

Het Nederlands Edelsteen Laboratorium

Hanco Zwaan

Drs. J.C. Zwaan FGA. Nationaal Natuurhistorisch Museum. Naturalis. Postbus 9517, 2300 RA Leiden. zwaanj@naturalis.nl

Het Nederlands Edelsteen Laboratorium is onderdeel van de afdeling Mineralogie van Naturalis. Het onderzoekt edelstenen en parels, en maakt daarover rapporten op voor bedrijf en particulier. Aan de hand van enkele voorbeelden wordt ingegaan op het soort onderzoek dat aan deze stenen gedaan wordt.

Achtergrond

De afdeling Mineralogie van Naturalis houdt zich al geruime tijd bezig met het onderzoeken van edelstenen. Edelstenen zijn bijzondere mineralen die in de regel gekenmerkt worden door schoonheid, duurzaamheid en zeldzaamheid, en daarom de moeite waard zijn om te slijpen en in sieraden te zetten. In 1825 schonk Koning Willem I het toenmalige Rijksmuseum van Natuurlijke Historie te Leiden een collectie edelstenen. Dit is de aanleiding geweest tot het wetenschappelijk onderzoek van edelstenen aan dit museum. Door de jaren heen is veel expertise opgebouwd ten aanzien van het herkennen en het ontstaan van edelstenen. De door Koning Willem I geschonken collectie is in de loop van de tijd aangevuld, niet alleen met nieuw ontdekte, geslepen edelstenen, maar ook met fraai gevormde onbewerkte kristallen. Een gedeelte van deze collectie is nu in Naturalis tentoongesteld in de Schatkamer.

De in het museum aanwezige expertise werd in de jaren vijftig opgemerkt door de sieradenbranche. Na overleg met de overkoepelende brancheorganisatie, de Federatie Goud en Zilver, is toen besloten om het Nederlands Edelsteen Laboratorium op te richten. Dit laboratorium zou gevestigd worden in het museum en diensten moeten verlenen voor de identificatie van edelstenen en parels. Een en ander heeft geresulteerd in een betrouwbare instelling, waar zowel particulieren als de sieradenbranche terecht kunnen voor een onafhankelijk oordeel.

Wat doet het Nederlands Edelsteen Laboratorium?

Alles wat kostbaar is wordt nagemaakt, zo ook edelstenen. Er zijn veel synthetische stenen (geproduceerd in een laboratorium of fabriek) en imitaties op de markt. Vaak zijn ze niet zo gemakkelijk te onderscheiden van echt. Ook bemoeilijkt de zetting van de edelstenen in sieraden de identificatie dikwijls. Tevens worden stenen, door de

grote vraag naar hoge kwaliteit, steeds meer behandeld. Door zo'n behandeling gaan de stenen er fraaier uitzien; zo kan de kleur of de helderheid bijvoorbeeld aanzienlijk worden verbeterd. Het is natuurlijk zaak om zo'n behandeling te herkennen, omdat een behandelde steen uiteraard minder waard zal zijn dan een onbehandelde steen van dezelfde kwaliteit.

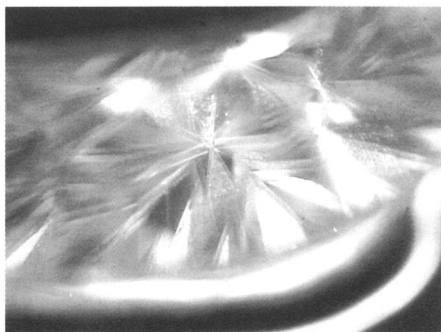
Omdat edelstenen meestal veel waard zijn, mogen bij het onderzoeken geen methoden gebruikt worden waarbij de steen beschadigd kan worden. Traditionele methoden in de mineralogie, zoals de hardheidstest, waarbij een mineraal gekrast wordt, of een bepaling van de streepkleur, worden dus nooit toegepast. Het laboratorium gebruikt alleen 'non-destructieve' methoden. Hieronder vallen o.a. het bepalen van brekingsindices (lichtbrekingswaarden), dichtheid (soortelijke massa), het analyseren van kleur en fluorescentie-gedrag, en analyse van interne karakteristieken, zoals mineraalinsluitsels en groeizonering. Optische instrumenten zijn dus heel

