Zeitschrift: Schweizerische mineralogische und petrographische Mitteilungen = Bulletin suisse de minéralogie et pétrographie

Band: 49 (1969)

Heft: 1

Artikel: Zur Klassifikation und Kristallchemie der Sulfosalze

Autor: Nowacki, Werner

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-38589

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.01.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Zur Klassifikation und Kristallchemie der Sulfosalze

Von *Werner Nowacki* (Bern)*)

Mit 8 Tabellen

Summary

A structural classification of the sulfosalts is given. A sulfosalt has the general structural formula

$$[B_m C_n / C_p / A_{1,q}^{II-IV} / A_{2,r}^{VI-IX}],$$

where B = As, Sb, Bi, C = S (Se, Te), A_1 = metals with coordination number 2, 3 or 4, A_2 = metals with the c. n. 6, 7, 8 or 9. The $B_m C_n$ constitute a "Verband" of B and C atoms: finite groups, rings, chains or nets of BC_3 trigonal pyramids (or BC_4 tetrahedra). The C_p atoms do not belong to this "Verband", but are "extra". These "Verbände" with the C_p's are connected by the A_1 and A_2 atoms. In Nature we have A_1 (c. n. 2) = Ag, Tl, Hg, (c. n. 3) = Ag, Cu, Tl (?), (c. n. 4) = Ag, Cu, Zn; A_2 (c. n. 6) = Pb, Fe, Co, Ni, Hg, (c. n. 7) = Pb, Tl, (c. n. 8, 9) = Pb, i. e. only mono – or divalent metals. All structural known sulfosalts are classified according to this scheme.

The structure of a sulfosalt is determined by its "Verband" $B_m C_n$ (+ the C_p's) together with the coordination polyhedra around the $A_{1,2}$ atoms.

Detailed tables of the X-ray data, interatomic distances and bond angles for all known sulfosalts are given (with about 180 references).

Als Sulfosalz in weiterem Sinne werde eine Verbindung vom Typus $Me_{1,x_1} Me_{2,x_2} \ldots As_{y_1} Sb_{y_2} Bi_{y_3} S_z$ bezeichnet, wobei $x_2, \ldots$ und/oder eine oder zwei der Zahlen y_1, y_2 und y_3 gleich null und an Stelle von S auch etwas Se oder/und Te treten kann. Die Sulfosalze müssen in zwei Gruppen aufgeteilt werden: a) Sulfosalze in engerem Sinne, vom Typus $[(Me_1^{+1})_2S]_{x_1} [Me_2^{+2}S]_{x_2} \ldots (As_2S_3)_{y_1} (Sb_2S_3)_{y_2} (Bi_2S_3)_{y_3}$ oder $[(Me_1^{+1})_2S]_{x_1} \ldots (As_2S_5)_{y_1} \ldots$ [bei ihnen ist die Valenzregel erfüllt] und b) komplexe Sulfide [bei denen diese Regel nicht erfüllt ist (z. B. Binnit $Cu_{12}As_4S_{13}$), Verbindungen von stark kovalentem Charakter].

---

*) Mitteilung Nr. 192 der Abteilung für Kristallographie und Strukturlehre, Universität Bern, Sahlistrasse 6, Schweiz. – Teil 44 der Arbeiten über Sulfide und Sulfosalze. – Hauptvortrag, gehalten an der 10. Diskussionstagung der Sektion für Kristallkunde der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft in Bern, 3.–5. Oktober 1968, Referate S. 6 bzw. Z. Krist. *128* (1969).

In Tabelle 1 sind die kristallchemischen Daten aller bis jetzt bekannter Sulfosalze in weiterem Sinne (neben einigen Sulfiden) zusammengestellt. Kursivgedruckt sind die wichtigen und sicheren Mineralarten, bei HEY [59, 60] fettgedruckt {Literaturzitate werden in dieser Arbeit mit einer Nummer in [ ] angegeben}. Tabelle 1, A bezieht sich auf einige Sulfide; Tabellen 1, B, C bzw. D auf As-, Sb- bzw. Bi-Sulfosalze [58 As oder (As, Sb)-, 38 Sb oder (Sb, Bi)- und 21 Bi-Verbindungen, total 117]; Tabellen 1, E, F, G geben einige Varietäten {in [59, 60] kursiv gedruckt} und in Tabelle 1, H sind einige Synonyma aufgeführt. Sulfosalze, welche zweierlei $\mathfrak{B}$-Elemente [65] As und Sb, Sb und Bi (selten As und Bi) enthalten, sind doppelt aufgeführt. [Alle Längen in dieser Arbeit sind in Å-Einheiten angegeben.]

In Tabelle 2 sind kristallchemische Daten der wichtigsten in den Sulfosalzen vorkommenden Atome, wie Elektronegativitätswerte (x), Radien und einige Definitionen wie Bindungszahl, Bindungsgradzahl und Bindungsordnung vereinigt (nach [124], [85] und [140]).

Eine *Klassifikation* der Sulfosalze ist nach V. M. GOLDSCHMIDT und W. HOFMANN (1933–1935) [64, 65, 66] (vgl. auch H. BÜRKI [19]) durch die Grösse $\varphi = z/(y_1 + y_2 + y_3)$, d. h. durch das Verhältnis der Zahl der Schwefel (inkl. Se, Te) – zur Gesamtzahl $(y_1 + y_2 + y_3)$ der $\mathfrak{B}$-Atome (As, Sb, Bi) gegeben. Tabelle 3 gibt daher die wichtigsten Sulfosalze nach fallendem φ geordnet. Wir unterscheiden sechs Hauptgruppen:

	Strukturtypus	Anzahl	
I.	$\varphi > 3$		
	a) $\varphi > 4$	6	23
	b) $\varphi = 4$	10	
	c) $3 < \varphi < 4$	7	
II.	$\varphi = 3$	13	
III.	$2 < \varphi < 3$	31	
IV.	$\varphi = 2$	29	
V.	$1 < \varphi < 2$	8	
VI.	$\varphi = 1$	13	
	Total	117	

V.R. $\surd$ bedeutet, dass die Valenzregel erfüllt ist, d. h. die Summe der Produkte der Wertigkeiten mal Atomanzahlen der Me- und $\mathfrak{B}$-Atome ist dem Produkt der Wertigkeit des Schwefels (2) mal Zahl der Schwefelatome (z) gleich; z. B. Pearceit, $(Ag, Cu)_{16}(Sb, As)_2S_{11}$: $1 \cdot 16 + 3 \cdot 2 = 22 = 2 \cdot 11$ bzw. Rathit-III, $Pb_{12}As_{20}S_{40}$, $2 \cdot 12 + 3 \cdot 20 = 84 \neq 2 \cdot 40 = 80$ (V.R. nicht erfüllt). Laut Definition ist in den eigentlichen Sulfosalzen die V.R. erfüllt.

Bei Verbindungen vom Typus FeAsS oder $Cu_{12}As_4S_{13}$ liegt ein stark kovalenter Charakter der Bindungen vor (= komplexe Sulfide).

Der strukturelle Aufbau der Sulfosalze in engerem Sinne wurde bisher nicht berücksichtigt. Erfahrungsgemäss bilden die $\mathfrak{B}$-Atome die Spitze einer

gleichseitigen trigonalen Pyramide mit den S-Atomen als Basis (oder sie sind tetraedrisch von vier S umgeben) und von allen S-Atomen gehen höchstens zwei kurze Bindungen aus (Ausnahme: Galenobismuthin).

Setzt man dies als vorgegebenes geometrisches Prinzip voraus, so ist es leicht möglich, für einen gegebenen φ-Wert geometrisch-topologische Verknüpfungsmöglichkeiten der $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden (bzw. $\mathfrak{B}S_4$-Tetraeder) abzuleiten.

Man erhält z. B. folgende Möglichkeiten, wobei in Klammern ( ) alle sicher benannten Beispiele angegeben worden sind (sind keine Beispiele bekannt, so steht ein Fragezeichen):

I. a) $\varphi > 4$
- a_1) isolierte (oder verknüpfte) $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden mit zusätzlichen S (?)
- a_2) isolierte (oder verknüpfte) $\mathfrak{B}S_4$-Tetraeder mit zusätzlichen S (?)

I. b) $\varphi = 4$
- b_1) isolierte (oder verknüpfte) $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden mit zusätzlichen S (Stephanit Ag_5SbS_4?)
- b_2) isolierte $\mathfrak{B}S_4$-Tetraeder (Enargit Cu_3AsS_4 [29e], Luzonit Cu_3AsS_4 [97])
- b_3) verknüpfte $\mathfrak{B}S_4$-Tetraeder mit zusätzlichen S (z. B. $\mathfrak{B}_2S_7 + S = \mathfrak{B}_2S_8$) (?)

I. c) $3 < \varphi < 4$
- c_1) isolierte (oder verknüpfte) $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden mit zusätzlichen S (isolierte Pyramiden: Binnit $Cu_{12}As_4S_{13}$ [172], Gratonit $Pb_9As_4S_{15}$ [136, 138], Jordanit $Pb_{26}As_{14}S_{46}$ (?) [170], Tetraedrit $Cu_{12}Sb_4S_{13}$ [168]
- c_2) verknüpfte $\mathfrak{B}S_4$-Tetraeder (z. B. $\mathfrak{B}_2S_7$) (eventuell mit zusätzlichen S, z. B. $\mathfrak{B}_3S_9 + S = \mathfrak{B}_3S_{10}$) (?)

II. $\varphi = 3$
- a_1) isolierte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden (Aikinit $PbCuBiS_3$ [167], Bournonit $PbCuSbS_3$ [58, 91], Freieslebenit $PbAgSbS_3$ [52], Marrit $PbAgAsS_3$ [169, 171], Nowackiit $Cu_6Zn_3As_4S_{12}$ [93, 94], Proustit Ag_3AsS_3 [29b], Pyrargyrit Ag_3SbS_3 [29b], Seligmannit $PbCuAsS_3$ [59, 91], Xanthokon Ag_3AsS_3 [29c]
- a_2) verknüpfte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden mit zusätzlichen S (z. B. $\mathfrak{B}_2S_5 + S = \mathfrak{B}_2S_6$)
- a_3) verknüpfte $\mathfrak{B}S_4$-Tetraeder (z. B. $\mathfrak{B}_3S_9$) (eventuell III. a_2 mit zusätzlichen S, z. B. $\mathfrak{B}_2S_5 + S = \mathfrak{B}_2S_6$) (?)

III. $2 < \varphi < 3$
- a_1) zu endlichen Gruppen $\mathfrak{B}_yS_z$ verknüpfte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden (eventuell mit zusätzlichen S) (Baumhauerit-I $Pb_{11,6}As_{15,7}Ag_{0,6}S_{36}$ [29d], Hatchit $PbTlAgAs_2S_5$ [9,

99, 111, 112, 114, 115, 116], Jamesonit $Pb_4FeSb_6S_{14}$ [82, 108], Rathit-I $(Pb, Tl)_3$ (As, Ag) As_4S_{10} [96] (vgl. Text), Wallisit $PbTlCuAs_2S_5$ [110, 114, 159])

a_2) zu endlichen Gruppen $\mathfrak{B}_yS_z$ verknüpfte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden neben isolierten $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden (eventuell mit zusätzlichem S) (Dufrenoysit $Pb_2As_2S_5$ [98, 137])

a_3) zu unendlichen Ketten oder Spiralen (oder endlichen Ringen) verknüpfte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden mit zusätzlichen S (Cosalit $Pb_2Bi_2S_5$ [165])

a_4) zu endlichen Gruppen $\mathfrak{B}_yS_z$ verknüpfte $\mathfrak{B}S_4$-Tetraeder (z. B. $\mathfrak{B}_2S_5$) (eventuell IV. a_4 mit zusätzlichen S) (?)

IV. $\varphi = 2$ („meta") a_1) zu Ringen verknüpfte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden (Zweierringe: Livingstonit $HgSb_4S_8$ [19, 107], Dreierringe: Smithit $AgAsS_2$ [57] und Trechmannit $AgAsS_2$ [100, 113, 116])

a_2) zu endlichen Gruppen verknüpfte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden (eventuell mit zusätzlichen S) (?)

a_3) zu unendlichen Ketten oder Spiralen $\mathfrak{B}S_2$ verknüpfte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden (Berthierit $FeSb_2S_4$ [18], Emplektit $CuBiS_2$ [64, 86, 86b], Livingstonit $HgSb_4S_8$ [19, 107], Lorandit $TlAsS_2$ [80a, 173], Miargyrit $AgSbS_2$ [19, 80], Skleroklas $PbAs_2S_4$ [69, 115, 117] (vgl. Text), Wolfsbergit $CuSbS_2$ [64])

a_4) zu unendlichen Ketten oder Spiralen $\mathfrak{B}_yS_z$ verknüpfte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden mit zusätzlichen S (Galenobismuthin $PbBi_2S_4$ [70])

a_5) verknüpfte $\mathfrak{B}S_4$-Tetraeder (alle AB_2-Tetraeder-Strukturtypen) (?)

V. $1 < \varphi < 2$ a_1) zu endlichen Gruppen verknüpfte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden (eventuell mit zusätzlichen S) (?)

a_2) zu unendlichen Zweier-, Dreier-, ...-Ketten (Bändern) verknüpfte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden (eventuell mit zusätzlichen S oder „angehängten" endlichen Baugruppen) (Sb_2S_3 [146])

a_3) zu unendlichen Netzen verknüpfte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden (eventuell mit zusätzlichen S oder „angehängten" endlichen Baugruppen) (Auripigment As_2S_3 [103], 3 N_{13}-Netztyp; Hutchinsonit $(Tl, Pb)_2As_5S_9$ [157], Spiralen As_4S_8 durch As_{III} zu Schichten As_3S_5 verknüpft; an den As_{III} „hängen" noch endliche As_2S_5-Baugruppen, $As_3S_4SAs_2S_4 = As_5S_9$, vgl. unten)

VI. $\varphi = 1$ $\mathfrak{B}S_3$-Pyramiden oder $\mathfrak{B}S_4$-Tetraeder unmöglich; ($\mathfrak{B}$–Me)- und ($\mathfrak{B}$–$\mathfrak{B}$)-Bindungen vorhanden. – Lässt man zu, dass von einem S-Atom *drei* kurze Bindungen ausgehen, so sind $\mathfrak{B}S_{3/3} = \mathfrak{B}S$-Verbände möglich (z. B. Spiralketten BiS in Galenobismuthin $PbBi_2S_4$, neben BiS_2-Ketten und zusätzlichen S; $BiS + S = BiS_2$)

Einige weitere topologische Verknüpfungsmöglichkeiten sind in Tabelle 4 vereinigt. Metrische Realisierungen gibt es meistens viele.

