls alleen voor in dunne laagjes in het moedergesteente. Om deze dunne laagjes toch te benutten worden ze vastgekit op een stukje gewone opaal. De zo ontstane combinatie is een **opaaldoublet**. Bij **onyx-opaal** bestaat de onderlaag uit zwarte onyx. Om het dunne opaallaagje te beschermen wordt er dikwijls een bovenlaag van bergkristal aangebracht. Zo ontstaat de opaaltriplet (fig. 6).

Omdat zwarte edelopaal een grotere waarde heeft dan witte edelopaal tracht men zwarte opaal te vervaardigen uit de witte variëteit door de laatste in een suikeroplossing te leggen. De suiker wordt door de poreuze opaal geabsorbeerd en vervolgens verkoold in een zwavelzuurbad onder zwakke verhitting. Zo ontstaat een kunstmatige zwarte opaal die men als **suikeropaal** aanduidt.

Een echte vervalsing bestaat uit een melkachtige glassoort, opaalglas genaamd en cabochon geslepen, waarin een uit diverse kleuren bestaand stukje zilverpapier op de bodem is ingesloten. Deze imitatie is met het blote oog gemakkelijk te herkennen door de steen van de zijkant te bekijken.

Sedert kort wordt opaal ook synthetisch vervaardigd door de firma Gilson, die ook synthetische smaragd maakt. Zowel witte als zwarte opaal wordt geproduceerd. De schrijver heeft ze nog niet gezien. Meer gegevens zijn te vinden bij Darragh & Perdrix (1975).

De foto's bij dit artikel werden gemaakt door L.A. van der Laan, de tekeningen zijn van J. Zaagman. Aan beiden mijn dank.

Literatuur

Butkovič, S., 1970. *História Slovenského Drahého Opálu z Dubníka*. - Bratislava, 269 pp., ill. (Tsjechisch met engelse en duitse samenvattingen).

Darragh, P.J. & J.L. Perdrix, 1975. Notes on synthetic precious opal. - *Journal of Gemmology*, vol. 14, no. 5, p.p. 215 - 223, ill.

Idriess, I.L., 1967. *Opals and sapphires*. - Sydney, 231 pp., ill.

Leechman, F., 1968. *The opal book*. 7e dr. - Sydney, 263 pp., ill.

KRISTALLOGRAFIE

vervolg

door drs. G. van Hierden

Beknpte inleiding in de kristallografie

In het eerste artikeltje in deze reeks hebben we enige aandacht geschonken aan de bouw van een zout- en een calcietkristal. We hebben gezien dat er bij deze kristallen sprake was van ionbinding. In dit artikel gaan we nader in op de bindingsmogelijkheden en zullen we laten

zien hoe hardheid en kleur van mineralen samenhangen met hun kristalstructuur.

Onder hardheid verstaan we de weerstand van een glad mineraal- of kristaloppervlak tegen het krassen. In het algemeen geldt, dat hoe krachtiger de binding is, des te harder is het kristal en des te hoger is het smeltpunt. We zullen dit toelichten aan de hand van de twee koolstof-

mineralen diamant en grafiet, maar geven eerst een overzicht van de vier soorten bindingen die van belang zijn voor de mineralogie:

1 ionbinding - zoals we gezien hebben bindt zich hier een positief ion met een negatief ion. Voor details en verklaring van de terminologie verwijzen we naar het eerste artikel. Dit is het meest voorkomende bindingstype bij gekristalliseerde mineralen. Chemisch gezien bestaat het mineraal altijd uit een verbinding van metalen met niet-metalen, waarbij de metaalionen positief zijn en de niet-metaalionen negatief.

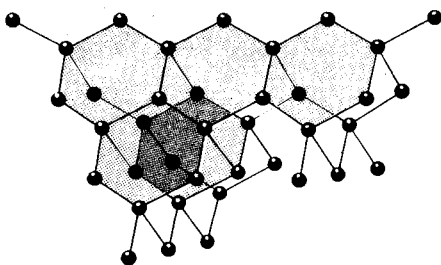
2 atoombinding - in tegenstelling tot de ionbinding waar het ene atoom elektronen afstaat aan het andere atoom, is er hier sprake van het wederzijds uitlenen van één of meer elektronen, waardoor de atomen één of meer gemeenschappelijke elektronenparen bezitten. Deze binding komt voor bij de moleculen van gasen als waterstof, zuurstof en stikstof. Een zeer bekend voorbeeld in de mineralogie is diamant. Deze binding komt alleen voor bij niet-metalen.