belangrijk; een speciale edelsteenkundigenmicroscopie wordt bijvoorbeeld heel veel gebruikt. Bij ingewikkelde problemen wordt hoe langer hoe meer gebruik gemaakt van geavanceerder laboratoriumtechnieken, zoals UV-VIS (ultraviolet-visible) voor het opnemen van spectra van stenen in het ultraviolet tot zichtbare gedeelte, FTIR (Fourier Transform Infra Red) spectrometers voor het infrarode gedeelte van het elektromagnetisch spectrum, en de ED-XRF-techniek (energie-dispersieve röntgen-fluorescentie) voor kwalitatieve en semi-kwantitatieve chemische analyses.

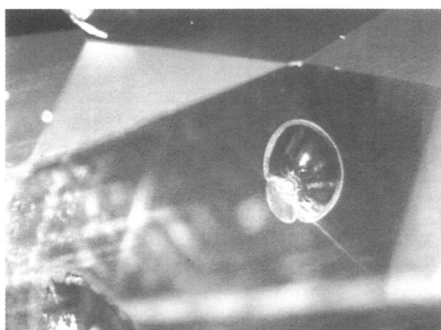
Het Nederlands Edelsteen Laboratorium opereert onafhankelijk, in die zin, dat het is niet betrokken bij het verhandelen of verkopen van edelstenen, en heeft dus geen belangen bij aan- of verkoop. Het laboratorium geeft daarom een objectief oordeel over de identiteit van een steen, en op grond van het onderzoek wordt een rapport opgesteld dat internationaal wordt erkend. Er wordt geen mening gegeven over de waarde. Bepaling van de waarde wordt meestal gedaan door



Afb. 1. Overzicht laboratorium: geavanceerde behandelingen van edelstenen kunnen worden vastgesteld met high-tech apparatuur als UV-Visible en FTIR-spectrometers.



Afb. 2. Synthetische moissaniet is makkelijk te onderscheiden van diamant door de sterke dubbelbreking. Dit is duidelijk waar te nemen als schuin door de steen gekeken wordt, de achterste facetten van de geslepen steen worden dubbel waargenomen. Vergroting onder de microscoop: 20x.



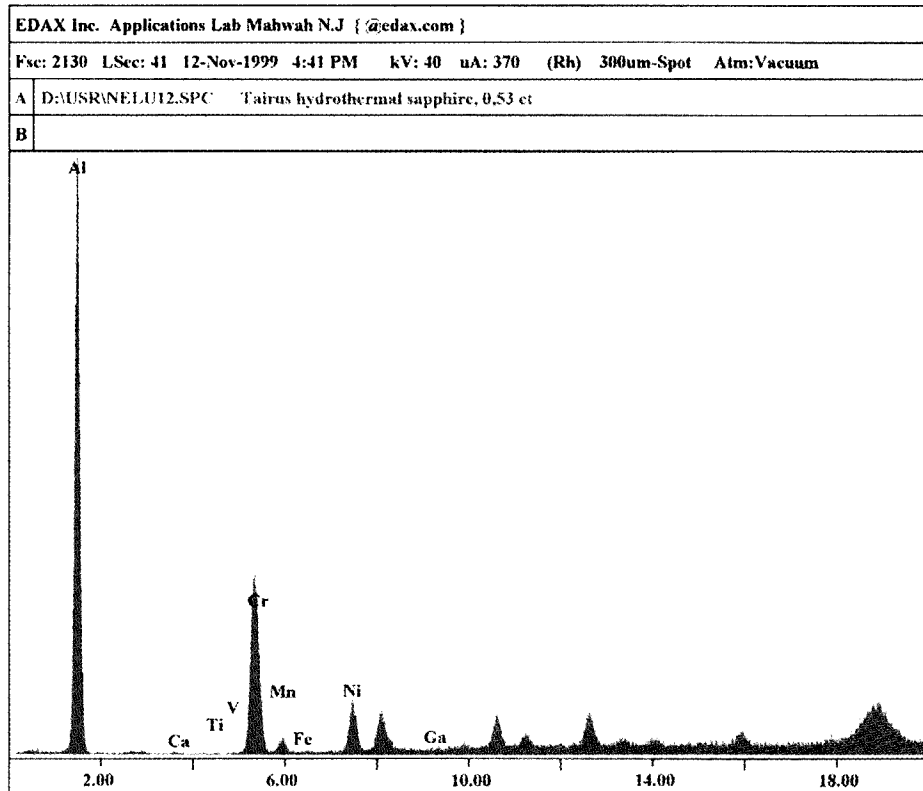
Afb. 3. Onder invloed van verhitting is dit insluitel (onbekend mineraal) in saffier gesmolten. Door uitzetting van het insluitel is een spanningsbreuk, in de vorm van een ronde schijf, rond het gesmolten kristal ontstaan. Dit fenomeen is veel te zien in verhitte robijnen en saffieren. Vergroting onder de microscoop: 40x.