Sind zwei verschiedenartige $\mathfrak{B}$, $\mathfrak{B}'$ und $\mathfrak{B}''$, vorhanden oder auch, wenn kristallographische Ungleichwertigkeit der $\mathfrak{B}$ angenommen wird, so erhöht sich natürlich die Zahl der denkbaren Verknüpfungsmöglichkeiten z. T. beträchtlich. Bei IV.a_1 ($\varphi = 2$) beispielsweise und einer Zusammensetzung $\mathfrak{B}'_2\mathfrak{B}''_8S_{20}$ sind folgende Aufteilungen denkbar: $10 = 8 + 2 = 6 + 2 + 2 = 4 + 4 + 2 = 4 + 2 + 2 + 2 = 2 + 2 + 2 + 2 + 2$, d. h. es könnten Ringe verschiedener Art nebeneinander vorkommen [dabei wurde der „Einer-Ring" $\equiv$ isolierte $\mathfrak{B}S_3$-Pyramide überhaupt nicht als existent betrachtet (i. e. $2 = 1 + 1$), weil dadurch die Zahl der Variationen noch grösser würde]. Ausserdem bestehen die beiden Möglichkeiten einer geordneten und einer ungeordneten Besetzung durch die $\mathfrak{B}'$ und $\mathfrak{B}''$, z. B. $\mathfrak{B}'_2\,\mathfrak{B}''_8$ oder $(\mathfrak{B}', \mathfrak{B}'')_{10}$.

Die zu Beginn der Arbeit gegebene *allgemeine Sulfosalzformal* $Me_{1,x_1}Me_{2,x_2}\ldots As_{y_1}Sb_{y_2}Bi_{y_3}S_z$ kann noch allgemeiner als $\mathfrak{A}_{1,x_1}\,\mathfrak{A}_{2,x_2}\,\mathfrak{B}_y\,\mathfrak{C}_z$ geschrieben werden. Dabei bedeuten $\mathfrak{B}$ = As, Sb, Bi und $\mathfrak{C}$ = S, Se, Te, während mit $\mathfrak{A}_1$ Metalle $Me_1, \ldots$ mit einer Koordinationszahl II, III oder IV und mit $\mathfrak{A}_2$ solche mit einer Koordinationszahl VI bis IX bezeichnet werden. Es sind

$\mathfrak{A}_1$ (Kz. 2) = Ag, Tl, Hg
(Kz. 3) = Ag, Cu, Tl (?)
(Kz. 4) = Ag, Cu, Zn
$\mathfrak{A}_2$ (Kz. 6) = Pb, Fe, Co, Ni, Hg
(Kz. 7) = Pb, Tl
(Kz. 8) = Pb
(Kz. 9) = Pb

Interessanterweise wurden bis jetzt nur 1- und 2-wertige Metalle als $\mathfrak{A}_{1,2}$-Teilchen angetroffen.

Die *allgemeine Strukturformel eines Sulfosalzes* lautet daher

$$[\mathfrak{B}_m\,\mathfrak{C}_n \mid \mathfrak{C}_p \mid \mathfrak{A}_{1,q}^{II-IV} \mid \mathfrak{A}_{2,r}^{VI-IX}],$$

wobei sich die p$\mathfrak{C}$-Atome ausserhalb des $\mathfrak{B}\mathfrak{C}_3$-Verbandes $\mathfrak{B}_m\mathfrak{C}_n$ befinden, d. h. zusätzlich vorhanden sind (vgl. die oben gegebene Liste der Verknüpfungsmöglichkeiten). *Der allgemeine Bau eines Sulfosalzes wird also durch den* $\mathfrak{B}_m\mathfrak{C}_n$-*Verband* (mit eventuell vorhandenen zusätzlichen $\mathfrak{C}_p$) *einerseits und durch die* $\mathfrak{A}_1$- *und* $\mathfrak{A}_2$-*Koordinationspolyeder* (gegenüber den $\mathfrak{C}$) *andererseits bedingt.*

In Tabelle 5 sind Atomabstände ($\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$–S), deren Mittelwerte, die Koordinationszahl (KZ.) für $\mathfrak{A}$ bzw. $\mathfrak{B}$ und Bindungswinkel (S–$\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$–S) vereinigt.

Bei Ag: IV.a_3 (Kettenstruktur) z. B. sind die mittleren (Ag–S)-Abstände kürzer als bei IV.a_1 (Dreierringstrukturen). Die Ketten üben eine grössere van der Waalssche Anziehung als die kleinen Dreierringe aufeinander aus.

Tabelle 6 gibt hierüber eine zusammenfassende Übersicht. [R_1 = Einfachbindungs-, R_{12} = Metall-, T = Tetraeder-Radius, G = Ionenradius nach GOLDSCHMIDT, P nach PAULING]. Die Zunahme des Abstandes $\mathfrak{A}$–S mit wachsender KZ. ist z. B. bei Ag und Pb sehr gut zu sehen. Der Bindungscharakter ist meistens stark kovalent [Δ x-Werte = 0,5–0,7], ausser bei Pb [Δ x = 0,9, entsprechend ca. 20% heteropolarem Anteil] und Tl [Δ x = 1,0 → 22%], bei denen die Summe der Ionenradien (Pb: 3,06) auch den beobachteten Abständen (Pb: 2,95–3,18) gut entsprechen. Die mittleren Bindungswinkel stimmen sehr oft erstaunlich genau mit den theoretischen Werten überein.

In mehreren Sulfosalzen treten relativ kurze ($\mathfrak{A}$–$\mathfrak{A}$)- oder ($\mathfrak{A}$–$\mathfrak{B}$)-Abstände auf. In Tabelle 7 ist ausserdem noch die Summe der Metallradien in [ ] hinzugefügt. Besonders bei Xanthokon und Pyrostilpnit sind fraglos (Me-Me)-Bindungen vorhanden. Dies sind aber wahrscheinlich auch die instabilen Formen von Ag_3AsS_3 bzw. Ag_3SbS_3.

Unter Anwendung der entwickelten Klassifikation ergeben sich für die strukturell bekannten Sulfosalze Strukturformeln, wie sie in Tabelle 8 vereinigt sind.

Die Frage der *Mischkristallbildung* ist bei den Sulfosalzen in genauer Weise bis jetzt wenig untersucht worden. Immerhin sind in der letzten Zeit interessante Arbeiten über die Systeme Pb-As-Sb-S [73 (P. 3), 139, 140a] und Pb-Bi-S [121] erschienen.

Ältere Klassifikationen von Sulfiden und Sulfosalzen sind in den Arbeiten [7, 8, 12, 13, 44a, 54, 55, 62, 62a, 65, 86a, 91a, b, 128, 131–135, 141 und 152] enthalten.

Wir danken den Herren Dr. P. Engel, B. Ribar und A. Edenharter für wertvolle Hilfe beim Berechnen von Abständen und Winkeln bestens. Die Untersuchungen wurden vom Schweizerischen Nationalfonds (Proj. Nr. 3508), der Kommission zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Proj. Nr. 384/386) und der Stiftung Entwicklungsfonds Seltene Metalle in dankenswerter Weise unterstützt.

LITERATUR

[1] AGAJEW, K. A., A. G. TALIBOW und S. A. SEMILETOW: Elektronographische Untersuchung von $GeBi_4Te_7$. Kristallografija *13* (1968), 59–62.

[1a] AICARD, P., P. PICOT, R. PIERROT et P.-A. POULAIN: Sur la présence de ménéghinite dans deux gîtes français. Bull. Soc. Franç. Min. Crist. *91* (1968), 497–499.

[1b] ASHWORTH, R. S., C. K. PROUT, A. DOMENICANO and A. VACIAGO: The crystal structure of three 1 : 1 complexes of 1,3,5-trithian with silver (I) salts. J. chem. Soc. London (A) *1968*, 93–104.

[2] BANDY, M. C.: Un nuevo mineral de plombo-plata de Colquechaca, Bolivia. Mineria Boliviana *3* (1946), 11–12 (MA. *10*, 147).

[2a] BAUMANN, I. H. and G. C. AMSTUTZ: Natural X-ray amorphous lead-arsenic sulfides from Cerro de Pasco Mine, Peru. Naturwiss. *52* (1965), 585-7.

[3] BAYLISS, P.: The crystal structure of disordered gersdorffite. Amer. Min. *53* (1968), 290–293.

[4] BAYLISS, P.: The different crystal structures of gersdorffite (NiAsS). Canad. Min. *9* (1968), 570 (Ref.).

[5] BAYLISS, P. and N. C. STEPHENSON: The crystal structure of gersdorffite. Min. Mag. *36* (1967), 38–42.

[5a] BAYLISS, P. and N. C. STEPHENSON: The crystal structure of gersdorffite (III), a distorted and disordered pyrite structure. Min. Mag. *36* (1968), 940–947.

[6] BERRY, L. G.: Studies of mineral sulphosalts: IV-Galenobismutite and "lillianite". Amer. Min. *25* (1940), 726–734.

[7] BERRY, L. G.: Studies of mineral sulphosalts: VII-A systematic arrangement on the basis of cell dimensions. Univ. Toronto Studies, Geol. Ser.; No. *48* (1943), 9–30.

[8] BERRY, L. G.: Recent advances in sulfide mineralogy. Amer. Min. *50* (1965), 301–313.

[9] BERRY, L. G.: Crystallography of hatchite. Canad. Min. *8* (1966), 661.

[10] BESSMERTNAJA, M. S. und L. N. SOBOLEWA: Experimental'no-metoditscheskije issledowanja rednych mineralow. Isd. Akad. „Nauka", Moskau *1965*, 129–141 [H.EB.III, 649; Amer. Min. *51* (1966), 531]; auch: A new telluride of bismuth and silver, established by the newest micromethods [Amer. Min. *49* (1964), 818]. Trudy Inst. Min., Geokhim., Kristallochim. Rednikh Elementov *18* (1963), 70–84.

[10a] BETHKE, P. M. and P. B. BARTON Jr.: Unit-cell dimensions versus composition in the systems: PbS-CdS, PbS-PbSe, ZnS-ZnSe, and $CuFeS_{1.90}$-$CuFeSe_{1.90}$. U.S.G.S. Prof. Paper *424*, Part B (1962), B 266–B 270.

[11] BOK, L. D. C. und J. H. DE WIT: Zur Kenntnis einiger ternärer Sulfide und Selenide. Z. anorg. allg. Chemie *324* (1963), 162–167.

[12] BOKIĬ, G. B.: Kristallchemie der Sulfide, Arsenide und ihrer Analogen. Sb. Tr. Geol. Fak. Mosk. Univ. (k XXI Sessii Mezhdunar. Geol. Kongr.) *1961*, 143–153 (russ.).

[13] BOKIĬ, G. B.: Die Kristallstrukturen der Arsenide, Sulfide, Arsensulfide und ihrer Analogen. Akad. Wiss. USSR., Sibir. Abt., Nowosibirsk, *1964*, 188 S. (russ.).

[14] BORGSTROM, L. H.: Selenhaltig lillianit fran Jilijärvi. Geol. Förh. *32* (1910), 1525–1530.

[15] BORN, L. and E. HELLNER: A structural proposal for boulangerite. Amer. Min. *45* (1960), 1266–1271.

[16] BUERGER, M. J.: The symmetry and crystal structure of the minerals of the arsenopyrite group. Z. Krist. *95* (1936), 83–113.

[17] BUERGER, M. J.: The crystal structure of gudmundite (FeSbS) and its bearing on the existence field of the arsenopyrite structural type. Z. Krist. *101* (1939), 290–316.

[18] BUERGER, M. J. and TH. HAHN: The crystal structure of berthierite, $FeSb_2S_4$. Amer. Min. *40* (1955), 226–238.

[19] BÜRKI, H.: Röntgenographische und neutronographische Konstitutionsermittlung anorganischer und organischer Verbindungen. Chimia *21* (1967), 247–260.

[20] BURKART-BAUMANN, I., J. O. HERMANN und P. NICOLINI: Mineralogische Untersuchungen an Jordanit, Semseyit und Cesarolith von drei tunesischen Blei-Zink-Lagerstätten. Chemie Erde *26* (1967), 256–270.

[20a] BURKART-BAUMANN, I., J. OTTEMANN und B. NUBER: Gratonit aus der Lagerstätte Rio Tinto, Südspanien. N. Jb. Min. Mh. *1968*, 215–224.

[21] BURRI, G., S. GRAESER, F. MARUMO und W. NOWACKI: Imhofit, ein neues Thallium-Arsensulfosalz aus dem Lengenbach (Binnatal, Kanton Wallis). Chimia *19* (1965), 499–500.

[22] CAYE, R., P. PICOT, R. PIERROT et F. PERMINGEAT: Nouvelles données sur la vrbaïte, sa teneur en mercure. Bull. Soc. Franç. Min. Crist. *90* (1967), 185–191.

[23] CID, H.: Étude aux rayons X de la cylindrite. Bull. Soc. Franç. Min. Crist. *83* (1960), 64–65.

[24] CLARK, A. H.: Zinckenite from Turhal antimony deposit, Turkey. Inst. Mining Met., Trans. Sect. B *76* (1967), B 117–B 118, B 167 [C.A. *67*, 56051t, 119024j].

[25] COLAPIETRO, M., A. DOMENICANO, L. SCARAMUZZA and A. VACIAGO: The crystal and molecular structure of arsenic (III) NN-diethyl-dithiocarbamate. Chem. Comm. *1968*, 302–303.

[26] CRAIG, J. R.: Phase relations and mineral assemblages in the Ag-Bi-Pb-S system. Min. Deposita *1* (1967), 278–306.

[27] DANA, J. D. and E. S.: The system of mineralogy. 7th ed. Vol. I. J. Wiley, New York-London, *1944*.

[27a] DASGUPTA, D. R., B. C. PODDAR, N. R. SEN GUPTA: A note on the occurrence of geocronite and boulangerite in the Rajpura belt, Udaipur district, Rajasthan, India. Min. Mag. *36* (1968), 1174–1175.

[28] DORNBERGER-SCHIFF, K. und E. HÖHNE: Zur Symmetrie des Boulangerit. Chemie Erde *21* (1962), 78–82.

[29] DRUMMOND, A. D., J. TROTTER and R. M. THOMPSON: Sulphosalts from Alice Arm, British Columbia. Canad. Min. *7* (1962), 338 (Abstr.).

[29*] EDWARDS, A. B.: Textures of the ore minerals and their significance. Austral. Inst. Mining Metallurgy, Melbourne, 1947–1965.

[29a] EMMONS, F. J., D. IRVING and G. F. LOUGHLIN: Geology and ore deposits of the Leadville mining district, Colorado. U.S. Geol. Survey Prof. Paper *148* (1927), 1–368.

