

Edelsteenkunde:

onmisbaar in de wereld van echt en imitatie

door Kees Hoving
Nederland Gemmologisch Laboratorium, www.nedgemlab.nl

Veel mensen dragen graag mooie, sierlijke voorwerpen - dat is al zo sinds de vroege prehistorie. Eerst was het dragen van voorwerpen louter functioneel. Om de handen vrij te houden voor wapen of werktuig, werd om de hals een touwtje met een zakje gedragen waarin de kostbare spullen opgeborgen werden, want kleren met zakken waren nog niet bedacht. In de loop van de tijd werd het touwtje vervangen door een ketting van bijvoorbeeld berentanden waaraan bijzondere krachten werden toegeschreven. Moesten voorwerpen eerst nuttig zijn, later moesten ze ook mooi en sierlijk zijn. Mooi voor de drager, maar ook om complimenten en respect te ontvangen.

Mensen ontlenen eigenwaarde en zelfrespect aan het dragen van sierlijke voorwerpen. De psycholoog Maslov beschrijft in zijn boek "Piramide van Maslov" de volgorde van menselijke behoeften: eerst eten en drinken, dan een veilige slaapplek, daarna een familie- of groepsband, dan waardering en respect en tenslotte zelfrealisatie, kijken wat je (nog) meer kunt of wilt. Steeds wordt de voorgaande behoefte in voldoende mate vervuld eer de stap naar de volgende behoefte wordt gezet. Ook in onze huidige wereld bestaat de behoefte om mooie voorwerpen te dragen. In onze tijd van hoge materiële welvaart zijn veel sieraden gemaakt van eigentijdse en dure materialen: de menselijke evolutie verloopt als het ware van 'berentand tot briljant'.

Edelstenen

Diamant behoort tot de top van gewilde edelstenen, zoals robijn, saffier, smaragd. U weet ongetwijfeld welke kleuren deze edelstenen doorgaans hebben. Diamant: wit, robijn: rood, saffier: blauw, smaragd: groen. Wat 'edel' precies betekent bij edelstenen is niet precies duidelijk, maar het zou iets moeten zijn van: mooi, schaars en duurzaam. Een steen moet mooi zijn: de kleur, de glans, de schittering. Hij moet schaars zijn: naarmate iets gemakkelijker te verkrijgen is, wordt de aantrekkelijkheid kleiner. Tenslotte moet een edelsteen duurzaam zijn: niet gemakkelijk kapot gaan, lang meegaan.

Een edelsteen hoeft niet per se van minerale afkomst te zijn. Onder edelstenen worden ook koraal gerangschikt, barnsteen en parels. De definitie van 'edelsteen' is ruim begreemd. Een van de bewakers van die grenzen is het CIBJO (Confédération Internationale de la Bijouterie, Joaillerie et Orfèvrerie), een internationale organisatie voor juwelenverkopers. De CIBJO schrijft voor hoe

edelstenen en parels moeten worden genoemd. Als u bij een juwelier een ring met een diamant koopt, moet u erop kunnen vertrouwen dat u een echte diamant koopt en geen namaak krijgt. Vertrouwen is



Afb. 1. Deze briljant-geslepen 'diamant' blijkt een zirconia te zijn (Polen, 25 ct).

mooi, maar hoe gaat dat in de praktijk? U koopt in vertrouwen bij de juwelier, die koopt in vertrouwen bij de groothandel. Maar als u met een edelsteen bij een juwelier komt, is dat vertrouwen er niet. De juwelier kan, met zijn ervaring, wel gissen welke edelsteen hij ziet, maar een bindende uitspraak over de echtheid doet hij niet. Als u wilt weten wat uw (edel)steen precies is, dan moet u bij de edelsteenkundige, de gemmoloog zijn. Afb. 1.

