

## Edelsteen van kwarts en water

Ongetwijfeld behoort de opaal tot de meest bekende edelstenen. Iedereen kent de edelopaal met zijn fantastische kleurschittering. Maar voor de mineraloog bestaat er ook opaal die geen kleurspel vertoont, die noemt men gewone opaal. Als mineraal heeft opaal iets bijzonders, het is namelijk niet-kristallijn, maar een colloïdale oplossing, een soort harde gelei. Opaalkristallen bestaan dus niet, opaal is een amorf (=vormloos) mineraal.

Opaal dankt zijn naam aan het Sanskriet (upala=steen), was dan ook in de oudheid al bekend en zelfs zeer geliefd bij de Romeinen, zoals we weten uit de geschriften van Plinius (62 - 114 n. Chr.). In onze tijd is de opaal een beruchte edelsteen: veel mensen geloven dat zij ongeluk brengt. Maar dat ongeluk treft dan niet de bezitter maar de steen zelf, want het kan gebeuren dat de eigenares van een opaal plotseling tot de ontdekking komt dat haar juweel gebarsten is (fig. 1). Opaal wordt bij voorkeur 'en cabochon' geslepen. Alleen de oranje tot rode vuuropaal wordt ook gefacetteerd.

## Eigenschappen

De chemische formule van opaal wordt weergegeven als  $\text{SiO}_2 \cdot n \text{H}_2\text{O}$ , dat wil zeggen dat het kwarts ( $\text{SiO}_2$ ) is waaraan een wisselende ( $n$ ) hoeveelheid water ( $\text{H}_2\text{O}$ ) is gebonden. Die waterhoeveelheid kan variëren van 1 tot 20 pct. In edelopaal schommelt het tussen de 6 en 10 pct. De aanwezigheid van water is er de oorzaak van dat opaal een soort harde gelei is, en door die wisselende hoeveelheid water zijn enkele eigenschappen van opaal ook variabel. Zo bedraagt de hardheid  $5 \frac{1}{2}$  tot  $6 \frac{1}{2}$ , het soortelijk gewicht 1,98 - 2,20, en de brekingsindex 1,44 tot 1,46. Opaal is amorf en derhalve enkelbrekend, ze vertoont geen dichroïsme en ze is niet spijlbaar maar heeft een schelpachtige breuk.

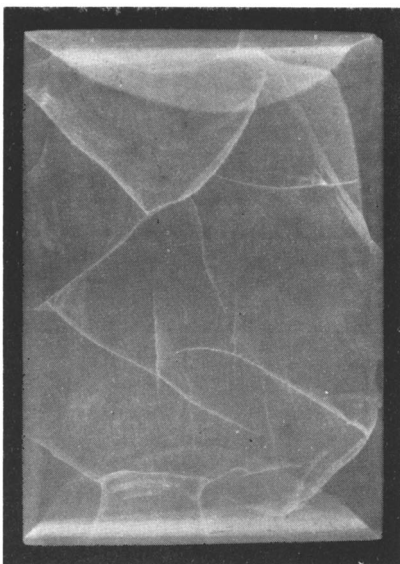


Fig. 1. Geslepen australische opaal die door waterverlies gebarsten is.

Opaal is een oplossingsproduct. Het wordt afgezet in holten en spleten, en het is daarom te vinden als aders in andere gesteenten. Soms is het een druipsteenenvorming en lijkt dan op een druiventrosje. Opaal wordt in diverse gesteenten aangetroffen, meestal in vulkanische gesteenten, maar ook in zandsteen.

Opaal kan het gebonden water afstaan en weer opnemen. Door dat waterverlies ontstaan er spanningen die ten slotte de steen doen barsten. Dit is te voorkomen door de opaal nu en dan in water te leggen, zodat ze weer water kan opnemen. Maar ook daarmee is voorzichtigheid geboden, want een mooie opaal kan door te veel wateropname haar kleurspel verliezen. Er is een opaalsoort die erg snel water opneemt en weer verliest. Deze variëteit noemt men hydrophaan. In 'droge' toestand is de steen ondoorzichtig, na wateropname wordt ze doorzichtig en het kleurspel verschijnt.