[29b] ENGEL, P. und W. NOWACKI: Die Verfeinerung der Kristallstruktur von Proustit, Ag_3AsS_3, und Pyrargyrit, Ag_3SbS_3. N. Jb. Min. Mh. *1966*, 181–184.

[29c] ENGEL, P. und W. NOWACKI: Die Kristallstruktur von Xanthokon, Ag_3AsS_3. Acta Cryst. *B 24* (1968), 77–81.

[29d] ENGEL, P. und W. NOWACKI: Die Kristallstruktur von Baumhauerit. Z. Krist.

[29e] ENGEL, P. und W. NOWACKI: Verfeinerung von Enargit, Cu_3AsS_4. In Bearbeitung.

[30] EULER, R. und E. HELLNER: Zur Kristallstruktur des Meneghinits, $CuPb_{13}Sb_7S_{24}$. Z. Krist. *113* (1960), 345–372.

[31] EULER, R., H. RÖSCH, G. WEITZ und E. HELLNER: Über ein strukturelles Bauprinzip für sulfidische Erze (Spiessglanze). IUC. 4th. Inst. Congress, Montreal, 10.–19. 7. 57, Abstr. No. 3–16, p. 34.

[32] FLEISCHER, M.: Index of new mineral names, discredited minerals, and changes of mineralogical nomenclature in volumes 1–50 of the American Mineralogist. Amer. Min. *51* (1966), 1247–1357.

[33] FLINK, G.: Bidrag till Sveriges mineralogi, lillianit. Ark. Kemi Min. Geol. *3* (1908), 10–14.

[34] FRANC, L., V. KUPČÍK und E. MAKOVICKÝ: Die Kristallstruktur von Lillianit, $Pb_3Bi_2S_6$. Ref. 9. Disk.-Tagung der Sektion für Kristallkunde der D.M.G., Bonn *1967*, S. 43.

[35] FRONDEL, C.: Unit cell and space group of vrbaite (Tl (As, Sb)$_3$S$_5$), seligmannite ($CuPbAsS_3$) and samsonite ($Ag_4MnSb_2S_6$). Amer. Min. *25* (1941), 25–28.

[36] FRONDEL, C.: Isodimorphism of the polybasite and pearceite series. Amer. Min. *48* (1963), 565–572.

[37] FRONDEL, C.: Voltzite. Amer. Min. *52* (1967), 617–634.

[38] FRUEH, A. J., Jr.: The use of zone theory in problemes of sulphide mineralogy. Geochim. Cosmochim. Acta *6* (1954), 79–89. – Part II; The resistivity of chalcopyrite. Amer. Min. *44* (1959), 1010–1019.

[39] FRUEH, A. J., Jr.: On the stability of non-stoichiometric compounds. J. Phys. Chem. Solids *11* (1959), 334–335.

[40] GAINES, R. V.: Luzonite, famatinite and some related minerals. Amer. Min. *42* (1957), 766–779.

[41] GENKIN, A. D., N. N. SHURAWLEW, N. W. TRONEWA und I. W. MURAWJEWA: Irarsit – ein neues Ir-Ru-Rh-Pt-Arsenid. Sap. Wses. Obsch. SSSR. *95* (1966), 700–712 [Geologie *16* (1967), 950–951].

[42] GIESE, R. F., Jr. and P. F. KERR: The crystal structures of ordered and disordered cobaltite. Amer. Min. *50* (1965), 1002–1014.

[43] GRAESER, ST.: Giessenit – ein neues Pb-Bi-Sulfosalz aus dem Dolomit des Binnatales. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *43* (1963), 471–478.

[44] GRAESER, ST.: Die Mineralfundstellen im Dolomit des Binnatales. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *45* (1965), 597–795.

[44a] GRIGOR'YEV, D. I.: Structural chemical formulas of minerals: sulfosalts (thiosalts). Dokl. Akad. Nauk SSSR. *167* (1966), 100–103 (engl.); 1123–1126 (russ.).

[45] GUILLEMAIN, C.: Beiträge zur Kenntnis der natürlichen Sulfosalze. Diss. Univ. Breslau *1898* [ref. in Z. Krist. *33* (1900), 72–78].

[46] HARRIS, D. C.: Zinckenite. Canad. Min. *8* (1965), 381–382.

[47] HARRIS, D. C. and E. J. BROOKER: X-ray spectrographic analysis of minute mineral samples. Canad. Min. *8* (1966), 471–480.

[48] HARRIS, D. C., J. L. JAMBOR, G. R. LACHANCE and R. I. THORPE: New observations on kobellite. Canad. Min. *8* (1966), 667.

[49] HARRIS, D. C., J. L. JAMBOR, G. R. LACHANCE, A. I. THORPE: Tintinaite, the antimony analogue of kobellite. Canad. Min. *9* (1968), 371–382.

[50] HARRIS, D. C., E. W. NUFFIELD, and M. H. FROHBERG: Selenian polybasite. Canad. Min. *8* (1965), 171–184.

[51] HEESCH, H. und F. LAVES: Über dünne Kugelpackungen. Z. Krist. *85* (1933), 443–453.

[52] HELLNER, E.: Zur Struktur des Freieslebenits, $PbAgSbS_3$. Z. Krist. *109* (1957), 4–6.

[53] HELLNER, E.: Zur Struktur des Diaphorits, $Ag_3Pb_2Sb_3S_8$. Z. Krist. *110* (1958), 169–174.

[54] HELLNER, E.: Über ein strukturelles Einteilungsprinzip für sulfidische Erze. Naturw. *45* (1958), 38.

[55] HELLNER, E.: A structural scheme for sulfide minerals. J. Geol. *66* (1958), 503–525.

[56] HELLNER, E.: An intergrowth between galena and gratonite ($Pb_9As_4S_{15}$). J. Geol. *67* (1959), 473–475.

[57] HELLNER, E. und H. BURZLAFF: Die Struktur des Smithits $AgAsS_2$. Naturw. *51* (1964), 35–36.

[58] HELLNER, E. und G. LEINEWEBER: Zur Struktur des Bournonits, $CuPbSbS_3$, und Seligmannits, $CuPbAsS_3$. Z. Krist. *107* (1956), 149–154.

[59] HEY, M. H.: An index of mineral species and varieties, arranged chemically. 2nd ed., London, The Trustees of the British Museum, *1955*.

[60] HEY, M. H.: Appendix to the second edition of an index of mineral species and varieties, arranged chemically. London: Trustees of the British Museum (Natural History), *1963*.

[61] HILLER, J.-E.: Röntgenographische Bestimmungsmethoden und Untersuchung der Bleispiessglanze. Z. Krist. *100* (1939), 128–156.

[62] HILLER, J.-E.: Versuch einer Klassifikation der Sulfide nach strukturellen Gesichtspunkten. Z. Krist. *102* (1940), 353–376.

[62a] HILLER, J.-E.: Eine kristallchemische Systematik der Sulfide, Selenid- und Telluridminerale. N. Jb. Min. Mh. *1953*, 145–153.

[63] HINTZE, C.: Handbuch der Mineralogie. Leipzig, Veit u. Comp., 1904 und ff.

[64] HOFMANN, W.: Strukturelle und morphologische Zusammenhänge bei Erzen vom Formeltypus ABC_2. I. Die Struktur von Wolfsbergit $CuSbS_2$ und Emplektit $CuBiS_2$ und deren Beziehung zu der Struktur von Antimonit Sb_2S_3. Z. Krist. *84* (1933), 177–203.

[65] HOFMANN, W.: Beitrag zur Kenntnis der nadelförmigen Sulfosalze des Arsens, Antimons und Wismuts. Fortschr. Min. *18* (1934), 19–20.

[66] HOFMANN, W.: Ergebnisse der Strukturbestimmung komplexer Sulfide. Z. Krist. *92* (1935), 161–185.

[67] VAN HOOK, H. J.: The ternary system Ag_2S-Bi_2S_3-PbS. Econ. Geol. *55* (1960), 759–788.

[68] HULLIGER, F. and E. MOOSER: The bond description of semiconductors: polycompounds. Progr. Chem. Solid State *2* (1965), 330–377.

[69] IITAKA, Y. and W. NOWACKI: A refinement of the pseudo crystal structure of scleroclase $PbAs_2S_4$. Acta Cryst. *14* (1961), 1291–1292.

[70] IITAKA, Y. and W. NOWACKI: A redetermination of the crystal structure of galenobismutite, $PbBi_2S_4$. Acta Cryst. *15* (1962), 691–698.

[71] ITO, T., N. MORIMOTO and R. SADANAGA: The crystal structure of realgar. Acta Cryst. *5* (1952), 775–782.

[72] ITO, T. and H. MURAOKA: Nakaséite, an andorite-like new mineral. Z. Krist. *113* (1960), 94–98.

[73] JAMBOR, J. L.: New lead sulfantimonides from Madoc, Ontario-Part 1. Canad. Min. *9* (1967), 7–24. – Part 2 – Mineral descriptions. ib. p. 191–213. – Part 3 – Syntheses, paragenesis, origin. ib. p. 505–521.

[74] JAMBOR, J. L. and G. R. LACHANCE: Bismuthian robinsonite. Canad. Min. *9* (1968), 426–428.

[75] JOHANSSON, K.: Bidrag till Gladhammar-gruvornas mineralogi. Ark. Kemi, Min., Geol. *9* (1924), No. 8, 1–22.

[75a] KEIGHIN, C. W. and R. M. HONEA: Phase relations in the system Ag-Sb-S. Econ. Geology *61* (1966), 1302–1303.

[76] KELLER, R. F. and H. A. KELLER: A new variety of kobellite. J. Amer. Chem. Soc. *7* (1885), 194.

[77] KINGSTON, G. A.: The occurrence of platinoid bismuthotellurides in the Merensky Reef at Rustenburg platinum mine in the western Bushveld. Min. Mag. *35* (1966), 815–834.

[77a] KINGSTON, P. W.: Studies of mineral sulphosalts: XXI-Nuffieldite, a new species. Canad. Min. *9* (1968), 439–452.

[78] KLUTH, C.: Ein Beitrag zur Geschichte der Kupfer-Wismut-Erze. Synonyma und Homonymie von Wittichenit und Emplektit. Aufschluss *17* (1966), 223–226.

[79] KLJACHIN, W. A., M. T. DMITRIJEWA: Neue Daten über synthetischen und natürlichen Lillianit. DAN. SSSR. *178* (1968), 173–175 (russ.) [C.A. *68*, 80297 u].

[80] KNOWLES, CH. R.: A redetermination of the structure of miargyrite, $AgSbS_2$. Acta Cryst. *17* (1964), 847–851.

[80a] KNOWLES, CH. R.: A refinement of the structure of lorandite, $TlAsS_2$. Abstract, Paper, Amer. Crystall. Assoc. Gatlinburg, Tenn., 27 June to 2 July 1965, p. 79.

[81] KOCH, S.: Some rare sulfosalts. Acta Univ. Szegediensis, Acta Min. Petr. *10* (1957), 51–58 [C.A. *52*, 10811g].

[82] KOCH, S., GY GRASSELLY and K. PADERA: Contributions to the jamesonite problem. Acta Univ. Szeged, Acta Min.-Petr. *13* (1960), 17–32 [Zbl. Min. I, *1961*, S. 273].

[83] KOSTOW, I.: On isomorphism amongst minerals of the group of sulpho-salts. In: M. H. Battey and S. I. Tomkeieff, Aspects of theoretical mineralogy in the U.S.S.R. Pergamon Press, Oxford, *1964*, p. 293–300 [Orig. = Zap. Vsesoyuz. Min. Obsh. *86* (1957), 336–342; C.A. *52*, 8856f].

[84] KOSTOW, I.: Sacharowait. Trudy Min. Mus. Akad. Nauk SSSR *10* (1959), 148 [Min. Mag. *32*–978].

[85] KREBS, H.: Grundzüge der anorganischen Kristallchemie. Enke, Stuttgart, *1968*.

[86] KUPČÍK, V.: Struktur des Emplektit $CuBiS_2$. Ref. 7. Diskussionstagung der Sektion für Kristallkunde (D.M.G.), Marburg *1965*, 16–17.

[86a] KUPČÍK, V.: Beitrag zu der Identifikation der Bi-Sulfosalze mit Hilfe von Röntgendiffraktionsmethoden. Geol. Sborn. Slov. Akad. Vied *16* (1965), 1 (Bratislava).

[86b] KUPČÍK, V.: The crystal structure of emplectite, $CuBiS_2$. Acta Cryst., im Druck.

[86c] KUPČÍK, V.: Die Kristallstruktur des Bismuthinits, Bi_2S_3. Naturw., im Druck.

[86d] KUPČÍK, V. und E. MAKOVICKÝ: Die Kristallstruktur des Minerals (Pb, Ag, Bi) $Cu_4Bi_5S_{11}$. N. Jb. Min. Mh. *1968*, 236–237.

[87] KUPČÍK, V., M. MATHERNY i C. VARČEK: Prispevok k problemu struktury mineralu „Lillianit". Geol. Sbor. Sloven. AK, V.R. *12* (1961), 103–111.

[87a] KUTOGLU, A.: Die Struktur des Pyrostilpnits (Feuerblende) Ag_3SbS_3. N. Jb. Min. Mh. *1968*, 145–160.

[88] LE BIHAN, M.-TH.: Contribution à l'étude structurale des sulfures d'arsénic et de plomb. Structure de la baumhauerite. Acta Cryst. *14* (1961), 1210–1211.

[89] LE BIHAN, M.-TH.: Structure de la rathite-II. Comparaison entre les différentes structures connues de sulfures d'arsénic et de plomb. Acta Cryst. *14* (1961), 1211–1212.

[90] LE BIHAN, M.-TH.: Étude structurale de quelques sulfures de plomb et d'arsénic naturels du gisement de Binn. Bull. Soc. Franç. Min. Crist. *85* (1962), 15–47.

[91] LEINEWEBER, G.: Strukturanalyse des Bournonits und Seligmannits mit Hilfe der Superpositions-Methoden. Z. Krist. *108* (1956), 161–184.

[91a] MAKOVICKY, E.: Bemerkungen zu der Systematik und Mineralogie der Sulfosalze der Metalle der 5. Gruppe. Geol. Sbornik XVIII (1967), H. 1, 39–64.

[91b] MAKOVICKY, E. und V. KUPČÍK: Beitrag zur Kristallchemie der Sulfosalze der Metalle der 5. Gruppe. Z. Krist., im Druck.

[91c] MALAKHOV, A. A., R. NAZIROVA and I. I. LIKHOIDOVA: Lillianite from quartz-rare metal veins of the Chavata ore manifestation. Dokl. Akad. Nauk Uzb. SSR. *25* (4) (1968), 42–44 [C.A. *69*, 98283s].