Gemmologie

Een gemmoloog onderzoekt de eigenschappen van edelstenen en identificeert ze. Hij (of zij) heeft een flinke opleiding achter de rug. Toonaangevende opleidingen zijn GIA (in Amerika), FGA (in Engeland) en DM&G (in Duitsland). In Nederland verzorgt het NGvE (Nederlandsch Genootschap voor Edelsteenkunde) de vakopleidingen. Een gemmoloog heeft veel kennis van (de eigenschappen van) edelstenen en kunde van (de werking van) instrumenten. Zijn onderzoek is altijd gericht op het aantonen, of juist uitsluiten, van kenmerken en eigenschappen. Het eerste instrument van de gemmoloog is zijn gezichtsvermogen. Hij ziet de kleur, de vorm, het slijpsel, de glans, de doorzichtigheid. Het tweede instrument is de loep. Bij een (mogelijke) ruwe diamant zoekt hij naar trigonen: driehoekige putjes in het oppervlak ontstaan tijdens de vorming van het kristal. Bij een geslepen (veronderstelde) robijn kijkt hij naar de kwaliteit van het slijpwerk. Hij zoekt naar luchtbellen in de steen. Is het misschien glas? Hij toetst zijn waarnemingen aan theoretische kenmerken en eigenschappen en vormt zich gaandeweg een oordeel. Zoals eerder vermeld, maakt de gemmoloog goed gebruik van zijn ogen. Maar onze zintuigen bedotten ons wel eens. Achter in ons oog zitten miljoenen receptoren in de vorm van staafjes en kegeltjes. De staafjes zijn ontvankelijk voor vormen, de kegeltjes voor kleuren. De receptoren leveren impulsen aan de hersenen, waardoor we ons bewust worden van vorm en kleur. Maar dit proces kent geen rekenkundige precisie, het is niet voor iedereen gelijk. Kleuren worden verschillend beleefd: wat de een helder rood noemt, noemt de ander wijnrood. Ons optisch apparaat is niet steeds even betrouwbaar en onderhevig aan illusies, ons kleurbewustzijn is subjectief.

Hoe ontstaat kleur eigenlijk? De aarde ontvangt haar licht van de zon. Zonlicht heeft allerlei golflengtes, van lange (radiogolven) tot korte (UV-licht). Als we licht 'breken' in een prisma, een driehoekig stuk glas, dan zien we de (zichtbare) kleuren van de regenboog: rogg biv. U weet vast waar die letters voor staan. (Voor de gene die het even niet weet: rood, oranje, geel, groen, blauw, indigo, violet.) Als licht op een voorwerp valt, dan absorbeert dat voorwerp alle kleuren, behalve de eigen kleur. Deze kleur (*chroma*) heeft een oorzaak. Een steen is idio- of allochromatisch. Bij idiochromatische stenen wordt de kleur veroorzaakt door de chemische samenstelling. Bij een allochromatische edelsteen wordt de kleur veroorzaakt door de aanwezigheid van bijvoorbeeld 'vreemde' atomen. Het mineraal korund, chemische samenstelling Al_2O_3 , is op zichzelf kleurloos, maar kleurt door de aanwezigheid van een minieme hoeveelheid chroom (Cr) en/of vanadium (V) rood (robijn), door de aanwezigheid van ijzer (Fe) blauw (saffier). Het opsporen van 'vreemde' atomen gebeurt met een gemmologische spectroscop, bijvoorbeeld een diffractiespectroscop. Afb. 2. Dit is een klein buisje, zo'n 5 cm lang, met een regenboogtraliewerk, dat prisma-eigenschappen bezit. Met een goede verlichting wordt nu naar de edelsteen gekeken. Het traliewerk of prisma laat de eigen kleur door (de emissielijnen), maar niet de



Afb. 2. Een spectroscop, prisma, merk Krüss.

'vreemde' kleur (de absorptielijnen, dit zijn de zwarte lijnen in het kleurenspectrum). Uit het patroon of de plaats (via een schaalverdeling) van de absorptielijnen kan de gemmoloog afleiden welk vreemd element of mineraal aan de orde is en kan hij de edelsteen identificeren.

Lichtbreking

Een heel belangrijke eigenschap van edelstenen is de lichtbreking. U weet wel van vroeger: als je een stok in helder water stak, leek het net of de stok gebroken was, de stok in het water had een andere richting dan het stuk erboven. Dat komt omdat de snelheid van

het licht in water lager is dan in de lucht; daardoor wordt het licht in water afgebogen, gebroken. Ook in doorschijnende mineralen wordt het licht gebroken. Bij de stok in het water zag je maar één stok, want water is enkelbrekend. Veel mineralen zijn echter dubbelbrekend. Daar maakt de gemmoloog gebruik van. Met de polariscope wordt gekeken of een steen enkel- of dubbelbrekend is.

