Tin-wolframafzettingen,

in het bijzonder van Panasqueira (Portugal)

door drs. W.J.M. Scheres

In dit artikel wordt nader ingegaan op de genese en de mineralogische opbouw van tin-wolframafzettingen. In veel gevallen zijn zulke afzettingen opgebouwd uit zeer karakteristieke en opvallende mineraalassociaties. Vaak zijn de daarin voorkomende mineralen fraai uitgekristalliseerd.
De wijze van vorming van tin-wolframertsen (de paragenese) kan op diverse manieren geschieden, waardoor er verschillende mineraalassociaties kunnen ontstaan of waardoor de habitus van de in de afzettingen optredende ertsmineralen zeer uiteenlopend kan zijn. Als voorbeeld kunnen dienen de grote cassiterietkristallen in een pneumatolytische afzetting tegenover cassiterietknollen met druivetrosachtig voorkomen in een exhalatieve afzetting. Na de behandeling van de verschillende paragenesen wordt de beroemde tin-wolframafzetting van Panasqueira (provincie Beira Baixa, Portugal) nader beschouwd. Dit omdat deze vindplaats een zowel typisch als eenvoudig voorbeeld is van een pneumatolytische tin-wolframafzetting.

Het ontstaan van tin-wolframafzettingen

Meestal heeft het tin en wolfram bevattende magma een granitische samenstelling. Als de hoofdmassa van een granitisch magma is gekristalliseerd, blijft er een restmagma over dat aangerijkt is aan elementen die moeilijk in de kristalroosters passen van de gesteentevormende mineralen: kwarts, veldspaten en glimmers. Ook bevat dit restmagma veel waterdamp alsmede allerlei andere gasvormige stoffen.

De pegmatitische fase

Bij daling van de temperatuur kristalliseert het restmagma uit in de vorm van pegmatietgangen. Ook hierin zijn kwarts, veldspaten en glimmers hoofdbestanddelen, terwijl als ondergeschikte bestanddelen mineralen met allerlei min of meer bijzondere metaalionen optreden, zoals beryllium, lithium, tantalium, niobium, zeldzame aarden, thorium, tin en wolfram.
De pegmatietmineralen met bijzondere metaalionen erin zijn vaak heel opvallend door hun vorm, kleur en/of grootte der kristallen. Tijdens deze late fase van magma-uitkristallisatie zijn op sommige plaatsen grote afzettingen van tin of wolfram ontstaan.

