



Minigiids

Edelstenen in vogelvlucht

Inhoud

Inleiding — 3

Edelstenen — 5

The big five — 5

Kwaliteit — 11

Insluitsels — 17

Natuurlijk of niet? — 20

Parels — 27

Gemaakt door dieren — 27

Kwaliteit — 29

Natuurlijk of niet? — 31

Als geen ander kan het
**Nederlands Edelsteen
Laboratorium** edelstenen
objectief beoordelen.

Inleiding

Deze minigids van het Nederlands Edelsteen Laboratorium biedt een bescheiden introductie in de wereld van de edelstenen en hun bijzonderheden.

Iedereen met vragen over de aard van edelstenen (echt, synthetisch, imitatie), hun herkomst en eventuele behandeling, kan terecht bij het Nederlands Edelsteen Laboratorium. Ook testen wij hier parels en beoordelen we diamanten op kwaliteit. Daarnaast verzorgen we internationaal gecertificeerde opleidingen. Onderzoeksresultaten van het edelsteenlaboratorium worden vastgelegd in overeenstemming met internationaal erkende standaarden en richtlijnen van International Mineralogical Association (IMA) en World Jewellery Confederation (CIBJO). Dit garandeert een constante en hoge kwaliteit van ons specialistische werk.

Het edelsteenlaboratorium is onderdeel van Naturalis en voert opdrachten uit voor juweliers, veilinghuizen, handelaren en particulieren.

Objectief en wetenschappelijk

Hoofd van het Nederlands Edelsteen Laboratorium Hanco Zwaan vindt onafhankelijkheid een onderscheidend kenmerk van zijn lab. “Omdat we geen banden hebben met de handel in edelstenen zijn we objectief in onze beoordelingen,” zegt de specialist. “Ons werk is gebaseerd op ervaring vanuit eigen onderzoek en de meest actuele wetenschappelijke inzichten. Het aangeboden materiaal toetsen we op kwaliteit en soms ook op herkomst. Dat gebeurt volgens internationaal geldende regels. Een waardeoordeel aan een edelsteen verbinden, laten we over aan taxateurs of anderen die daartoe zijn bevoegd.”

Quickscan van kennis

De experts van het Nederlands Edelsteen Laboratorium bewegen zich op het snijvlak tussen fundamenteel en toegepast onderzoek. Gebruikmakend van hoogwaardige apparatuur en de veelomvattende collectie van Naturalis, draagt onderzoek van het laboratorium bij aan wetenschappelijke kennis over geologie en edelstenen. De ‘quickscan’ in deze brochure biedt een snelle rondleiding langs onze expertise over edelstenen en parels, inclusief de kennis die erbij komt kijken om echt te kunnen onderscheiden van namaak.



Hanco Zwaan is onderzoeker bij Naturalis en hoofd Nederlands Edelsteen Laboratorium

Edelstenen

Leg tussen een reeks gesteenten een paar edelstenen neer, en mensen pikken ze er zonder twijfel tussenuit. Iedereen die zo'n fonkelende steen ziet, wil hem eventjes vasthouden en van dichtbij bewonderen. Edelstenen vallen op door hun schoonheid en in veel gevallen zijn ze zeldzaam. In sieraden vormen edelstenen een favoriete component. Hun duurzaamheid maakt deze bijzondere mineralen bij uitstek geschikt om langdurig van te kunnen genieten.

The big five

Van nature ligt de ware pracht van edelstenen vaak nog onder de oppervlakte van het ruwe mineraal, gevormd in de aardkorst. Vakkundig slijpen brengt hun schoonheid aan het licht.

Wereldwijd en door de eeuwen heen zijn de meest populaire edelstenen – 'the big five' –: diamant, robijn, saffier, smaragd en jade.

Diamant: vol met vuur

Genoemd naar het Griekse woord 'adamas', dat 'ontembaar' of 'onbedwingbaar' betekent, ligt de waarde van elke diamant in een unieke combinatie van eigenschappen. Diamant heeft een buitengewone hardheid en uitzonderlijke glans. En met een juiste slijping in verschillende hoeken (facetten), doet een diamant volgens natuurkundige wetten wit licht uiteenvallen in een rijk kleurenspectrum. Kantel je zo'n geslepen diamant in het licht, dan lijken de kleuren er vanaf te spatten: het vuur.

De extreme hardheid heeft diamant te danken aan de samenstelling en bouw. Diamant bestaat uitsluitend uit koolstofatomen (C), die zodanig in een kristalstructuur zijn gerangschikt dat zij in drie dimensies zeer sterk met elkaar zijn verbonden. Dat maakt de kristallen uitermate stevig. Een ander mineraal dat uitsluitend uit koolstof bestaat is grafiet; een bron voor potloodpunten. Omdat in grafiet de koolstofatomen een vlakke kristalstructuur vormen, bestaat het uit zwak gebonden laagjes en is het veel zachter dan diamant.

Diamant is meestal kleurloos tot heel licht geel of bruin gekleurd. Ook komt deze edelsteen voor in zogenoemde fantasiekleuren ('fancy colours'), zoals kanariegeel, roze, oranje, groen en blauw. Exemplaren met deze kleuren zijn erg zeldzaam en dus ook heel waardevol. Al geruime tijd is men in staat om minder fraai gekleurde diamanten een gewenste fantasiekleur te geven. Bestraling en verhitting – al dan niet onder zeer hoge druk – zijn daarvoor toegepaste technieken. Vanzelfsprekend zijn deze in het laboratorium gekleurde diamanten veel minder waard dan natuurlijk gekleurde exemplaren.

Vindplaatsen van diamanten liggen onder meer in Zuid-Afrika, Botswana, Namibië, Australië, Siberië en Canada.



Briljant geslepen diamant.

Robijn: bloedmooi

De bloedrode robijn ontleent zijn naam aan het Latijnse woord 'ruber', dat rood betekent. Deze edelsteen is de rode variëteit van het mineraal korund, dat bestaat uit aluminiumoxide; een chemische verbinding tussen het metaal aluminium en zuurstof. Wanneer in de aardkorst het kleurloze mineraal korund uitkristalliseert in de aanwezigheid van een klein beetje chroomoxide, krijgt het een rode kleur en ontstaat robijn.

Belangrijke vindplaatsen voor robijn zijn gelegen in Myanmar (Birma), Thailand, Vietnam, Tanzania, Madagaskar en sinds kort in Mozambique. Bij robijnen kan de aanwezigheid van insluitels soms sterk wijzen op een bepaalde herkomst. Dit geldt in het bijzonder voor exemplaren uit Myanmar. Deze worden gekenmerkt door clusters naaldvormige insluitels van het mineraal rutiel, samen met afgeronde calcietskristallen. De naalden liggen in drie verschillende richtingen, met een onderlinge hoek van 120 graden. Zo vormen ze fraaie patronen. Robijnen uit Myanmar staan bekend als de mooiste exemplaren van deze edelsteen. Tegenwoordig komen ook mooie, en met name grotere robijnen uit Mozambique.



Robijn- geslepen en ruw (in marmer).

Saffier: zijdezacht

De naam saffier komt van het Griekse 'sappheiros' dat 'blauw' betekent. Net als robijn is saffier een variëteit van het mineraal korund. In dit geval geven kleine hoeveelheden ijzer en titaan de edelsteen een blauwe kleur. De meest gewaardeerde kleuren zijn 'koninklijk blauw' en 'korenbloemblauw'. Bij saffier dragen insluitsels soms bij aan de bijzondere kwaliteit van een steen. Naaldvormige insluitsels van het mineraal rutiel brengen in een hoge dichtheid een speciale reflectie in de steen teweeg waardoor een zijdeachtige glans ontstaat. In het Engels wordt dit verschijnsel aangeduid met 'silk' (zijde). Bij een zeer hoge dichtheid kunnen de naalden het licht dusdanig reflecteren dat er een meestal zesarmige ster ontstaat. Dergelijke stenen staan bekend als 'stersaffier'.

De mooiste saffier is bekend van Kashmir (India), maar ook van Birma, Sri Lanka en Madagaskar.



Smaragd: koninklijk

Als 'koning van de edelstenen' gaat het gebruik van smaragd terug tot in de tijd van de oude Egyptenaren. Smaragd is een groene variëteit van het mineraal beryl, dat van zichzelf kleurloos is en zelden in zuivere vorm voorkomt. De groene kleur ontstaat door de aanwezigheid van een kleine hoeveelheid van het metaal chroom. Smaragden hebben in het algemeen veel insluitsels. Daarom bepaalt vooral de kwaliteit van de kleur de waarde. Wel neemt de waarde van smaragden bij zo min mogelijk insluitsels toe. Dus: hoe transparanter, hoe mooier.

Door de eeuwen heen is vooral in Colombia veel smaragd gevonden. Beroemde vindplaatsen zijn de Muzo- en Chivor-mijngebieden. Smaragden uit deze streek bevatten zogenoemde 3-fasen insluitsels, waarin naast vloeistof en gas ook kristalletjes van steenzout voorkomen. Andere belangrijke vindplekken voor smaragd liggen in Brazilië, Rusland en Zambia.



Jade: ingetogen

Bij ons in het westen is jade misschien minder bekend, maar in China en ook andere delen van Azië kan deze edelsteen veel mensen bekoren. Met jade in een sieraad val je minder op dan met een glinsterende diamant. Jade is een ingetogen edelsteen, wat volgens sommige kunstenaars goed past bij de Chinese volksaard die zich kenmerkt door een meer introverte houding. Op grond van kleur en uiterlijk is de naam jade in omloop voor twee mineralen die toch heel verschillend zijn: jadeïet en nefriet.