Opaal vertoont enkele lichtverschijnselen: opaliseren, opalescentie, fluorescentie en phosphorescentie. Het kleurspel wordt opaliseren of iridescentie genoemd. Dit wordt veroorzaakt door de bijzondere structuur van het opaal. Onder de electronenmicroscopie blijkt opaal een regelmatige structuur te bezitten van ronde bolletjes die uit amorfe siliciumoxyde bestaan. De grootte van die bolletjes is afhankelijk van het aanwezige water, en daarmee hangt samen de golflengte van het licht dat wordt teruggekaatst. Het kleurspel van opaal is dus geen interferentieverschijnsel (dat is het kleurspel dat we kennen van iriskwarts, parels en zeepbellen). Onder opalescentie verstaan we het verschijnsel dat het doorvallend licht een andere kleur heeft (rood-oranje-geel) dan het teruggekaatste licht (groen-blauw). De opalescentie wordt veroorzaakt door het feit dat opaal van het witte licht de groene en blauwe kleuren reflecteert, en de rode, oranje en gele kleuren doorlaat (fig. 2). Doorzichtig edelopaal kan men het best bekijken op een donkere achtergrond. Daardoor worden de doorvallende stralen geabsorbeerd, en de gereflecteerde stralen komen zo beter tot hun recht, waardoor de steen een fraaier aanzien krijgt. Sommige opaalsoorten fluoresceren onder ultraviolet licht, zoals de blauwe en witte edelopalen en de Australische glasopalen. De fluorescentiekleur is wit. Slechts enkele zwarte edelopalen fluoresceren. De Mexicaanse opaalsoorten (vuuropaal en hyaliet) fluoresceren niet, noch de gewone opalen met uitzondering van melkopaal uit Nevada, die groen oplicht. Wanneer de ultraviolette lichtbron wordt uitgeschakeld blijft witte edelopaal nog enkele seconden nalichten. Dit noemt men phosphorescentie.

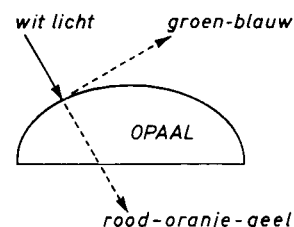


Fig. 2. Schematische voorstelling van de opalescentie. Van het witte licht worden door de opaal de groene en blauwe kleuren gereflecteerd, de rode, oranje en gele kleuren doorgelaten.

## Vindplaatsen

De oudst bekende opalen zijn de zogenaamde Hongaarse opalen, maar de vindplaatsen (Dubnik en Opalbanya) behoren sedert 1918 tot Slowakije. Het is bekend dat daar reeds in de 14e eeuw opaal werd gedolven in een open mijn. Nu werkt men ondergronds. De opalen van de Romeinse tijd kwamen eveneens uit Tsjechoslowakije. De meeste opaal van dat gebied is witte edelopaal, die wordt gevonden in andesiet-lava. Bohemen heeft geheel doorzichtige glasopaal (hyaliet), die echter geen betekenis heeft als edelsteen.

Van Silezië in Polen is een groene opaalsoort bekend, de prasopaal, die door nikkeloxyde gekleurd is. Ze heeft geen kleurenspeel.

In Frankrijk zijn enkele vindplaatsen van gewone opaal. Op de Faeröer eilanden wordt cacholong opaal gevonden. Mexico is het land van de vuuropalen, die in pre-Columbiaanse tijd reeds bekend waren aan de Azteken. De kleur varieert van rood via oranje tot geel en kleurloos. Kleurenspeel is al dan niet aanwezig. De vindplaatsen zijn Zimapan en San Luis Potosi in vulkanische gesteenten: rhyoliet, andesiet en trachiet (fig. 3).