Afb. 4. Dit breukje in een smaragd was in eerste instantie onzichtbaar gemaakt door behandeling met olie. Door uitdroging van de olie is de breuk echter voor een belangrijk deel weer zichtbaar. Deze smaragd heeft dus een nieuwe 'onderhoudsbeurt' nodig.

een speciaal daarvoor beëdigde taxateur en/of een juwelier.

Diamant is de enige edelsteen waarbij de waardebeoordeling gebaseerd is op duidelijke, meetbare criteria, die wereldwijd gelden en zijn geaccepteerd. Het gaat hierbij om een nauwkeurige beschrijving van het gewicht, de kleur, de zuiverheid, en de kwaliteit



Afb. 5. Deze chemische analyse van een in eerste instantie onbekende saffier toont aan dat niet ijzer en titaan aanwezig zijn, maar kleine hoeveelheden nikkel en chroom. Deze informatie levert het directe bewijs dat het hier gaat om een synthetische saffier, en wel een die geproduceerd is door een fabriek in Novosibirsk (Rusland).

van het slijpsel. Deze factoren worden wel de 4 C's genoemd (Carat weight, Colour, Clarity, Cut). Het laboratorium kan een speciaal diamantrapport afgeven waar precies op staat welke kwaliteiten de diamant heeft. Aan de hand van deze gegevens kan een juwelier of taxateur vervolgens vrij makkelijk de waarde van de betreffende steen vaststellen.

Parels worden wel tot de 'organische edelstenen' gerekend. Ze worden niet in de aardkorst of -mantel gevormd zoals de andere edelstenen, maar in een schelp van een weekdier, dat in zee of in zoet water leeft. Ook parels vallen uiteen in een aantal categorieën. Het laboratorium kan precies vaststellen of men met natuurlijke, gecultiveerde of imitatieparels te maken heeft.

Voorbeelden van onderzoek

Een volledig beeld van de aard van het onderzoek en de onderzochte materialen kan in dit bestek uiteraard niet worden gegeven. Om enig idee te geven van de richtingen waarin het onderzoek op het laboratorium kan bewegen, volgen hier een aantal voorbeelden aan de hand van de belangrijkste edelstenen, te weten diamant, robijn, saffier en smaragd.

Diamant

De waarde van een geslepen diamant wordt zoals gezegd bepaald door het gewicht, de kleur, de zuiverheid en de kwaliteit van het slijpsel, waarbij het gewicht, de kleur en de zuiverheid het belangrijkste zijn. Kleuren van kleurloze ('witte') tot lichtgekleurde diamanten worden onderverdeeld in categorieën die lopen van het fijnste wit tot gelig/bruinig (tabel 1). Hoe witter een diamant is, des te hoger de waarde. De

Internationale kleurenschaal voor diamant (de lettercodes worden vooral veel gebruikt in de Verenigde Staten)							
Fijnste wit +	Fijnste wit	Fijn wit +	Fijn wit	Wit	Lichtgetint wit	Getint wit	Getinte kleur
D	E	F	G	H	I J	K L	M N O P Q R S T U V W X Y Z