Jadeïet heeft verschillende kleuren die vaak gecombineerd voorkomen: groenwit tot appelgroen, lila, oranje, geel, bruin, soms ook wit of zwart. Het mineraal is fijnkorrelig en heel compact, en daardoor nauwelijks breekbaar. Jadeïet behoort tot de belangrijke gesteentevormende mineraalgroep van de pyroxenen. Een vooraanstaande vindplaats van jadeïet ligt in Myanmar (Birma). Verwerking van het mineraal vindt overwegend plaats in China.



Jadeïet



Nefriet

Nefriet is net als jadeïet een heel compact mineraal. De belangrijkste vindplaatsen liggen in China en Nieuw-Zeeland. In de prehistorie werd nefriet gebruikt om bijlen en andere werktuigen van te maken. Oude Chinese steengravures van jade bestaan uit nefriet; pas in de 18e eeuw raakte ook jadeïet in gebruik. De meest karakteristieke kleur voor nefriet is een typisch grijs, aangeduid als 'schapenvet kleur'. Ook donkergroen, geel, bruin en roze komen voor. Nefriet behoort tot de amfibolen, dat zijn evenals de pyroxenen belangrijke gesteentevormende mineralen.

Kwaliteit

Wat de kwaliteit en waarde van een edelsteen is, hangt doorgaans af van drie aspecten: schoonheid, duurzaamheid en zeldzaamheid.

Schoonheid

Uiteraard valt de natuurlijke schoonheid van edelstenen in woorden uit te drukken, maar dat is subjectief. Een onafhankelijke manier is om factoren als kleur en doorzichtigheid nauwkeurig te omschrijven. Ook spelen de hoeveelheden insluitels en groei-onregelmatigheden een rol bij het ervaren van schoonheid, uitgedrukt in termen van zuiverheid of helderheid.

Wat kleur betreft ligt de lat hoog. Om over topkwaliteit te kunnen spreken moet een robijn een intense, levendige rode kleur hebben, niet te licht en ook niet te donker, en met een vleugje paars erin (ook wel 'duivenbloed rood' genoemd). De beste saffier heeft de kleur 'koninklijk blauw' ('Royal Blue'): een sterk verzadigd donkerblauw, niet te donker, eventueel met heel weinig paars erin. Diamanten zijn juist het meeste waard wanneer ze absoluut kleurloos (wit) zijn, afgezien van zeldzame exemplaren met fantasiekleuren, zoals roze of blauw.

Ook kunnen edelstenen hun schoonheid ontlenen aan bepaalde kleureffecten, zoals het kleurenspeel van opaal of het blauwachtig-witte licht van maansteen dat toepasselijk het 'maansteen-effect' heet.

Wat vooral bijdraagt aan de schoonheid van een edelsteen is het vakkundig slijpen volgens strikte richtlijnen. Zo'n exemplaar is een lust voor het oog.

Duurzaamheid

Om bij mensen in de gratie te vallen moeten edelstenen goed bestand zijn tegen slijtage. Hoe minder gevoelig voor schade zoals krasjes of het ontstaan van dofte plekken, hoe duurzamer de edelsteen. Diamant, robijn, saffier en jade voldoen bijvoorbeeld vanwege hun hardheid of taaigheid uitermate goed aan onze eisen. Een kwetsbare edelsteen is bijvoorbeeld topaas, dat wel hard is maar gemakkelijk kan splijten. Goedkope imitaties van edelstenen vallen qua duurzaamheid snel door de mand. Vooral glas en plastic zijn vaak te zacht. De imitaties lopen hierdoor snel beschadigingen en krassen op en verliezen hun aantrekkelijkheid.

Zeldzaamheid

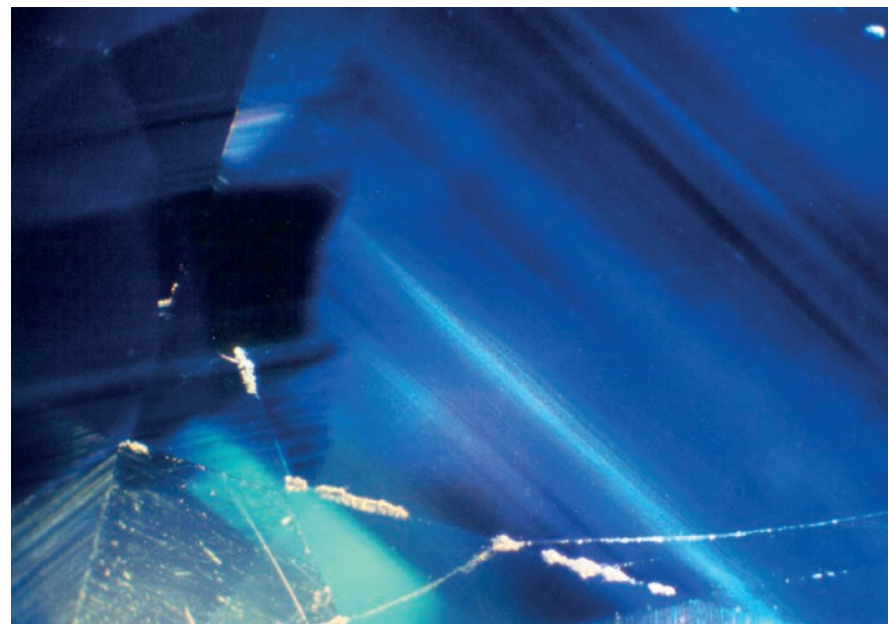
Bij de prijsbepaling van een edelsteen speelt zeldzaamheid een belangrijke rol. Een geslepen mineraal dat heel mooi en duurzaam is, maar zoveel voorkomt dat het praktisch voor het oprapen ligt, kan nooit duur zijn. Aan de andere kant verschijnen allerlei geslepen mineralen op de markt, waaronder heel zachte of kwetsbare exemplaren, die vanwege hun zeldzaamheid veel geld opbrengen. Meestal zijn het verzamelaars die deze edelstenen kopen.



De bekende edelsteen toermalijn voldoet in elk opzicht aan de vereiste kenmerken: schoonheid, duurzaamheid en zeldzaamheid.

Kleur

In ruwe edelstenen is met het blote oog zichtbaar hoe de kleur vaak onregelmatig is verdeeld. Na het slijpen is hiervan doorgaans niets meer te zien. Toch kunnen kleurverschillen in een edelsteen zichtbaar worden gemaakt door deze tegen een witte ondergrond onder te dompelen in een vloeistof. Zo zijn in de groene variant van het mineraal korund gele gedeeltes vrij gewoon. In amethyst (een paarse kwarts) komen vaak volkomen witte banden voor, die parallel aan elkaar lopen. Ook saffieren vertonen vaak een onregelmatige kleurverdeling. In geslepen saffier kunnen de patronen en richtingen van gekleurde zones helpen bij een juiste identificatie.



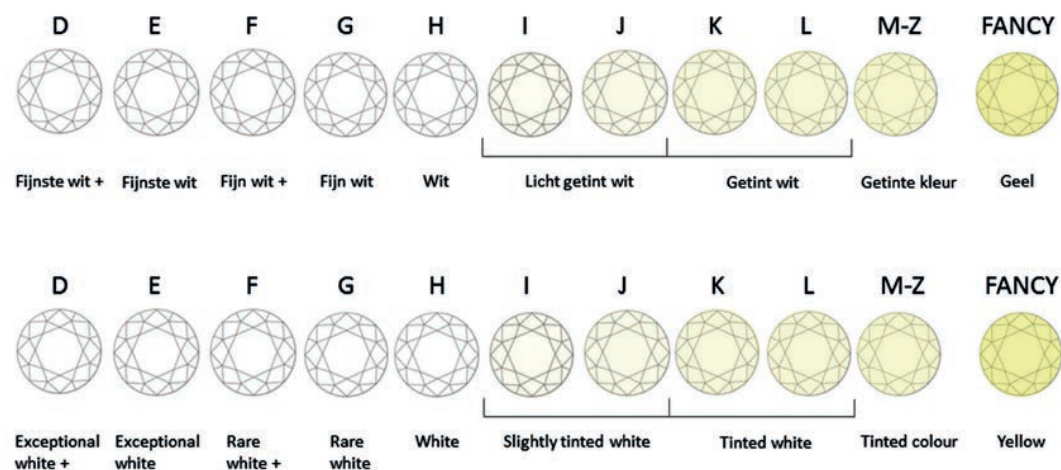
Parallele kleurzones in natuurlijke saffier.

Diamant: een geval apart

Gezien de bijzonder hoge waarde van diamanten wordt hun kwaliteit onafhankelijk en volgens internationale afspraken vastgesteld. Het Nederlands Edelsteen Laboratorium is wereldwijd één van de plekken waar dit onderzoek gebeurt. Het zogenoemde 'graduëren' is onmisbaar om de waarde van een diamant vast te stellen. Alleen losse diamanten – dus bijvoorbeeld niet gezet in een ring – zijn hiervoor bruikbaar.

De waarde van een diamant hangt samen met vier factoren: kleur, zuiverheid, slijpkwaliteit en gewicht.

