

bij de kleurenfoto's van pag. 103:

7. **Apatiet-kristallen** in en op kwarskristal. Dit laatste heeft duidelijke piramidevlakken bovenaan en prismavlakken onder het midden van het kristal. De apatietkristallen zijn duidelijk zonair. Afmeting: 70 x 100 mm.

8. **Apatietkristallen**, detail van het handstuk van foto 7. Apatiet, met de chemische formule $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F},\text{OH})$, is hexagonaal. Afm.: 20 x 30 mm, doorsnee van het grootste kristal: 10 mm.

Vindplaats: Panasqueira; collectie: Scheres; foto's: Stemvers.

bij de kleurenfoto's van pag. 104:

9. **Markasiet** (FeS_2), orthorhombisch, op arsenopyriet (FeAsS). De staalgrijze, forse arsenopyrietkristallen - de grootste is 4 cm hoog - zijn overdekt met kleine markasietkristallen, die schubvormig gerangschikt zijn. Afmeting: 45 x 87 mm. Vindplaats: Panasqueira, Portugal.

10. **Scheeliet** (CaWO_4), tetragonaal bipiramidaal, op rook-kwarts. Afm.: 6 x 9 mm.

Herkomstgebied: Cinovec, Tsjechoslowakije.

11. **Cassiteriet** (SnO_2), tetragonaal. Hier als radiaalstralig, bolvormig aggregaat, het zogenaamde "houttin". De kleur is bruinzwart, de afmeting 24 x 25 mm.

Herkomst: Black Range District/Sierra County, New Mexico, USA.

9, 10 en 11: collectie: drs. W.J.M. Scheres, foto's: P. Stemvers.

12. **Determinatie met borax-parels**, zie pag. 107

- | | |
|------------------------------|-----------------------------|
| 1. tinzeniet (mangaan) RV, | 5. krokoiet (chrom) RV, |
| 2. pyriet (ijzer) RV, | 6. krokoiet OV, |
| 3. erythriet (kobalt) RV, | 7. cupriet (koper) RV, |
| 4. wulfeniet (molybdeen) RV, | 8. vanadinit (vanadium) RV. |

foto: J.G. Schilthuisen

Determineren met boraxparels

door J.G. Schilthuisen

Het is vrij algemeen bekend, dat de kunst om glas en glazuur te maken en deze te kleuren met metaalverbindingen, niet van vandaag of gisteren is. Honderden jaren geleden al werd cobalt gebruikt om blauw te maken; voor een groene kleur werd koper- of chroomoxyde toegepast, bruinsteen leverde een paarse kleur en geel werd bereikt met antimonium- en uraanverbindingen.

Als bepaalde metaalverbindingen bepaalde kleuren opleveren, dan is het niet verwonderlijk, dat deze techniek op een gegeven moment omgekeerd werd gebruikt, n.l. door aan de hand van een verkregen kleur vast te stellen welk metaal zich in een verbinding bevindt.

En dat is een trucje, waarvan ook de mineralenverzamelaar zich kan bedienen als hulp bij het determineren van mineralen. In verschillende handboeken wordt deze methode dan ook min of meer uitgebreid beschreven. In het kort komt die op het volgende neer: in een oogje of lusje van platinadraad smelt men zoveel borax, soda of fosforzout, dat zich daarin een druppel glas vormt. Met de warme, klevende glasparel pikt men dan een paar korrels van het te onderzoeken mineraal op. Door de glasparel daarna verder in een vlam te verhitten lost het mineraal op en krijgt de glasparel een kleur die kenmerkend kan zijn voor een bepaald mineraal.

In de professionele wereld is het determineren met borax- en andere glasparels inmiddels vervangen door nauwkeuriger methoden.

Maar ook bij de amateurs, die nog steeds op eenvoudige middelen zijn aangewezen, hoort men er niet of nauwelijks over.

Dat is niet zo vreemd, want er zijn verscheidene nadelen: - vele mineralen hebben geen invloed op de kleur van de parel en in de gevallen dat dit wel zo is weet men dan wel

met welk metaal men te doen heeft, maar nog niet met welke verbinding daarvan; - platinadraad is erg duur en niet gemakkelijk verkrijgbaar. Bovendien kan de draad door gesmolten arsenicumverbindingen worden aangetast; - het compleet reinigen van de platinalus voor een volgende proef kost nogal wat tijd; - de beschrijvingen van kleuren in de publikaties zijn erg subjectief, zodat het gewenst is om kleurmonsters van bekende mineralen ter vergelijking bij de hand te hebben. Met de parels die in een platinalus zijn gevormd gaat dat niet gemakkelijk.

