

deze kristallen, die uiteenlopende kleuren hebben van melkwit, blauwgroen, lila en donkerpaars, vonden we drie vrijstaande fluorietkristallen met elk een andere kristalvorm. Deze fluorietkristallen vonden we in grote steenbrokken die in de goeve liggen. Voor de vorm van deze kristallen kan ik u verwijzen naar het Fluoriet-nummer van Gea (1978, nr. 1), afb. 2 en 3 op pag. 2 en 3. Alvorens u besluit ook in Collada de gaan zoeken nog enkele opmerkingen. Ten eerste moet men zwaar gereedschap meenemen, want het moois ligt niet voor het oprapen. Ten tweede hebben wij de volgende morgen niet veel meer gevonden, dus als u niets vindt bent u gewaarschuwd. Maar het moet mogelijk zijn met intensief

zoeken succes te hebben. In dit gebied zullen er ook nog wel meer van dit soort kleine groeven zijn. Mensen die al eerder op deze manier fluoriet hebben gezocht weten wat dit betekent, want na zo'n zoekactie kun je enkele dagen je handen bijna niet gebruiken, zo vol zitten ze met grote en kleinere sneden. Verlies dan ook nooit de veiligheid uit het oog. Voor het geval u toch wilt gaan zoeken kan ik u vertellen dat Collada tussen Gijon en Pola de Siero ligt. Onze vakantie hebben we afgesloten met het zoeken naar pyriet in Ambas Aquas (bij Lagrono in N-Spanje), waar we behalve pyrietkristallen ook een allerliefst hondje hebben gevonden, dat nu luistert naar de naam Ambas.

De systematiek van mineralen:

II DE SULFIDEN

door W.R. Moorer

Bij bezoek aan een mineralenmuseum of bij beschouwing van uw eigen verzameling vallen direct de mineralen met een metaalachtig uiterlijk in het oog. Bijna allemaal behoren ze tot de zogenaamde sulfiden. De meeste van deze metaalglanzende mineralen zijn behoorlijk zwaar, iets wat aan handstukken natuurlijk goed te voelen is. Heeft u een onbekend maar zwaar en metaalglanzend mineraal in handen, dan is de kans groot dat het tot de sulfiden behoort.

De uitzonderingen op deze vuistregel zijn de mineralen van de gedegen elementen zelf, d.w.z. het kleine aantal reeds eerder behandelde metalen uit de klasse der elementen (zie Gea, 1987, nr. 2), alsmede enkele goede bekenden uit de klasse der oxiden, zoals Hematiet, Pyrolusiet, Cassiteriet, Cupriet, Rutiel, alsmede enkele zeldzamer soorten.

Wat zijn nu sulfiden en waarom heten ze zo? Sulfiden zijn chemische verbindingen van metalen met zwavel. Het zwavel ("sulfur" of "sulphur") heeft dus zijn naam gegeven aan de metaal-zwavel-verbindingen en ook aan de natuurlijk voorkomende metaal-zwavel-mineralen. Nu is het zo, dat in de sulfiden het metaalkarakter van het aan zwavel gebonden metaal gedeeltelijk behouden blijft. Dit resulteert in het ondoorzichtige metallische uiterlijk en een nog vrij grote geleidbaarheid voor elektrische stroom. Net als bij metalen is het bij sulfiden zo, dat, aan de lucht en aan verwerking blootgesteld, een min of meer oppervlakkige oxidatie optreedt, waardoor op den duur sommige specimen hun fraai glanzende uiterlijk kunnen verliezen; ze worden dof en donkerder. Soms vertonen de sulfiden ten gevolge van de verwerking zgn. aanloopkleuren. Dit zijn oneigenlijke, soms bont

gekleurde vlekken aan het oppervlak: denk aan Borniet, Chalcopyriet en Chalcosien. De eigenlijke kleur en glans beoordeelt men dan ook het best aan verse breukvlakken. In de ertsmicroscopie worden glans (reflectie) en kleur aan de hand van slijppreparaten beoordeeld.