Bepaling van de kleur gebeurt bij diamant aan de hand van een serie vergelijkingsstenen (master stones). Dit is een internationaal vastgestelde oorspronkelijke masterset (CIBJO), die is vergeleken en geijkt met andere oorspronkelijke mastersets die in omloop zijn. Algemene regel is: hoe witter de diamant, hoe groter de waarde. Bij diamanten met een fantasiekleur kan het Nederlands Edelsteen Laboratorium vaststellen of het om een natuurlijke kleur gaat, of dat deze kunstmatig is aangebracht. Sinds de introductie van synthetische witte diamant vindt eerst onderzoek plaats of de diamant natuurlijk is of niet. Kleurbepaling gebeurt vervolgens alleen bij natuurlijke diamanten.

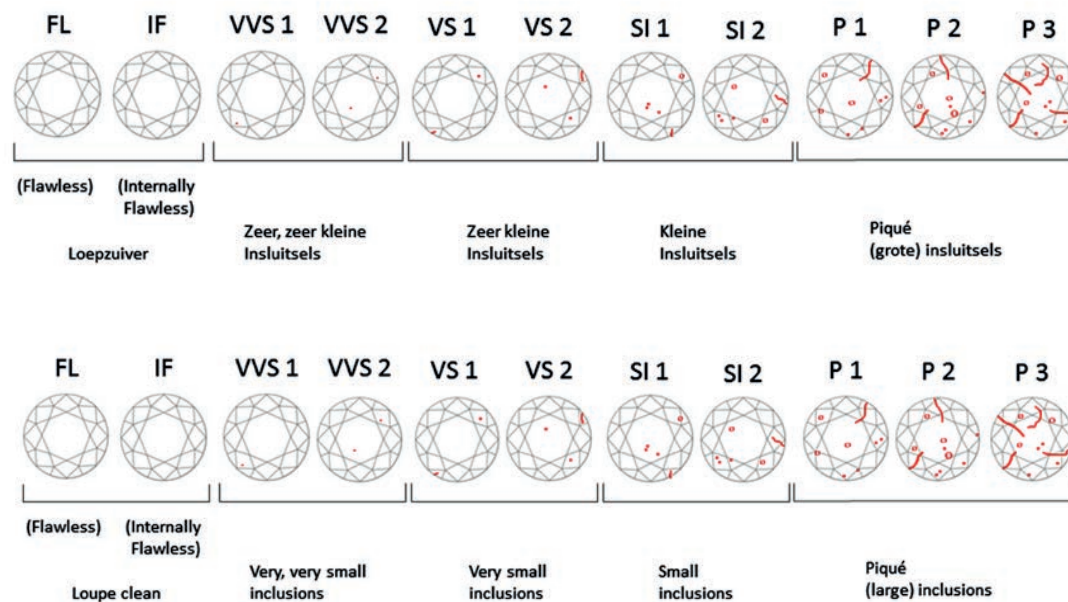


Internationale diamant kleurschaal - terminologie IDC/CIBJO, lettercodes GIA

Zuiverheid

In een zuivere diamant zijn geen interne onzuiverheden (insluitels) waarneembaar. Zo'n exemplaar is het meest waardevol. Vaststellen van het al dan niet aanwezig zijn van insluitels is specialistenwerk. Het gebeurt onder goede lichtomstandigheden, eerst met een microscoop, daarna ter controle met een tien maal (10x) vergrotende loep. Zijn er geen insluitels, dan is de diamant 'loepzuiver'. In Amerika noemt men

dit 'Internally Flawless' (IF). Ook bestaat daar de speciale categorie 'Flawless' (FL), wat betekent dat de steen behalve interne onzuiverheden ook geen kleine krasjes of andere uiterlijke gebreken heeft. In oplopende schaal van aanwezige insluitels spreekt men van 'very very small' (VVS), 'very small' (VS) of 'small inclusions' (SI). Zijn de insluitels met het blote oog zichtbaar, dan krijgt de diamant het predikaat 'piqué'.



Internationale diamant zuiverheid schaal - terminologie IDC/CIBJO

Slijpkwaliteit

Met speciale apparatuur, zoals een proportiescoop, bepaalt men de slijpkwaliteit van een diamant om na te gaan in hoeverre deze tegemoetkomt aan een theoretisch ideale briljantvorm. Hierbij zijn de verhoudingen tussen hoogte en breedte van de steen heel belangrijk, maar ook de grootte van alle plat geslepen oppervlakken (facetten) en de onderlinge hoeken, evenals de dikte van de rand. Daarnaast speelt de symmetrie van de edelsteen mee. Een ronde briljant bijvoorbeeld moet echt mooi rond zijn, de facetten hebben de juiste vorm, het middelste facet ligt netjes gecentreerd, en de randen van alle facetten ontmoeten elkaar in één punt.

Gewicht

Vaststelling van het gewicht van een diamant gebeurt met nauwkeurige elektronische karaatbalansen. Volgens internationale afspraak wordt het gewicht afgerond op twee cijfers achter de komma en uitgedrukt in karaat (1 karaat = 200 mg). Het gewicht is een heel belangrijke factor: hoe zwaarder de diamant, hoe zeldzamer en dus waardevoller. Een exemplaar van 2 karaat kan maar liefst vier maal zo duur zijn als een diamant van 1 karaat.



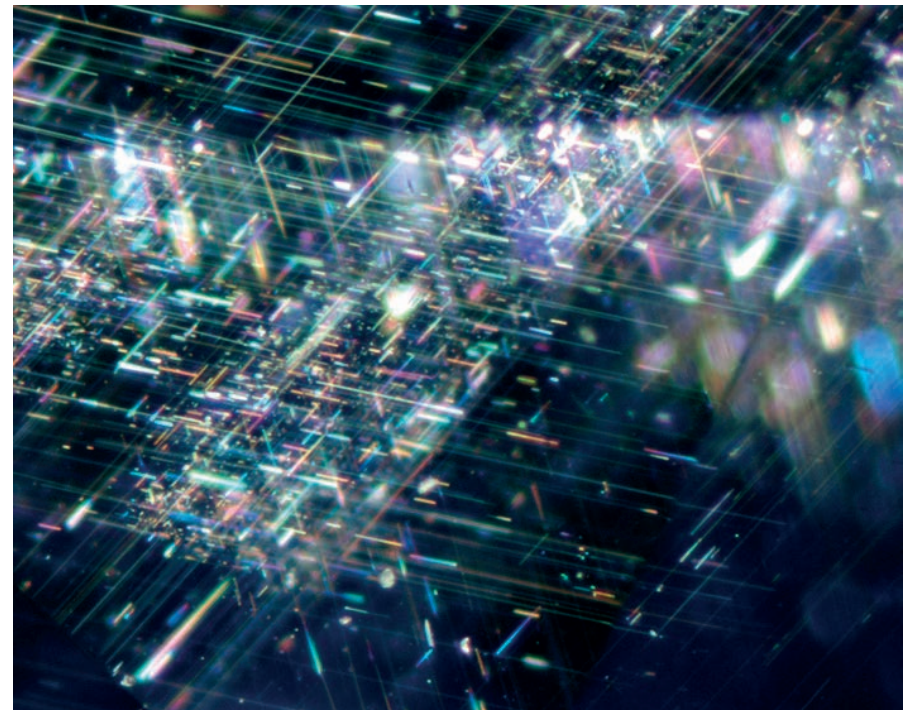
Kussenvormig briljant geslepen diamant (gewicht 5,03 karaat), met kleine mineraalinsluitels die de zuiverheid van deze steen op SI2 brengen. De kleur is Fijnste wit + (D).

Insluitsels

Om edelstenen te herkennen en hun herkomst te achterhalen, zijn insluitels die erin worden aangetroffen voor de experts vaak een belangrijk aanknopingspunt. Ook wijzen insluitels doorgaans uit of het om een natuurlijke edelsteen gaat of om een imitatie. Hier volgt een overzicht van de meest voorkomende insluitels.

Mineraalinsluitels

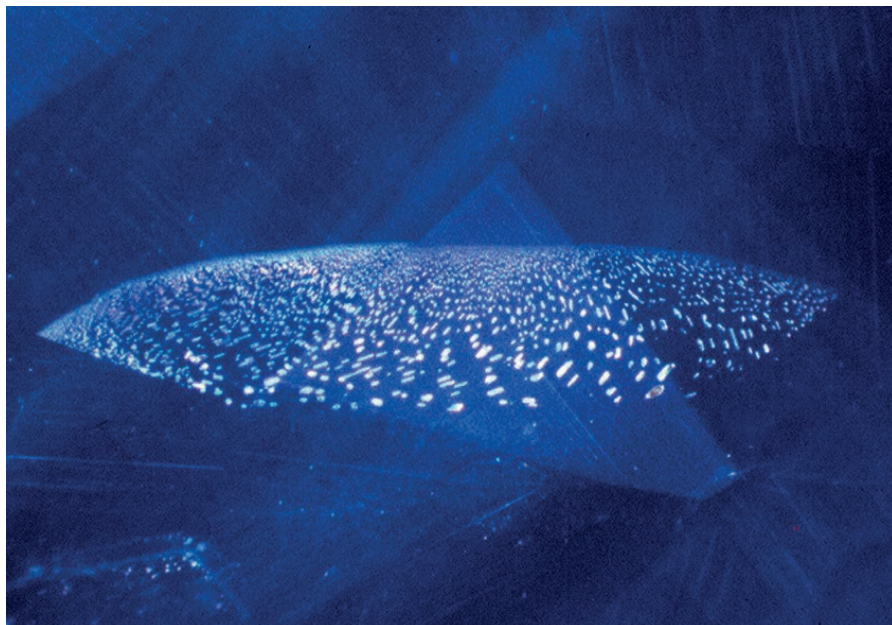
Mineralen die in edelstenen zijn ingesloten uit zich in verschillende kristalvormen. Vaak hebben de kristallen mooie vlakjes of zijn ze afgerond. Naaldvormige kristallen zijn mineraalinsluitels zoals rutiel, vaak voorkomend in robijn, saffier en granaat. In bladvorm gaat het bijvoorbeeld om mineraalinsluitels van hematiet en mica.