Honduras in Midden-Amerika heeft opaal die commercieel niet van betekenis is. Het is een op carneool gelijkende opaalsoort, soms geband. Ze wordt in trachiet aangetroffen.

In de Verenigde Staten vindt men in de staat Nevada, bij Virgin Valley, edelopaal en fluorescerende melkopaal. In diverse andere staten komt gewone opaal voor, soms met dendrietten.

Hét land van de opalen is Australië. Ze werden er ontdekt in het laatste kwart van de 19e eeuw. De opaal komt er voor in holtes van basalt of zandsteen. Veel soorten edel- en gewone opaal komen uit Australië. Bekende vindplaatsen zijn White Cliffs en Lightning Ridge in N.S.-Wales, Coober Pedy en Andamooka in Zuid-Australië. Ook Queensland levert opaal.

Japan heeft hyaliet (glasopaal) in de vorm van heldere bolletjes, gelijkend op viskuit.

## Opaalsoorten en variëteiten

Er zijn veel soorten en variëteiten van opaal bekend. De meeste worden hierna genoemd. De naam **edelopaal** wordt gebruikt voor alle soorten die kleurenspeel, het opaliseren, vertonen. De waarde wordt groter naarmate meer kleuren aanwezig zijn. Bij **witte edelopaal** zijn de kleuren zichtbaar op een lichte ondergrond. We spreken van **harlekijnopaal** als het kleurenspeel bestaat uit vele kleine ruitjes naast elkaar, gelijk het kostuum van een harlekijn. Wanneer de kleuren als kleine puntjes in de steen zichtbaar zijn noemen we het **pinpointopaal**. **Vlammenopaal** vertoont fel rode strepen wanneer de steen bewogen wordt. Bij **blauwe edelopaal** is blauw de hoofdkleur van het kleurenspeel.

**Zwarte edelopaal** is het meest kostbaar. Het kleurenspeel is aanwezig op een donkere ondergrond, van grijs tot zwart.

Onder **schelpopaal** (fig. 4) verstaan we fossiele schelpen die geheel geopaliseerd zijn. **Houtopaal** is fossiel hout, waarbij de houtstof is omgezet in opaal. Het is verwant aan houtagaat, waarbij het hout is omgezet in chalcedoon. Al deze edelopaalsoorten worden in Australië gevonden. Tsjechoslowakije levert vooral witte edelopaal.

Mexico is het land van de **vuropaal**. De kleur is fel rood, oranjerood tot oranje. Violet komt ook voor, maar dat is zeldzaam. Als de kleur geel is spreken we van **goudopaal**. Ontbreekt kleur dan noemen we het **hyaliet**, ook wel **glasopaal** of **wateropaal**. **Jelly** (=gelei) opaal is een iets troebele wateropaal, die inderdaad een geleiachtige

indruk maakt. Omdat vuuropalen doorzichtig zijn worden ze gefacetteerd geslepen. Het kleurenspeel ontbreekt meestal. Wanneer dat wel aanwezig is noemt men ze **girasol** (=draaiende zon). Ook de glasopaal kan kleurenspeel vertonen.

De **hydrophaan** (=verschijnend in water) is een opaalsoort die sterk hygroscopisch is. Ze is ondoorzichtig, maar na enige tijd in water te hebben gelegen wordt de steen doorzichtig en het kleurenspeel kan verschijnen, veroorzaakt door de wateropname. De **contra-luz opaal** (=tegenlicht opaal) vertoont bij opvallend licht geen, bij doorvallend licht wel kleurenspeel. Zij is dus tegengesteld aan de normale edelopaal.

Geslepen opalen die ook nog iets van het moedergesteente bevatten zijn **matrixopalen**.

De opalen zonder kleurenspeel, die bovendien ondoorzichtig zijn, vatten we samen onder de naam **gewone opaal**.