Internationale zuiverheidsschaal voor diamant					
Code	Loepzuiver	VVS	VS	SI	Piqué
Subcode		1 2	1 2	1 2	1 2 3
Omschrijving	Geen insluitels	Uiterst kleine insluitels	Heel kleine insluitels	Kleine insluitels	Grotere insluitels, zichtbaar met het blote oog

Tabel 1



Afb. 6. Deze intens gele diamant valt buiten de kleurenschaal voor kleurloze tot licht gekleurde diamant. De steen is erg zeldzaam en zal daarom een waarde hebben die overeen komt met, of zelfs hoger ligt dan de waarde van een diamant met een D kleur. Van belang is dat het laboratorium vaststelt of deze kleur in de natuur ontstaan is, of pas na behandeling.



Afb. 7. Kleurloze korunden, behandeld met een diffusieproces, zijn alleen aan de buitenkant blauw gekleurd (ijzer en titaan zijn tijdens verhitting van buitenaf alleen aan de oppervlakte in de korund binnengedrongen, en veroorzaken de blauwe kleur). Deze stenen zijn met het blote oog niet te onderscheiden van gewone, natuurlijke saffier.

kleur van een onbekende diamant wordt in het laboratorium vastgesteld door de steen te vergelijken met 'masterstones'; dit zijn vergelijkingsstenen met een bekende kleur. Een minderheid van de diamanten heeft een zogenaamde 'fantasiekleur'; deze vallen daardoor buiten dit schema. Door hun zeldzaamheid zijn bijvoorbeeld intens gele (afb. 6), roze, rode, blauwe en groene diamanten altijd bijzonder veel waard. Het is mogelijk om diamanten met een getinte kleur (en dus relatief lage waarde) op te waarderen door ze te bestralen of 'bombarderen' met elektronen of neutronen. Door verschillende procédés, ook in combinatie met verhitting, kunnen verschillende fantasiekleuren gecreëerd worden. Het is dus voor een goede vaststelling van de waarde zaak om zeker te weten of de fantasiekleur natuurlijk is, of is verkregen door deze behandeling. In het



Afb. 8. Op grote schaal wordt saffier verhit om de kleur te verbeteren. Links is de kleur te zien voor verhitting, rechts na verhitting. In Kanchanaburi (Thailand), waar deze foto genomen is, vindt dit proces direct op een saffiermijn plaats.

Nederlands Edelsteen Laboratorium kan dit vastgesteld worden met behulp van UV/Visible en FTIR (Fourier Transform Infra Red) spectrometrie (afb. 1).

De zuiverheid van een diamant kan lopen van loepzuiver tot piqué, waarbij uiteraard de loepzuivere diamant het meest waard zal zijn. Met een loep die tienmaal vergroot wordt de zuiverheid van een diamant beoordeeld. Als er met dit instrument geen insluitsels of onregelmatigheden te ontdekken zijn in de diamant, noemt men de steen 'loepzuiver'. Wanneer bijvoorbeeld grote zwarte mineraalinsluitsels of breuken met het blote oog in een diamant zijn waar te nemen, spreekt men over piqué. Soms wordt met behulp van een laser een kanaaltje geboord naar een groot zwart insluitsel. Vervolgens wordt met een agressief zuur geprobeerd het zwarte insluitsel te bleken, zodat het minder goed zichtbaar wordt. Hiermee wordt dus de zuiverheid 'verbeterd', en dit moet uiteraard vermeld worden op het rapport. Ook wordt de zuiverheid soms verbeterd door grote breuken op te vullen met glas, waardoor de breuken minder zichtbaar worden.