Rutiel-naalden in saffier.

Vloeistofveren

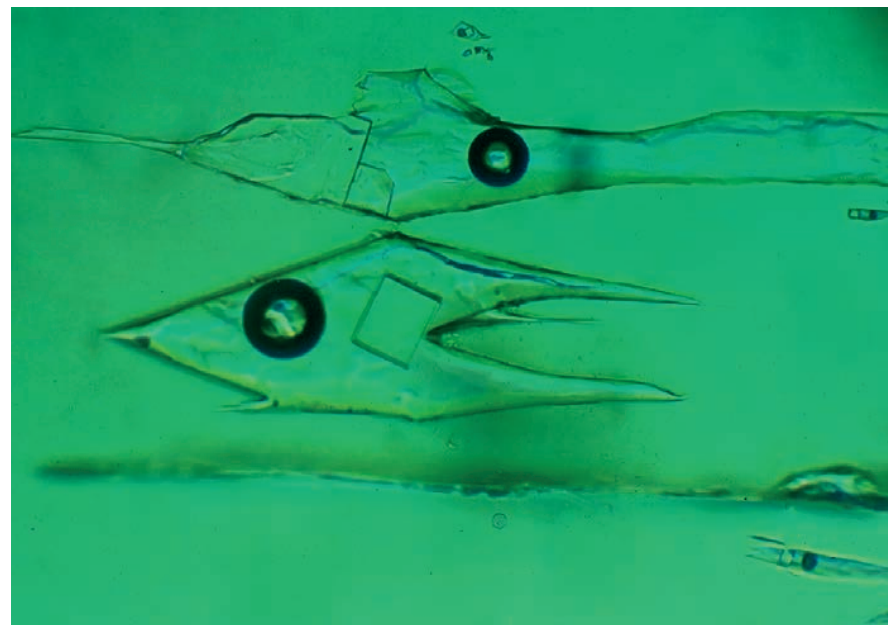
De karakteristieke vorm van een vloeistofveer als insluitel bestaat uit een onregelmatig netwerk in een plat of gebogen vlak, met een smalle, donkere rand. In veel gevallen is een vloeistofveer een overblijfsel van een vroegere breuk in een kristal. Na de breuk werd deze eerst opgevuld met een vloeistof, later kan de breuk tijdens de kristalgroei voor een groot deel weer zijn hersteld. Wat overblijft is een netwerk van dunne kanaaltjes. Saffier en robijn staan bekend om het voorkomen van prachtige vloeistofveren.



Vloeistofveer in saffier.

Negatieve kristallen

Wanneer in een mineraal lege ruimten bestaan die zijn gevuld met vloeistof(fen) en gas, spreken we van 'negatieve kristallen'. In edelstenen komt dit verschijnsel veel voor. Zijn de lege ruimten gevuld met een vloeistof waarin een gasbel zit, dan gaat het om een 2-fasen insluitel; de ene fase is vloeistof, de andere is gas. Zijn behalve de gasbel tevens twee onmengbare vloeistoffen aanwezig of één of meer kristallen, dan heet dit een 3-fasen insluitel. Zo'n 3-fasen insluitel kan bijvoorbeeld bestaan uit een gasbelletje, water (vloeibare fase) en een zoutkristal (vaste fase).

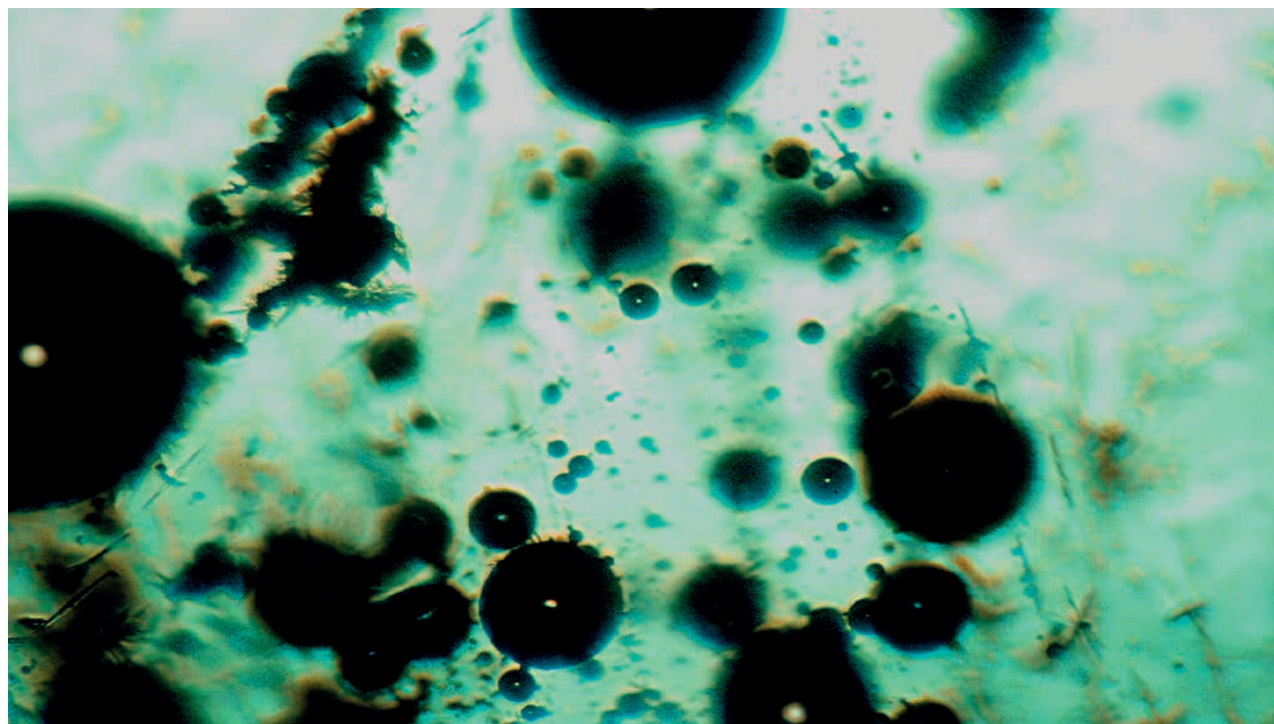


In deze puntige holte is een vierkant zoutkristal, een gasbel (kooldioxide) en water aanwezig. Daarom heet het een 3-fasen insluitel. Karakteristiek in smaragd uit Colombia.

Gasinsluitsels en luchtbell

Gasinsluitsels zijn meestal rond of ovaal, maar kunnen ook onregelmatig van vorm zijn. Ze komen vaak in groepjes bij elkaar voor. Doorvallend licht zorgt voor het oplichten van de hele gasbel, met een zeer smal, donker randje er omheen. Gaat het om een luchtbel, dan is deze bij opvallend licht helemaal donker of is hoogstens in het centrum een klein lichtpuntje te zien.

Luchtbell



Luchtbell

Natuurlijk of niet?

Vanwege hun glans, gloed, schittering en kleurenspeel zijn edelstenen van oudsher geliefde en kostbare voorwerpen voor mensen. Het is dan ook niet verwonderlijk dat steeds pogingen zijn gedaan om edelstenen precies na te maken. Tegenwoordig gebeurt dit met zeer geavanceerde technieken. Ook worden minder mooie stenen vaak behandeld om ze waardevoller te laten lijken. Termen als 'echt' of 'nep' zijn vanwege de vele mogelijkheden in dit verband te zwart-wit. Daarom onderscheiden we verschillende categorieën. Zowel natuurlijke edelstenen als de meeste behandelde exemplaren worden voluit als edelstenen beschouwd. Ze hebben een relatief hoge waarde, afhankelijk van de toegepaste behandeling. Daarnaast bestaan synthetische stenen. Ze zijn afkomstig uit de fabriek en dus niet zeldzaam, maar hebben wel dezelfde eigenschappen als natuurlijke edelstenen. Ook zijn er imitaties: allerlei artificiële producten die wel lijken op edelstenen uit de natuur maar daar niet zo zijn te vinden. Er komt veel vakkennis bij kijken om de verschillende categorieën stenen van elkaar te onderscheiden.

Natuurlijke edelstenen

Edelstenen zijn natuurlijke mineralen die vaak diep in de aardkorst of zelfs in de aardmantel zijn gevormd. Elk mineraal heeft een eigen scheikundige samenstelling en een karakteristieke kristalvorm, dat is ontstaan uit het regelmatige patroon van deeltjes waaruit het is opgebouwd. Samen met de kristalvorm, kleur en glans heeft elke edelsteen een eigen identiteit.



Amethyst, met karakteristieke natuurlijke kristalvorm en kleur, en daarnaast geslepen, gefacetteerd in ovaalvorm.

Behandelde edelstenen

Edelstenen uit de natuur voldoen vaak niet aan de kleur of helderheid die we ervan verlangen. In die gevallen helpen verhitting, bestraling of opvulling van haarscheuren vaak bij het verbeteren van de kwaliteit. Zulke behandelingen zijn wel van invloed op de waarde van de steen en moeten in de beoordeling hiervan worden opgespoord en bewezen.



Verhitting van lichtgekleurde saffier, zoals gevonden in riviergrind in Sri Lanka (rechts) veroorzaakt een verandering in de gewenste kleur (links).