[92] MANNING, P. G.: A study of the bonding properties of sulphur in bornite. Canad. Min. *9* (1967), 85–94.

[93] MARUMO, F.: The crystal structure of nowackiite, $Cu_6Zn_3As_4S_{12}$. Z. Krist. *124* (1967), 352–368.

[94] MARUMO, F., G. BURRI: Nowackiit, a new copper zinc arseno-sulfosalt from Lengenbach. Chimia *19* (1965), 500–501.

[95] MARUMO, F. and W. NOWACKI: The crystal structure of lautite and of sinnerite, a new mineral from the Lengenbach Quarry. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *44* (1964), 439–454.

[96] MARUMO, F. and W. NOWACKI: The crystal structure of rathite-I. Z. Krist. *122* (1965), 433–456.

[97] MARUMO, F. and W. NOWACKI: A refinement of the crystal structure of luzonite, Cu_3AsS_4. Z. Krist. *124* (1967), 1–8.

[98] MARUMO, F. and W. NOWACKI: The crystal structure of dufrenoysite, $Pb_{16}As_{16}S_{40}$. Z. Krist. *124* (1967), 409–419.

[99] MARUMO, F. and W. NOWACKI: The crystal structure of hatchite, $PbTlAgAs_2S_5$. Z. Krist. *125* (1967), 249–265 (Menzer-Festschrift).

[100] MATSUMOTO, T. and W. NOWACKI: The crystal structure of trechmannite, $AgAsS_2$. Z. Krist. (1969).

[101] MINZER, E. F.: Benjaminite-$(Cu,Ag)_2Pb_2Bi_4S_9$. Dokl. Akad. Nauk SSSR. *174* (1967), 675–678 (russ.), 127–135 (engl.).

[102] MOORE, P. B.: A classification of sulfosalt structures derived from the structure of aikinite. Amer. Min. *52* (1967), 1874–1876.

[103] MORIMOTO, N.: The crystal structure of orpiment (As_2S_3) refined. Min. J. (Japan) *1* (1954), 160–169.

[103a] NAZIROVA, R.: Galenobismutite and cosalite in the Chatkal mountains. Uzb. Geol. Zh. *12* (2) (1968), 74–78 [C.A. *69*, 98282r].

[104] NETSCHELJUSTOW, G. N. and W. S. LEBEDJEW: The first discovery of bonchevite in the USSR. Dokl. Akad. Nauk SSSR. *174* (1967), 679–682 (russ.), 131–134 (engl.).

[104a] NECHELYUSTOV, G. N., V. A. MYMRIN: New find of kobellite in the USSR. Dokl. Akad. Nauk SSSR. *181* (5) (1968), 1223–1226 [C.A. *69* (1968), 88690h].

[105] NICKEL, E. H.: Structural stability of minerals with the pyrite, marcasite, arsenopyrite and löllingite structures. Canad. Min. *9* (1968), 311–321.

[106] NIGGLI, P.: Die topologische Strukturanalyse I. Z. Krist. *65* (1927), 391–415. – Auch in: Krystallographische und strukturtheoretische Grundbegriffe. Akadem. Verlagsges. Leipzig, *1928*, S. 281–282.

[107] NIIZEKI, W. and M. J. BUERGER: The crystal structure of livingstonite, $HgSb_4S_8$. Z. Krist. *109* (1957), 129–157.

[108] NIIZEKI, W. and M. J. BUERGER: The crystal structure of jamesonite, $FePb_4Sb_6S_{14}$. Z. Krist. *109* (1957), 161–183.

[109] NOWACKI, W.: Zur Kristallchemie der Sulfosalze, insbesondere aus dem Lengenbach (Binnatal, Kt. Wallis). Schweiz. Min. Petr. Mitt. *44* (1964), 459–484. – Mitt. Natf. Ges. Bern [N. F.] *21* (1963), XXI–XXII.

[110] NOWACKI, W.: Über einige Mineralfunde aus dem Lengenbach (Binnatal, Kt. Wallis). Eclogae geol. Helv. *58* (1965), 403–406.

[110a] NOWACKI, W.: Über die mögliche Identität von „Liveingit" mit Rathit-II. N. Jb. Min., Mh. *1967*, 353–354.

[111] NOWACKI, W.: Überblick über einige Sulfid- und Arsensulfosalz-Kristallstrukturen. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *47* (1967), 659–681.

[112] NOWACKI, W.: Über Hatchit, Lengenbachit und Vrbait. N. Jb. Min., Mh. *1968*, 69–75.

[113] NOWACKI, W. und C. BAHEZRE: Die Bestimmung der chemischen Zusammensetzung einiger Sulfosalze aus dem Lengenbach (Binnatal, Kt. Wallis) mit Hilfe der elektronischen Mikrosonde. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *43* (1963), 407–411.

[114] NOWACKI, W., G. BURRI, P. ENGEL und F. MARUMO: Über einige Mineralstufen aus dem Lengenbach (Binnatal) II. N. Jb. Min., Mh. *1967*, 43–48.

[115] NOWACKI, W., Y. IITAKA, H. BÜRKI and V. KUNZ: Structural investigations on sulfosalts from the Lengenbach, Binn Valley (Ct. Wallis). Part 2. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *41* (1961), 103–116.

[116] NOWACKI, W. und V. KUNZ: Gitterkonstanten und Raumgruppe von Hatchit und Trechmannit. N. Jb. Min., Mh. *1961*, 94–95.

[117] NOWACKI, W., F. MARUMO und Y. TAKÉUCHI: Untersuchungen an Sulfiden aus dem Binnatal (Kt. Wallis, Schweiz). Schweiz. Min. Petr. Mitt. *44* (1964), 5–9.

[118] NUFFIELD, E. W. and D. C. HARRIS: A new sulpho-salt mineral. Canad. Min. *8* (1965), 400 (Abstr.).

[118a] O'CONNOR, J. E. and E. L. AMMA: The molecular structure of trans-di-chloro-tetrakisthioureacobalt (II). Chem. Comm. *1968*, 892-3.

[119] OHMASA, M. and W. NOWACKI: The crystal structure of vrbaite. In preparation.

[120] ONTOJEW, D. O.: Lillianit des Bukuinsker Vorkommens und die Bedingungen seiner Entstehung. Dokl. Akad. Nauk SSSR. *126* (1959), 856–858 (russ.).

[121] OTTO, H. H. und H. STRUNZ: Zur Kristallchemie synthetischer Blei-Wismut-Spiessglanze. N. Jb. Min. Abh. *108* (1968), 1–19.

[122] PADĚRA, K.: Beitrag zur Revision der Mineralien aus der Gruppe von Wismutglanz und Aikinit. Chemie Erde *18* (1956), 14–18.

[123] PADĚRA, K., VL. BOUŠKA und J. PELIKÁN: Rezbanyit aus Dobšina in der Ostslowakei, ČSR. Chemie Erde *17* (1954), 329–340.

[124] PAULING, L.: Die Natur der chemischen Bindung. Verlag Chemie, Weinheim/Bergstrasse, *1962* [Kap. 11–16. Sulfidische Mineralien, S. 412–417].

[125] PEACOCK, M. A. and L. G. BERRY: Röntgenographic observations on ore minerals. Univ. Toronto Studies, Geol. Ser.; No. *44* (1940), 47–69.

[126] PEACOCK, M. A. and W. G. HENRY: The crystal structure of cobaltite (CoAsS), gersdorffite (NiAsS), and ullmannite (NiSbS). Univ. Toronto Studies, Geol. Ser.; No. *52* (1948), 71–80.

[127] PETROW, I. I., R. M. IMANOW und Z. G. PINSKER: Elektronographische Bestimmung der Struktur von $Ge_2Sb_2Te_5$ und $GeSb_4Te_7$. Krist. *13* (1968), 417–421 (russ.).

[128] POBEDIMSKAYA, YE. A. and N. V. BELOV: On the crystal chemistry of sulfides and chalcogenides. Geokhimiya *1966*, No. 2, 152–160.

[129] POLUSCHKINA, A. P. und G. A. SIDORENKO: Structural variant of cobaltite. Dokl. Akad. Nauk SSSR. *153* (1963), 1420–1423 [MA. 17–401].

[130] PONOMAREWA, M. N.: Über Serientypen komplexer Sulfide. Konst. Svoistva Miner., Akad. Ukr. SSR., Respub. Mezhvedom. Sb. *1* (1966), 25–28 (ukrain.).

[131] POWARENNICH, A. S.: Some fundamental problems of crystal chemistra in relation to mineralogy. In: M. H. Battey and S. I. Tomkeieff, Aspects of theoretical mineralogy in the U.S.S.R. Pergamon Press, London, *1964*, p. 134–169; Trans. All-Union Min. Soc. *84* (1955), 469–494.

[132] POWARENNICH, A. S.: On a further development of the crystallochemical classification of minerals. In: M. H. Battey and S. I. Tomkeieff, Aspects of theoretical mineralogy in the U.S.S.R. Pergamon Press, London, *1964*, p. 170–201; Bull. Acad. Sci. USSR., Geol. Ser. *12* (1956), 91–114.

[133] Powarennich, A. S.: Schema einer kristallchemischen Klassifikation der Sulfide und ihrer Analoga. Pitannya Geokhim. Mineralog. i. Petrogr., Akad. Nauk. Ukr. RSR., Inst. Geol. Nauk *1963*, 139–147 (ukrain.).

[134] Powarennich, A. S.: Grundsätze einer kristallchemischen Klassifikation der Sulfide. Geologie *12* (1963), 377–400.

[135] Powarennich, A. S.: Kristallchemische Klassifikation der Mineralarten. Naukowa Dumka, Kiew, *1966* (russ.).

[136] Ribar, B. und W. Nowacki: Neubestimmung der Kristallstruktur von Gratonit, $Pb_9As_4S_{15}$. Z. Krist. *128* (1969), 321–338.

[137] Ribar, B., Ch. Nicca (†) und W. Nowacki: Dreidimensionale Verfeinerung der Kristallstruktur von Dufrenoysit, $Pb_8As_8S_{20}$. Z. Krist. (1969).

[138] Rösch, H.: Zur Kristallstruktur des Gratonits – $9\,PbS \cdot 2\,As_2S_3$. N. Jb. Min., Abh. *99* (1963), 307–337.

[139] Rösch, H. und E. Hellner: Hydrothermale Untersuchung am System PbS-As_2S_3. Naturw. *46* (1959), 72.

[140] Rösler, H. J. und H. Lange: Geochemische Tabellen. VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, *1965*.

[140a] Roland, G. W.: The system Pb-As-S. Composition and stability of jordanite. Min. Deposita *3* (1968), 249–260.

[140b] Roland, G. W.: Synthetic trechmannite. Amer. Min. *53* (1968), 1208–1214.

[141] Ross, V.: Geochemistry, crystal structure and mineralogy of the sulfides. Econ. Geol. *52* (1957), 755–774.

[142] Rossetti, V.: Minerali di piombo nelle granatiti di Oridda. Res. Assoc. Miner. Sarda *55* (1950), 5–8 [Period. Min. *20* (1951), 332].

[143] Sacharowa, M. S.: Über Wismuthsulfosalze der ustarasaiskischen Lagerstätte. Trudi Mineral. Museum (Akad. Nauk SSSR.) *1955*, H. 7, S. 112–126 [Min. Mag. *31*–954].

[144] Sadanaga, R. and H. Takeda: Diffraction by substructure and its use in structure determination. Miner. J. (Japan) *4* (1964), 159–171.

[145] Salanci, B.: Untersuchungen am System Bi_2S_3-PbS. N. Jb. Min. Mh. *1965*, 384–388.

[146] Šćavničar, S.: The crystal structure of stibnite. A redetermination of atomic positions. Z. Krist. *114* (1960), 85–97.

[147] Schaber, G. G.: Mineralogy and crystal chemistry of the sulfosalt minerals: bournonite, seligmannite, aikinite, diaphorite and freieslebenite. Ph. D. Diss. Univ. Cincinnati, *1965*.

[148] Schäfer, H.: Chemische Transportreaktionen. Angew. Chemie und Chemie-Ing.-Techn. Nr. 76, *1962*.

[149] Schenk, R., I. Hoffmann, W. Knepper und H. Vögler: Gleichgewichtsstudien über erzbildende Sulfide I. Z. anorg. allg. Chemie *240* (1938), 173–197.

[150] Smith, G. F. H.: A curious crystal from the Binn Valley, Switzerland. Min. Mag. *19* (1922), 40–42.

[151] Solly, R. H.: A lead-gray, fibrous mineral from the Binn Valley, Switzerland. Chem. Anal. by G. T. Prior. Min. Mag. *18* (1919), 360–363.

[152] Strunz, H.: Mineralogische Tabellen 4. A. Akadem. Verl. Geest und Portig K.-G., Leipzig, *1966*.

[153] Stumpfl, E. F. and A. M. Clark: Hollingworthite, a new rhodium mineral, identified by electron probe microanalysis. Amer. Min. *50* (1965), 1068–1074.

[154] Syrizo, L. F. und V. M. Senderowa: Das Problem der Existenz von Lillianit. Sapiski wsjsojusn. mineral. obschtsch. *93* (1964), 468–471.

[155] TAKÉUCHI, Y.: The absolute structure of ullmannite, NiSbS. Min. J. (Japan) *2* (1957), 90–102.

[156] TAKÉUCHI, Y.: Crystal chemistry of sulfosalts in the Pb-As-S system. J. Jap. Cryst. Soc. *7* (1965), 110–120 (jap.).

[157] TAKÉUCHI, Y., S. GHOSE and W. NOWACKI: The crystal structure of hutchinsonite $(Tl,Pb)_2As_5S_9$. Z. Krist. *121* (1965), 321–348. – Chimia *18* (1964), 215–217.

[158] TAKÉUCHI, Y. and W. NOWACKI: Detailed crystal structure of rhombohedral MoS_2 and systematic deduction of possible polytypes of molybdenite. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *44* (1944), 105–120.

[159] TAKÉUCHI, Y., M. OHMASA and W. NOWACKI: The crystal structure of wallisite, $PbTlCuAs_2S_5$, the Cu analogue of hatchite, $PbTlAgAs_2S_5$, Z. Krist. *127* (1968), 349–365.

[160] TERZIEW, G. I.: Zur Luzonit-Famatinit-Mineralreihe. Sap. Wses. Min. Obsch. SSSR. *95* (1966), 260–271 [Geologie *16* (1967), 959–960].

[160a] TIMOFEEWSKIJ, D. A.: Über Pb-Ag-Sulfoantimonite der Owyheeit-Gruppe aus Lagerstätten von Ost-Transbaikalien. Sap. Wses. Min. Obscht. *96* (1967), 30–44 [Geologie *17* (1968), 479].

