

# Zand onder de polarisatie-microscoop

## Welke optische eigenschappen van mineralen zijn te bepalen met de MBS-10?

door Leendert Krook

Met de omgebouwde MBS-10 kunnen **met doervallend licht** de volgende eigenschappen van mineralen worden bepaald: vorm, afronding, mate van ververing, reliëf (maat voor de brekingsindex), kleur, pleochroïsme, isotropie en anisotropie, mate van dubbele breking en uitdoving (recht of scheef).

### Vorm

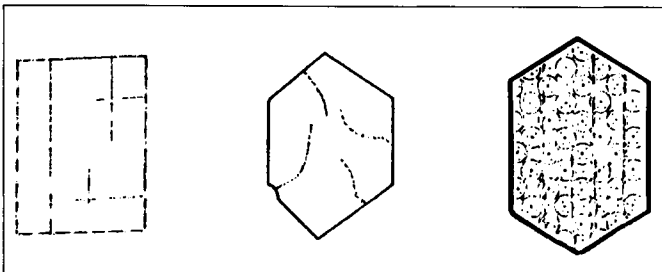
De vorm kan per mineraal sterk uiteenlopen. Wanneer de korrel niet te sterk is afgerond kan de originele habitus nog zichtbaar zijn, bijvoorbeeld: prismatisch (toermalijn, hoornblende, augiet, rutiel, epidoot), equidimensionaal (ongeveer bolvormig) (granaat, magnetiet), onregelmatig (vaak bij calciet, kwarts, stauroliet), dun en plat (glimmers). Soms zijn kristalvormen te zien, wat de herkenbaarheid sterk bevordert.

### Afronding

Deze kan variëren van zeer hoekig tot totaal afgerond. De afronding is onafhankelijk van de vorm. Prismatische korrels kunnen zeer goed afgerond zijn, bijv. zirkoon of rutiel. De perfecte afronding van deze mineralen, evenals die van toermalijn, wijst over het algemeen op een lange, complexe geschiedenis, waarin de mineralen verschillende cycli van ververing, erosie, transport, afzetting, gesteentevervorming ondergingen. Deze mineralen staan bekend als *doorlopers*.

### Chemische ververing

Amfibolen (hoornblende) en pyroxenen (b.v. augiet) vertonen vaak "hanekammen" aan de uiteinden en groeven op het oppervlak. Fraaie ververingsverschijnselen treden op bij granaat (o.a. "dakpanstructuur"), apatiet en olivijn. Ook de meer resistente stauroliet kan ververingsverschijnselen vertonen (bijv. in Tertiaire sedimenten). Het lijkt dan of de korrels met een holle beitel bewerkt zijn.



Afb. 1. Voorbeelden van het reliëf van mineralen in hetzelfde inbeddingsmiddel (hier canadabalsem). Links: albiet ("laag reliëf"); midden: kwarts; rechts: olivijn ("hoog reliëf").

### Reliëf

Het reliëf is een maat voor de brekingsindex. Hoe groter het verschil van de brekingsindex van het mineraal en de immersievloeistof (inbeddingsmiddel van het preparaat), hoe duidelijker het reliëf (donkere rand om de korrel). Zijn de brekingsindices van het mineraal en het inbeddingsmiddel ongeveer gelijk, dan is een kleurloze korrel vrijwel niet te zien. Afb. 1.

Ook speelt bij het reliëf de dikte van de korrel een rol, evenals de vorm van de korrelrand. Als een korrel aan de rand dun is en geleidelijk dikker wordt, is het reliëf minder uitgesproken dan bij

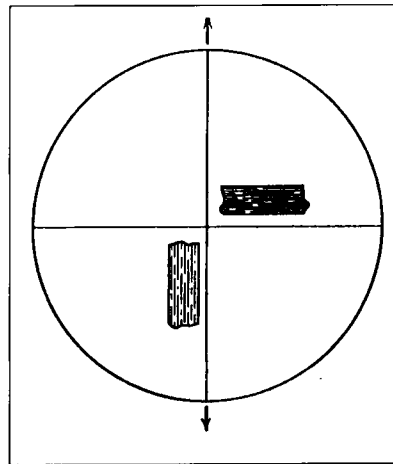
steile randen. Dit kan het geval zijn bij platte mineralen, zoals glimmers.

### Kleur

Deze spreekt voor zichzelf. Omdat bij de omgebouwde MBS-10 de analysator constant is ingeschakeld, kan de kleur van bepaalde mineralen bij draaiing van de schijf waarop het preparaat ligt verandering vertonen. Dit fenomeen heet pleochroïsme.

### Pleochroïsme

Dit is het verschijnsel dat de absorptie van licht dat door het kristal heen gaat in de ene richting van dit kristal anders is dan in een andere richting. Men onderscheidt dichroïsme (het optreden van



Afb. 2. Het pleochroïsme bij toermalijn is doorgaans bijzonder sterk. Doorschijnende prismatische korrels zijn, afhankelijk van de ligging t.o.v. de trillingsrichting van het ingeschakelde polarisatiefilter, zeer donker of heel licht gekleurd.

twee kleuren) en trichroïsme (drie kleuren; alleen waar te nemen als het mineraal in verschillende standen kan worden bekeken).