Kleur

De meeste sulfiden vertonen naast hun metaalachtig uiterlijk nog kleur of kleurnuances. Behalve de zeer vele zilver- tot zwartgrijze tinten vinden we ook uitgesproken goudkleurige sulfiden (Pyriet; Chalcopyriet; Milleriet); bronskleurige (Pyrrhotien; Germaniet); bruine (Sfaleriet; Wurtziet; verse Borniet); rode (Cinnaber; Proustiet); rozige (Nickelien; Breithauptiet); blauwe (Covellien; Umangiet; verse Chalcosien) en groenige (Berzelianiet). Een klein aantal bijzonder fel gekleurde sulfiden mist de typische metaalglans, ook op verse breukvlakken: het felgele Greenockiet en Auripigment; de lichtgele, groene of bruine variëteiten van Sfaleriet; de rode Realgar en het rood-paarse buitenbeentje Sarabauiet bijvoorbeeld.

De broers van zwavel

In het periodiek systeem (afb. 1) vinden we direct onder en naast de positie van zwavel (S) de elementen arseen, antimoon, bismut, seleen en telluur, aangegeven met de symbolen As, Sb, Bi, Se en Te. Deze grotere broers van zwavel (de atomen en ionen ervan zijn inderdaad aanmerkelijk groter dan die van zwavel) lijken in hun voorkeuren voor bepaalde metalen sterk op hun kleinere

Afb. 1. Het vereenvoudigde Periodiek Systeem met de sulfide- (enz.) vormende elementen zwavel (S); seleen (Se); telluur (Te); arseen (As); antimoon (Sb) en bismut (Bi). Deze zijn met plustekens weergegeven. Links van deze groep elementen staan metalen, die graag sulfiden, arseniden enz. vormen. Deze zijn gearceerd. Metalen die zeer zelden of maar enkele sulfiden vormen zijn licht gestippeld.

H																			
Li	Be										B	C	N	O	F				
Na	Mg										Al	Si	P	S ⁺	Cl				
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As ⁺	Se ⁺	Br			
	Sr	Y	Zr	Nb	Mo		Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	Ln	Sn	Sb ⁺	Te ⁺	I			
Cs	Ba	ZA		Ta	W		Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi ⁺					
		Th																	
		U																	

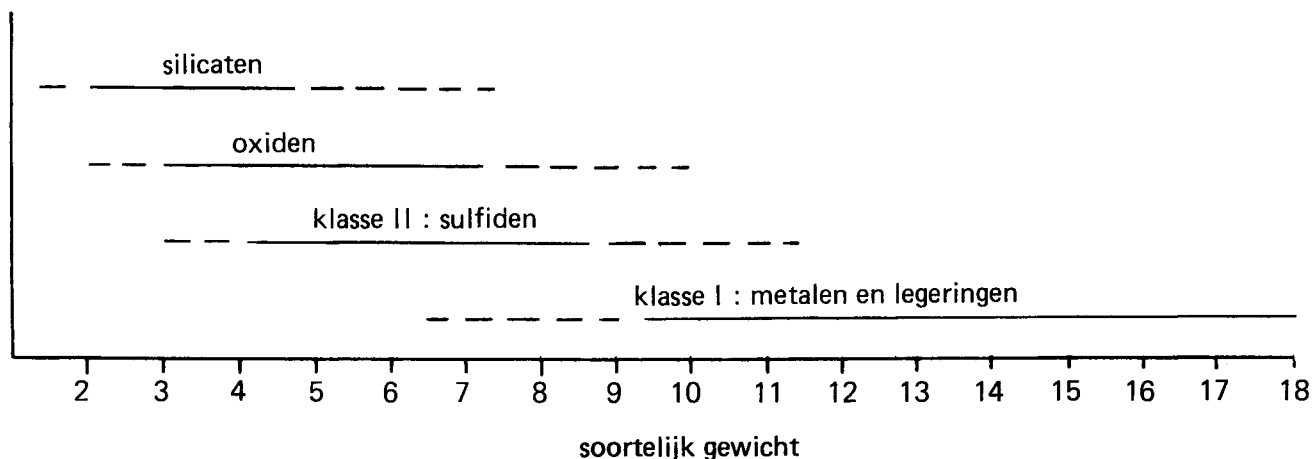
broertje. De verbindingen en mineralen die zij met metalen vormen hebben veel eigenschappen met de sulfiden gemeen. Zo kennen we naast Galeniet ("loodglans", loodsulfide: PbS) het loodselenide PbSe (Clausthaliet) en het loodtelluride PbTe (Altaiet). Behalve het nikkelsulfide Milleriet (NiS) is er het nikkelselenide NiAs (Nickelien) en het nikkelsulfide Breithauptiet).