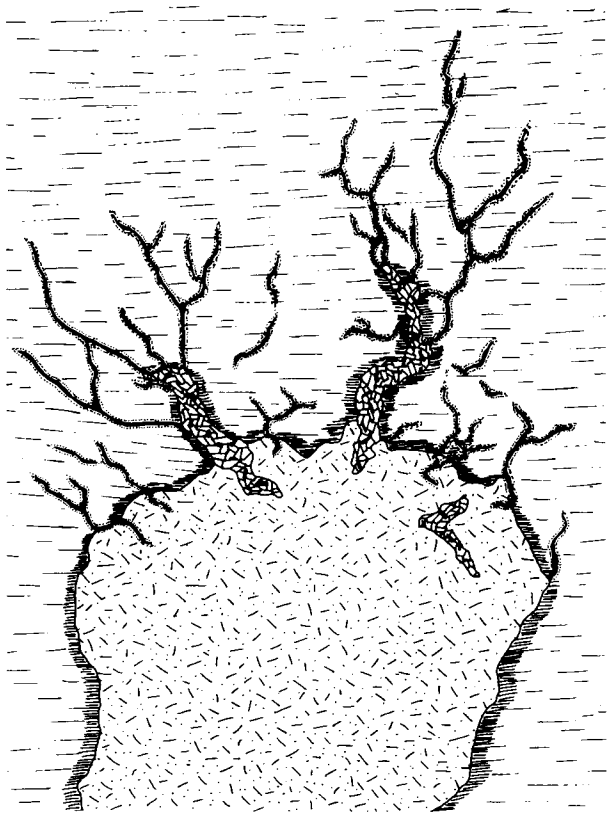
De pneumatolytische fase

Tijdens de pegmatitische fase kristalliseren er weliswaar ook vluchtige bestanddelen uit, maar een groot deel van de gassen dringt bij hoge temperatuur en druk het omringende gesteente binnen. In en om spleten van het omringende gesteente worden daardoor mineralen afgezet en/of omgevormd, zie tekening 1. De fase waarbij er waterdamp met de daarmee vermengde gasvormige verbindingen in het omringende gesteente wordt geïnjecteerd heet de pneumatolytische fase. De temperatuur tijdens de inwerking van het gasmengsel ligt boven de kritische temperatuur van dit mengsel: boven circa 400°C. (Onder kritische temperatuur verstaat men de temperatuur waarboven een bepaald gas(mengsel) niet meer in vloeibare toestand kan overgaan, welke druk er ook op wordt uitgeoefend).
Aangezien de pegmatitische en pneumatolytische fase vaak in nauwe relatie tot elkaar staan en een scherpe grens tussen het optreden van beide fasen doorgaans moeilijk te trekken is, spreekt men wel van **pegmatitisch-pneumatolytische** fase *)
De inwerkende gassen kunnen zeer reactief zijn. Er worden dan niet alleen mineralen in spleten en holten afgezet, maar bovendien worden de omringende gesteentemassa's zelf veranderd door stoftoevoer. Hete tinfluoride- of tinchloridegassen kunnen, na hydrolyse, als cassiteriet (tindioxyde) neerslaan: $SnF_4 + 2H_2O \rightarrow SnO_2 + 4HF$. Het zeer agressieve HF (fluorwaterstof) zet andere mineralen om. Zo kunnen veldspaten door toevoer van lithium en fluor in zinnwaldiet en topaas worden omgezet. In het Ertsgebergte komen zulke omgezette granieten, die dan greisen genoemd worden, vaak voor als begeleidingsgesteente van tin-wolframafzettingen. Biotiet kan door boriumhoudende gassen in toermalijn worden veranderd.
Bij aanwezigheid van kalksteen ontstaat er tijdens de pneumatolyse in plaats van wolframiet het mineraal scheeliet ($CaWO_4$). Tinfluoridegassen reageren dan met de kalksteen onder vorming van fluoriet en cassiteriet, waarbij koolzuurgas ontwijkt. Het reactieschema van dit gebeuren kan als volgt worden voorgesteld: $SnF_4 + 2CaCO_3 \rightarrow SnO_2 + 2CaF_2 + 2CO_2$.
Door zo'n verdringing, ook metasomatose genoemd, ontstaat een skarn-afzetting, zie figuur 2. Hierover later meer.
In de met gas geïnjecteerde randzones rond de stollende graniet vinden we in spleten zeer karakteristieke mineraalassociaties, bestaande uit vooral cassiteriet, wolframiet, molybdeniet, scheeliet, fluoriet, apatiet, topaas en arsenopyriet.

De hydrothermale fase

Bij afkoeling beneden de kritische temperatuur van de waterdamp met de daarbij gemengde gassen (circa 400°C) zet de dampfase zich om in waterige oplossingen: de pneumatolytische processen gaan over in hydrothermale. Er kunnen nu immers waterige oplossingen, hoewel onder druk, bestaan. Deze waterige oplossingen dringen verder in spleten en koelen gaandeweg af. In deze spleten vormen zich door de neerslagen vanuit de oplossingen ertsgangen. Behalve cassiteriet worden er nu meer en meer sulfidische ertsmineralen gevormd. Ook tin treedt in sulfidische verbindingen op.

*) De in dit artikel gegeven indeling wordt o.a. aangehouden in Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie door Ramdohr en Strunz (1978), evenals door Nickel (1975). Vele anderen, zoals Betechtin (1971), Routier, Smirnov, onderscheiden liever een pegmatitische en een pneumatolytisch-hydrothermale fase.



Legenda

granietintrusie

pegmatietgang

pneumatolytische tin-wolframertsgang met door pneumatolyse veranderde randzone

door contactmetamorfose veranderd gesteente nabij stollingsgesteente

afzettingsgesteente of regionaal metamorf gesteente waarin de granietintrusie is binnengedrongen

Tekening 1. Granietintrusie met pegmatietgangen en pneumatolytische ertsgangen.

In hydrothermaal gevormde tinertsgangen komt naast cassiteriet dan ook een sulfidisch tinmineraal als stannien voor. Als begeleiders treden nu chalkopyriet, sfaleriet en galeniet meer en meer op de voorgrond. Ook de habitus van cassiteriet kan zich wijzigen. In bij relatief lage temperatuur gevormde hydrothermale tinertsgangen in Bolivia komt cassiteriet voor als glaskopachtige, knollige massa's, het zogenaamde houttin, in plaats van als grote, afzonderlijke kristallen.

Tot de hier genoemde ontstaanswijzen blijven de vormingen van tin-wolframafzettingen niet beperkt. Er zijn ook **vulkanisch-exhalatieve** voorkomens bekend. Al deze magmatische gesteenten kunnen weer afgebroken worden en, aangerijkt in bepaalde afzettingen, tot **sedimentaire** voorkomens aanleiding geven.

Indeling van tin-wolframafzettingen volgens ontstaanswijze

1a. Pegmatitische vormingen

Paragenese: naast grote cassiteriet-kristallen komen voor kwarts, mikroklien, albiet, muskoviet, rutiel en soms ook nog stannien en chalkopyriet.
Zeldzaam zijn pegmatitische voorkomens met grote scheeliet-kristallen, in de nabijheid van kalksteen gevormd.
Enkele voorkomens: Mina Fabulosa, Bolivia (cassiteriet); Natas-groeve, Zuidwest-Afrika (scheeliet); New South Wales.