Synthetische stenen

Eén van de methoden om natuurlijke edelstenen na te bootsen is de 'synthese'. Vanwege hun waarde worden vooral diamant, robijn, saffier en smaragd kunstmatig gemaakt. Ook andere, minder voor de hand liggende, stenen zijn maakbaar, zoals synthetische kwarts, spinel, opaal en alexandriet. Als voorbeeld lichten we hier robijn uit, dat door middel van de zogenoemde 'Verneuil methode' kan worden geproduceerd.

De methode om synthetische robijn te maken is genoemd naar professor A.V.L. Verneuil (1856-1930). De 19e-eeuwse Franse chemicus ontwikkelde een speciale oven waarmee hij uit zuivere aluin grote kristallen van korund kon maken: de grondstof van robijn. Dat aluin een geschikt uitgangsmateriaal voor robijn is, komt vanwege de chemische samenstelling. Zuivere aluin bevat onder meer aluminium en zuurstof, beide elementen die kenmerkend zijn voor het mineraal korund. Wordt aluin sterk genoeg verhit, dan verdwijnen de vluchtige bestanddelen en blijft een fijn poeder over van aluminiumoxide. Met behulp van een speciale oven kan dit poeder worden omgezet in grote kristallen korund.

De rode kleur van robijn verkreeg Verneuil door het aluminiumoxide poeder te mengen met chroomoxide. Door kleine korreltjes aluminiumoxide bij ongeveer 2100 °C te verhitten smelten ze. Vervolgens worden de druppeltjes opgevangen op een roterende tafel van vuurvast materiaal. Door een voortdurende stroom van gesmolten korreltjes groeit de synthetische korund tot één grote 'smeltpeer'.

Uit de kunstmatig gegroeide kristallen worden flinke robijnen geslepen, regelmatig veel groter dan in de natuur worden aangetroffen. Echte robijn komt namelijk zelden voor in afmetingen die zwaarder zijn dan 0,8 gram (4 karaat), terwijl dit onder synthetisch robijn een algemeen gewicht is. Op vergelijkbare manier kan synthetische saffier worden gemaakt, dit is de blauwe variant van het mineraal korund. Voor de blauwe kleur moeten ijzer en titaan aan de aluminiumoxide worden toegevoegd, in plaats van chroom.



Smeltperen van synthetische korund, waaronder synthetische robijn en saffier.

Herkenning van een synthetische 'Verneuil'-korund gebeurt vooral aan de hand van de kleur. Kunstmatige robijn en saffier is vaak niet egaal gekleurd, wat komt door de onregelmatige toevoer van het kleurende element tijdens het productieproces. De druppeltjes leggen zich in de smeltpeer over elkaar heen en vormen dunne, gebogen laagjes met vaak verschillende kleuren. Dit worden groeistrepen of productiestrepen genoemd. De gebogen lijnstructuur in synthetische robijn en saffier is wat ze duidelijk onderscheidt van natuurlijke edelstenen. Hierin zijn uitsluitend een rechte zonestructuur of kleurzoning waar te nemen. Naast dit kenmerk valt kunstmatig korund ook op door de aanwezigheid van gasbellen.



Gebogen groeilijnen in een synthetische saffier.

Imitaties

Ook imitaties zijn bedoeld om de natuurlijke kleur en vorm van edelstenen te benaderen. De chemische samenstelling en fysieke eigenschappen van imitaties verschillen echter totaal van die van een natuurlijke steen. Imitaties omvatten uiteenlopende materialen die op edelsteen lijken, zoals glas, plastics en kunstharsen en samengestelde edelstenen. Een zeer geslaagde imitatie van diamant is 'cubic zirconia'.

Imitatie van diamant

Als imitatie van diamant wordt gebruik gemaakt van 'cubic zirconia': een zirconium oxide dat kubisch (cubic) kristalliseert. Omdat het tot nu toe de eigenschappen van diamant het meest benadert, geldt cubic zirconia als de beste dubbelganger van deze edelsteen. Wel toont deze imitatie een sterker - maar niet overdreven - vuur dan diamant. Vanwege de hoge soortelijke massa zijn losse stenen van cubic zirconia gemakkelijk te herkennen aan hun hoge gewicht. In geslepen vorm is de perfectie van een diamant met haarscherpe facetranden en volkomen vlakke randen met cubic zirconia niet haalbaar. Behalve kleurloos ('wit') kan cubic zirconia in allerlei kleuren worden gemaakt om ook andere stenen dan diamant na te bootsen. De goedkope productiemethode zorgt voor een wijdverspreide toepassing van deze imitatie.



Als succesvolle imitatie van diamant wordt cubic zirconia ook in veel andere kleuren gemaakt om ook andere edelstenen na te bootsen.

Glas

Imitaties van edelstenen bestaan ook uit verschillende soorten glas. Aanvankelijk ging het om kroonglas, wat behoorlijk hard is maar de essentiële glans en lichtbreking van echte edelstenen mist. Daarom ging men al gauw over tot het vervaardigen van flintglas, dat met een flinke hoeveelheid loodoxide resulteert in een hogere glans en dispersie. Nadeel van flintglas is echter dat het veel minder hard is en snel bekrast raakt.

Met gebruik van de juiste componenten is het mogelijk om met glasimitaties dicht in de buurt te komen van het uiterlijk van een edelsteen. Zo veroorzaakt toevoeging van chroom tijdens het productieproces een groene kleur. Cobalt maakt het glas blauw, mangaan zorgt voor een violette kleur en koper en selenium kleuren glas rood.

Voor het herkennen van glasimitaties bestaan verschillende manieren.

- 'Proef' je een steen met je tong, dan voelen glasimitaties warmer aan dan een echte steen. Dat komt omdat glas een slechte warmtegeleider is.
- Bij een oude glasimitatie zijn de randen van de geslepen vlakken (facetranden) meestal versleten en is de steen flink gekrast. Nieuwe glasimitaties zijn herkenbaar aan facetranden die afgerond zijn, in plaats van recht. Oorzaak is dat het glas niet wordt geslepen, maar geperst. De facetten zelf zijn hierdoor niet vlak, maar zwak gebogen.
- Meestal zijn in glasimitaties luchtbellens te ontdekken. Deze zijn doorgaans groter dan gasbellen in synthetische stenen. Een puntige ellips is een typische vorm voor luchtbellens in glas.

- Daarnaast verraden 'productiestrepen' dat het om glas gaat. Deze strepen liggen niet zo regelmatig verspreid als in het geval van synthetisch geproduceerde stenen.
- Tot slot zijn lichtbreking en soortelijke massa van glas anders dan die van de natuurlijke steen die wordt nagebootst.



Armband van glas, imitatie van jade.

Plastics en kunstharsen

Voorals imitatie van barnsteen en andere organische natuurproducten zoals schildpad, ivoor en koraal, worden verschillende soorten plastics en kunstharsen gebruikt. Deze materialen hebben een lage soortelijke massa en zijn licht in gewicht.

Barnsteen is bijvoorbeeld te onderscheiden omdat het blijft drijven in water dat verzadigd is met zout, terwijl de meeste plastics iets zwaarder zijn en juist zinken. Daarnaast versplintert barnsteen als het met een mes wordt bewerkt, terwijl plastic kan worden geschild. Ook vertonen plastics na korte tijd wanneer ze als sieraad worden gedragen, aangezien zijn.



Plastic (polystyrene) imitaties van barnsteen.

Samengestelde edelstenen

Geslepen stenen die uit twee of meer delen bestaan worden samengestelde edelstenen genoemd, of ook wel doubletten en tripletten. Naast natuurlijk materiaal kunnen de stenen synthetisch materiaal bevatten of glas. Hier behandelen we een aantal veel voorkomende gevallen.

- Imitaties van robijn, saffier en smaragd worden verkregen door een steen met een dunne bovenlaag van granaat, met daaronder glas in respectievelijk de kleuren rood, blauw of groen. Voordeel van granaat ten opzichte van glas is dat het veel harder is, waardoor slijtage minder snel gaat.
- Robijn en saffier worden bedrieglijk goed nagebootst met doubletten die bestaan uit een dunne bovenkant van natuurlijke saffier en een dikke onderkant van hetzij synthetische robijn of synthetische saffier.
- Imitaties van smaragd in de vorm van een doublet kunnen bestaan uit twee delen kleurloze kwarts (bergkristal) die met een groen middel aan elkaar zijn gekit. De naam 'Soudé-smaragd' die de handel voor deze steen gebruikt is onjuist, want er is geen spoor van echte smaragd in te bekennen.
- Bij gebrek aan dikke lagen opaal in de natuur, wordt deze edelsteen in dunne lagen op zwart onyx gekit om massa te krijgen. Ook zie je opaaltripletten die zijn opgebouwd uit een basis van zwarte en ondoorzichtige onyx, een tussenlaag van echte opaal en een toplaag van doorzichtig plastic of bergkristal. Aan de zichtbaar verschillende bestanddelen van deze doubletten en tripletten zijn ze gemakkelijk te herkennen.

- Van diamant zijn doubletten bekend waarbij het onderste deel bestaat uit synthetische, kleurloze korund of een ander geschikt materiaal, zoals 'cubic zirconia', met daar bovenop een dun laagje van de echte edelsteen.

Voor het herkennen van doubletten worden deze in een kleurloze vloeistof tegen een witte ondergrond bekeken. Zelfs in water vallen de kleurverschillen binnenin de steen onmiddellijk op. Daarnaast zijn met een loep of microscoop in het kitvlak luchtbellens waar te nemen. Gecombineerd met natuurlijke insluitsels - zoals rutielnaalden in granaat - verraden luchtbellens dat de steen uit meerdere delen is opgebouwd.