Omdat deze arseniden, seleniden, enz. zo duidelijk verwant zijn aan en lijken op de sulfiden, worden ze ook gerekend tot de mineraalklasse der sulfiden. Een belangrijk aantal sulfiden bestaat trouwens uit verbindingen van een metaal met zwavel en een van zijn broers. Arsenopyriet (FeAsS) bijvoorbeeld. Maar ook het omgekeerde komt voor: twee metalen met maar één broertje van zwavel, zoals in Chalcopyriet: het koper-ijzersulfide CuFeS. Nog ingewikkelder sulfiden zijn er ook, u raadt het al: twee of meer metalen met meer dan een van de broertjes tegelijk in een mineraal.

Gewicht en hardheid

Al uit de losse hand gevoeld valt het op dat sulfiden behoorlijk zwaar zijn. Dit komt omdat sulfiden nu eenmaal - zware - metalen bevatten. In afb. 2 ziet u de gewichtsverdeling van de sulfiden, vergeleken met die van enkele andere metaalklassen. Het zal u zeker niet verbazen dat loodsulfiden doorgaans zwaarder zijn dan ijzer- of nikkelsulfiden. Dat bismutiden zwaarder zijn dan overeenkomstige arseniden en sulfiden-in-eigenlijke-zin van hetzelfde metaal. Platina-, goud-, thallium-, kwik- en loodsulfiden zullen zeer zwaar zijn, vooral als ze de zware broertjes van zwavel, met name telluur, als partner hebben. Deze sulfiden vinden we dan ook aan de rechterzijde van afb. 2.

Afb. 3 is zo mogelijk nog interessanter. Hier wordt de chemie van de sulfiden weliswaar globaal, maar erg overzichtelijk gekoppeld aan soortelijke massa (soortelijk gewicht) en hardheid volgens Mohs. Hiermee kan men als het ware voorspellen hoe zwaar en hoe hard een gegeven sulfide ongeveer zal zijn, ook als het mineraal er



Afb. 2. Verdeling van het soortelijk gewicht over enkele mineraalklassen.

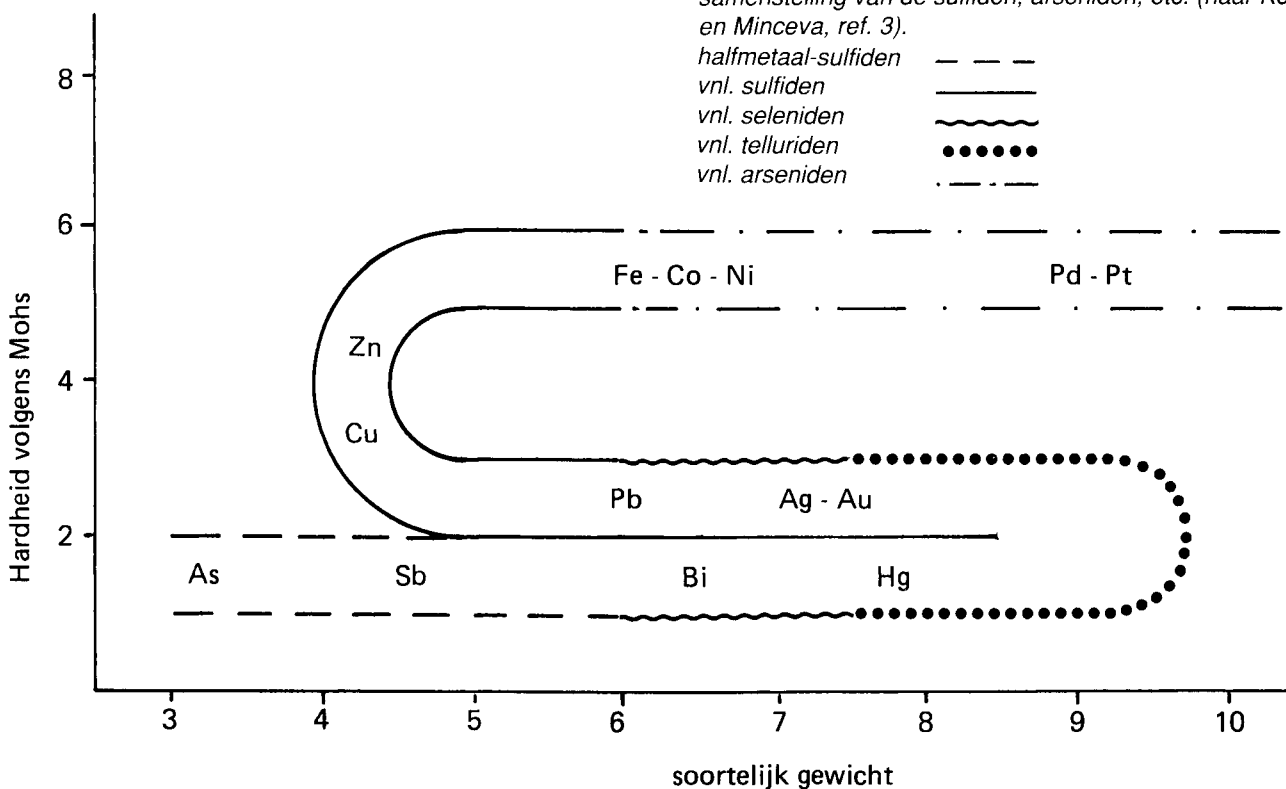
niet daadwerkelijk is. Deze afbeelding is een praktisch en mooi voorbeeld van het verband tussen de samenstelling van een vaste, kristallijne stof en twee belangrijke macroscopische eigenschappen.