1b. Pneumatolytische impregnaties en ertsgangen

Hiertoe behoren de belangrijkste primaire voorkomens. Het erts bevindt zich in randzones van zure stollingsgesteenten, vaak in spleten en holten, die onderworpen zijn geweest aan gasinjecties. Het nevengesteente van het erts is veelal een pneumatolytisch omgezette graniet: een greisen. In zo'n greisen komen karakteristieke omzettingsmineralen voor, zoals zinnwaldiet, topaas en toermalijn. Verder is dit gesteente relatief kwartsrijker geworden. Ook kan pneumatolytisch omgezette kalksteen met een hoog gehalte aan fluoriet optreden. De paragenese in de ertsgangen bevat mineralen als cassiteriet, wolframiet, scheeliet, arsenopyriet, apatiet en fluoriet.
Bekende vindplaatsen zijn o.a.: Cornwall; Panasqueira (Portugal); Cinovec, Horni Slavkov en Krupka (Bohemen, Tsjecho-Slowakije); Ehrenfriedersdorf en Schneckenstein (Oost-Duitsland). In Bolivia vormen vele vindplaatsen overgangen naar zowel zuiver pegmatitische tinertsvoorkomens als naar hydrothermale en vulkanisch-exhalatieve. Verder liggen er vele vindplaatsen in de tin-wolfram-provincie die zich uitstrekt van Zuid-China tot en met Banka en Billiton bij Sumatra, en in Tasmanië.

2. Wolfram-molybdeenafzettingen in skarnen

Het wolframmineraal scheeliet, vaak in associatie met molybdeniet, treedt vaak op in zogenaamde skarngesteenten. Zie kleurenfoto 10.
Onder invloed van stoftoevoer en stofuitwisseling kunnen gesteenten geheel worden omgezet in nieuwe mineralen. Dit gebeurt in het bijzonder als kalksteen in contact staat met een magma waaruit gassen ontwijken. Door de gassen worden allerlei soorten ionen, waaronder die van zware metalen, aangevoerd, terwijl de kalksteen zelf wordt afgebroken. Er ontstaan zo mineralen, die zowel ionen van de kalksteen bevatten als ionen, afkomstig uit het nabije magma. Zo ontstaan er allerlei calciumhoudende silikaten,

zoals grossulariet, andradiet, vesuvianiet, epidoot, wollastoniet, diopsied, tezamen met allerlei andere mineralen, bijvoorbeeld magnetiet, scheeliet, molybdeniet. Zulke contactmetasomatische ertsafzettingen worden skarnen genoemd. Enkele van de grote wolframafzettingen zijn contactmetasomatisch ontstaan, zoals te Sangdong in Zuid-Korea en Azegour, Marokko.

3. Hydrothermale ertsgangen

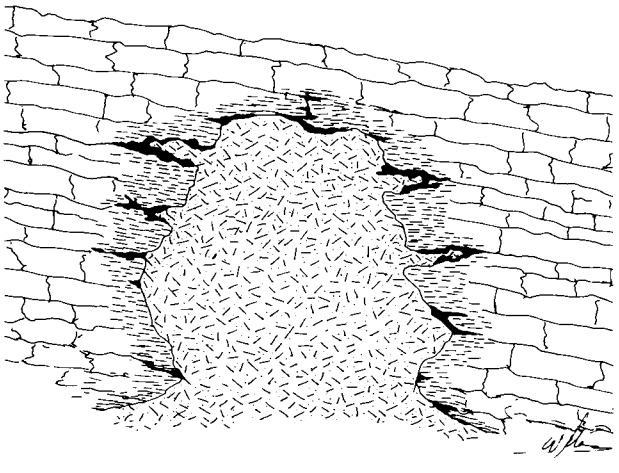
Zoals we al zagen is deze mineraalparagenese ontstaan door neerslag uit hete, onder hoge druk staande waterige oplossingen. In op deze wijze gevormde ertsgangen overheersen sulfidische mineralen. Deze paragenese vormt overgangen naar sulfidische lood-, zink-, zilver- en koperafzettingen.
Mineralen hieruit zijn, behalve cassiteriet, o.a. bismuthiniet, chalkopyriet, sfaleriet, galeniet en stannien. Bij onder relatief lage temperatuur ontstane ertsgangen zien we vaak cassiteriet met een glaskop-habitus optreden, het zogeheten houttin.
Bekende vindplaatsen zijn o.a. Llallagua, Poopo, Oruro, Chorolque in Bolivia en de Weal Jane Mine in Cornwall (met naast stannien veel chalkopyriet en galeniet).

4. Vulkanisch-exhalatieve cassiterietafzettingen

Soms komen er uitvloeiingsgesteenten voor, in het bijzonder rhyolieten, met daarmee verbonden tinertsgangen. De cassiteriet treedt hier op in de vorm van glaskopachtige, vezelige, soms agaatachtig gebande knollen (houttinhabitus). De cassiteriet bevat vaak hematiet, waardoor de knollen een min of meer rode kleur kunnen hebben. Cassiteriet is hier gevormd uit vrijkomende vulkanische gassen. Ook de betrekkelijk zeldzame tinsulfiden franckeiet, tealliet en cylindriet horen in exhalatieve afzettingen thuis.
Deze afzettingen komen veel voor in Mexico (staten Durango, Guanojuato, Zacatecas), in de U.S.A. (New Mexico), en Bolivia (Llallagua, Potosi, Oruro). (Zie kleurenfoto 11).