[160b] TROJER, F. J.: Refinement of the structure of sulvanite. Amer. Min. *51* (1966), 890–894.

[161] TSCHUCHROW, PH. W.: (Hg.), Mineralien, Handbuch, Bd. I. Verlag Akad. Wiss. USSR., Moskau, *1960* (russ.).

[161a] VIAENE, W. and J. MOREAU: Germanite, renierite and briartite. Ann. Soc. Géol. Belg. *91* (1) (1968), 127–143 [C.A. *69*, 9284t].

[162] WAGNER, C.: Solubility relations in ternary solid solutions of ionic compounds. J. chem. Physics *18* (1950), 62–68.

[163] WALKER, T. L. and E. THOMSON: An examination of lillianite and galenobismutite. Univ. Toronto Studies, Geol. Ser.; No. *12* (1921), 11–15 [M.A. *1* (1920 to 1922), 259].

[164] WEISSBERG, B. G.: Getchellite, $AsSbS_3$, a new mineral from Humboldt County, Nevada. Amer. Min. *50* (1965), 1817–1826.

[165] WEITZ, G. und E. HELLNER: Zur Kristallstruktur des Cosalits, $Pb_2Bi_2S_5$. Z. Krist. *113* (1960), 385–402.

[166] WELIN, E.: Notes on the mineralogy of Sweden. 5. Bismuthbearing sulphosalts from Gladhammar, a revision. Ark. Min. Geol. *4* (1966), 377–386.

[167] WICKMAN, F. E.: The crystal structure of aikinite, $CuPbBiS_3$. Ark. Min. Geol. *1*, Nr. 16 (1953), 501–507.

[167a] WILLIAMS, S. A.: Complex silver ores from Morey, Nevada. Canad. Min. *9* (1968), 478–484.

[168] WUENSCH, B. J.: The crystal structure of tetrahedrite, $Cu_{12}Sb_4S_{13}$. Z. Krist. *119* (1964), 437–453.

[169] WUENSCH, B. J. und W. NOWACKI: Zur Kristallchemie des Sulfosalzes Marrit. Chimia *17* (1963), 381–382.

[170] WUENSCH, J. and W. NOWACKI: The substructure of the sulfosalt jordanite. Schweiz. Min. Petr. Mitt. *46* (1966), 89–96.

[171] WUENSCH, B. J. and W. NOWACKI: The crystal structure of marrite, $PbAgAsS_3$. Z. Krist. *125* (1967), 459–488 (Menzer-Festschrift).

[172] WUENSCH, B. J., Y. TAKÉUCHI and W. NOWACKI: Refinement of the structure of binnite, $Cu_{12}As_4S_{13}$. Z. Krist. *123* (1966), 1–20. – Amer. Min. *51* (1966), 276.

[173] ZEMANN, A. und J. ZEEMANN: Zur Kenntnis der Kristallstruktur von Lorandit, $TlAsS_2$. Acta Cryst. *12* (1959), 1002–1006.

Tabelle 1. **Kristallchemische Daten einiger Sulfide und Sulfosalze**

A. Einige Sulfide

Name	Hey-Nr. u./od. Lit. [ ]	Bruttoformel	a_0	b_0	c_0	β	Z	RG	vS	φ	Str.-Typ
Allcharit	34.4.4	Sb_2S_3 (?)	—	—	—	—	—	orth.			
Antimonglanz	3.7.9 [146]	Sb_2S_3	11,25	11,33	3,84		4	Pbnm	+	1,5	V. a_2
Auripigment	3.7.3 [103]	As_2S_3	11,46	9,57	4,22	90° 30′	4	$P2_1/n$	+	1,5	V. a_3
Bleiglanz	3.6.3	PbS	5,94				4	Fm3m	+		
Dimorphin	3.7.4	As_4S_3	—	—	—	—	—	mmm			
Getschellit	P. 216 [164]	$AsSbS_3$	11,85	8,99	10,16	116° 27′	8	$P2_1/a$			
Guanajuatit	3.7.13	$Bi_2(Se,S)_3$	11,37	11,50	4,05		4	Pbnm	+		
Horobetsuit	3.7.23	$(Bi,Sb)_2S_3$	11,23	11,27	3,91		4	Pbnm	+		
Ikunolith	3.7gI·b	$Bi_4(S,Se)_3$	4,15		39,19		1 (rho.)	$R\bar{3}m$			
Jeromit	3.7.6.	$As(S,Se)_2$ (?)	—	—	—	—	—	—			
Jordisit	3.8.4.	MoS_2 (amorph. ?)	—	—	—	—	—	—			
Laitakarit	3.7.13c	Bi_4Se_2S	4,23		39,93		1 (rho.)	$R\bar{3}m$			
Markasit	3.9.7	FeS_2	3,39	4,45	5,42		2	Pmnn	+		
Melnikowit	3.9.5	FeS_2 od. $Fe_2S_3 \cdot H_2O$ (?)	—	—	—	—	—	amorph (?)			
Molybdänglanz	3.8.3	MoS_2	3,16		12,32		2	$P6_3/mmc$	+		
Rho.-Molybdänglanz	[158]	MoS_2	3,166		18,41		3	R3m	⊕		
Paraguanajuatit	3.7.13a	$Bi_2(Se,S)_3, Bi_4Se_5$ (?)	4,08		54,7		3	$R\bar{3}m$	+		
Pyrit	3.9.6	FeS_2	$5{,}41_5$				4	Pa3	+		
Realgar	3.7.2 [71]	As_4S_4	9,27	13,50	6,56	106° 37′	4	$P2_1/n$	+		
Wismuthglanz	3.7.11 [86c]	Bi_2S_3	11,15	11,29	3,98		4	Pbnm	+		
Wurtzit	3.4.3	ZnS	3,85		6,29		2	$P6_3mc$	+		
Zinkblende	3.4.2	ZnS	5,43				4	$F\bar{4}3m$	+		

B. Arsensulfosalze

Alloclas (?)	3.10.13	Co(As,Bi)S (?)									
Antimon-Baumhauerit	[73]	$Pb_3(As,Sb)_{4,18}S_{8,68}$ mit As : Sb = 100 : 93 oder	23,2	8,33	8,02	97° 30′ (?)	–	—		$2{,}0_8$	
		$Pb_3(As,Sb)_{4,20}S_{8,58}$ mit As : Sb = 100 : 99,98								$2{,}0_4$	
Arsenkies	3.9.12 [16]	(Fe,Co)(As,Sb)S	9,51	5,65	6,42	90° 00′	8	$B2_1/d$	+	1,0	VI.
Baumhauerit-I	5.6.3 [29d]	$Pb_{11,6}As_{15,7}Ag_{0,6}S_{36}$	22,80	8,36	7,89	α=90° 03′, β=97° 16′, γ=89° 55′	1	P1	⊕	$2{,}2_5$	III. a_1

Baumhauerit-II	[139]	—	$2 \times 22{,}75_5$	$8{,}30_5$	$7{,}90_2$	$\alpha=\gamma=90°$, $\beta=97°\ 30'$	1	$P\bar{1}$			
Baumhauerit (z.)	[88, 90]	$Pb_{10}As_{18}S_{36}$	22,78	8,33	7,90	$\alpha=\gamma=90°$, $\beta=97°\ 24'$	1	$P\bar{1}$	+	2,0	
Binnit	5.1.1, 5.2.19 [172]	$(Cu, Fe, Ag)_{12}As_4S_{13}$	10,232				2	$I\bar{4}3m$	⊕	$3{,}2_5$	I. c_1
Clayit	5.7.7	Pb, Cu, As, Sb, S (?)	—	—	—	—	—	—			
Cobaltin	3.10.9 [42]	CoAsS geordnet	5,582	5,582	5,582		4	$Pca2_1$	+	1,0	VI.
		CoAsS ungeordnet	5,582				4	$Pa3$	+		
Colusit	6.4.2	$Cu_3(As, Sn, V, Fe, Te)S_4$ (?)	10,61				8	$I\bar{4}3m$			
Dufrenoysit	5.6.6 [73, 98, 137]	$Pb_2As_2S_5$	7,90	25,74	8,37	90° 21′	8	$P2_1$	⊕	2,5	III. a_2
Enargit	6.3.1 [29e]	Cu_3AsS_4	6,47	7,44	6,19		2	$Pnm2_1$	⊕	4,0	I. b_2
Epigenit	6.3.4	$(Cu, Fe)_5AsS_6$ (?)	—	—	—	—	—			6,0 (?)	
Geokronit	5.6.25 [73] [140a]	$Pb_5(As, Sb)_2S_8$ $Pb_{28-x}(As, Sb)_{12}S_{46-x}$ $(0{,}8 < x < 1{,}4)$	9,0	31,9	8,5	118° 00′	6	$P2_1/m$		4,0	
Germanit	6.2.1 [161a]	$Cu_3(Ge, Ga, Fe, Zn)(As, S)_4$ (?)	10,58				8	$I\bar{4}3m$			
Gersdorffit-I (geord.)	3.11.14 [5]	NiAsS	5,6885				4	$P2_13$	+	1,0	
Gersdorffit-II (ungeord.)	[3]	$Ni_{1,0}As_{1,23}S_{0,77}$	5,7053				4	$Pa3$	+	0,6	VI.
Gersdorffit-III (ungeord.)	[5a]	$NiAs_{0,8}S_{1,2}$	5,6849	$a_0=b_0=c_0$		$\alpha=\beta=\gamma=90°$	4	$P1$		1,5	
Gerstleyit	5.0.1	$(Na, Li)_4As_2Sb_8S_{17} \cdot 6H_2O$	5,6	22–23	4,9	97°		mkl. (?)		1,7	
Glaucodot	3.10.19	(Co, Fe)AsS	6,68	$3 \times 9{,}64$	5,74		8	Cmmm		1,0	
Gratonit	5.6.9 [20a, 136, 138, 140a]	$Pb_9As_4S_{15}$	17,758		7,807		1 (rho.)	$R3m$	⊕	$3{,}7_5$	I. c_1
Mineral von Smith („Tellit")	34.4.9. [150]	wahrsch. Me, As, S (?)	—	—	—	—	—	—			
Mineral von Solly („Sollyit")	[51]	$Pb_3As_4S_9$	—	—	—	—	—	—			
Guettardit	[73]	$Pb_9(Sb, As)_{16}S_{33}$ mit Sb : As = 10 : 9	20,0	7,94	8,72	101° 35′	1	$P2_1/a$		$2{,}0_6$	
Guitermanit	5.6.7	$Pb_{10}As_6S_{19}$ (?)	—	—	—	—	—	—		$3{,}1_7$ (?)	
Hatchit	5.6.10 [9, 99, 111, 112, 114, 115, 116]	$PbTlAgAs_2S_5$	9,22	7,84	8,06	$\alpha=66°\ 25'$, $\beta=65°\ 17'$, $\gamma=74°\ 54'$	2	$P\bar{1}$	⊕	2,5	III. a_1
Hollingworthit	[153]	(Rh, Pd, Pt, Ir)AsS	—				4	$Pa3$, $P2_13$	+		
Hutchinsonit	5.5.3 [157]	$(Tl, Pb)_2As_5S_9$	10,81	35,36	8,16		8	Pbca	⊕	1,8	V. a_3
Imhofit	[21]	Tl(Cu), As, S	8,77	24,51	11,44	107°	—	—	o	~2,6	

Name	HEY-Nr u./od. Lit. [ ]	Bruttoformel	a_0	b_0	c_0	β	Z	RG	vS	φ	Str.-Typ
Jordanit	5.6.8 [73, 140a, 170]	$Pb_{13}As_7S_{23}$ (?) $Pb_{28-x}As_{12}S_{46-x}$ $(0{,}8 < x < 1{,}4)$	8,96	31,92	8,45	117° 50′	2	$P2_1/m$	o	3,3 (?)	I. c_1
Korynit	3.11.18	Ni(As, Sb)S	—	—	—	—	4	—		1,0	
Launayit	[73]	$Pb_{22}(Sb, As)_{26}S_{61}$ (?) mit Sb : As = 12 : 1	42,6	8,04	32,3	102° 05′	4	(C2, Cm, C2/m)		2,3 (?)	
Lautit	3.1.10 [95]	CuAsS	11,356	3,754	5,453		4	Pnma	⊕	1,0	VI
Lazarevićit	6.3.1a	Cu_3AsS_4	5,28				1	$P\bar{4}3m$		4,0	
Lengenbachit	5.7.14 [111, 112, 114]	$Pb_{37}Ag_7Cu_6As_{23}S_{78}$ od. $Pb_{34}Ag_{11}Cu_5As_{24}S_{78}$	$2 \times 35{,}10$	$2 \times 5{,}75_5$	36,92	$\alpha = \gamma \approx 90°$, $\beta = 92° 35'$	4	P1, $P\bar{1}$	o	3,39 od. $3{,}2_5$	
Lorandit	5.5.1 [80a, 173]	$TlAsS_2$	12,239	11,338	6,144	104° 36′	8	$P2_1/a$	+	2,0	IV. a_3
Luzonit	6.3.2 [97]	Cu_3AsS_4	$5{,}33_2$		$10{,}57_0$		2	$I\bar{4}2m$	⊕	4,0	I. b_2
Madocit	[73]	$Pb_{17}(Sb, As)_{16}S_{41}$ (?) mit Sb : As = 9 : 2	27,2	34,1	8,12		4	(Pba2, Pbam)		$2{,}5_6$ (?)	
Marrit	34.4.7 [169, 171]	$PbAgAsS_3$	7,2705	12,6319	5,9853	91° 13,7′	4	$P2_1/a$	⊕	3,0	II. a_1
Nowackiit	[93, 94]	$Cu_6Zn_3As_4S_{12}$	13,44		9,17		1 (rho.)	R3	⊕	3,0	II. a_1
Orthocobaltin	P. 206 [129]	CoAsS	4,56	5,55	3,53		2	Pnnm		1,0	
Pearceit	5.2.6 [36]	$(Ag, Cu)(As, Sb)_2S_{11}$ mit As : Sb = 1 : 4,15	12,81	7,41	11,91	90° 00′	2	C2/m		5,5	
Phase AN	[73]	nahe $Pb_6(Sb, As)_{10}S_{21}$	—	—	—	—	—	—		2,1	
Playfairit	[73]	$Pb_{16}(Sb, As)_{18}S_{43}$ (?) mit Sb : As = 8 : 1	45,4	8,29	21,3	92° 30′	4	mkl.		2,4 (?)	
Polybasit	5.2.12 [36]	$(Ag, Cu)_{16}(Sb, As)_2S_{11}$ mit Sb : As = 1 : 13,9	26,08	15,04	23,84	90° 00′	16	C2/m		5,5	
Proustit	5.2.4 [29b]	Ag_3AsS_3	10,82		8,69		2 (rho.)	R3c	⊕	3,0	II. a_1
Rathit-I	5.6.4 [96]	$(Pb, Tl)_3(AsAg)As_4S_{10}$	25,16	7,94	8,47	100° 28′ $\alpha = \gamma = 90°$	4	$P2_1/a$ wahre = trk.	⊕	2,5	III. a_1
Rathit-II	5.6.5a [73, 89, 90]	$Pb_9As_{13}S_{28}$	8,43	70,9	7,91	90° 00′		$P2_1$	+	$2{,}1_5$	
Rathit-III	5.6.5b [90]	$Pb_3As_5S_{10}$	24,52	7,91	8,43	90° 00′	4	$P2_1$	+	2,0	
Rathit-IV	[117]	(?)	—	—	$17 \times 8{,}26$	—	—	—			
Renierit	6.2.1a	$Cu_3(Fe, Ge, Zn)(As, S)_4$ (?) RhAsS	10,60		10,53		8	$P\bar{4}2m$			
Sanguinit (?)	5.2.7	Ag, As, S (?)	—	—	—	—	—	—			
Seligmannit	5.7.1 [58, 91]	$PbCuAsS_3$	8,081	8,747	7,636		4	$Pmn2_1$	+	3,0	II. a_1
Sinnerit	[95, 117]	$Cu_{1,4}As_{0,9}S_{2,1}$	(3,72)	(3,70)	(5,24)	$(\alpha' = \beta' = \gamma' = 90°)$	(1)	Trk.	o	$2{,}3_3$	