Metalen en hun sulfiden (en arseniden, enz.)

Lang niet alle elementen zijn geneigd en in de omstandigheden (geweest) om zwavel of zijn broers als partner bij de mineraalvorming te kiezen. Afb. 1 laat zien, welke elementen de sulfiden vormen die we in de mineralogie kennen. En nu wordt, als u er het eerste deel van deze Systematiek (Gea 1987, nr. 2) op naslaat, duidelijk, dat

de klassen I (Elementen) en II (Sulfiden) zowat dezelfde elementen bevatten. In beide klassen spelen de elementen bovenaan links en uiterst rechts in het periodiek systeem geen of nauwelijks een rol. Niet alleen lijken de gedegen metalen en de sulfiden op elkaar, maar ook vormen beide mineraalklassen een systematisch samenhangend geheel. Het is dus niet zo vreemd dat de sulfiden direct na de elementen worden ingedeeld en besproken.

Hoe kunt u van een willekeurig mineraal ongezien zeggen dat het een sulfide is? Ofwel, hoe kunt u weten welke mineralen van bv. het volgende rijtje al of niet tot de sulfiden behoren: Fluoriet, Galeniet, Proustiet, Bismuthiniet, Bismiet, Manganiet, Cinnaber, Molybdeniet, Cassiteriet?



Afb. 3. Het verband tussen hardheid, soortelijk gewicht en samenstelling van de sulfiden, arseniden, etc. (naar Kostor en Minceva, ref. 3).

halfmetaal-sulfiden - - - -
 vnl. sulfiden —————
 vnl. seleniden ~~~~~~
 vnl. telluriden ••••••••
 vnl. arseniden - . - . - .

Door het opzoeken van de bijbehorende formule natuurlijk. Een goed mineralenboek is daarvoor nodig. Staat er geen O (zuurstof) in de formule maar wel o.a. S (en/of As, Sb, Bi, Se, Te) dan hebben we te maken met een mineraal van onze klasse II. Slechts voor een tiental zgn. oxisulfiden gaat deze regel niet op. Dit is een exotisch groepje mineralen, waarvan Kermesiet, Sarabauiet en Valleriet nog wel eens in uw verzameling terecht kunnen komen.