U kunt het zelf thuis ook doen met twee losse polaroid zonnebril-glaasjes en een lichtbron, bijvoorbeeld een zaklantaarn. Leg het eerste glaasje op de zaklantaarn en leg daar het mineraal weer op. Plaats het bovenste glaasje zo'n 5 cm boven het onderste glaasje. Kijk door beide glaasjes en verdraai het bovenglaasje tot het licht verdwijnt. Dit is de uitdoofstand van de polaroidglaasjes. Als ook de tussenliggende steen uitdooft, hebt u waarschijnlijk een enkelbrekende steen gevonden (diamant, spinel, granaat, glas). Als de tussenliggende steen niet uitdooft, maar oplicht, heeft u een dubbelbrekende steen. De meeste edelstenen zijn dubbelbrekend: korund (robijn, saffier), beryl (smaragd, aquamarijn), toermalijn, tanzaniet.....

De refractometer meet de hoek van lichtbreking. Weet u nog de proef van de stok in het water: onder welke hoek zag u de stok in het water? Elk mineraal heeft een eigen brekingshoek, die kan worden gemeten met een refractometer. Afb. 3. Een gemmologische refractometer heeft de afmeting van een pakje boter en heeft *on board* een stuk hoogwaardig glas in de vorm van een prisma en een schaalverdeling. Open het bovenklepje en leg de steen met een beetje contactvloeistof op het prisma. Door het kijkglasje wordt brekingshoek zichtbaar, dat is de grens van licht en donker naast de schaalverdeling. Het bijbehorende getal wordt opgezocht in een tabel en zie: u hebt een naam van een edelsteen. Maar let op: er zijn meer edelstenen met hetzelfde brekingsgetal. U heeft wel een indicatie, een aanwijzing. U hebt inmiddels genoteerd welke kleur uw steen heeft (donkerrood), dat de steen geen luchtbelletjes bevat, dat de steen enkelbrekend is, de spectroscop een bepaald patroon vertoont en nu heeft u ook het brekingsgetal genoteerd. Het zou wellicht een granaat kunnen zijn.

De hydrostatische balans om de soortelijke dichtheid (vroeger: soortelijk gewicht) te bepalen. De microscoop om te zoeken naar zichtbare insluitsels: tijdens de groei van het mineraal zijn wellicht andere mineralen en/of een vloeistof of een gas ingesloten. De studie van insluitsels is een vak apart.

U kunt met de microscoop ook zoeken naar sporen van kunstmatige aard: is de steen behandeld, en zo ja waarmee, is de steen echt of namaak, is het een synthetische steen.

Het 'behandelen' van stenen

Bij veel edelstenen is het mogelijk om kleur en doorzichtigheid kunstmatig te veranderen. Door het verbeteren van de kenmerken stijgt de aantrekkelijkheid, dus de waarde van een edelsteen. Als een onaantrekkelijke groenige turkoois met een blauwe kunststof wordt geïmpregneerd, dan zou hij door kunnen gaan voor een natuurlijke blauwe turkoois en in prijs stijgen.

De behandelingen kunnen in zes categorieën worden onderverdeeld: het verbeteren van de glans door inwrijven met was, olie of natuurhars, het opvullen van scheurtjes met kunsthars of glas, het verbeteren van de kleur met verf of een coating, het bleken of impregneren, het branden en het bestralen.

Een behandeling met was of hete olie wordt bijvoorbeeld veel op smaragd toegepast. Kleine barstjes en scheurtjes op het oppervlak worden opgevuld met materiaal dat een soortgelijke lichtbreking heeft, zodat de opvulling voor het blote oog niet waarneembaar is. Smaragd wordt hierbij eerst in zuur gekookt om verontreinigingen in de barstjes op te lossen. Met een vacuümpomp wordt zoveel mogelijk lucht uit de scheurtjes gezogen en dan wordt de steen onder druk in hete olie of hars gekookt. Als olie wordt canadabalsem gebruikt. Daarna wordt hij schoongemaakt en op de markt gebracht. De behandeling is niet duurzaam. Olie droogt op termijn uit, scheurtjes worden langzaam weer zichtbaar. Smaragd is gevoelig voor licht en warmte. Edelstenen als turkoois of lapis lazuli, die een grote porositeit hebben, worden met kunsthars behandeld om de kleur te verbeteren, het breukgevaar te verminderen en de steen te beschermen tegen de invloed van zweet en parfum. Bij de behandeling met twee-componentenkunsthars, met de namen Opticon, Palmolie of Gematrat, worden eerst de scheurtjes met warme kunsthars gevuld. De tweede component is de uitharder, die door UV-straling tegelijk de scheurtjes afdicht.