3 metaalbinding - de elektronen bewegen zich vrij rond tussen de positieve kernen door. Hun beweging is dus niet plaatsgebonden, zoals bij de ion- en atoombinding. Het optreden van deze zwervende elektronen verleent aan de metalen hun groot geleidingsvermogen.

4 molecuul- of Van der Waals-binding - de ongeladen moleculen liggen naast elkaar. Deze bindingsvorm komt voor bij gasen als waterstof, stikstof en zuurstof. Let erop dat de atoombinding betrekking heeft op de binding van de atomen binnen de moleculen, maar de molecuulbinding op de moleculen onderling. Uit de zeer lage kookpunten van deze gasen blijkt al dat deze bindingskrachten zeer klein zijn.

In de mineralogie komt deze binding nooit alleen voor, maar altijd in combinatie met andere bindingsvormen. Een bekend voorbeeld is grafiet.

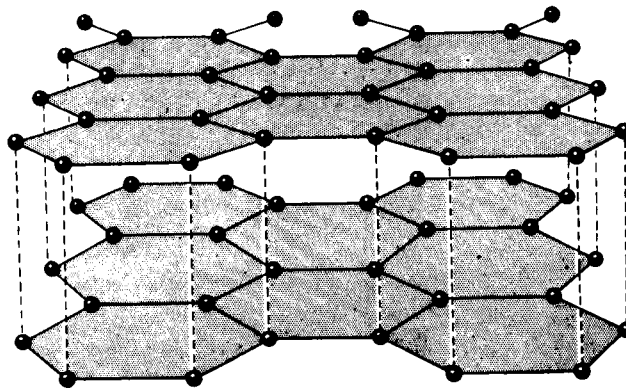
Het ligt voor de hand dat in het algemeen een kristal harder is, naarmate de structuur dichter is en de binding sterker. Bekijk maar eens de tekeningen van de structuur van diamant en grafiet.



diamant

De tekening van de diamantstructuur laat zien dat ieder koolstofatoom door vier gelijkwaardige atoombindingen met andere atomen verbonden is en dat er sprake is van een zeer dichte structuur. In grafiet daarentegen zijn de koolstofatomen in platte vlakken gerangschikt op vrij grote afstand van elkaar. In het platte vlak treedt atoombinding op, ieder koolstofatoom wordt door drie andere gebonden.

Tussen de platte vlakken is er slechts sprake van de zwakke molecuulbinding. Bij wijze van spreken zou je met een mes de twee grijze vlakken heel gemakkelijk



grafiet

van elkaar kunnen scheiden, maar het zou veel meer moeite kosten om met een mes de grafietstructuur loodrecht op de grijze vlakken door te snijden.

We zien aan het voorbeeld van grafiet dat we niet kunnen spreken van 'de' hardheid van een kristal of mineraal. Kristalvlakken, evenwijdig aan het meest volkomen slijtvlak, vertonen meestal een geringere hardheid dan de daarop loodrecht staande kristalvlakken. Sommige kristallijne mineralen kunnen in meer dan één richting splijten, calciet bijv. in drie. We moeten bij de hardheidsbepaling hiermee rekening houden. Bij het mineraal distheen of cyaniet vinden we op twee onderling loodrechte vlakken resp. de waarden 5 en 7 van de schaal van Mohs.

Mohs was een Oostenrijks geoloog, die een reeks vrij willekeurig gekozen mineralen rangschikte naar hun toenemende hardheid. Hoewel zijn schaal dateert uit 1822, wordt er nog steeds gebruik van gemaakt.

De rangschikking van de mineralen is als volgt:

1 talk	5 apatiet	9 korund
2 gips	6 orthoklaas	10 diamant
3 calciet	7 kwarts	
4 fluoriet	8 topaas	

We moeten bij het hanteren van deze schaal bedenken dat we niet te maken hebben met een intervallschaal. Een intervallschaal kent maateenheden die uit gelijke intervallen bestaan, zoals bij een thermometer, waarop de afstand van 0° tot 10° even groot is als die van 30° tot 40°. Het verschil in hardheid evenwel tussen bijv. talk en gips is niet even groot als dat tussen korund en diamant. We hebben te maken met een ordinale schaal, d.w.z. de schaal geeft een rangorde aan die niet gekoppeld is aan een maateenheid. Bij de bepaling van de hardheid van een mineraal gaan we dus alleen maar na of een mineraal harder of zachter is dan één van de nummers uit de schaal van Mohs. Als eenvoudige hulpmiddelen kunnen we gebruiken de vingernagels, een cent, een zakmes en een voorwerp van gehard staal met respectievelijk een hardheid van 2,5 - 3,5 - 5,5 - 6,5.