Magnesiastaafjes

De bezwaren die het gebruik van platina meebrengt zijn echter afdoende ondervangen. Voor onderwijsdoeleinden worden nu porseleinachtige staafjes gemaakt uit magnesia (niet te verwarren met magnesium of magnesiet). Aan de punt van zo'n staafje, dat er uitziet als een saté-stokje, kan ook een te kleuren glasdruppel worden gevormd. Na gebruik breekt men een stukje van het staafje af, waarna de rest weer geschikt is voor een volgende proef.

Deze magnesiastaafjes zijn dus erg praktisch en ook niet duur, maar helaas...weer erg moeilijk verkrijgbaar. Ze worden alleen in grote aantallen aan scholen geleverd, want de geautomatiseerde administratie (die alles zo gemakkelijk maakt) is te duur om kleine aantallen aan particulieren te leveren. Bij drie verschillende adressen is het mij niet gelukt om er een paar honderd te kopen.

Porseleinstaaftjes

Nu mag een mineralenverzamelaar zich niet voor één gat laten vangen. De oplossing is dan ook na enig experimenteren gevonden in de vorm van gezaagde reepjes wand-

tegel. Om deze te maken moet men beschikken over een steenzaag of over een kennis die er een heeft. Dat moet niet moeilijk zijn.

De staafjes worden gezaagd van de goedkope witte of lichtgekleurde porseleinen wandtegeltjes van 10 x 10 cm. Deze zijn voor ongeveer 15 cent per stuk in de handel. De dikte ervan is ca. 8 mm. Door er een stuk of zes met plakband te omwikkelen en dit pakket tot reepjes van 2 mm breed te verzagen verkrijgt men in korte tijd een paar honderd geschikte porseleinstaaftjes. Het koelen tijdens het zagen kan met gewoon water worden gedaan. Een voordeel van deze platte staafjes is niet alleen dat ze goedkoop en gemakkelijk verkrijgbaar zijn, maar ook dat de witte gezaagde vlakken beschrijfbaar zijn en bovendien het beoordelen van de kleur van de glasparel vergemakkelijken.

Een eerste proef

Voor een eerste proef moet men beschikken over een brander, zoals een soldeerlamp of bunsenbrander, een hoeveelheid boraxpoeder en natuurlijk het te onderzoeken mineraal. Het mineraalmonster moet eerst verpoederd worden, zonder dat het daarbij wordt verontreinigd door vreemde metalen. Fijndrukken met een stuk agaat op een tegel of dik stukje glas is een goede methode.

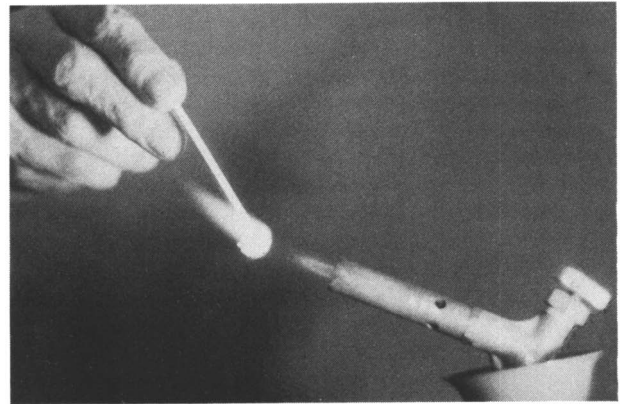
Voor het vormen van de boraxparel gaat men als volgt te werk: men verwarmt een einde van het teststaafje in de vlam en doopt het vervolgens in de borax. Door smelten hecht zich een propje borax aan het staafje, dat in de vlam verder word gesmolten (afb. 1). Door het ontwijken van het kristalwater lijkt aanvankelijk een soort popcorn te ontstaan, maar spoedig daarna smelt de borax tot een stroperig glas. Deze bewerking herhaalt men tot een flinke glasdruppel is ontstaan. Let wel op: deze druppel is ontzettend heet! Het staafje met de vloeibare druppel daarom altijd naar beneden houden, opdat geen gloeiende stroop op uw vingers kan druipen. Verder de proeven boven een onbrandbaar oppervlak uitvoeren, maar niet op het gasfornuis want een druppel gemorste borax lost het emaille daarvan op en dat kan aanleiding geven tot ongenoegen met het "hoofdkwartier".