Imitaties zijn, hoewel ze identiek kunnen lijken aan diamant, in principe makkelijk te herkennen. Synthetische Cubic Zirconia (vaak 'zirconia' genoemd) is nog steeds de belangrijkste en meest gebruikte imitatie. Deze steen is als een imitatie te onderscheiden door de diamanttester te gebruiken. Deze tester test het warmtegeleidingsvermogen van een steen. Diamant is een goede warmtegeleider, zirconia een slechte, en wordt dus aangegeven als een 'simulant' op de tester. De meeste andere imitaties van

diamant zijn ook slechte warmtegeleiders. Twee jaar geleden is echter een nieuwe imitatie van diamant geïntroduceerd: synthetische moissaniet. Het probleem met deze imitatie is dat hij een warmtegeleidingsvermogen heeft dat vergelijkbaar is met diamant en dus 'diamant' aangeeft op de diamanttester! Toch is deze steen eenvoudig te herkennen als een microscoop gebruikt wordt. Kijkt men schuin door de steen, dan ziet men de facetranden aan de achterkant van de steen dubbel (afb. 2) Dit komt door de sterke dubbelbreking van synthetische moissaniet. Dit kan nooit worden waargenomen bij diamant omdat diamant enkelbrekend is: het licht wordt slechts op één manier gebroken.

Robijn en saffier

Robijn (rood) en saffier (blauw) zijn beide variëteiten van het mineraal korund; robijn dankt zijn kleur aan een geringe concentratie chroom, en saffier bevat kleine hoeveelheden ijzer (en titaan). Het zijn beide edelstenen die veel gebruikt worden in sieraden. Veel robijnen en saffieren worden verhit om de kleur te verbeteren (afb. 8); ook wordt kleurloze korund alleen aan de buitenkant gekleurd, door middel van verhitting gecombineerd met een diffusieproces, en lijkt dan op een echte saffier (afb. 7).

Uiteraard zijn deze behandelde stenen niet zo kostbaar als onbehandelde stenen van vergelijkbare kleur. Het is dus zaak dat het laboratorium vaststelt wat er precies gebeurd is. Verhitting van robijn en saffier vindt regelmatig plaats onder zeer hoge temperaturen, dicht onder de smelttemperatuur van korund (ongeveer 2.100 °C). Vaak is daarom in verhitte stenen te zien dat insluitsels van andere mineralen bezweken zijn onder de hoge tempera-



Afb. 9. Zogenaamde 'soudé-smaragd' lijkt op het eerste gezicht precies op smaragd (a), maar als de steen vanaf de zijkant in een vloeistof bekeken wordt, tegen een witte achtergrond, blijkt dat hij bestaat uit twee kleurloze delen (berghkristal) die met een groene kitlaag aan elkaar vastzitten (b).

turen en gesmolten zijn. Ze zien eruit als witte bolletjes, met daarom heen een ronde schijfvormige 'spanningshof'. De uitzetting van het gesmolten insluitsel heeft gezorgd voor zoveel spanning, dat een barstje is veroorzaakt in de korund (afb. 3).

Synthetische robijnen en saffieren hebben exact dezelfde eigenschappen als natuurlijke stenen, maar worden in een laboratorium of fabriek geproduceerd, en zijn daardoor meestal veel goedkoper. Deze stenen zijn soms buitengewoon moeilijk te onderscheiden van natuurlijke robijn en saffier. Vaak zijn deze synthesen te herkennen door ze goed te bekijken met de microscoop, maar soms moeten ze ook chemisch geanalyseerd worden om volledige zekerheid te krijgen (afb. 5). Uiteraard komen ook veel stenen voor die lijken op robijn en saffier. Glasimitaties zijn gemakkelijk te herkennen. Ook natuurlijke stenen als bijvoorbeeld de rode almandien, spinel, en toermalijn, lijkend op robijn, en de blauwe spinel, zirkoon, ioliet (cordieriet), tanzaniet (zoïset) en soms zelfs kyaniet, lijkend op saffier, kunnen betrekkelijk eenvoudig geïdentificeerd worden. Vooral de rode spinel wordt nogal eens verward met robijn.