Zijaanzicht in water en vooraanzicht van een 'Soudé smaragd'. Luchtbellens zijn waarneembaar in de groene kitlaag (verdere uitleg zie tekst).

Parels

Van 'een parel aan zijn kroon' tot 'parels voor de zwijnen werpen'; onze taal bewijst de speciale binding tussen de mens en dit glanzende natuurproduct. Al zesduizend jaar versieren mensen zich met parels. De grootsten der aarde hebben zich ermee getooid. En soms zijn de parels zelf nog bekender dan degene die ze heeft gedragen. Maar wat zijn parels eigenlijk, wat maakt ze zo bijzonder en hoe herken je een echt exemplaar?

Gemaakt door dieren

Parels groeien in een schelpdier. Soms in een slak, maar meestal in een tweekleppig schelpdier – zoals een oester – dat de kunst verstaat om parelmoer te maken. Het parelmoer zit aan de binnenkant van de schelp. De buitenzijde bestaat uit het eiwit conchioline, vermengd met kalk. Tussen de buiten- en binnenzijde van de schelp zit nog een tussenlaag: de 'prismalaag', genoemd naar de prismavormige calciëtkristallen waaruit het is samengesteld.

Parelmoer is opgebouwd uit overlappende plaatjes van het mineraal aragoniet (een calciumcarbonaat). Het parelmoer vormt een gladde laag waarmee het weekdier zich beschermt en het bekoort mensen vanwege zijn glans, kleur en vorm. Kenmerkend aan de bouw van een parel zijn de concentrische lagen, vergelijkbaar met de ringen van een ui.

De vorming van een parel gebeurt bijvoorbeeld wanneer een microscopisch klein diertje of voorwerp in een schelp terechtkomt en irritatie veroorzaakt. Het schelpdier reageert door de indringer tegen de binnenzijde van de schelp aan te drukken en er een laagje parelmoer over af te zetten. Daarmee raakt het ingekapseld en heeft het dier er geen last meer van. Bijkomend effect is dat een zogenoemde 'blistereparel' ontstaat: een parel die op één plaats aan de schelp vastzit. Deze hoeft niet per se rond te zijn; vaak zijn parels wat afgeplat of meer peervormig, soms zijn ze heel onregelmatig van vorm.

De beschermende laag van het parelmoer wordt vanuit de mantel van het weekdier gevormd. De mantel is een belangrijk weefsel van weekdieren met verschillende functies, afhankelijk van de groep. Zo zorgt de mantel bij tweekleppigen voor de voedselopname en maakt de mantel bij de meeste schelpdieren een hard pantser: de schelp. Bij irritatie door een indringer delen huidcellen in de mantel van de oester zich tot een 'parelzak', waarin parelmoer in dunne laagjes aragoniet wordt afgezet. Omdat de parelzak niet vastzit aan de schelp maar zich in de zachte mantel bevindt, kunnen op deze wijze mooi ronde, 'boutons' of druppelvormige parels ontstaan.

De groei van parels gebeurt zeer traag, afhankelijk van de zeewatertemperatuur en de soort pareloester. Per dag worden twee tot zeven laagjes parelmoer afgezet, elk met een dikte van 0,0005 millimeter (0,5 micron). In Japan lopen groeisnelheden van parels bijvoorbeeld uiteen van 0,15 millimeter per jaar in de koude Ago-baai tot twee keer zoveel in het warmere Kyushu. In warme delen van de Stille Oceaan halen oesters een groeisnelheid van wel 3 millimeter per jaar.



Natuurlijke parels in broche, bezet met diamant.

Kwaliteit

De kwaliteit van een parel hangt af van een aantal factoren: afmeting en gewicht, vorm, kleur en luster.

Afmeting en gewicht

Hoe groter een parel, hoe duurder. De grootte van een parel wordt bepaald met de afmeting ervan of met de weegschaal. Voor natuurlijke parels gebruikt men als weegeenheid de 'grein'. Eén grein komt overeen met 50 milligram.

Vorm

Natuurlijke parels kennen allerlei vormen. De grootste voorkeur gaat uit naar ronde parels. Daarvoor moet je de parel van dichtbij bekijken. Op afstand lijken veel parels rond, terwijl van dichtbij toch wel kleine verschillen zijn op te merken. Parels die aan één kant zijn afgeplat heten 'boutons'. Heel kleine parels noemen we 'zaadparels'. Ronde parels en boutons zijn zeer geschikt voor ringen, broches, spelden en sluitingen, maar natuurlijk ook voor colliers. Voor brede colliers worden vaak zaadparels gebruikt, hoewel het boren en rijgen ervan erg kostbaar is. Tot slot kennen we ook 'barokparels', die zeer onregelmatig van vorm zijn. Parels afkomstig uit zoet water in plaats van zeewater behoren vaak tot deze categorie.



Natuurlijke parel met een 'bouton' vorm.

Kleur

Welke parelkleur mensen het mooist vinden, verschilt van land tot land. Over het algemeen geeft men de voorkeur aan wat het dichtst bij de (eigen) huidskleur komt. Omdat veel soorten pareloesters bestaan, kennen we ook verschillend gekleurde parels. Oesters van het geslacht *Pinctada* leveren parels met meestal een zachte tint: zilver, wit, roze of bronskleurig. Zwarte parels komen van de soort *Pinctada margaritifera*, de 'black-lipped oyster'. De kleur komt van een organisch pigment en zulke donkere natuurlijke parels zijn zeldzaam. Slakken van het geslacht *Haliothis* – 'zeeoren' – leveren groene en blauwe parels.



Zwarte natuurlijke parel, afkomstig uit *Pinctada margaritifera*.

Luster

De 'luster' of het 'oriënt' is de typische glans van parels die zorgt voor een subtiel lichtspel met alle kleuren van de regenboog. Het spreekt voor zich dat een glanzende parel een hogere kwaliteit heeft dan eentje met een ruw en vlekkelig oppervlak. En dus is een glanzende parel het meest waardevol. De glans hangt samen met de zeewatertemperatuur waarin de parel is gevormd. Hoe kouder, hoe vaster, dunner en fijncorreliger de laagjes waaruit een parel is opgebouwd, en dus hoe mooier de glans.



Peervormige natuurlijke parel met een hoge glans.

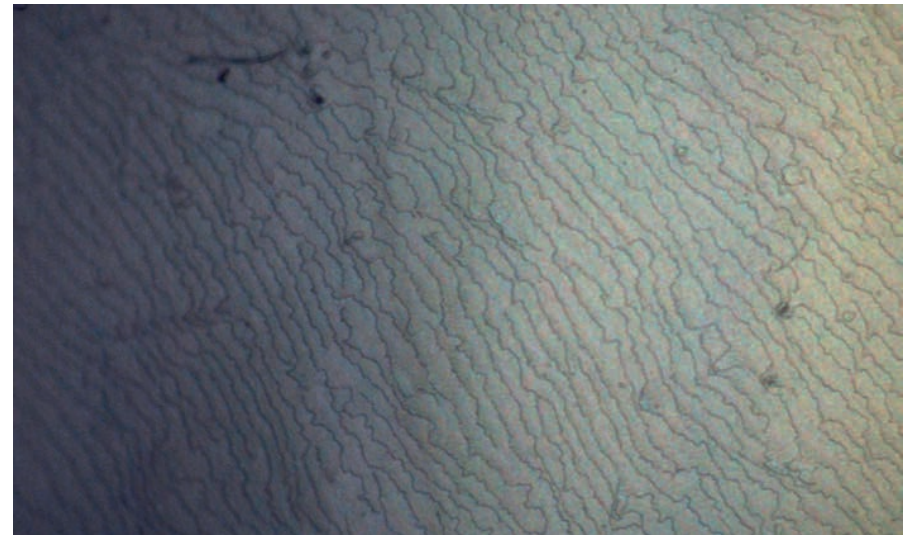
Natuurlijk of niet?

Voor het verkrijgen van parels uit de natuur hebben mensen van oudsher hun leven op het spel gezet. Parelduikers moeten lang onder water blijven om hun werk te doen, want oesters zitten muurvast op de zeebodem en ze zijn moeilijk open te krijgen om de parels eruit te halen. Natuurlijke parels die op deze manier worden gevonden zijn zeldzaam, dus kostbaar en ook meestal klein. Doorgaans zijn ze afkomstig uit de Perzische Golf, maar er zijn ook parels gevonden in de Rode Zee en in de Stille Oceaan.

Tegenwoordig bestaat de overgrote meerderheid van aangeboden parels uit gecultiveerde exemplaren die onder strikte omstandigheden worden gekweekt. En er zijn ook imitaties. Deze categorie kan worden beschouwd als 'nep'. Verschillende manieren zijn voorhanden om echte, gecultiveerde en 'nep'parels te onderscheiden.

Natuurlijke parels

Echte ofwel natuurlijke parels hebben aan de oppervlakte een structuur van dakpansgewijs gerangschikte aragonietkristallen. Daardoor voelen ze stroef aan wanneer je ermee over je tanden wrijft. Onder de microscoop vertonen natuurlijke parels een beeld als van een hoogtelijnenkaart.



Microscopisch beeld van het oppervlak van een parel.