Complexe sulfiden of sulfozouten

De naam sulfozouten werd en wordt gebruikt voor een belangrijke groep complexe sulfiden. Zij bevatten naast zwavel nog een of meer van de broertjes van zwavel. Vele bij verzamelaars geliefde lood-, koper- en zilver-sulfiden behoren tot deze complexe sulfiden. Voorbeelden zijn Jamesoniet, Boulangeriet, Proustiet en de meeste van de beroemde mineralen uit de groeve Lengenbach (Binntal, Zwitserland). Behalve hun doorgaans wat ingewikkelder formules bezitten de complexe sulfiden een ingewikkelde kristalstructuur. Dit laatste uit zich in een lage symmetrie: er zijn dan ook geen kubische mineralen onder de sulfozouten.

Polymorfie en isomorfie

Ook onder de sulfiden komt het verschijnsel van polymorfie (zie Burke, Gea 1987, nr. 2) veelvuldig voor. Bekende polymorfe sulfiden zijn Sfaleriet—Wurtziet; Pyriet—Markasiet; Pyrrargyriet—Pyrostilpniet. Het gaat hier dus om mineralen met dezelfde samenstelling en formule, maar met een verschillende kristalstructuur.

Tussen verwante sulfiden komt vaak **diadochie** voor: in de kristalstructuur ten koste van de hoofdbestanddelen opgenomen verwante elementen. Zo kan in Sfaleriet, ZnS, ten koste van het zink een bepaalde hoeveelheid ijzer aanwezig zijn. Men laat dat soms in de formule blijken door (Zn,Fe)S te schrijven. Vaak past het diadoche element niet perfect in de kristalstructuur, zodat slechts een bepaalde hoeveelheid ervan de plaats van het hoofdelement kan innemen. Maar even vaak komt het voor dat het diadoche element wel moeiteloos in de structuur past. Dan kan het voorkomen, dat tussen twee mineralen (de eindleden genaamd) een hele reeks tussenliggende varianten met dezelfde structuur (mengkristallen) bestaat. Men spreekt dan van een isomorfe (oftewel gelijkgestaltige) reeks. Zo is er de Tetrahedriet-Tennantiet-reeks, waarbinnen de broertjes arseen en antimoon elkaars plaats kunnen innemen. Is er meer arseen dan antimoon dan heet het mineraal Tennantiet en anders Tetrahedriet. De scheiding van de namen ligt hier dus in het midden.

Ziet u in een mineraalformule een komma, dan is er sprake van diadochie. Vóór de komma wordt het hoofdelement geschreven, erachter het diadoche element. In sulfiden zien we vaak Fe,Zn of Zn,Fe; Au,Ag (goud, zilver); Pt,Pd (platina, palladium); Ni,Co (nikkel, kobalt); Ni,Fe, enzovoort. Alleen als een substantiële hoeveelheid van een element in het mineraal voorkomt

wordt het in de formule meegeschreven. Maar **kleine** hoeveelheden (diadoch, via "Tarnung" of als "verontreiniging" aanwezig) worden niet in de formule genoteerd. Het belangrijke mineralogische onderwerp van diadochie verdient eigenlijk een uitvoerige behandeling. Wij gaan hier echter verder met het hoofdthema: de systematiek.

Een elegante manier om de klasse der sulfiden te behandelen is die, waarbij de in deze klasse zo belangrijke metalen als uitgangspunten worden gekozen. De natuurlijke verdelingen en paragenesen komen daarbij om de hoek kijken.

KLASSE II: Sulfiden, arseniden, enz.

1a. Platina-palladium-groep

De zes zeldzame edele metalen van de platina (osmium/iridium/platina)-palladium (ruthenium/rhodium/palladium)-groep worden soms geconcentreerd in ultramafische gesteenten gevonden. Ze zijn doorgaans bij hoge temperaturen gevormd. Het edele zetal vindt men als gedegen elementen en legeringen én als sulfiden. Er zijn zo'n 60 zelfstandige platina-palladium-sulfiden bekend. Helaas zijn ze allemaal zeldzaam, en vaak slechts als minieme insluitsels aanwezig in de "gewone" sulfiden van groep 1b, zodat de verzamelaar er nauwelijks iets aan heeft. Bij de platinametalen zijn vooral de broertjes van zwavel in trek. De bekendste 1a-sulfiden zijn:

Afb. 4. Markasiet in zijn kenmerkende vorm.