Skleroklas-I	5.6.1 [69, 115, 117]	$(Pb,Tl)As_2S_4$	(19,62)	(7,89)	(4,19)	(90° 00′)	4	($P2_1/n$)	o	2,0	IV. a_3
Skleroklas-II	[139]	$PbAs_2S_4$	19,4	8,30	7,82		8	$P2_12_12_1$		2,0	
Kub. $PbAs_2S_4$	[139]	$PbAs_2S_4$	10,6				—	$I\bar{4}3m$		2,0	
Trig. $PbAs_2S_4$	[139]	$PbAsAs_2S_4$	6,9		7,19		—	$P\bar{3}1c$, $P312$, $P31c$		2,0	
Smithit	5.2.1 [57]	$AgAsS_2$	17,23	7,78	15,19	101° 12′	24	$A2/a$	+	2,0	IV. a_1
Sollyit	5.6.5 [115]	Strukturelles Gemenge von drei Komponenten	8,38 8,38	2 × 25,61 25,61	7,89 7,89	 90° 25′		1 xorth. 2 xmkl.	⊕		
Sorbyit	[73]	$Pb_{17}(Sb,As)_{22}S_{50}$ (?) mit Sb : As = 3 : 1	44,9	8,28	26,4	113° 25′	4	($C2$, Cm, $C2/m$)		$2{,}2_7$ (?)	
Sterryit	[73]	$Pb_{12}(Sb,As)_{10}S_{27}$ (?) mit Sb : As = 12 : 5	28,4	42,6	8,20		8	($Pba2$, $Pbam$)		2,7 (?)	
Sulvanit	6.4.1 [160b]	$Cu_3(As,V)S_4$	5,26				1	$P\bar{4}3m$	+	4,0	I. b_2
Trechmannit	5.2.2 [100, 113, 116, 140b]	$AgAsS_2$	13,98		9,12		6 (rho.)	$R\bar{3}$	⊕	2,0	IV. a_1
Trechmannit-α (?)	34.4.3 [94]	(?)	—	—	—	—	—	rho.			
Twinnit	[73]	$Pb(Sb,As)_2S_4$ mit Sb : As = 3 : 2	19,6	7,99	8,60	90° 00′	8	($Pnmn$) trk.		2,0	
Veenit	5.6.17a [73]	$Pb_2(Sb,As)_2S_5$ mit Sb : As = 5 : 3	8,44	26,2	7,9		8	$P2_1cn$, $Pmcn$)		2,5	
Voltzin	3.4.7a [37]	nahe an $Zn_3As_{0,5}S_3$ (?)	—	—	—	—	—	—		6,0 (?)	
Vrbait	5.5.2 [22, 35, 112, 119]	$Tl_4Hg_3As_8Sb_2S_{20}$	13,35	23,32	11,23		4	$Cmca$	⊕	2,0	
Wallisit	[110, 114, 159]	$PbTlCuAs_2S_5$	$8{,}98_3$	$7{,}76_1$	$7{,}98_0$	$\alpha=65°\,33'$ $\beta=65°\,30'$ $\gamma=73°\,55'$	2	$P\bar{1}$	⊕	2,5	III. a_1
Xanthokon	5.2.5 [29c]	Ag_3AsS_3	12,00	6,26	17,08	110° 00′	8	$C2/c$	⊕	3,0	II. a_1

C. Antimonsulfosalze

Andorit	5.7.15	$PbAgSb_3S_6$	12,98	19,15	12 × 4,26		12	$Pmma$ (?)		2,0	
Antimon-Baumhauerit	[73]	$Pb_3(As,Sb)_{4,18}S_{8,68}$ mit As : Sb = 100 : 93 oder $Pb_3(As,Sb)_{4,20}S_{8,58}$ mit As : Sb = 100 : 99,98	23,2	8,33	8,02	97° 30′ (?)		—		$2{,}0_8$	
Aramayoit	5.2.18	$Ag(Sb,Bi)S_2$	7,78	8,81	8,36	$\alpha=100°\,22'$ $\beta=90°\,00'$ $\gamma=103°\,54'$	6	$P\bar{1}$		2,0	
Arsen-Boulangerit	[73]	—	—	—	—	—	—	—			

Name	HEY-Nr. u./od. Lit. [ ]	Bruttoformel	a_0	b_0	c_0	β	Z	RG	vS	φ	Str.-Typ
Berthierit	5.8.3 [18]	$FeSb_2S_4$	11,44	14,12	3,76		4	Pnam	+	2,0	IV. a_3
Blatterin	5.3.4	Pb, Au, Sb, Te, S (?)	—	—	—	—	—	—			
Bolivianit	5.2.14	$Ag_2Sb_{12}S_{19}$ (?)	—	—	—	—	—	—		$1,5_8$ (?)	
Boulangerit	5.6.19 [28, 73]	$Pb_5Sb_4S_{11}$ (?)	(21,6)	(23,5)	(8,1)	(100° 48′)	(8)	($P2_1/a$)	(+)	$2,7_5$ (?)	
Bournonit	5.7.5 [58, 91]	$PbCuSbS_3$	8,162	$8,710_5$	$7,810_5$		4	$Pmn2_1$	+	3,0	II. a_1
Bournonitnickelglanz	5.8.10	Ni, As, Sb, S (?)	—	—	—	—	—	—			
Dervillit (?)	35.2.5a	Pb, Sb, Bi, S (?)									
Diaphorit	5.7.20 [53, 167a]	$Pb_2Ag_3Sb_3S_8$	15,849	17,914	5,901	116° 25_5′	4	$P2_1/a$	(+)	$2,6_7$	
Dürfeldit	5.8.2	nahe $PbMnAgSb_2S_6$ (?)	—	—	—	—	—	—		3,0 (?)	
Eakinsit (?)	5.6.20	$Pb_5Sb_4S_{11}$, id. mit Boulangerit (?)	—	—	—	—	—	—		$2,7_5$ (?)	
Eichbergit	5.8.6	$(Cu, Fe)(Bi, Sb)_3S_5$ (?)	—	—	—	—	—	—		$1,6_7$ (?)	
Falkmanit	5.6.19a	$Pb_3Sb_2S_6$	—	—	—	—	—	—		3,0	
Famatinit	6.3.3	Cu_3SbS_4	—	—	—	—	—	—		4,0	
Fieldit (?)	5.1.5	unreiner Tetraedrit (?)	—	—	—	—	—	—			
Fizelyit	5.7.17 [167a]	nahe $Pb_5Ag_2Sb_8S_{18}$ (?)	13,14	19,23	8,72		2	Pnmm (?)		$2,2_5$ (?)	
Franckeit	6.1.6	$Pb_5Sn_3Sb_2S_{14}$	46,94	11,64	17,31	94° 48′	16	mkl.		7,0	
Freieslebenit	5.7.19 [52]	$PbAgSbS_3$	7,53	12,79	5,95	92° 14′	4	$P2_1/a$	+	3,0	II. a_1
Füllöppit	5.6.13	$Pb_3Sb_8S_{15}$	13,39	11,69	16,90	94° 42′	4	$C2/c$		$1,8_8$	
Geokronit	5.6.25 [73] [140a]	$Pb_5(Sb, As)_2S_8$ $Pb_{28-x}(Sb, As)_{12}S_{46-x}$ $(0,8 < x < 1,4)$	9,0	31,9	8,5	118° 00′	6	$P2_1/m$		4,0	
Gerstleyit	5.0.1	$(Na, Li)_4As_2Sb_8S_{17} \cdot 6H_2O$	5,6	22–23	4,9	97°		mkl. (?)		1,7	
Giessenit	5.6.32b [26, 43, 166]	$Pb_9CuBi_6Sb_{1,5}S_{30}$ (?)	34,5	38,3	4,08			$P2_12_12_1$ (?) o		4,0	
Gudmundit	3.9.15 [17]	FeSbS	10,00	5,93	6,73	90° 00′	8	$B2_1/d$	+	1,0	VI
Guettardit	[73]	$Pb_9(Sb, As)_{16}S_{33}$	20,0	7,94	8,72	101° 35′	1	$P2_1/a$		$2,0_6$	
Hauchecornit	5.8.11	$Ni_9(Bi, Sb)_2S_8$ (?)	7,35		5,40		—	tetr.		4,0 (?)	
Heteromorphit	5.6.17	$Pb_7Sb_8S_{19}$	11,95	8,33	14,21	106° 30′	1	$C2/c$		$2,3_8$	
Jamesonit	5.8.7 [82, 108]	$Pb_4FeSb_6S_{14}$	15,57	18,98	4,03	91° 48′	2	$P2_1/a$	+	$2,3_3$	III. a_1
Kobellit	5.8.7b [48, 104a]	$Pb_5(Bi, Sb)_8S_{17}$ mit Bi : Sb = (0–1,6) : 1	22,60	34,08	4,02		4	Pnmm		$2,1_3$	
Korynit	3.11.18	Ni(As, Sb)S	—	—	—	—	—	—		1,0	
Kylindrit	6.1.4 [23]	$Pb_3Sn_4Sb_2S_{14}$ (?)	17,1	11,6	70		25 (?)	orth.		7,0 (?)	
Launayit	[73]	$Pb_{22}(Sb, As)_{26}S_{61}$ (?) mit Sb : As = 12 : 5	42,6	8,04	32,3	102° 05′	4	($C2$, Cm, $C2/m$)		$2,3_5$	
Livingstonit	5.4.4. [107]	$HgSb_4S_8$	30,25	4,00	21,48	104° 12′	8	$A2/a$	+	2,0	IV. a_1, a_3

Madocit	[73]	$Pb_{17}(Sb,As)_{16}S_{41}$ (?) mit Sb : As = 9 : 2	27,2	34,1	8,12		4	(Pba2, Pbam)		$2{,}5_6$ (?)	
Meneghinit	5.7.4 [1a, 30]	$Pb_{13}CuSb_7S_{24}$	11,363	24,057	24 × 4,128		24	$Pn2_1m$	(+)	3,43	I. c_1
Miargyrit	5.2.8 [80]	$AgSbS_2$	12,862	4,411	13,220	98° 38′	8	C2/c	+	2,0	IV. a_3
Nagyagit	5.3.2	$Pb_5Au(Sb,Te)_4S_{5-8}$ (?)	12,5	12,5	30,31		10(?)	mmm(?)			
Nakaséit	5.7.15a [72]	$Pb_4Ag_3Sb_{12}S_{24}$	13,02	19,18	24 × 4,26	90° 00′	24	mkl.		2,0	
Orlandinit	5.6.24	Pb, Ab, S (?), wahrsch. Boulangerit	—	—	—	—	—	—			
Owyheeit	5.7.18 [160a, 167a]	$Pb_5Ag_2Sb_6S_{15}$	22,82	27,20	8,19		8	orth.		2,5	
Parajamesonit	5.8.7a	$Pb_4FeSb_6S_{14}$	—	—	—	—	—	—		$2{,}3_3$	
Pearceit	5.2.6	$(Ag,Cu)_{16}(Sb,As)_2S_{11}$ mit As : Sb = 1 : 4,15	12,81	7,41	11,91	90° 00′	2	C2/m		5,5	
Phase AN	[73]	nahe $Pb_6(Sb,As)_{10}S_{21}$	—	—	—	—	—	—		2,1	
Phase K-1	[73]	$Pb_{12}Sb_{10}S_{27}$	—	—	—	—	—	—		2,7	
Plagionit	5.6.15	$Pb_5Sb_8S_{17}$	13,4	11,9	19,77	107° 13′	4	C2/c		$2{,}1_3$	
Playfairit	[73]	$Pb_{16}(Sb,As)_{18}S_{43}$ (?) mit Sb : As = 8 : 1	45,4	8,29	21,3	92° 30′	4	mkl.		2,4(?)	
Plumbostannit	6.1.5	$Pb_2Fe_2Sn_2Sb_2S_{11}$ (?)	—	—	—	—	—	—		5,2(?)	
Polyargyrit	5.2.13	$Ag_{24}Sb_2S_{15}$ (?)	—	—	—	—	—	—		7,5(?)	
Polybasit	5.2.12	$(Ag,Cu)_{16}(Sb,As)_2S_{11}$ mit Sb : As = 1 : 13,9	26,08	15,04	23,84	90° 00′	2	C2/m		5,5	
Polytelit	5.4.3	Pb, Zn, Ag, Fe, Sb, S (?)	—	—	—	—	—				
Pyrargyrit	5.2.9 [29b]	Ag_3SbS_3	11,04		8,72		2 (rho.)	R3c	⊕	3,0	II. a_1
Pyrostilpnit	5.2.10 [87a]	Ag_3SbS_3	6,84	15,84	6,24	117° 09′	4	$P2_1/c$	+	3,0	II. a_1
Mineral Q	34.2.6	Pb, Cu, Ag, Fe, Sb, S (?)	19,06	4,11	17,26	95° 50′	—	P2/m (?)			
Mineral QM	[73]	$Pb_{11}Sb_{12}S_{29}$	—	—	—	—	—	—		$2{,}4_2$	
Quiroguit	5.6.23	$Pb_{23}Sb_6S_{32}$ (?)	—	—	—	—	—	—		$5{,}3_3$(?)	
Ramdohrit	5.7.16	$Pb_6Ag_4Sb_{10}S_{23}$ (?)	12,99	19,21	6 × 4,29		6	Pnma, Pn2a		2,3(?)	
Richmondit (?)	H. 580	Gemenge	—	—	—	—	—	—			
Robinsonit	5.6.21 [73]	$Pb_9Sb_4S_9$(?), ev. $Pb_7Sb_{12}S_{25}$	16,51	17,62	3,97	$\alpha = 96°04'$, $\beta = 96°22'$, $\gamma = 91°12'$	1	trk.		$2{,}25_5$(?)	
Sacharowait	5.8.7c [84, 143]	nahe $(Pb,Fe)(Bi,Sb)_2S_4$	—	—	—	—	—	—		~2,0	
Samsonit	5.8.1	$Ag_4MnSb_2S_6$	10,31	8,07	6,62	92° 41′	2	$P2_1/n$		3,0	
Semseyit	5.6.18	$Pb_9Sb_8S_{21}$	13,51	11,89	24,53	105° 45′	4	C2/c		$2{,}6_3$	
Silberphyllinglanz	5.3.3	Pb, Au, Sb, Te, S (?), mit Nagyagit ident. (?)	—	—	—	—	—				