Het verschil tussen echte en gecultiveerde parels (zie hieronder) is wetenschappelijk vast te stellen met behulp van röntgenstraling. Deze energievorm is hiervoor geschikt omdat het met zijn zeer kleine golflengte in staat is om in hard materiaal – zoals parels – door te dringen. Het onderzoek vereist speciale apparatuur (klassieke doorlicht apparatuur, maar ook steeds meer röntgen computer micro-tomografie), is bijzonder kostbaar en gebonden aan bepaalde gedragsregels. In ons land onderzoekt alleen het Nederlands Edelsteen Laboratorium parels op deze systematische wijze.

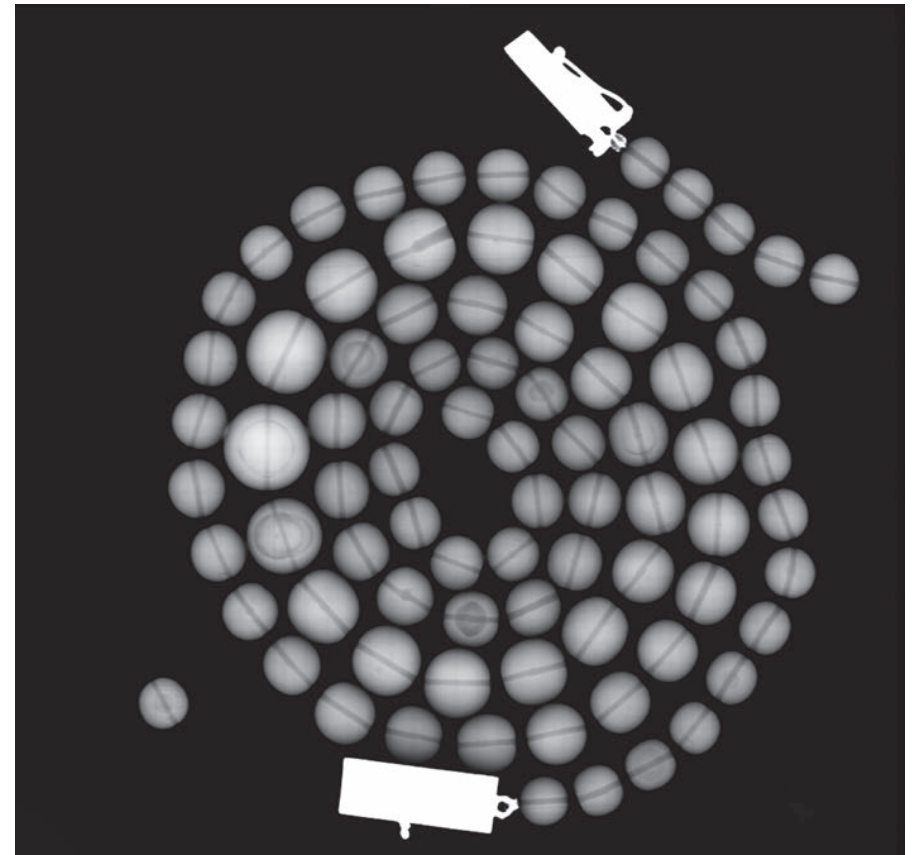
Herkenning

Het fluorescentie-effect dat doorlichten met röntgenstraling (radiografie) veroorzaakt, geeft experts handvatten over de herkomst van een parel. Daarnaast bieden transparantieverschillen in de structuur aanknopingspunten of men al dan niet met een natuurlijke parel heeft te maken.

Radiografie en röntgentransparantie

Bij het doorlichten met röntgenstraling geven kleine verschillen in transparantie belangrijke informatie over de structuur en dus herkomst van parels. In natuurlijke parels heeft conchioline – een eiwitproduct van schelpen – een betere doorlaatbaarheid van röntgenlicht dan aragoniet (de bouwstof van paelmoer). In het ‘negatieve’ beeld waarnaar men kijkt vanwege de betere zichtbaarheid van de contrasten, resulteert dit in donkere lijnen die op laagjes van conchioline duiden. Bij echte parels vertonen de lijnen een concentrische structuur, met soms grote onderlinge verschillen tussen parels.

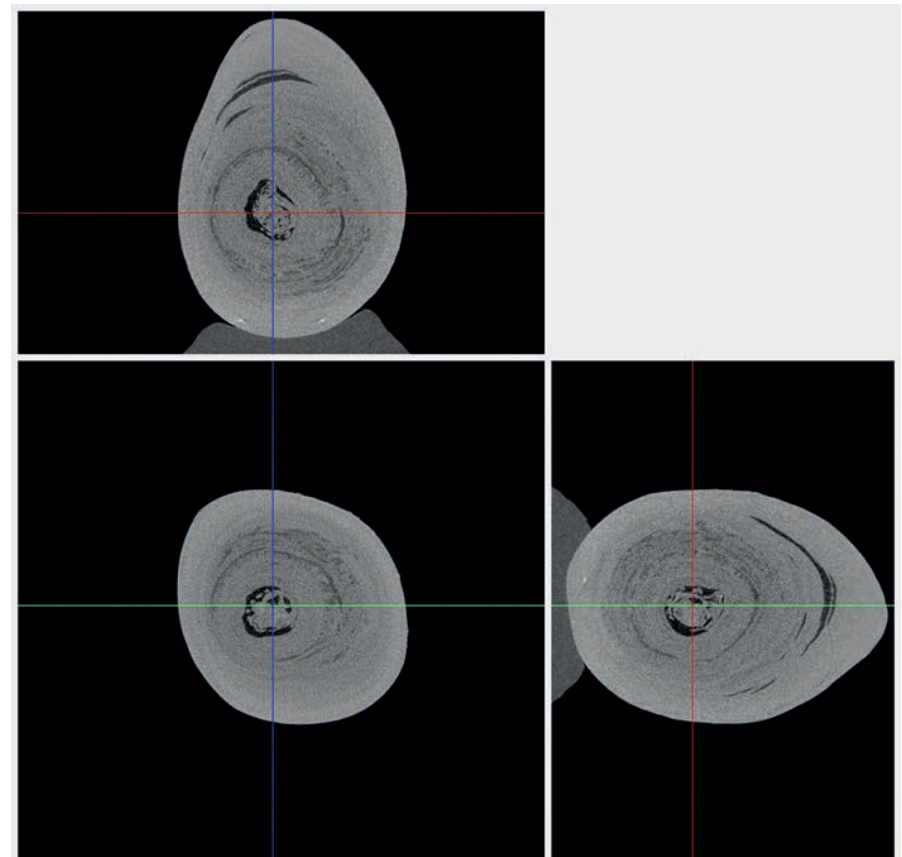
Voordeel van de doorlichtmethode is dat hiermee in één keer een heel collier is te onderzoeken. Nadeel is dat door een regelmatige verdeling van conchioline in verschillende paelmoerlagen van een parel de structuur vaak niet duidelijk genoeg zichtbaar wordt.



Röntgendoorlichtopname van natuurlijke parels.

Röntgen computer micro-tomografie (micro-CT)

Voor een gedetailleerd beeld van de interne structuur van een parel is röntgen computer micro-tomografie een geschikte techniek. Tijdens het maken van röntgenfoto's draait de parel heel langzaam rond. Na 180 of 360 graden rotatie levert dit een serie beelden op, die met behulp van software resulteren in een driedimensionaal model van de parelstructuur. Dankzij de hoge resolutie en goede detailbeelden is met deze techniek goed te zien of het om een natuurlijke parel gaat. De detailbeelden zijn zelfs geschikt om gecultiveerde parels zonder kern te herkennen. Aangezien deze cultivars steeds vaker op de markt verschijnen, wint de röntgen computer micro-tomografie aan terrein.



Micro-CT beelden van drie loodrecht op elkaar staande doorsneden van een natuurlijke parel.

Gecultiveerde parels

Gecultiveerde parels zijn al bekend sinds de 13e eeuw, toen Chinezen erin slaagden weekdieren zover te krijgen rond een ingebracht voorwerp paelmoer te vormen. Tegenwoordig worden parels op veel plaatsen in de wereld gekweekt. Uiteraard gebeurt dit vooral op plekken waar oorspronkelijk de natuurlijke parels vandaan kwamen. Behalve in Japan en China worden ook parels gecultiveerd aan bijvoorbeeld de noordkust van Australië, in Indonesië, Myanmar (Birma), Thailand, de Filipijnen, de Pacifische Oceaan (bijvoorbeeld Tahiti), Mexico en Californië.

Grofweg bestaan er twee soorten gecultiveerde parels.

Gecultiveerd in zout water

Een dof paelmoerbolletje, bekleed met mantelweefsel met paelmoervormende cellen, wordt ingebracht in de mantel van een oester. Vervolgens vormt het weekdier hier een glanzend laagje paelmoer omheen. Zo ontstaat een ronde pael, lastig te onderscheiden van een natuurlijk exemplaar. Genoemd naar de man die ze voor het eerst kweekte en deze industrie heeft groot gemaakt, heet een speciaal merk van deze cultivars 'Mikimoto parels'. Ook staan deze doorgaans kleinere en in Japan gekweekte parels bekend als 'Akoya parels'. Grotere gecultiveerde parels, bijvoorbeeld afkomstig van de kust van Australië, Azië en in de Pacifische Oceaan, worden vaak 'Zuidzee parels' genoemd, of als ze donker zijn: 'Tahiti gecultiveerde parels'.



Tahiti gecultiveerde parels.

Aanvankelijk duurde de productie van een Mikimoto parel wel zeven jaar. Later werd dit steeds korter, wat leidde tot hetzelfde resultaat maar dan met een dunner laagje parelmoer. In het algemeen varieert dit laagje tussen 0,2 tot meer dan 2 millimeter. Deze parels zijn goed bestand tegen slijtage, mits de dikte van de parelmoerlaag voldoende is.