Een andere naam is **halfopaal**, maar deze enigszins onzinnige term kunnen we beter vergeten. Een aantal variëteiten van gewone opaal wordt cabochon geslepen en genoemd naar hun kleur.

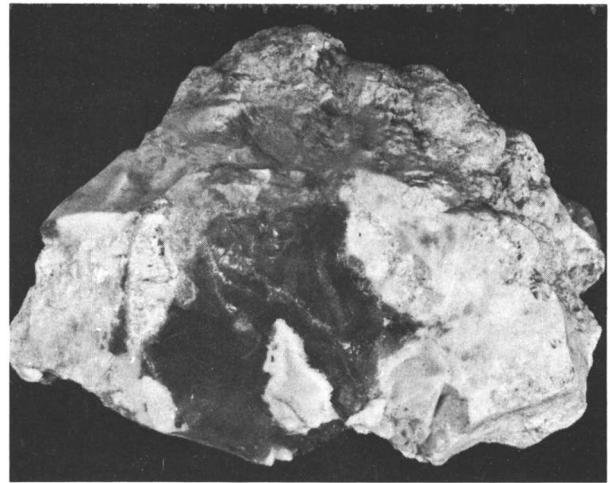


Fig. 3. Mexicaanse vuropaal (donker) in matrix.

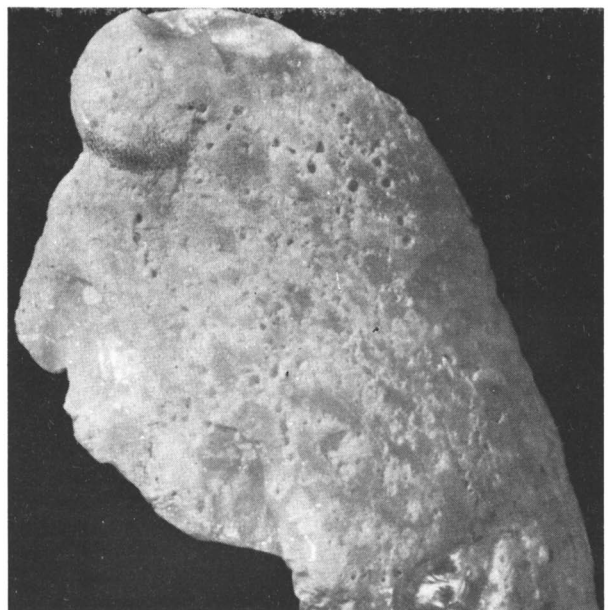


Fig. 4. Schelpopaal: een fossiele schelp (**Capulus**) van Australië die geheel uit opaal bestaat.

**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 lijkt 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.

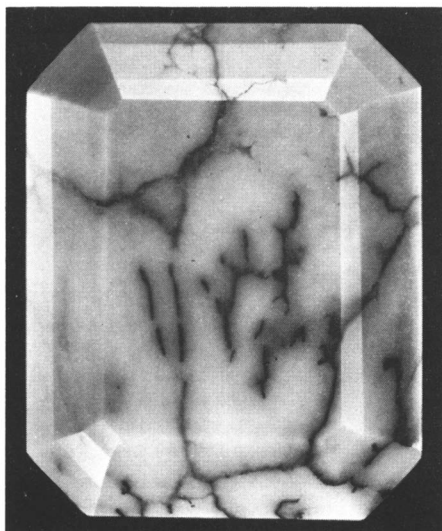


Fig. 5. Een gefacetteerde dendrietenopaal uit Australië.

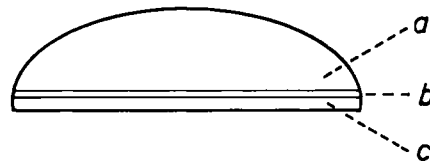


Fig. 6. Schema van een opaaltriplet, a - bergkristal, b - dun laagje zwarte edelopaal, c - gewone opaal.

### 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

### Beknorte 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-