Oxyderen en reduceren

De te gebruiken gasvlam moeten we nog wat nader bekijken. Daarin zijn verschillende zones waar te nemen (afb. 2):

- 1e. de paarsblauwe kegel aan de uitstroomopening van de brander. Deze bestaat uit een nog niet brandend mengsel van gas en lucht.
- 2e. de blauwgroene kegel, waarin de verbranding plaats vindt. Dit deel van de vlam bevat een overmaat aan koolmonoxyde, dat zich bij de hoge temperatuur ter plaatse gemakkelijk met de zuurstof uit een metaal-oxyde verbindt. Op die plaats wordt een mineraal dus gereduceerd; daarom spreekt men van een reductievlam (RV). Om zuiver koper vrij te maken uit koper-oxyde gebruikt men dus de RV.
- 3e. de kleurloze of geelachtige spits van de vlam. Hier zijn alle gassen verbrand en de temperatuur is een stuk lager dan in de RV. Als men in dit deel van de vlam een mineraal houdt dat bij hoge temperatuur oxydeert, dan verbindt dat zich daar met de zuurstof uit de omringende lucht. Dit deel van de vlam noemt men daarom oxydatievlam (OV). Om bijvoorbeeld zuiver koper met zuurstof te verbinden tot koper-oxyde gebruikt men dus de OV.

Keren we nu terug naar de proef waar we mee bezig waren. Met de gesmolten kleverige boraxparel pikken we enkele korreltjes op van het fijngevreven mineraal (bij-



Afb. 1. Smelten van borax tot een glasparel.

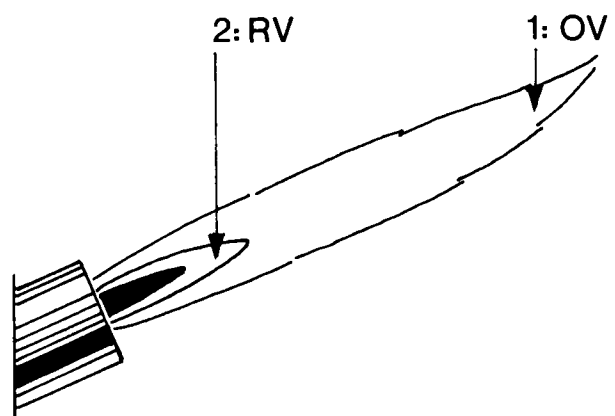
voorbeeld cupriet). Vervolgens houden we de parel in de oxydatievlam. Al vrij snel zien we dat het mineraal oplost in de borax. Door het staafje tijdens het verhitten om zijn lengte-as te wentelen wordt een redelijke menging verkregen. Dan nemen we de druppel uit de vlam en beoordelen de kleur van de parel zodra het gloeien is afgelopen, maar de borax nog heet is. Bij cupriet blijkt de parel dan helder appelgroen te zijn. Bij het afkoelen (scheurtjes in de borax) slaat deze kleur om in helder blauw. Het is dan ook van belang om de kleur van zowel de hete als de koude parel vast te stellen.

Nu herhalen we de proef in de reductievlam. Als de verhitting niet lang genoeg wordt voortgezet krijgen we dezelfde resultaten als bij de OV, maar bij langdurig reduceren wordt de parel op enkele plaatsen roodbruin door het metallisch koper, dat uit de cupriet is vrijgekomen. Om dit goed te kunnen waarnemen is het nuttig om de afgekoelde parel ook met een loupe of microscoop te bestuderen.

Vooraf bij chroomhoudende mineralen (crocoiet) is het verschil tussen de resultaten met de OV en de RV erg fraai. Bij andere mineralen is er soms weer niets van te merken.

Overigens moeten we de gegeven volgorde -eerst de OV, dan de RV- wel altijd aanhouden. Materiaal dat eenmaal gereduceerd is blijkt n.l. erg moeilijk weer te oxyderen. Mogelijk is de lagere temperatuur van de OV daar debet aan.

Met de hoeveelheid mineraal die we aan de parel toevoegen moeten we erg zuinig zijn. Als de kleur te zwak blijkt kan altijd nog wat toegevoegd worden, maar een te donkere druppel is onbruikbaar.



Afb. 2. De plaatsen in de vlam, waar het monster achtereenvolgens moet worden verhit: eerst in de oxydatievlam, en daarna in de reductievlam.

Resultaten

Voor het beoordelen en interpreteren van de resultaten is nogal wat ervaring en het vermogen om kleurnuances waar te nemen vereist.