5. Tinertsvoorkomens in klastische sedimenten

Door verwering en verspoeling van de genoemde primaire afzettingen kunnen de moeilijk verwerende, harde cassiterietkorrels en -kristallen opgenomen worden in losse, klastische sedimentgesteenten. Door hun hoge soortelijk gewicht kunnen deze ertskorrels gemakkelijk uit de tinhoudende zanden en grinden worden gewonnen. De secundaire ertsafzettingen leveren tegenwoordig het hoofdaandeel van de wereld-tinproduktie. Het veel brossere wolframiet (perfekte splijting!) doorstaat de verwerings- en transportprocessen veel minder goed dan cassiteriet en treedt daarom in veel mindere mate in economisch winbare hoeveelheden in losse sedimentgesteenten op.
In sedimenten, geleverd door de afbraak van gebergten met primaire afzettingen, bevinden zich vaak winbare accumulaties van cassiteriet: Banka, Billiton, Maleisië, Nigeria, Cornwall en andere vindplaatsen.



Tekening 2. Contactmetasomatische ertsafzetting in een contactzone tussen een granietintrusie en kalkgesteente.

Legenda

granietintrusie

massief erts in contactzone, vaak hoofdzakelijk magnetiet

skarngesteente in contactzone (ertshoudend metasomatisch materiaal)

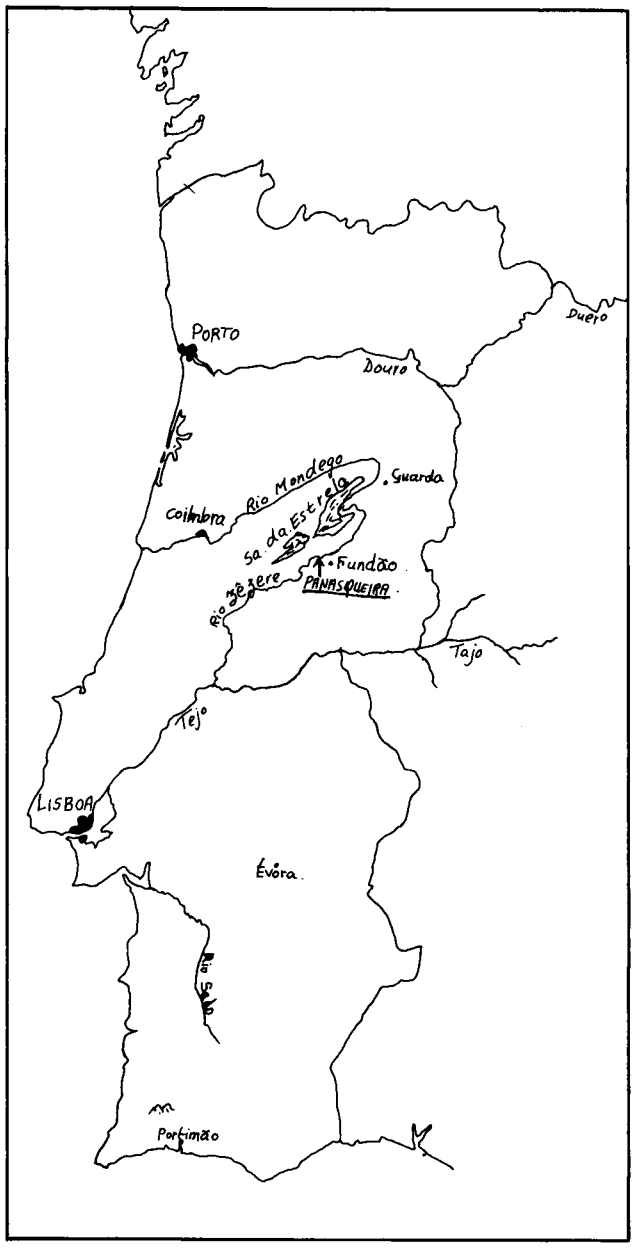
kalkgesteente

Panasqueira

Als bekend voorbeeld zal nu nader bekeken worden de groep van wolfram-tin voorkomens bij Panasqueira in Portugal.

Rond de dichtbij elkaar gelegen dorpen Panasqueira en Barroca Grande in de provincie Beira Baixa, op ong. 35 km ten westen van de stad Fundao, ligt een groep wolframmijnen (zie tekening 3 en 4). Het mijngebied is beroemd om zijn prachtige, grote wolframiet- en cassiterietkristallen die hetzij legaal, hetzij via sluipwegen al sinds lange tijden hun weg naar verzamelingen gevonden hebben, en die ook nu nog wel de mineralen-beurzen bereiken. Bespaart u zich de lange reis, om zelf in de hete bergen te gaan zoeken. Niemand die met deze motieven komt wordt in de groeven toegelaten.
In honderden kleine en grote ertsgangen komen bij Panasqueira ertsmineralisaties voor die rijk zijn aan wolfram en tin. De ertsgangen bevinden zich in schalies, grauwacken en zandstenen van Ordovicische ouderdom.

De hier voorkomende ertsen zijn ontstaan door pneumatolyse met een daaropvolgende hydrothermale vormingsfase. De wolfram- en tinhoudende afzettingen zijn pneumatolytisch gevormd. Later is er lokaal, in breccieuze breukzones, door hydrothermale processen lood- en calciethoudend materiaal aan toegevoegd. Voor de ertswinning is deze lood-associatie echter niet van betekenis.
Algemeen voorkomende mineralen binnen de tin-wolframafzettingen zijn de volgende:
arsenopyriet, markasiet, pyriet, chalkopyriet, sfaleriet, fluoriet (plaatselijk algemeen), kwarts, cassiteriet, sideriet, apatiet, wolframiet, toermalijn, muskoviet, topaas.