Name	Hey-Nr. u./od. Lit. [ ]	Bruttoformel	a_0	b_0	c_0	β	Z	RG	vS	φ	Str.-Typ
Sorbyit	[73]	$Pb_{17}(Sb,As)_{22}S_{50}$ (?) mit Sb : As = 3 : 1	44,9	8,28	26,4	113° 25′	4	(C2, Cm, C2/m)		$2{,}2_7$ (?)	
Stephanit	5.2.11	Ag_5SbS_4	7,72	12,34	8,50		4	$Cmc2_1$		4,0	
Sterryit	[73]	$Pb_{12}(Sb,As)_{10}S_{27}$ (?) mit Sb : As = 12 : 5	28,4	42,6	8,20	90°	8	(Pba2, Pbam)		2,7 (?)	
Stibioenargit	6.3.3a [S. 111; 40]	Cu_3SbS_4	—	—	—	—	2	Pnm	+	4,0	I. b_2
Stibioluzonit	6.3.2	Cu_3SbS_4	5,38		10,76		2	$I\bar{4}2m$	+	4,0	I. b_2
Sundtit (?)	S. 133	ähnlich Andorit-Ramdohrit	13,03	19,15	4 × 4,29		—	Pmma (?)		2,0 –2,3	
Tetraedrit	5.1.2 [168]	$(Cu,Ag,Fe)_{12}Sb_4S_{13}$	10,3908				2	$I\bar{4}3m$	+	$3{,}2_5$	I. c_1
Tintinait	[49]	$Pb_5Sb_8S_{17}$	22,30	34,00	4,04		4	Pnnm		$2{,}1_3$	
Twinnit	[73]	$Pb(Sb,As)_2S_4$ mit Sb : As = 3 : 2	19,6	7,99	8,60	90°	8	(Pnmn), trk.		2,0	
Ullmannit	3.11.16 [126, 155]	NiSbS	5,881				4	$P2_13$	+	1,0	VI.
Veenit	[73]	$Pb_2(Sb,As)_2S_5$ mit Sb : As = 5 : 3								2,5	
Vrbait	5.5.2 [22, 35, 112, 119]	$Tl_4Hg_3As_8Sb_2S_{20}$	13,35	23,32	11,23		4	Cmca	⊕	2,0	
Wolfsbergit	5.1.3 [64]	$CuSbS_2$	6,01	3,78	14,46		4	Pnam	+	2,0	IV. a_3
Wismut-Robinsonit	[74]	$Pb_{8,92}(Sb,Bi)_{12}S_{25}$ (Sb/Bi = 100/69)	16,49	17,62	3,976	α = 95° 42′, β = 96° 11′, γ = 91° 14′	—	trk.		$2{,}0_8$	
Zinckenit	5.6.14 [24, 46, 47, 81, 144]	$Pb_6Sb_{14}S_{27}$ (?)	44,06		8,60		12	$P6_3$, $P6_3/m$		$1{,}9_3$	
Mineral von Bandy	M. 530 [2]	$Pb_7Ag_2Sb_8S_{20}$	—	—	—	—	—	—		2,5	
Min. vom Rézbányit-Typ	M. 528 [143]	$Pb_4(Bi,Sb)_{10}S_{19}$ (?)	—	—	—	—	—	—		1,9 (?)	
	[127]	$Ge_2Sb_2Te_5$	4,20		16,96			$P\bar{3}m1$	+	2,5	
		$GeSb_4Te_7$	4,21		23,65			$P\bar{3}m1$	+	$1{,}7_5$	
		D. Wismuthsulfosalze									
Aikinit	5.7.13 [167]	$PbCuBiS_3$	11,65	4,00	11,30		4	Pnma	+ (Bi = Pb)	3,0	II. a_1
Alaskait	5.7.21	$Pb(Ag,Cu)_2Bi_4S_8$ (?)	—	—	—	—	—	—			
Alloclas (?)	3.10.13	Co(As, Bi)S (?)	—	—	—	—	—	—			
Aramayoit	5.2.18	$Ag(Sb,Bi)S_2$	7,78	8,81	8,36	α = 100° 22′, β = 90° 00′, γ = 103° 54′	6	$P\bar{1}$		2,0	

Aurowismuthin (?)	5.3.1	nahe $(Bi, Au)_5S_6$ (?)									
Beegerit	5.6.34	$Pb_6Bi_2S_9$ (homogen?)	—	—	—	—	—	—		4,5(?)	
Benjaminit	5.7.24 [101]	$Pb_2(Ag, Cu)_2Bi_4S_9$ (?)	(13,34)	(4,06)	(20,25)	(104°)		(mkl.)		$2,2_5$(?)	
Berryit	[118]	$Pb_2(Cu, Ag)_3Bi_5S_{11}$	12,72	4,02	58,07	102° 30′	(6)	—		2,2	
Bontschewit	5.6.30a [104]	$PbBi_4S_7$	—	—	—	—	—	orth.		$1,7_5$	
Bursait	5.6.32a	$Pb_5Bi_4S_{11}$ (?)	—	—	—	—	—	mkl.		$2,7_5$(?)	
Cannizzarit	5.6.30	$Pb_3Bi_5S_{11}$ (?)	A 4,13 B 7,07	4,10 4,10	15,5 15,5	99° 00′ 99° 00′		P 2/m C 2/m		2,2(?)	
Chiviatit	5.6.26	$Pb_3Bi_8S_{15}$ (?)	—	—	—	—	—	—		$1,8_8$(?)	
Cosalit	5.7.11 [103a, 165]	$Pb_2Bi_2S_5$ oder $Pb_7CuBi_8S_{22}$ (?)	19,101	23,913	4,061			Pbnm (Pb=Bi) od.	+	2,5 $2,7_5$	III. a_3
Cuplumbisulit	5.7.26 [P. 212; 24]	$Pb_7(Cu, Ag)_2Bi_6S_{17}$	37,5	4,07	41,6	96° 48′	7			$2,8_3$	
Cuprobismuthit	5.1.6a	$CuBiS_2$	17,65	3,93	15,24	100° 30′	6	C 2/m		2,0	
Dervillit (?)	35.2.5a	Pb, Sb, Bi, S (?)	—	—	—	—	—	—			
Dognacskait	5.1.9	$Cu_2Bi_4S_7$ (?)	—	—	—	—	—	—			
Eichbergit	5.8.6	$(Cu, Fe)(Bi, Sb)_3S_5$ (?)	—	—	—	—	—	—		$1,6_7$(?)	
Emplektit	5.1.6 [64, 86, 86b]	$CuBiS_2$	6,15	14,55	3,92		4	Pnam	+	2,0	IV. a_3
Galenobismuthin	5.6.27 [70, 103a]	$PbBi_2S_4$	11,79	14,59	4,10		4	Pnam	⊕	2,0	IV. a_4 VI.
Giessenit	5.6.32b [26, 43, 166]	$Pb_9CuBi_6Sb_{1,5}S_{30}$	34,5	38,3	4,08			$P2_12_12_1$ (?)	o	4,0	
Gladit (RM 24097.3[1] -Aikinit)	5.7.9 [102, 166]	$PbCuBi_5S_9$	33,66	11,45	4,02		—	Pbnm		1,8	
Goongarit (?)	5.6.33	$Pb_4Bi_2S_7$ (?)	—	—	—		—	—		3,5(?)	
Grünauit (?)	5.8.14	(Ni, Cu), Bi, S (?)	—	—	—		—	—			
Hammarit (RM 24098: 1; 3[2]-Aikinit)	5.7.12 [102, 166]	$Pb_2Cu_2Bi_4S_9$	33,45	11,58	4,01		—	Pbnm		$2,2_5$	
Hauchecornit	5.8.11	$Ni_9(Bi, Sb)_2S_8$ (?)	7,35		5,40		—	tetr.		4,0(?)	
Klaprothit	D. 418	$Cu_6Bi_4S_9$ (n. HEY, p. 481 mit Wittichenit ident.)	—	—	—	—	—	—		$2,2_5$	
Kobellit	5.8.7b [48]	$Pb_5(Bi, Sb)_8S_{17}$ mit Bi : Sb = (0–1,6) : 1	22,60	34,08	4,02		4	Pnmm		$2,1_3$	
Lillianit	5.6.32 [91c, 154]	$Pb_3Bi_2S_6$ (?)	31,0	12,8	4,15		—	—		3,0	
(≡ Phase III)	[33, 79]		13,58	20,51	4,09		4	Bbmm			
Lindströmit	5.7.10	$PbCuBi_3S$	—	—	—	—	—	orth.(?)		2,0	
Tief-Matildit	5.2.16	$AgBiS_2$	3,945	4,08	5,70		4	orth.		2,0	
Hoch-Matildit	5.2.17	$AgBiS_2$	5,65				2	kub.		2,0	

Name	HEY-Nr. u./od. Lit. [ ]	Bruttoformel	a_0	b_0	c_0	β	Z	RG	vS	φ	Str.-Typ
Nuffieldit	[77a]	$Pb_{10}Bi_{10}Cu_4S_{27}$	14,61	21,38	4,03		1	Pnam, Pna2_1		2,7	
Parkerit	5.8.13	$Ni_3(Bi,Pb)_2S_2$	4,03	5,53	5,73		1	Pmm2(?)		1,0	
Pavonit	5.2.17a	$AgBi_3S_5$	13,35	4,03	16,34	94° 30′	4	mkl.		$1,6_7$	
Phase I	[121]	$Pb_{1-x}Bi_{2x/3}S$	—	—	—	—	—	kub.			
Phase II	[121]	$Pb_{6-6x}Bi_{4x+2}S_4$ (17,5 Mol-% Bi_2S_3)	13,70	31,36	4,14		4	Bbmm			
Phase III (ident. mit Lillianit)	[121]	$Pb_{3-3x}Bi_{2x+2}S_4$ (27,3 Mol-% Bi_2S_3)	13,52	20,61	4,11		4	Bbmm			
Phase IV (≡ Galenobismuthin)	[121]	$PbBi_2S_4$	11,79	14,59	4,10		4	Pnam	⊕	2,0	IV. a_4, VI.
Phase V (≠ Bontschewit)	[121]	$Pb_{1-x}Bi_{(2x/3)+4}S_6$	13,22	n. 23,20	4,03		4	orth. od niedriger			
Pitankit	5.7.25	$(Ag,Cu,Pb)_4Bi_2S_5$ (?)	—	—	—	—	—	—		2,5(?)	
Platynit	5.6.28	$PbBi_2(S,Se)_{3-4}$ (?)	8,49		20,80		2	R$\bar{3}$m		1,5 / −2,0(?)	
Rézbányit	5.7.8	$Pb_3Cu_2Bi_{10}S_{19}$ (?)	—	—	—	—	—	orth.(?)		1,9(?)	
Sacharowait	5.8.7c [84, 143]	nahe $(Pb,Fe)(Bi,Sb)_2S_4$	—	—	—	—	—	—		2,0	
Schirmerit	5.7.22	$PbAg_4Bi_4S_9$ (?)	—	—	—	—	—	orth.		$2,2_5$(?)	
Tapalpit (?)	HEY, p. 619, S. 130	$Ag_6Bi_2(S,Te)_3S_3$ (?)	—	—	—	—	—	derb (?)		3,0(?)	
Tinyit	M. 530 [142]	$(Pb,Ag,Zn)_{20}Bi_2S_{23}$ (?)	—	—	—	—	—	—		11,5(?)	
Ustarasit	5.6.36	$PbBi_6S_{10}$	—	—	—	—	—	—		$1,6_7$	
Weibullit	5.6.29	$PbBi_2(S,Se)_4$ (?)	—	—	—	—	—	—		2,0	
Welin's Mineral (RM 24100 : 3; 5^3-Aikinit)	[102, 166]	$Pb_3Cu_3Bi_7S_{15}$	56,07	11,57	4,05		—	Pbmm		2,1	
Wismuth-Parkerit	5.8.12	$Ni_3Bi_2S_2$	—	—	—	—	—	—		1,0	
Wismuth-Robinsonit	[74]	$Pb_{8,92}(Sb,Bi)_{12}S_{25}(Sb/Bi) = 100/64$	16,49	17,62	3,976	α=95° 42′, β=96° 11′, γ=91° 14′	—	trk.		$2,0_8$	
Wittichenit	5.1.8	Cu_3BiS_3	7,68	10,33	6,70		2	P$2_12_12_1$		3,0	
Wittit	5.6.31	$Pb_5Bi_6(Se,S)_{14}$ (?)	—	—	—	—	—	orth.(?)		$2,3_3$(?)	
Mineral vom Rézbányit-Typ	M. 528 [143]	$Pb_4(Bi,Sb)_{10}S_{19}$ (?)	—	—	—	—	—			1,9(?)	
Hypoth. Mineral von Johansson	[75]	$Pb_2Cu_2Bi_4S_9$	—	—	—	—	—				
		$Pb_3Bi_4S_9$	—	—	—	—	—			$2,2_5$	
Mineral von Kingston	[77]	$(Pd,Hg)_x(Bi,Te)_y$	—	—	—	—	—				
	[1]	$GeBi_4Te_7$	4,36		24,11		1	P$\bar{3}$m1		$1,7_5$	
	[86d]	$(Pb,Ag,Bi)Cu_4Bi_5S_{11}$	27,21	3,94	17,58	93° 54′	4	A2/m		2,2	