Afb. 3. Een refractometer, GIA.

Ook branden is een geliefde bezigheid. Verhitting van de steen kan verandering van kleur of doorzichtigheid tot gevolg hebben. Bij Birmese robijn is dit een bekende methode. Experimenteer eens thuis: doe een goedkope rookwants een paar uur in een hete oven en beoordeel het resultaat. Hogere temperaturen kunnen tot oxidatie van de kleurgevende insluitsels leiden, of defecten in het kristalrooster herstellen. Bij barnsteen kan de troebelheid verdwijnen en een mooie heldere steen overblijven. Groenige aquamarijn kan een aantrekkelijke heldere blauwe kleur krijgen. Iedere steen heeft een eigen temperatuurgrens. Als de temperatuur deze grens overschrijdt laat dit sporen na: insluitsels zien er anders uit, er kan kleurzoning optreden op plaatsen waar deze niet zou moeten zitten.

De laatste jaren worden stenen bestraald. Dat kan met elektromagnetische stralen als gamma-, röntgen- of UV-straling, maar ook door het 'bombarderen' met elementaire deeltjes (elektronen, neutronen) waardoor een sterke kleurverbetering ontstaat. Bombarderen vindt in een kernreactor plaats. Een bekend voorbeeld is de helderblauwe topaas. Deze topaas kan na bestraling nog meerdere jaren radioactief zijn. Daarom gaat zo'n partij eerst een tijd in quarantaine voor deze wordt vrijgegeven.

Synthesen

Een synthetische edelsteen is kunstmatig gefabriceerd, maar heeft de kenmerken en eigenschappen van de natuurlijke edelsteen. Vooral bij dure stenen is dit lucratief. De synthetische stenen kunnen op een zestal verschillende manieren gemaakt worden: via de vloeimethode, de smeltmethode, de trekmethode, de hydrothermaal-methode, de hogedruk-methode (hpht) en tenslotte als jongste loot aan de stam: de cvd-methode (een opdampmethode).

De smeltmethode voor edelstenen werd in 1892 voor het eerst toegepast: Verneuil maalde ruwe aluminiumoxyde tot poeder en verhitte deze in een speciale oven. Tijdens de afkoeling ontstonden, met een groeisnelheid van 20 mm p/u, peertjes van doorzichtige robijn of saffier. Op mineralen- en edelsteenbeurzen zie je die peertjes of pijpjes nog wel eens liggen. Afb. 4.

Bij de trekmethode van Czochralsky wordt aluminiumpoeder in een smeltkroes verhit. Dan wordt een kiemkristal, een stukje robijn, in de smelt gedoopt en langzaam omhoog getrokken. Aan het oppervlak van het kristal groeit, met een snelheid van 50 mm p/u, nieuw materiaal. Zo kunnen kristallen van meerdere kilo's ontstaan.

De high pressure, high temperature-methode (hpht) is een duur proces en wordt daarom vooral bij synthetische diamant toegepast. Een autoclaaf, een dik, hoogwaardig stalen vat, wordt op hoge temperatuur (tot 2000°C) en hoge druk (tot 50 atm) gebracht, waarbij koolstof (grafiet) in diamant wordt omgezet. Vanaf 1970 maakte General Electric (USA) de eerste slijpwaardige synthetische diamant. Er zijn syntheses tot drie karaat in de handel. Bij de cvd-methode (*chemical vapour deposition*) is sprake van het opdampen van koolstofplasma (een gas) op een grafietsubstraat. Er zijn nog maar dunne plaatjes cvd-diamant in de handel. De tot ca. 3 karaat geslepen stenen hebben een bruinige kleur en worden nabehandeld met hoge druk en temperatuur.