Tekening 3. Ligging van Panasqueira in Portugal.

Opvallend is dat veel mineralen hier in mooie kristallen voorkomen. Uit dit gebied komen buitengewoon goede exemplaren van wolframiet, cassiteriet, apatiet, sideriet, arsenopyriet, chalkopyriet, markasiet en kwarts.
Bovendien vindt men hier in één stuk vaak een groot aantal van deze mineralen in duidelijke vorm bijeen, bijvoorbeeld een paragenese van wolframiet, chalkopyriet, arsenopyriet, apatiet en sideriet.
Opvallend kunnen ook de insluitsels in heldere kwartskristallen zijn. In sommige kwartskristallen zitten heldere groene apatietkristallen ingesloten of lange bruin-zwarte toermalijnnaalden.

Verondersteld wordt, dat vanuit een granietintrusie hete gassen in reeds bestaande scheuren en spleten van de Ordovicische gesteenten zijn binnengedrongen. Door de pneumatolyse vond ook in de omringende gesteenten zelf verandering plaats gezien de daarin metasomatisch gevormde toermalijn. Deze toermalijn komt vaak op vrij grote afstand van de ertsgang voor.

Daar waar de ruimten niet geheel werden opgevuld, ontstonden prachtige kristallisaties, omdat de idiomorfie tijdens het vormingsproces behouden bleef (idiomorfie is de ontwikkeling van kristallen met eindvlakken).
De dikte van de exploitabele ertsaders varieert van 1 dm tot 1 m, met een gemiddelde van 30 à 50 cm.

De voornaamste in opvallende vorm voorkomende mineralen worden in het hiervolgende nader beschreven.

Wolframiet

Het hier economisch veruit belangrijkste mineraal. Door de grote hoeveelheden waarin het hier optreedt is dit gebied het belangrijkste wolframvoorkomen van Europa.
Wolframiet komt hier voor in grote, gestrekte, glanzende, diepzwarte kristallen die veelal voorzien zijn van eindvlakken. De maximale lengte is ongeveer 20 cm. Meestal zijn de kristallen in groepen verenigd of staan ze te midden van andere grote kristallen bijvoorbeeld van arsenopyriet.
Zie kleurenfoto 1 en 2.

Cassiteriet

Cassiteriet komt hier veel minder voor dan wolframiet. De tinproduktie is hier bijproduktie van de wolframexploitatie.
Cassiteriet komt voor in glanzende lichtbruine tot zwarte, steeds vertweelingde kristallen tot 3 cm in doorsnede.
Ze komen vaak in grote aantallen bijeen voor. Kleurenfoto 4 en 6.

Arsenopyriet

Sterk glanzende, zilverwitte, vaak duidelijk gevormde kristallen, die soms in enorme groepen bijeen optreden.
Parallel vergroeide exemplaren kunnen een lengte van 6 cm bereiken.
Soms komen ramshoornvormige vergroeiingen voor, zoals ook van gips bekend is. Zie de voorplaat!
Ook waaiervormige aggregaten treden op, qua vorm enigszins lijkend op desmien-aggregaten.

Arsenopyriet vormt met andere mineralen hier vaak interessante associaties. Het treedt dan op met bijvoorbeeld wolframiet, chalkopyriet en apatiet, waarbij al deze mineralen goed gekristalliseerd zijn.
Kleurenfoto's 3 en 9.

Chalkopyriet

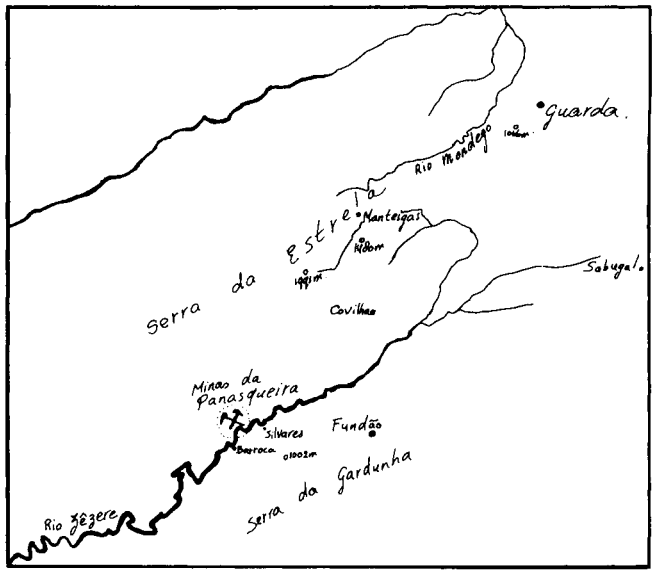
Vaak vergroeid met andere mineralen doch ook in duidelijke, enkele cm grote, glanzende tetraëders.

Markasiet

Vrij grote hanekamachtige aggregaten, soms tesamen met arsenopyriet.
Veelal ook weer hoogglanzend. Kleurenfoto 9.