Cooperiet (PtS) en Braggiet (Pt,Pd,Ni)S. Let op de diadoche elementen in Braggiet! Verder Sperryliet (PtAs₂, ook in vrij grote kristallen aangetroffen); Stibiopal-ladinet: Pd₅Sb₂; Iridarseniet: (Ir,Ru)As₂; en Testibiopal-ladinet: Pd(Sb,Bi)Te.

De rijkste voorkomens van de platina- en palladium-groep vinden we in het Bushveld, Zuid-Afrika. Verdere vindplaatsen zijn: Sudbury, Ontario, Canada; Stillwater, Montana, U.S.A.; Kambalda, Australië en, wat dichterbij huis, Hitura, Finland.

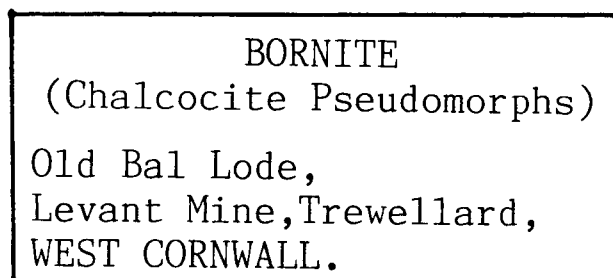
1b. Nikkel-kobalt-ijzer-groep

Zo'n honderd deels economisch belangrijke sulfiden behoren hiertoe. Sommige vindplaatsen zijn alleen belangrijk vanwege de groep 1a-mineralen die ze bevatten. Bij nikkel, kobalt en ijzer, zijn de broertjes seleen, telluur en bismut niet erg in trek. Zwavel, arseen en in iets mindere mate antimoon, echter des te meer. Polymorfie en diadochie komen zeer veel voor. Bovendien zijn verschijnselen als ontmenging en vergroeiing van 1b-mineralen onderwerp van hele handboeken. Deze verschijnselen geven belangrijke aanwijzingen voor de ontstaanswijzen van deze mineralen. Een rijtje van voor verzamelaars belangrijke 1b-mineralen zijn:

Milleriet	NiS	Loellingiet	FeAs ₂
Nickelien	NiAs	Arsenopyriet	FeAsS
Breithauptiet	NiSb	Gudmundiet	FeSbS
Rammelsbergiet	NiAs ₂	Saffloriet	CoAs ₂
Gersdorffiet	NiAsS	Skutterudiet	CoAs ₃
Nickelskutterudiet	NiAs ₃	Cobaltien	CoAsS
Pyriet	FeS ₂	Carroliet	CuCo ₂ S ₄
Markasiet (afb. 4)	FeS ₂	Bravoiet	(Fe,Ni,Co)S ₂

Vele belangrijke voorkomens zijn bekend, ook in Europa. Zie voor een uitvoeriger bespreking van nikkel- en kobaltsulfiden resp. *Gea* 1986, nr. 4 en 1984, nr. 2. In het veld zijn nikkelsulfiden vaak oppervlakkig verweerd tot het groene Annabergiet ("nikkelbloem", een arsenaat) of andere, meestal groene mineralen. Bij de kobaltsulfiden vinden we het rose mineraal Erythrien ("kobaltbloem", ook een arsenaat) dat kenmerkend wijst op zijn herkomst.

Afb. 5. Etiket voor Borniet, van een klassieke vindplaats



*Sam Weller Minerals
Barn Cottage, Boscawell,
Pendeen, Cornwall, Britain.
Tel. Penzance 788286*



Afb. 6. Proustiet, rood van kleur.

1c. Mangaan-vanadium-thallium-groep

Een vrij onbeduidend groepje exotische mineralen met o.a. Sulvaniet, Cu₃VS₄; Patroniet, VS₄; Alabandien, MnS en zo iets fraais als het veel giftige metalen bevattende thallium-koper-kwik-zink-sulfozout Galkhaiet: Tl(Cu,Hg,Zn)₁₂As₈S₂₄. Tot dit groepje behoren ook nog enkele kalium- en calciumsulfiden, echte buitenbeentjes.