Kleur is een tweede determinatiekenmerk. Alle kleuren uit het kleurenspectrum vinden we in een mineralenverzameling terug. Denk aan violette amethyst, blauwe azuriet, groene malachiet, gele zwavel, oranje wulfeniet en rode realgar. Daarnaast nog zwart (eigenlijk afwezigheid van kleur) en wit. Helaas is de kleur van een mineraal nooit een afdoend determinatiekenmerk, sterker nog, er is geen enkel mineraal bekend dat het alleenrecht bezit op een bepaalde kleur. Bovendien vertonen vele mineralen door de aanwezigheid van uiterst kleine

hoeveelheden vreemde ionen, minimale verschillen in samenstelling, aanwezigheid van insluitels of als gevolg van oppervlakteomzettingen grote variaties in kleur. Toch is het alleszins de moeite waard om iets meer over het verschijnsel kleur te weten, uw mineralen komen er dan nog gekleurder op te staan.

Wanneer we ons afvragen wat het verschijnsel kleur nu precies inhoudt en we raadplegen een encyclopedie, dan vinden we de volgende omschrijving: 'effekt dat ontstaat, doordat een voorwerp het opvallende licht, afhankelijk van de daarin aanwezige golflengten, min of meer diffuus terugkaatst terwijl een gedeelte van het licht wordt geabsorbeerd.

Bij wit licht is de kleur van het geabsorbeerde licht complementair aan de kleur van het teruggekaatste.' Hoewel wetenschappelijk volkomen verantwoord, doet deze omschrijving teveel een beroep of fysische achtergrondinformatie en werpt te weinig licht op de kleurenrijkdom van onze mineralen. We zullen in dit artikel voorbijgaan aan de natuurkundige kant van het verschijnsel kleur en ons bezighouden met de vraag: Bezit het mineraal zelf deze kleur of is de kleur het resultaat van 'verontreiniging'? Het woord verontreiniging staat tussen aanhalingstekens, omdat bijv. robijn en saffier het resultaat zijn van verontreiniging van korund.

Bezit een mineraal een kleur van nature, dan noemen we dit een idiochromatisch mineraal. Is de kleur van een mineraal het resultaat van verontreiniging, dan spreken we van een allochromatisch mineraal. De bouwstenen van deze termen zijn de Griekse woorden *idios*=eigen, *allos*=ander en *chroma*=kleur. In het algemeen kunnen we stellen dat de verontreiniging en dus de kleur wordt veroorzaakt door de aanwezigheid van metaalionen. Deze metaalionen treden in het kristalrooster op als vervangers van de oorspronkelijke ionen (substitutie-ionen), ze hebben deze tijdens het kristallisatieproces verdrongen of gewoon de open plaatsen opgevuld. De hoeveelheid van deze kleurende metaalionen is gewoonlijk uitermate gering, maar het resultaat is er niet minder om. Om een voorstelling van dit effect te verkrijgen behoeven we maar een druppeltje inkt in een glas met water te laten vallen en de verkleuring is onmiddellijk waarneembaar. Gieten we nu van de gekleurde vloeistof een beetje uit in een plat schaalpje, dan zien we dat de kleur minder goed waarneembaar wordt of zelfs verdwijnt.