Pyriet

Kleine kubusvormige kristallen of parallel vergroeide kristallisaties (in elkaar geschoven kubussen). Kleurenfoto 3.



Tekening 4. Ligging van het gebied van de wolfram-tinmijnen rond Panasqueira, provincie Beira Baixa, Portugal.

Sfaleriet

Dit mineraal komt hier voor in de vorm van de donkere ijzerhoudende variëteit marmatiet. De sfaleriet heeft hier afgeronde gestreepte tetraëdrische kristallen tot 5 cm in doorsnede.

Sideriet

1) Als karakteristiek gevormde discusachtige, lichtbruine tot geelbruine kristallen, zittend op andere mineralen.
2) Als kristallen met een hexagonale habitus. Deze kristallen kunnen dan zowel plaatvormig als zuilvormig zijn en komen daarin overeen met de hier voorkomende apatietkristallen. Wellicht zijn het pseudomorfosen naar apatiet.
Kleurenfoto's 5 en 6.

Apatiet

Hexagonale, plaatvormige of zuilvormige kristallen.
Vaak platte kristalgroepen bestaande uit vlak liggende, parallel vergroeide zuiltjes. Kleur veelal aspergegroen tot donker flessegroen, soms ook violet, grijs of wit.
Karakteristiek is de vaak optredende zonering waarbij de buitenrand violet of witachtig is en het inwendige groen. (Vergelijk de zonering loodrecht op de lengte-as bij sommige toermalijn-kristallen).
Apatiet komt hier voor in kristallen van uitzonderlijke kwaliteit. De lengte van de individuele kristallen kan tot ± 10 cm oplopen. Bijzonder is het voorkomen van heldere apatiet-kristallen in heldere kwartskristallen. Kleurenfoto's 7 en 8.

Kwarts

Hoofdgangmineraal, soms in 30 cm lange heldere kristallen voorkomend. Sommige exemplaren bezitten insluitsels van toermalijn of apatiet. Zie kleurenfoto's 4 en 7.

Muskoviet

Treedt vaak op als coating van allerlei mineralen of als gangbekleding. De overeindstaande platte pseudohexagonale kristallen zijn vaak verenigd in plaatvormige kristalgroepen. Kleurenfoto 1.

bij de kleurenfoto's van pag. 101:

1. Zwarte **wolframiet,** *(Fe, Mn)WO_4, met in een spleet: lichtgekleurde* **apatiet** *(groot kristal) en enkele verspreide muskovietblaadjes. De zuilvormige wolframietkristallen zijn schuin van boven gefotografeerd. De iets schuin aflopende bovenkanten (wolframiet is monoklien) zijn mat, de hier zichtbare lange zijden zijn glad en spiegelend. Afmeting: 12 x 18 mm.*
2. Fragment van grote **wolframiet***groep, die in parallelgroei uit subindividuen is opgebouwd. Enkele muskovietblaadjes in holte. Afm.: 8 x 12 mm.*
3. Kubus van **pyriet** *(FeS_2), messinggeel, op staalgrijze* **arsenopyriet.** *De arsenopyriet vormt hier lange, iets waaiervormig gegroepeerde kristallen. Afm.: 4 x 6 mm.*
Vindplaats 1, 2 en 3: Panasqueira, 1 en 2: collectie J.J. van den Berg, Uithoorn; 3: collectie drs. W.J.M. Scheres, Utrecht; foto's P. Stemvers.

bij de kleurenfoto's van pag. 102:

4. **Kwarts** *met* **cassiteriet** *(SnO_2), tetragonaal, hier donkerbruin tot zwart. Verder sideriet in de vorm van kleine, bruine blaadjes. Tussen de sideriet zitten minuskule pyrietkristalletjes. Het oppervlak van de kwarts is mat. Afmeting: 40 x 60 mm.*
5. **Sideriet** *($FeCO_3$), hexagonaal. Vaak kristalliseert sideriet uit rhomboëders, soms als skalenoëders.*
De afgebeelde groep bestaat uit korte, zeshoekige prisma's. Afm.: 65 x 78 mm.
6. **Cassiteriet,** *donkerbruin, vaak vertweelingd, met* **sideriet,** *die hier zeshoekig plaatvormig is, met tot 2 cm grote kristallen. Op de sideriet zitten bladvormige kristalletjes van calciet. Afm.: 30 x 46 mm.*
Vindplaats 4, 5 en 6: Panasqueira; collectie: drs. W.J.M. Scheres, foto's: P. Stemvers.