1d. Molybdeen-wolfraam-tin-groep

Van molybdeen en wolfraam zijn maar enkele sulfiden bekend. Molybdeniet, MoS₂, is, met zijn fel zilverwit glinsterende, zeer zachte plaatjes, het bekendst en verreweg het belangrijkste. De Climax Mine in Colorado, U.S.A., levert enorme hoeveelheden Molybdeniet. Het sulfide Molybdeniet moet niet verward worden met het gelige, onaanzienlijke verweringsmineraal Molybdiet. Tin kent ruim 20 zelfstandige sulfiden. We noemen Tealliet, PbSnS₂, en het economisch belangrijke Stan-nien, Cu₂FeSnS₄, dat naast het bekende tinoxide Cassi-eriet als tinerts wordt ontgonnen.

1e. Zink-koper-lood-groep

Een belangrijke en uitgebreide groep, met Sfieriet en zijn polymorf Wurtziet, alsmede Galeniet, PbS, PbSe (Clausthaliet) en PbTe (Altaiet) als belangrijkste eenvoudige, niet-complexe, zink- en loodsulfiden. Van de grote groep der niet-complexe kopersulfiden noemen we:

Covellien	CuS	Digeniet	Cu ₉ S ₅
Chalcosien	Cu ₂ S	Berzelianiet	Cu ₂ Se
Algodoniet	Cu ₆ As	Domeykiet	Cu ₃ As
Chalcopyriet	CuFeS ₂	Borniet (afb. 5)	Cu ₅ FeS ₄
Cubaniet	CuFe ₂ S ₃	Galliet	CuGaS ₂
Enargiet	Cu ₃ As ₄	Briartiet	Cu ₂ (Fe,Zn)GeS ₄
Tetrahedriet	Cu ₁₂ (Sb,As) ₄ S ₁₂	Tennantiet	Cu ₁₂ (As,Sb) ₄ S ₁₃

Interessante elementen zoals germanium en gallium vinden we, zoals u ziet, dus in deze groep vertegenwoordigd.

Ingewikkelde relaties, vergroeiingen enz. van de koper-zink-lood-sulfiden met elkaar en met groep 1b komen wereldwijd voor. Bekijk uw verzameling maar eens goed en raadpleeg de handboeken.

1f. Goud-zilver-kwik-groep

Naast de gedegen mineralen Goud, Zilver en Kwik zijn de sulfiden van deze edele metalen van mineralogisch en economisch belang. Goud heeft een uitgesproken voorkeur voor telluur: Krenneriet, $(\text{Au,Ag})\text{Te}_2$; Sylvaniet, AuAgTe_4 ; Calaveriet, AuTe_2 en Petziet, Ag_3AuTe_2 zijn beroemde (en dure) voorbeelden.

Van kwik kennen we behalve het rode Cinnaber, HgS , en het reeds genoemde Galkhaiet nog een zestal eenvoudige sulfiden, alle zeldzaam.

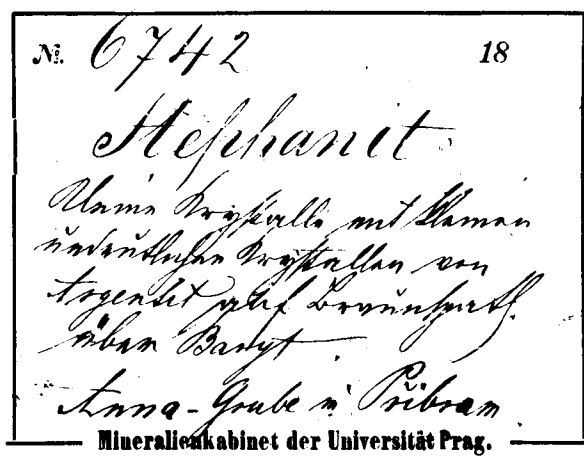
Zilver vormt een groot aantal waardevolle sulfidische mineralen, soms in combinatie met goud, koper, tin, germanium en andere metalen. De bekendste zijn Argentiet, Ag_2S ; Dyscrasiet, Ag_3Sb ; Stromeyeriet, AgCuS ; Sternbergiet, AgFe_2S_3 ; Hessiet, Ag_2Te . Verder vinden we zilver vooral in de volgende groep, de sulfozouten.