Smaragd

Smaragd is de kostbare grasgroene variëteit van het mineraal beryl. Deze bevat vaak veel insluitsels, waaronder vloeistofinsluitsels en mineraalinsluitsels, maar ook haarscheurtjes en breuken. Met name deze scheurtjes en breuken kunnen een nadelig effect hebben op hoe de steen oogt. Een manier om het aanzien te verbeteren, is de smaragden onder te dompelen in een olie. Cederhoutolie wordt bijvoorbeeld veel gebruikt. De breukjes lopen vol met deze olie die ongeveer dezelfde lichtbrekingsindex heeft als de smaragd. Dit betekent dat de breuken dus onzichtbaar worden. De kleur van de

steen komt na deze behandeling optimaal tot zijn recht. Hoewel deze behandeling van smaragd al honderden jaren oud is, en volledig is geaccepteerd, is het toch belangrijk om vast te stellen dat een smaragd op deze wijze is behandeld. Het kan namelijk zijn dat de olie na verloop van tijd wat uitdroogt. Hierdoor worden de breukjes vaak weer zichtbaar (afb. 4). Als iemand die een smaragd koopt en hierover niet is geïnformeerd, weet hij ook niet dat zo'n steen weer opnieuw behandeld kan worden, en er na deze behandeling weer net zo mooi uit kan gaan zien als in het begin. Hij ziet alleen dat het uiterlijk van de steen is veranderd, en dit leidt dan alleen maar tot onbegrip en teleurstelling. Ook bij het zetten van een smaragd in een sieraad is van belang te weten of de smaragd behandeld is. De kans dat de steen bij het zetten breekt is natuurlijk groter bij de aanwezigheid van veel behandelde breukjes. De laatste jaren wordt smaragd niet alleen behandeld met olie maar ook met verschillende kunstharsen. Hierbij worden breuken vaak zo netjes onzichtbaar gemaakt, dat zeer nauwkeurig gezocht moet worden of de steen behandeld is of niet, en zo ja, in welke mate. Dit wordt gedaan met behulp van een microscoop en verschillende belichtingstechnieken, gecombineerd met infraroodspectrometrie.

Synthetische smaragd is in een aantal gevallen met optische apparatuur erg moeilijk te onderscheiden van natuurlijke smaragd. Ook in die gevallen biedt infraroodspectrometrie uitkomst. Een markant voorbeeld van een imitatie van smaragd is een steen die uit twee afzonderlijke delen bestaat. Zowel de bovenkant als de onderkant van de steen bestaat uit bergkristal (kleurloos). Alleen de kitlaag tussen de twee delen is groen. Dit is goed te zien als de steen in bijvoorbeeld water wordt gehouden, of zoals in het laboratorium, in een vloeistof als benzyl-

benzoeaat (afb. 9). Deze imitatie wordt wel heel misleidend 'soudé-smaragd' genoemd. Deze truc is niet alleen uitgehaald met bergkristal, maar ook met gelige beryl. Dit is nog gemener, omdat de optische eigenschappen van zo'n steen gewoon lijken te wijzen op smaragd (smaragd is immers een variëteit van beryl). Deze imitatie wordt wel 'smaryll' genoemd.

Andere stenen die op smaragd kunnen lijken, zijn uiteraard glasimitaties, maar ook groene granaten, als een grossulaar die 'tsavoriet' wordt genoemd, en demantoïed. Soms komt ook jadeïet in aanmerking. Deze stenen kunnen zonder grote moeilijkheden worden geïdentificeerd.

Conclusie

Uit de besproken voorbeelden blijkt dat door de voortschrijdende technologische ontwikkelingen het onderzoek van edelstenen niet beperkt blijft tot identificatie (welke edelsteen is het?) alleen. Als eenmaal bekend is om welke edelsteen het gaat, moet in veel gevallen nagegaan worden of de kleur van de steen niet op een kunstmatige wijze beïnvloed is, of dat de steen op andere wijze behandeld is. Mooie en bijzondere edelstenen zijn zeldzaam, en de vraag naar dergelijke stenen is dus altijd veel groter dan het aanbod. Door stenen aan een technologisch proces te onderwerpen of zelfs synthetisch te vervaardigen kan dit aanbod aanzienlijk vergroot worden. Edelstenen komen op deze manier binnen het bereik van veel grotere groepen mensen dan vroeger. De overzichtelijkheid is er echter niet op vooruitgegaan, de waardeverschillen zijn soms enorm en een vergissing is dan ook snel gemaakt. In deze situatie biedt het Nederlands Edelsteen Laboratorium zekerheid.

Alle opnamen © naturalis