De laatste tijd zijn overigens steeds meer 'kernloze' parels verschenen, ook gekweekt in zout water, waarbij het probleem van een eventueel te dunne parelmoerlaag niet meer speelt. Om deze parels te kweken is alleen mantelweefsel met parelmoervormende cellen in de pareloester ingebracht.

Een speciaal geval is de 'Mabe parel', die zich ontwikkelt tegen de binnenkant van de schelp. Een klein voorwerp – zoals een gedraaid bolletje parelmoer uit een andere schelp – wordt tussen de mantel en de schelp van de oester gebracht en met de vlakke kant aan de schelp vastgemaakt. De oester zet hier in de loop van de tijd parelmoer op af, waarna de parel wordt uitgezaagd. Vaak moet er dan aan de vlakke achterkant nog een stukje afgeronde schelp worden aangezet om tot een redelijk ronde, maar meestal toch enigszins afgeplatte parel te komen. In dit geval gaat het om een samengestelde gecultiveerde blisterparel. Deze techniek wordt sinds 1910 in Japan toegepast.



Gecultiveerde blisterparel. Na uitzagen maakt men hiervan een 'Mabe parel'.

Gecultiveerd in zoet water

Vanuit een zachte, weke kern die bestaat uit het mantelweefsel van een zoetwatermossel groeit de zogenoemde Biwaparel, genoemd naar de plek waar deze parel sinds het begin van de jaren 60 uit de vorige eeuw werd gekweekt: het Biwameer in Japan. Eén mossel kan ongeveer twintig van deze parels bevatten. Tegenwoordig komen zoetwater gecultiveerde parels bijna uitsluitend nog uit de grote meren in China. De grotere mosselen die hiervoor worden gebruikt kunnen bij de oogst tot wel veertig parels bevatten. Massaproductie van dit type parels heeft in het algemeen geleid tot een wereldwijde prijsdaling van gecultiveerde parels.

Zoetwater gecultiveerde parels hebben allerlei kleuren en vormen. Aanvankelijk hadden ze vaak grillige barokvormen, maar inmiddels is men in staat eivormige tot bijna ronde parels te kweken, die ook vaak een hoge glans vertonen. In sommige gevallen is het lastig om ze van natuurlijke parels te onderscheiden.



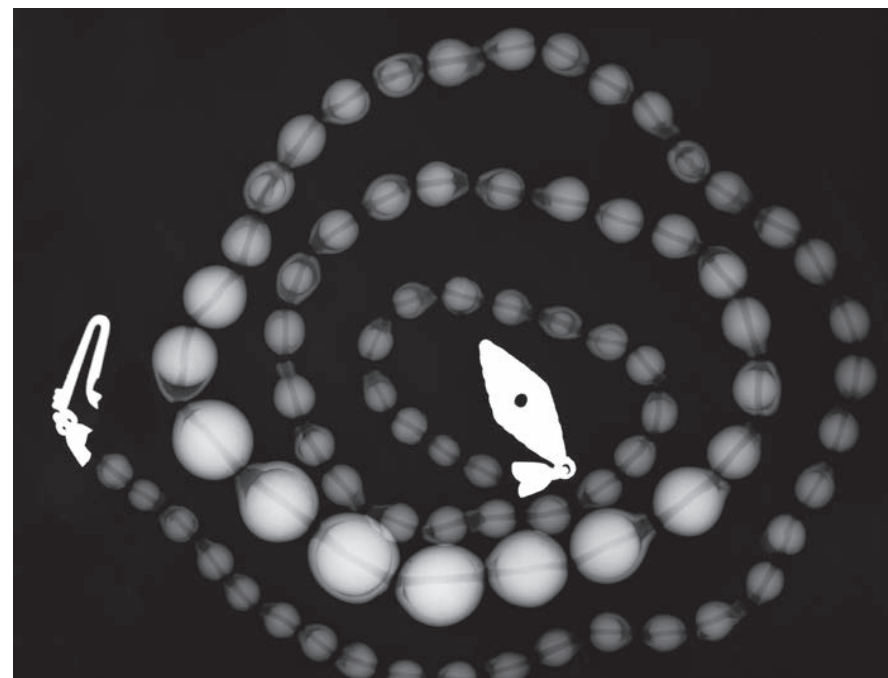
Zoetwater gecultiveerde parels uit China.

Herkenning

Net als parels uit de natuur, kennen gecultiveerde parels een gelaagde opbouw. Om ze te herkennen worden ze daarom op dezelfde manier met röntgenstraling doorgelicht.

Bij een gecultiveerde parel geeft het bestralen met röntgenlicht een zichtbaar groot verschil tussen de ingebrachte kern en de daaromheen gevormde rand. Rond de kern is een vrij dikke laag conchioline afgescheiden, met daarop uiterst dunne laagjes parelmoer. Parels die in Japan zijn gecultiveerd hebben heel erg dunne laagjes. Exemplaren uit warmer water zoals de Stille Oceaan hebben vaak dikkere laagjes.

Bij kernloze, zoet water en zout water gecultiveerde parels is een andere structuur te zien. Het mantelweefsel dat heeft dienst gedaan in het stimuleren van de parelgroei, is verdwenen. Wat overblijft is een onregelmatig gevormde holte

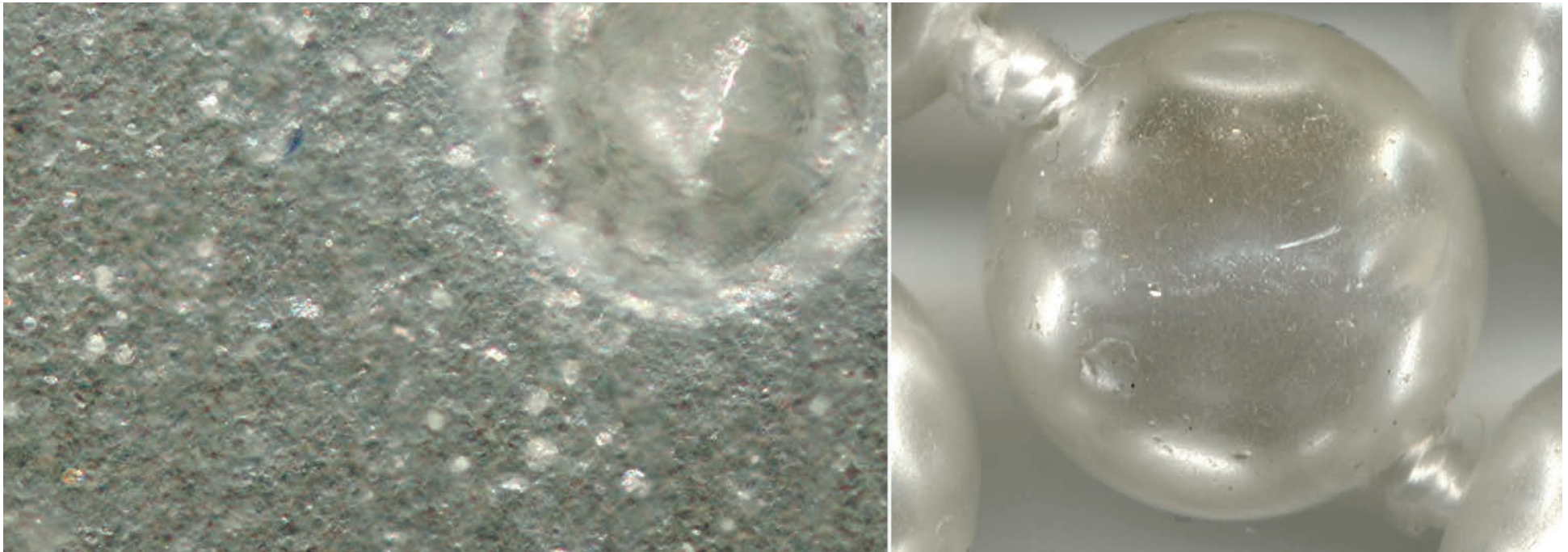


Röntgendoorlichtopname van gecultiveerde parels, afkomstig uit Japan. Steeds is een ronde kern duidelijk zichtbaar in deze parels.

Imitaties

Imitatieparels bestaan meestal uit een bolletje van glas of plastic, waarop een dun laagje 'parelmoersubstantie' is aangebracht. De 'parelmoersubstantie' is een soort verf die vroeger onder andere uit visschubben (bijvoorbeeld van haring) werd samengesteld. Tegenwoordig worden synthetische verven en coatings gebruikt. Imitatieparels worden geheel in de fabriek vervaardigd, er komt geen pareloester of mossel aan te pas. Het imiteren van parels komt al zeer lang voor en is bekend vanaf het begin van onze jaartelling.

Het eruit pikken van imitatieparels is niet bijzonder ingewikkeld. Ze vertonen een structuur als van een maanlandschap, met uitstulpingen en trechtervormige gaten. Zelfs met een loep is de korrelige structuur duidelijk te zien. Imitatieparels voelen glad aan wanneer je ze over je tanden wrijft, in tegenstelling tot echte of gecultiveerde parels, die stroef aanvoelen. Verder zijn de imitaties niet geboord maar aan elkaar gegoten, waardoor aan het ene eind van een losse parel het gat er als afgebroken kan uitzien en aan het andere eind als ingedrukt.



Oppervlak van een imitatieparel.

Nederlands Edelsteen Laboratorium
Naturalis Biodiversity Center, Leiden
www.naturalis.nl/nel
© 2019