2. Sulfozouten

Zo'n 120 complexe sulfiden oftewel sulfozouten worden met name gevormd door de metalen zilver, lood en koper. Tin, ijzer, kwik en thallium zijn in mindere mate met deze interessante sulfiden verbonden. De broertjes seleen en telluur komen nauwelijks in sulfozouten voor, zodat we te maken hebben met een handjevol metalen, gebonden aan zwavel, arseen, antimoon en soms aan bismut. Ter oriëntatie noemen we:

Emplectiet CuBiS_2	Pyrostilpniet Ag_3SbS_3
Aikiniet CuPbBiS_3	Pyrargyriet Ag_3SbS_3
Gladiet $\text{CuPbBi}_5\text{S}_9$	Miargyriet AgSbS_2
Berthieriet FeSb_2S_4	Proustiet Ag_3AsS_3 (afb. 6)
Boulangieriet $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$	Stephaniet $\text{Ag}_5\text{Sb}_4\text{S}_7$ (afb. 7)
Zinckeniet $\text{Pb}_6\text{Sb}_{14}\text{S}_{27}$	Polybasiet $\text{Ag}_{16}\text{Sb}_4\text{S}_{11}$
Jamesoniet $\text{Pb}_7\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$	Freieslebeniet AgPbSbS_3
Bournoniet CuPbSbS_3	Lengenbachiet $\text{Ag}_7\text{Pb}_{37}\text{Cu}_6\text{As}_{23}\text{S}_{78}$
Heteromorfië $\text{Pb}_7\text{Sb}_8\text{S}_{19}$	Jordaniet $\text{Pb}_{14}\text{As}_6\text{S}_{23}$
Livingstoniet HgSb_8S_8	Dufrenoyiet $\text{Pb}_2\text{As}_2\text{S}_5$
Hutchinsoniet $(\text{Ti,Pb})_2\text{As}_5\text{S}_9$	Baumhaueriet $\text{Pb}_3\text{As}_4\text{S}_9$

Afb. 7. Oud etiket voor Stephaniet



Afb. 8. Antimoniet (= Stibniet), met zijn karakteristieke naalden

Vooral de zilver-sulfozouten hebben de nare eigenschap donker aan te lopen en hun fraaie uiterlijk te verliezen.

3. Halfmetaal-sulfiden

De broertjes arseen, antimoon en bismut zelf vormen enkele verbindingen met hun andere broertjes zwavel, seleen en telluur. Omdat de drie eerstgenoemden als halfmetalen te boek staan, noemen we hun sulfiden dan ook halfmetaal-sulfiden. Van bismut kennen we er 16, van arseen en antimoon maar weinige. Maar bij de laatste zitten wel een aantal goede bekenden. We sommen op:

Bismuthiniet Bi_2S_3	Getchelliet SbAsS_3
Tellurobismuthiet Bi_2Te_3	Auripigment As_2S_3
Tetradymiet $\text{Bi}_2\text{Te}_2\text{S}$	Realgar AsS
Antimoniet Sb_2S_3 (afb. 8)	

De laatste drie lijken nauwelijks nog op de doorgaans zware, metallische sulfiden van de vorige groepen.

4. Oxisulfiden

Van het tiental oxisulfiden — sulfiden die zuurstof bevatten en dus niet voldoen aan de formule-regel van de overige sulfiden — hebben we reeds genoemd het fraaie Kerme-siet, $\text{Sb}_2\text{S}_2\text{O}$; Sarabauiet, $\text{CaSb}_{10}\text{O}_{10}\text{S}_6$; en Valleriet: $4(\text{Fe,Cu})\text{S} \cdot 3(\text{Mg,Al})(\text{OH})_2$. Vooral Valleriet heeft een wel zeer ongebruikelijke samenstelling.

LITERATUUR

Betechtin, A.G.: Lehrbuch der speziellen Mineralogie; 5e ed., 1971; VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig.
Fleischer, M.: Glossary of Mineral Species, 5e ed., 1987; The Mineralogical Record, Tucson, U.S.A.
Kostov, I. en J. Minceva-Stefanova: Sulphide Minerals, Crystal Chemistry, Paragenesis and Systematics, 1981; Bulgarian Academy of Sciences, Sofia, Bulgaria.
Ramdohr, P.: Die Erzminerale und ihre Verwachsungen; 1950; Akademie-Verlag, Berlin.