Toermalijn

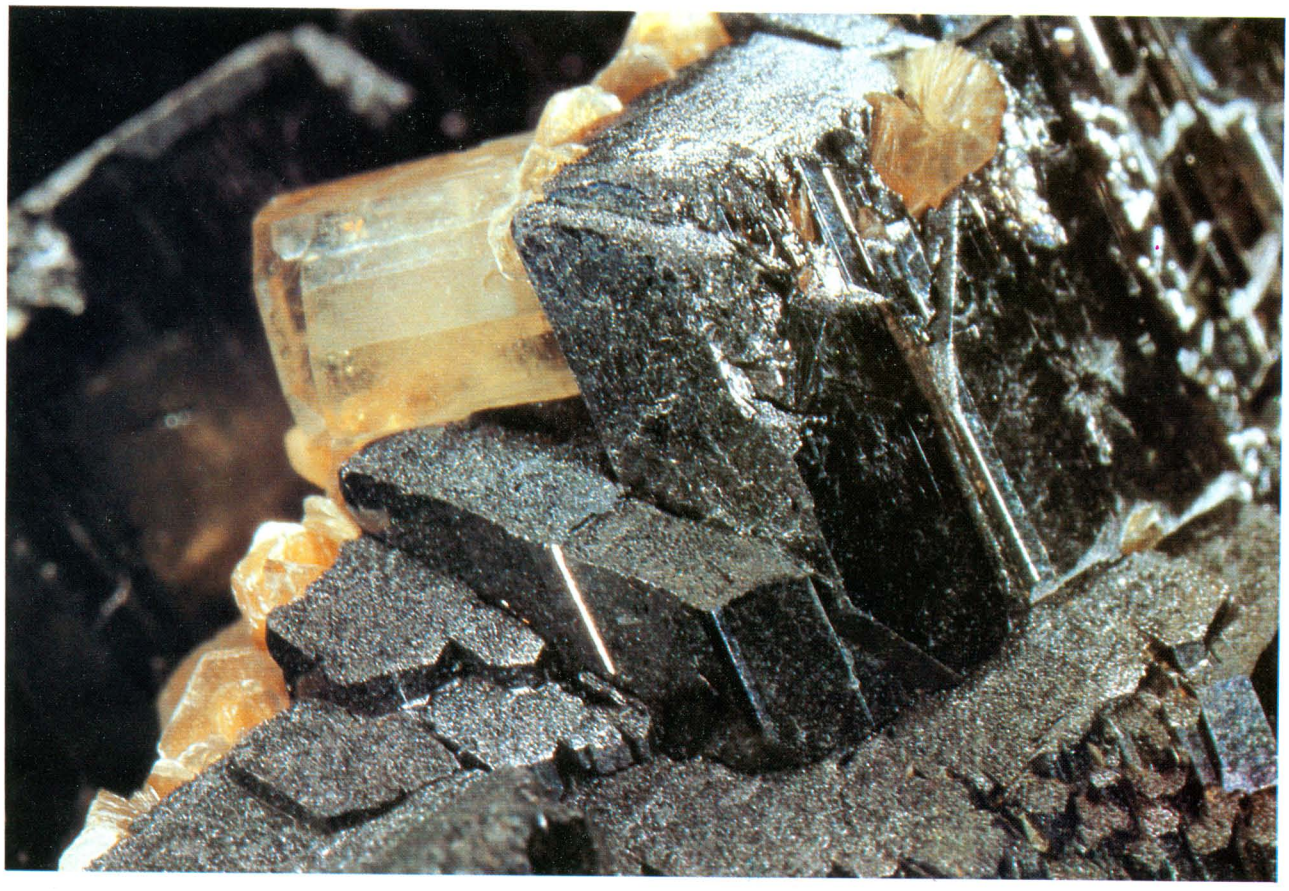
Treedt op als metasomatisch omzettingsprodukt van het moedergesteente waarin zich de ertsgangen bevinden, soms tot 1 meter van de eigenlijke gangen af.
Bruinzwarte naalden komen voor in ertsgangen of ingesloten in kwarts.

Topaas

Dit mineraal komt samen met kwarts voor in de randen van ertsgangen.
Goed uitgekristalliseerde exemplaren zijn hier echter zeldzaam.