Kleuromschrijvingen in een boekje geven slechts benaderingen. Wat de één groenig blauw noemt, vindt een ander blauwig groen en ga zo maar door. Verder is de donkerte, de kleurverzadiging, niet kenmerkend voor een bepaald metaal, want die is afhankelijk van de verzadiging van de borax.

Overigens krijgen we lang niet altijd een mooie, gemakkelijk te herkennen kleur. Sommige metalen, zoals bijvoorbeeld zink, lood en aluminium geven in het geheel geen kleur. Toch is dat een belangrijke aanwijzing. In andere gevallen, waarin we wél een kleur mogen verwachten, zoals van het koper in covelliet, ontstaat met de OV in heldere borax een zwarte slak, die in de RV gedeeltelijk tot koper wordt gereduceerd.

Als zich in een mineraal meerdere metalen bevinden, dan is het mogelijk dat slechts één daarvan tot een kleurreactie aanleiding geeft. In andere verbindingen, zoals chalcopryiet en borniet bevinden zich twee kleurende metalen (ijzer en koper), zodat daarvan mengkleuren moeten worden verwacht.

Uit een en ander zou men kunnen afleiden, dat de methode van determineren met boraxparels maar weinig duidelijkheid brengt. Het is inderdaad zo, dat men met deze techniek niet met zekerheid kan vaststellen met welk

mineraal men bij het onderzoek te doen heeft, maar dat is bij geen enkele -voor de amateur geschikte- methode het geval. Determineren van mineralen is altijd het zoeken naar een zo groot mogelijk aantal kenmerken en dan is het wel degelijk van belang te weten welk metaal wél of niet in een monster aanwezig kan zijn. Een voordeel is bovendien, dat maar zeer geringe hoeveelheden materiaal nodig zijn.

Om met deze techniek vertrouwd te raken is het nuttig om te beginnen met het doen van proeven en waarnemingen aan monsters waarvan de identiteit vast staat. Het mooiste is dan om met waterverf of kleurenfoto's de resultaten voor later in kleur vast te leggen. De proefstaafjes zelf kan men natuurlijk ook bewaren. Maar dat moet dan wel op een zeer droge plaats gebeuren, bijvoorbeeld in een afsluitbare glazen pot. De borax gaat namelijk na een paar weken weer vocht opnemen en wordt dan dof en kleverig. Dat valt wel te herstellen door het monster even op de goede plaats (OV of RV) in de vlam te houden, maar dat is toch een hoop extra werk.

Uit de kleurenafbilding 12 op pag. 104 blijkt om welke karakteristieke kleurenverschillen het soms gaat. Het blauw van het koper en van cobalt zijn goed te onderscheiden, evenals het bruin van het ijzer en van het mangaan. Erg mooi is ook het verschil tussen chroom met een OV en met een RV. En nogmaals: de verzadiging van de kleur is voornamelijk afhankelijk van de hoeveelheid mineraal, die in de borax is opgelost.

Niet als een nauwkeurige kleurbeschrijving, maar als indicatie van wat men van verschillende mineralen kan verwachten, zijn in onderstaande tabel de resultaten van een aantal eigen proeven met borax vermeld:

materiaal	oxydatievlam		reductievlam	
	heet	koud	heet	koud
bariet (barium), auripigment (arsenicum), galeniet (lood), lepidoliet (lithium), cinnaber (kwik) en soda (natrium):	kleurloos	kleurloos	kleurloos	kleurloos
cupriet en malachiet (koper):	geelgroen	hemelsblauw	geelgroen	hemelsblauw met koper
covelliet (koper), gaat branden bij aanraken met hete parel:	zwarte slak	zwarte slak	zwarte slak	zwarte slak, gedeeltelijk tot koper gereduceerd
crocoiet (lood en chroom, het lood kleurt niet):	oranjegeel	geelgroen	olijfgroen	smaragdgroen
pyriet (ijzer):	geelbruin	bruin	geelbruin	bruin
erythriet (cobalt en arsenicum, het arsenicum kleurt niet):	paarsblauw	paarsblauw	paarsblauw	paarsblauw
gedegen goud:	lost niet op	lost niet op	lost niet op	lost niet op
tinzeniet (aluminium en mangaan, het aluminium kleurt niet):	paarsbruin	paarsbruin	paarsbruin	paarsbruin
wulfeniet (lood en molybdeen, het lood kleurt niet):	kleurloos	kleurloos	kleurloos	zwartgrijs van gereduceerd molybdeen
vanadinit (lood en vanadium, het lood kleurt niet):	olijfgroen	olijfgroen	olijfgroen	olijfgroen