Pleochroïsme komt voor bij mineralen van alle kristalstelsels, behalve bij het kubische (isometrische) stelsel. Granaat kan dus geen pleochroïsme vertonen (maar eventuele insluitels wel, bijv. rutiel-naaldjes). Pleochroïsme kan worden waargenomen bij o.a. toermalijn, hoornblende, rutiel, hyperstheen, epidoot, andalusiet. Afb. 2.

### Isotropie of anisotropie

Een mineraal is optisch isotroop als het licht zich in alle richtingen met dezelfde snelheid voortplant. De brekingsindex is dan in alle richtingen gelijk.

Isotropie komt voor bij de meest geordende kristalstructuur, dat is bij mineralen van het isometrische stelsel (granaat, spinel), maar ook bij het minst geordende materiaal: glas (ook vulkanisch glas).

**Isotrope mineralen** zijn donker als de beide nicols (polarisator en analysator) zijn ingeschakeld.

**Anisotrope mineralen** vertonen bij gekruiste nicols zg. *interferentiekleuren*. Deze zijn het gevolg van de dubbele breking van deze mineralen. Het licht, dat door de polarisator in één trillingsrichting wordt gebracht, wordt in deze mineralen in twee, loodrecht op elkaar staande, richtingen tot trilling gebracht, elk volgens een andere brekingsindex. Door de analysator worden deze richtingen weer ontbonden in één richting (loodrecht op die van de polarisator), waardoor interferentie van de trillingen optreedt. Deze is zeer

gecompliceerd omdat het licht is opgebouwd uit verschillende kleuren (rood ... violet), met verschillende golflengten. De grootte van de dubbele breking die men waarneemt hangt af van:

- het mineraal (ieder mineraal heeft zijn specifieke dubbele breking). In de praktijk zullen in ons zandpreparaat alleen mineralen met een lage dubbele breking interferentiekleuren geven, zoals kwarts, veldspaten, apatiet, chloriet.
- de "ligging" van de korrel ten opzichte van zijn kristallografische richtingen,
- de dikte van de korrel.

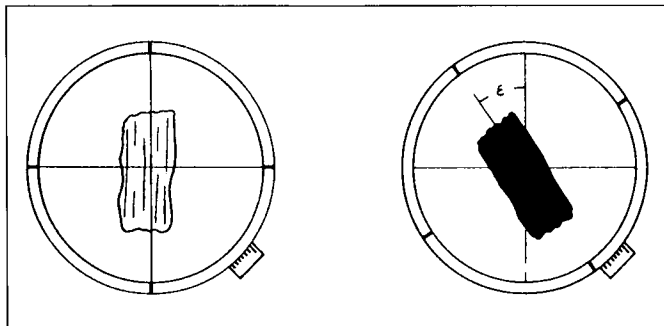
Bij een bepaalde ligging kan een anisotroop mineraal schijnbaar isotroop zijn. Het vertoont dan geen interferentiekleuren en blijft donker bij het draaien van de draaitafel (bijvoorbeeld een basale korrel van toermalijn, die met zijn c-as in de kijkrichting ligt).

Bij het draaien van de draaitafel over 360° vallen de trillingsrichtingen van de polarisator en de analysator vier maal samen. Hierdoor doven de anisotrope mineralen vier maal uit, d.w.z. zij zijn dan donker.

### Rechte en scheve uitdoving

Veel mineralen hebben een rechte uitdoving ten opzichte van de trillingsrichting van de polarisator en de analysator (dus noord – zuid en oost – west). Dit zijn de mineralen van de volgende kristalstelsels: het tetragonale stelsel (rutil, zirkoon), het orthorhombische stelsel (andalusiet, olivijn), het trigonale (kwarts, toermalijn, calciet) en het hexagonale stelsel (apatiet).

Mineralen van het monokliene stelsel doven meestal scheef uit (bijv. epidoot, hoornblende en augiet). De mineralen van het trikliene stelsel vertonen altijd een scheve uitdoving (bijv. plagioklaas, distheen). Afb. 3.



Afb. 3. Wanneer een anisotrope mineraalkorrel niet recht uitdooft, d.w.z. niet parallel aan de trillingsrichtingen van de polarisatiefilters (N – Z of O – W), zal hij na enig draaien met de draaitafel toch donker worden. Het mineraal heeft in dat geval een scheve uitdoving. In de rechter figuur is  $\epsilon$  de z.g. uitdovingshoek.

### Doorvallend en opvallend licht

Het voordeel van de omgebouwde MBS-10 is, dat men met een handomdraai kan overschakelen van doorvallend naar **opvallend licht**. Uiteraard kan men de opake mineralen alleen met opvallend licht bestuderen. Opake mineralen (afgezien van magnetiet, die vaak al langs magnetische weg verwijderd is) zijn o.a.: ilmeniet, leucoxeen, limoniet en pyriet. Maar ook verschillende eigenschappen van doorzichtige mineralen kunnen met opvallend licht vaak goed onderscheiden worden, zoals de vorm, afronding, verwerking, kleur en zelfs pleochroïsme, daar het licht dat van het mineraal wordt teruggekaatst de analysator nog moet passeren en dan gepolariseerd wordt.

(N.B. Bij normale polarisatie-microscopen bevindt zich één nicol, de polarisator, vast onder het object. De analysator zit erboven en kan uitgeschakeld worden. Bij de omgebouwde MBS-10 zit de analysator vast en kan de polarisator uitgeschakeld worden. Dit verschil maakt echter in principe niets uit.)