Nog beter waarneembaar is dit bij een oplossing van kopersulfaat. Deze wetenschap moeten we in ons achter-

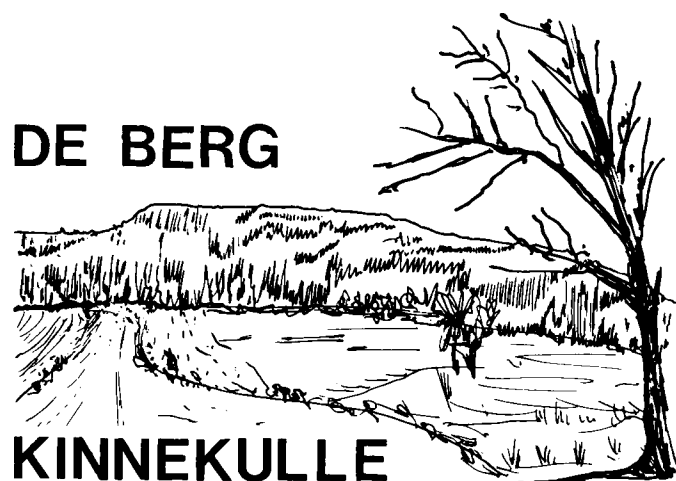
hoofd houden wanneer we gaan determineren. Weten we namelijk of we met een idio- of een allochromatisch mineraal te maken hebben, dan hebben we een eerste determinatiekenmerk gevonden. De meeste amateurs zullen niet kunnen beschikken over spectrografische analysemethoden en zich daarom behelpen met het beroemde porseleinen plaatje. Wanneer we met een mineraal zo'n plaatje bekrassen, blijven er uiterst kleine deeltjes van het desbetreffende mineraal op het plaatje achter. Krassen we met een idiochromatisch mineraal, dan zal de kras dezelfde kleur hebben als het mineraal, omdat ook de kleinste deeltjes van dit mineraal de desbetreffende kleur bezitten. Krassen we met een allochromatisch mineraal, bijv. met de korundvariëteiten robijn en saffier, dan zal de kras kleurloos zijn. Vergelijk voor het goede begrip nogmaals de uiteenzetting over het glas en het schaalpje inkt.

Is zowel het mineraal als de verontreiniger bijv. groen of maakt de verontreiniger een wezenlijk bestanddeel van het mineraal uit, dan worden we gefopt. Dit risico moeten we maar op de koop toe nemen. Welke metaalionen treden nu vooral als verontreinigers op en welke verkleuring veroorzaken ze? Donker gekleurde mineralen hebben gewoonlijk ijzer- of magnesiumionen in hun rooster opgenomen, licht gekleurde natrium-, kalium-, aluminium- of calciumionen. Voor de speciale vuurwerkeffecten zorgen enkele metaaloxiden. Bekende voorbeelden zijn de chroomoxyden (rood of groen), de ijzer- en mangaanoxyden (rood tot rose) en de koper- en nikkeloxyden (groen).

Tot slot willen we erop wijzen dat er nog andere processen tot verkleuring van mineralen kunnen leiden, zoals de aanwezigheid van organische bestanddelen, hitte, en radio-activiteit. Naar we hopen hebben deze artikeltjes u voldoende nieuwsgierig gemaakt naar het inwendige van uw mineralen en kristallen om nu zelf eens wat te gaan grasduinen in onderstaande literatuur over kristallografie en mineralogie.

Literatuur:

- L.G. Berry en B. Mason, *Mineralogy: Concepts, Description and Determination*, 1959.
P.E. Desautels, *The Mineral Kingdom*, Londen, 1969.
B.G. Escher, *Algemene Mineralogie en Kristallografie*, Den Haag, 1950.
Hurlburt, Jr., C.S., *Dana's Manual of Mineralogy*, 1961.
W. Lieber, *Der Mineraliensammler*, München, 1966.
D.J.G. Nota en S.R. Troelstra, *Praktikumhandleiding mineralogie en petrografie*, Wageningen, 1968.



DE BERG

KINNEKULLE

door G. Zuidema

De vrij lage berg Kinnekulle (306 m) ligt in Västergötland (Zweden) op 10 km afstand van Götene, een stad aan de E 3 van Göteborg naar Stockholm. Hij is vanaf Göteborg over een rustige, mooie weg in twee uur te bereiken. In een schitterend, iets golvend landschap ligt hij daar op U te wachten, met aan zijn westzijde het immens grote Vänern-meer. Van tientallen kilometers afstand is hij al te zien als een eenzame getuigenis van het leven op aarde sinds minstens een half miljard jaar. Daar ligt hij voor de natuurliefhebber, geoloog, paleontoloog en voor een ieder die van rust houdt. In 1746 schreef Carl von Linné al: 'Deze plaats is liefelijker dan enige andere in Zweden'. Nog lyrischer was Dr. Roemer, toen hij in 1856 na een geologische reis naar Zweden