De laatste jaren is men zeer actief in het ontwikkelen van synthetische edelstenen. Vroegere syntheses kan de gemmoloog vrij snel opsporen. Natuurlijke stenen hebben een eigen 'hoekige' kristalgroei. Synthetische stenen hebben een ronde kristalgroei. En zo zijn er meer verschillen in kenmerken. De latere syntheses zijn knap lastig voor de gemmoloog, want de benodigde instrumenten zijn bijzonder prijzig. Met een D-screen van enkele duizenden euro's is natuurlijke diamant van synthetische diamant te onderscheiden. Maar een spectrofotometer is voor een home- of travellab vaak al te veel van het goede. Het opsporen van moderne syntheses van diamant wordt dan ook, tegen hoge prijzen, uitgevoerd door speciale gemmologische laboratoria, zoals GIA in Amerika en HRD in België.

Imitaties

Namaakproducten hebben niet de eigenschappen, maar imiteren een oorspronkelijk product. Hierbij wordt allerlei materiaal ge-

bruikt. Imitaties kunnen in een viertal categorieën worden onderverdeeld: het maken van een reconstructie, het persen van vormen onder druk, het gebruik van glas en het verwerken van samengestelde stenen. Bij een reconstructie wordt oorspronkelijk of kunstmatig materiaal gesmolten, tot poeder gemalen of gesinterd en met een bindmiddel als kunsthars samengevoegd. Volgens worden hieruit stenen geslepen. Bij barnsteen, hematiet,



Afb. 4. Twee smeltperen volgens de Verneuil-methode. Links: spinel; rechts: korund.

turkoois of oud ivoor is dit een bekende methode. Bij gebruik van druk wordt cementachtig materiaal uit verfstof en kunsthars onder hoge druk tot een gewenste vorm geperst. Het product kan dan op lapis lazuli, turkoois of malachiet lijken. Afb. 5.

Glas is waarschijnlijk de oudste imitatie-edelsteen. Niet alleen doorzichtige stenen kunnen worden gemaakt, maar ook half-doorzichtige, zoals groene jade. Glas kan vaak met eenvoudige gemmologische middelen worden onderscheiden. Soms zijn met een 10x vergrotende gemmologische loep sigaarvormige luchtbelletjes te zien. Maar er bestaat ook natuurlijk glas, bijvoorbeeld obsidiaan. Dat is zonder een laboratorium wat lastiger te bewijzen.

Bij samengestelde stenen, stenen die uit twee delen (doubletten) of drie delen (triplekken) bestaan, worden laagjes van verschillende mineralen samengevoegd. Soms is dat toelaatbaar, vaak niet. Toelaatbaar is om bij zwarte opaal, kwarts op zwarte opaal in matrix te plakken en daarvan een cabochon (een gladde vorm zonder facetten) te slijpen. De bolle vorm van de kwarts vergroot het kleurenspectrum van de opaal voluit en wordt daarom als een zichtbare en waardevolle aanvulling op de natuur aangemerkt.

Afb. 6. Een minder geslaagde handelwijze is het samenvoegen van een deel mooie smaragd (bovenzijde) met een deel groene kwarts (onderzijde), met als doel het als één grote smaragd te doen voorkomen. Onder de microscoop kan het plaksel, de kit worden waargenomen.

Tot slot

Gemmologie bedrijven is een boeiende uitdaging. Geen steen is dezelfde. Steeds word je teruggeworpen op je eigen kennis en kunde. Nieuwe ontwikkelingen bijhouden gaat tegenwoordig beter dan vroeger. Op het internet verschijnen uitgebreide artikelen over gemmologie. Met eenvoudige kennis, enkele instrumenten en een goede gids over edelstenen kan iedereen beginnen. Op www.marktplaats.nl worden soms goedkope instrumenten aangeboden.

Het is belangrijk om aansluiting te zoeken bij een vereniging voor edelsteenkundigen / gemmologen. Rond Amsterdam is dat GEA Gemma (www.geocities.com/geagemma), rond Arnhem is dat het Gilde (www.gemmologischgilde.nl) en voor de regio Rotterdam het Nederlands Genootschap voor Edelstenen (www.ngve.org). Daar wordt informatie uitgewisseld, worden bijzondere stenen getoond en krijgt u de kans om te oefenen in edelsteenonderzoek.

vervolg op pagina 117.