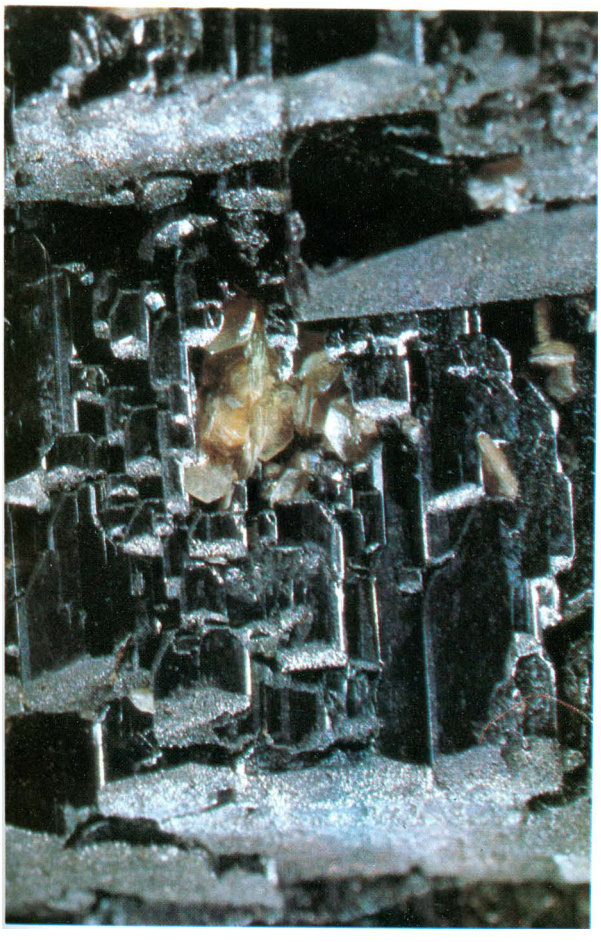
Literatuur

Barry, L.G. en B. Mason: Mineralogy, uitg. W.H. Freeman and Co, San Francisco, 1959;
Betechtin, A.G.: Lehrbuch der speziellen Mineralogie, uitg. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffenindustrie, Leipzig, 1971;
Gaines, V.R. en D. Thadeu: The Minerals of Panasqueira, in: The Mineralogical Record, March-April 1971, Bowie, U.S.A.;
Nickel, E.: Grundwissen in Mineralogie (3 delen), uitg. Ott Verlag, Thun, 1975;
Ramdohr, P. en H. Strunz: Klockmanns Lehrbuch der Mineralogie, nieuw bewerkte uitgave van Enke Verlag, Stuttgart, 1978.

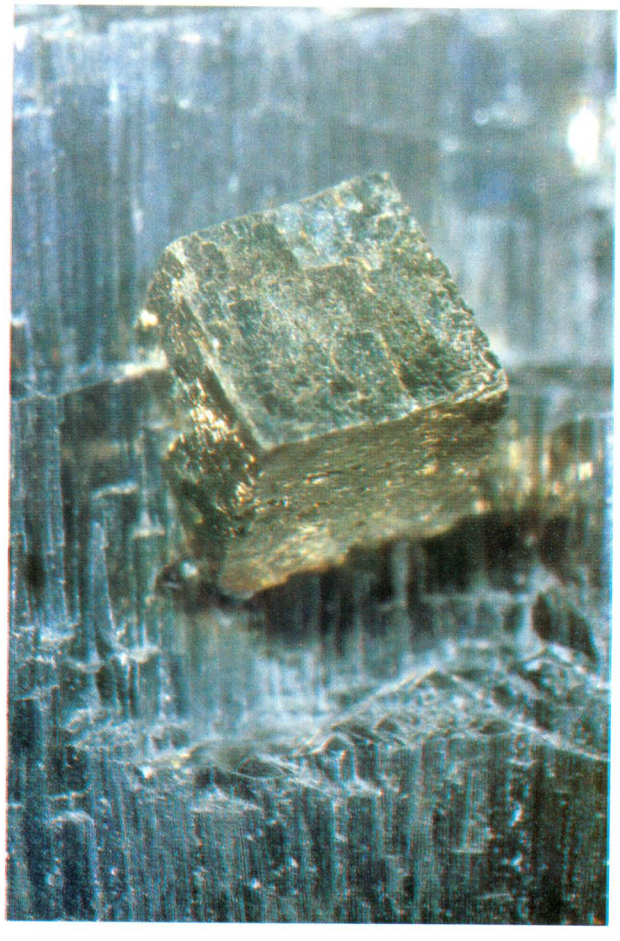


1

2



3





4



5

6





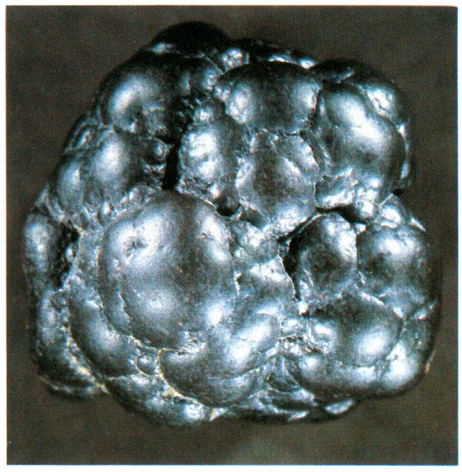
7

8

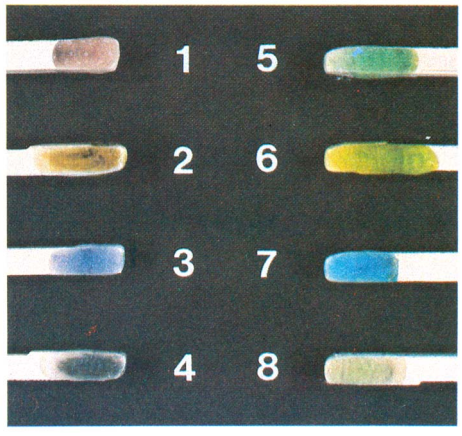




9



11



12



10

bij de kleurenfoto's van pag. 103:

7. **Apatiet**-*kristallen in en op kwartskristal. 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. **Apatiet***kristallen, detail van het handstuk van foto 7. Apatiet, met de chemische formule $Ca_5(PO_4)_3$ (F,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 rookkwarts. 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,
2. pyriet (ijzer) RV,
3. erythriet (kobalt) RV,
4. wulfeniet (molybdeen) RV,
5. krokoiet (chroom) RV,
6. krokoiet OV,
7. cupriet (koper) RV,
8. vanadiniet (vanadium) RV.

foto: J.G. Schilthuizen

Determineren met boraxparels

door J.G. Schilthuizen

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 wèl 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.

Porseleinstaafjes

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-