Einige Sulfosalzvarietäten

E. Arsensulfosalze

Annivit	5.1.10	Bi-Tennantit $Cu_{12}(As,Bi)_4S_{13}$
Arsenboulangerit	[73, 109]	Var. von Boulangerit
Arsenian	D. 3411	Var. von Bournonit (Sb : As = 4 : 1)
Arsenmiargyrit	5.2.15	Var. von Miargyrit $Ag(Sb,As)S_2$
Arsenpolybasit	S. 131	Var. von Polybasit $(Ag,Cu)_{16}(As,Sb)_2S_{11}$
Arsensulvanit	6.4.3a	Var. von Sulvanit
Danait	3.10.20	Var. von Co-Arsenkies, H. 20
Dzhulukulit	3.11.37b	Ni-Var. von Cobaltin
Ferro-Cobaltin	3.10.18	(Co,Fe)AsS
Fredricit	6.1.2	Var. von Binnit (mit Ag, Pb, Fe, Sn)
Kobaltwismuthfahlerz	5.8.9	Var. von Annivit $(Cu,Co)_{12}(As,Bi)_4S_{13}$
Platarsulit	P. 205	Endglied von Hollingworthit
Rhodarsulit	P. 205	Endglied von Hollingworthit
Sandbergerit	5.4.1	Var. von Binnit $(Cu,Zn)_{12}As_4S_{13}$
Schulzit	5.6.22	Var. von Geokronit
Sommarugait	3.11.22	Var. von Gersdorffit (Ni, Au)AsS
Stannoenargit	6.1.7	Var. von Enargit
Stannoluzonit	6.1.8	Var. von Luzonit

F. Antimonsulfosalze

Arsenboulangerit	[73, 109]	Var. von Boulangerit
Arsenian	D. 3411	Var. von Bournonit (Sb : As = 4 : 1)
Arsenmiargyrit	5.2.15	Var. von Miargyrit
Coppit	5.8.4	Var. von Tetraedrit
Cuproboulangerit	5.7.2	Var. von Boulangerit $(Pb,Cu)_5Sb_4S_{11}$
Freibergit	5.2.20	Var. von Tetraedrit
Frigidit	5.8.15	Var. von Tetraedrit $(Cu,Ni)_{12}Sb_4S_{13}$
Goldfieldit	5.1.11	Var. von Tetraedrit $Cu_{12}Sb_4(S,Te)_{13}$
Kallilith	3.11.20	Var. von Ullmannit Ni(Sb, Bi)S
Kobaltfahlerz	5.8.8	Var. von Tetraedrit $(Cu,Co)_{12}Sb_4S_{13}$
Malinowskit	5.7.6	Var. von Tetraedrit $(Cu,Pb)_{12}Sb_4S_{13}$
Schulzit	5.6.22	Var. von Geokronit
Schwazit	5.4.5	Var. von Tetraedrit $(Cu,Hg)_{12}Sb_4S_{13}$
Selenkobellit	5.6.37	Var. von Kobellit $Pb_2(Bi,Sb)_2(S,Se)_5$
Selenpolybasit	[50]	Var. von Polybasit $(Ag,Cu)_{16}Sb_2(S,Se)_{11}$
Stibiopearceit	S. 130	Var. von Pearceit $(Ag,Cu)_{16}Sb_2S_{11}$
Stylotypit	5.2.21	Var. von Tetraedrit $(Cu,Ag,Fe)_{12}Sb_4S_{13}$
Willyamit	3.11.33	Var. von Ullmannit (Ni, Co)SbS
Wismuth-Jamesonit	P. 221	Var. von Jamesonit
Wismuth-Robinsonit	[74]	Var. von Robinsonit

G. Wismuthsulfosalze

Annivit	5.2.4	Bi-Tennantit
Kallilith	3.11.20	Var. von Ullmannit
Kobaltwismuthfahlerz	5.8.9	Var. von Annivit
Selencosalit	5.7.11a	Var. von Cosalit
Selenkobellit	5.6.37	Var. von Kobellit $Pb_2(Bi,Sb)_2(S,Se)_5$
Wismuth-Jamesonit	P. 221	Var. von Jamesonit
Wismuth-Robinsonit	[74]	Var. von Robinsonit

H. Einige Synonyma

Berthonit	D. 342	Bournonit
Bleiantimonglanz		Zinckenit
Bleiwismuthglanz		Galenobismuthit
Chalcostibit		Wolfsbergit

Danait		Glaucodot
Irarsit	[41]	Iridium-Hollingworthit
Keeleyit		Zinckenit
Liveingit	5.6.2	Rathit-II [110a]
Merkurfahlerz		Schwazit
Nickelfahlerz		Frigidit
Nickelwismuthglanz	D. 3241	Grünauit
Plenargyrit		Hoch-Matildit
Plumbissesulit	P. 217	Platynit
Plumosit		Boulangerit
Rittingerit		Xanthokon
Sartorit		Skleroklas
Schapbachit		Matildit
Silberfahlerz		Freibergit
Silberwismuthglanz		Matildit
Stibio-„Dufrenoysit"	5.6.17a	Veenit [73]
Stibio-„Skleroklas"		Twinnit [73]
Tennantit		Binnit
Wismuth-Jamesonit		Sacharowait
Wolfachit	3.11.19	Korynit
Unbenannt (Co, Ni)AsS	S. 439	Orthocobaltin P. 206
Mineral ohne Namen $Pb_7(Cu,Ag)_2Bi_6S_{17}$	5.7.26	Cuplumbisulit

Legende zu Tabelle 1. Bei vollständiger Strukturbestimmung (v. S.) [+] ist die Originalliteratur [ ] angegeben, sonst nach STRUNZ [152] (S. mit Seitenzahl), HEY [59, 60], DANA [27] (D. mit Spezies-Nr.), TSCHUCHROW [161] (M. mit Seitenzahl), POWARENNICH [135] (P. mit Seitenzahl), FLEISCHER [32] (F. mit Seitenzahl) oder nach neuer Originalliteratur. – Eine Klammer ( ) bedeutet Pseudozelle oder Pseudoraumgruppe. + = vollständige Strukturbestimmung [⊕ in Bern ausgeführt], (+) = Bestimmung einer Pseudostruktur [○ dito. in Bern], o = Gitterkonstanten, evtl. auch Raumgruppe (Bern), (?) = fragliche Spezies, chemische Formel oder Raumgruppe unsicher, β ist nur für trikline und monokline Symmetrie angegeben, bei rhomboedrischer Symmetrie werden a_{hex} und c_{hex} genannt, — bedeutet nicht bestimmt; φ = Verhältnis $z/(y_1+y_2+y_3)$, St.-Typ = I, ..., VI = Strukturtypus (vgl. Text).

Tabelle 2. **Kristallchemische Daten der Atome in Sulfosalzen**

{nach PAULING [124], KREBS [85] u. a.}

A. Elektronegativitäten (x)

Cu^{+1}	1,9	Cu^{+2}	2,0	Ag	1,9	Au^{+1}	2,3	Au^{+3}	2,9				
Zn	1,6	Cd	1,7	Hg^{+1}	1,8	Hg^{+2}	1,9	Ga	1,6				
In	1,7	Tl^{+1}	1,5	Tl^{+3}	1,9	Ge	1,8	Sn^{+2}	1,8	Sn^{+4}	1,9		
Pb^{+2}	1,6	Pb^{+4}	1,8	As	2,0	Sb^{+3}	1,8	Sb^{+5}	2,1	Bi	1,9		
V^{+3}	$1,3_5$	V^{+4}	$1,6_5$	V^{+5}	1,8	Mn^{+2}	1,4	Mn^{+3}	1,5	Mn^{+7}	2,3		
S	2,5	Se	2,4	Te	2,1	Fe^{+2}	1,8	Fe^{+3}	1,9	Co	1,8	Ni	1,8
Ru	2,2	Rh	2,2	Pd	2,2	Pt	2,2						

Radien (R)

B. Metallradien [W = metallische Wertigkeit, R (K 12) = metallischer Radius bei der Koordinationszahl 12, R_1 = metallischer Einfachbindungsradius]

	Cu	Ag	Au	Zn	Cd	Hg	Ga
W	5,56	5,56	5,56	4,56	4,56	4,56	3,56
R (K 12)	1,276	1,442	1,439	1,339	1,508	1,512	1,404
R_1	1,176	1,342	1,339	1,213	1,382	1,386	1,246

In	Tl	Ge	Sn	Pb	As	Sb
3,56	3,56	2,56	2,56	2,56	1,56	1,56
1,579	1,595	1,444	1,623	1,704	1,476	1,657
1,421	1 437	1,242	1,421	1,502	1,210	1,391

Bi	V	Mo	Mn	S	Se	Te
1,56	5	6	6	(2)	(2)	(2)
1,776	1,338	1,386	1,268	1,27	1,40	1,60
1,510	1,224	1,296	1,178	1,04	1,17	1,37

Fe	Co	Ni	Ru	Rh	Pd	Pt
6	6	6	6	6	6	6
1,260	1,252	1,244	1,336	1,342	1,373	1,385
1,170	1,162	1,154	1,246	1,252	1,283	1,295

C. Kovalenzradien

Tetraeder-Radien

Cu	1,35	Ag	1,52	Zn	1,31	Cd	1,48	Hg	1,48	Tl	1,45
Ga	1,26	In	1,44	Ge	1,22	Sn	1,40	As	1,18		
Sb	1,36	S	1,04	Se	1,14	Te	1,32				

	As	Sb	Bi	S	Se	Te	Ge	Sn
Einfach-B.	1,21	1,41		1,04	1,17	1,37	1,22	1,40
Doppel-B.	1,11	1,31		0,94	1,07	1,27	1,12	1,30
Dreifach-B.				0,87				

$$d(A\text{–}B) = R_A + R_B - c\,|x_A - x_B|$$

(c = 0,04 für As–S, 0,02 für Sb–S)

Bindungszahl = Zahl der kovalenten Bindungen, die vom Zentralatom ausgehen.

Bindungsgradzahl (bond number) = n; die Wertigkeit eines Atomes ist gleich der Summe der Bindungsgradzahlen aller von ihm ausgehenden Bindungen.

Bindungsordnung (bond order) = n′; für $n' = 1, 2, 3, \ldots$ ist $n = n'$, bei Zwischenwerten $n \neq n'$. n ist etwas grösser als n′, da n zusätzlich die Resonanzenergie widerspiegelt. Es gilt:

$$d_n = d_1 - (d_1 - d_2)\,\frac{1{,}84\,(n-1)}{0{,}84\,n + 0{,}6}$$

$$d_{n'} = d_1 - 0{,}71 \log n'$$

(d_1 = Einfach-, d_2 = Doppelbindungs-Abstand)

D. Ionenradien nach Goldschmidt, Pauling *u. a.*, bezogen auf KZ [6] {Korr. für KZ [4]: −6%, KZ [8]: +3%, KZ [12]: +12%} (nach Rösler und Lange [140])

Symbol	Z	Ladung	Goldschmidt 1926	Pauling 1927	Zachariasen 1931	Wyckoff 1948	Ahrens 1952
Ag	47	+1	1,13	1,26	—	0,97	1,26
		+2	—	—	—	—	0,89
As	33	+3	0,69	—	—	0,69	0,58
		+5	—	0,49	—	—	0,46
		−3	—	—	—	1,91	—
Au	79	+1	—	1,37	—	—	1,37
		+3	—	—	—	—	0,85
Bi	83	+3	—	—	—	1,20	0,96
		+5	—	0,74	—	—	0,74
		−3	—	—	—	2,13	—
Cd	48	+2	1,03	0,97	—	0,99	0,97

Symbol	Z	Ladung	Goldschmidt 1926	Pauling 1927	Zachariasen 1931	Wyckoff 1948	Ahrens 1952
Co	27	+2	0,82	0,72	—	0,78	0,72
		+3	0,64	—	—	0,65	0,63
Cu	29	+1	—	0,96	—	0,58	0,96
		+2	—	—	—	—	0,72
Fe	26	+2	0,82	0,80	—	0,80	0,74
		+3	0,67	—	—	0,67	0,64
Ga	31	+3	0,62	0,62	—	0,65	0,62
Ge	32	+2	0,9	—	—	0,65	0,73
		+4	0,44	0,53	—	0,55	0,53
Hg	80	+2	1,12	1,10	—	0,66	1,10
In	49	+3	0,92	0,81	—	0,95	0,81
Mn	25	+2	0,91	0,80	—	0,83	0,80
		+3	0,70	—	—	—	0,66
		+4	0,52	0,50	—	0,52	0,60
		+7	—	0,46	—	—	0,46
Mo	42	+4	0,68	0,66	—	0,68	0,70
		+6	—	0,62	—	0,65	0,62
Ni	28	+2	0,78	0,69	—	0,74	0,69
Pb	82	+2	1,32	1,21	—	1,18	1,20
		+4	0,84	0,84	—	0,70	0,84
Pd	46	+2	—	—	—	—	0,80
		+4	—	—	—	—	0,65
Pt	78	+2	—	—	—	0,52	0,80
		+4	—	—	—	0,55	0,65
Rh	45	+3	0,68	—	—	0,75	0,68
Ru	44	+4	0,65	0,63	—	0,65	0,67
S	16	−2	1,74	1,84	1,85	1,82	—
		+4	—	—	—	—	0,37
		+6	0,34	0,29	—	—	0,30
Sb	51	+3	0,90	—	—	0,90	0,76
		+5	—	0,62	—	—	0,62
		−3	—	—	—	2,08	—
Se	34	−2	1,91	1,98	1,96	1,93	—
		+3	0,83	0,81	0,78	—	—
		+4	—	—	—	—	0,50
		+6	≈0,35	0,42	—	—	0,42
Sn	50	+2	—	—	—	1,02	0,93
		+4	0,74	0,71	—	0,65	0,71
Te	52	−2	2,11	2,21	2,18	2,12	—
		+4	0,89	0,81	—	0,84	0,70
		+6	0,63	0,56	—	—	0,56
Tl	81	+1	1,49	1,44	—	1,50	1,47
		+3	1,05	0,95	—	—	0,95
V	23	+2	0,72	—	—	—	0,88
		+3	0,65	—	—	0,75	0,74
		+4	0,61	0,59	—	0,57	0,63
		+5	0,4	0,59	—	—	0,59
Zn	30	+2	0,83	0,74	—	0,83	0,74

Tabelle 3. **Die wichtigsten Sulfosalze nach fallendem φ geordnet**

		φ	V.R.	v.S.	Typ
	I. $\varphi > 3$				
a) $\varphi > 4$					
Kylindrit	$Pb_3Sn_4Sb_2S_{14}$ (?)	7,0 (?)	✓		
Franckeit	$Pb_5Sn_3Sb_2S_{14}$	7,0	✓		
Epigenit	$(Cu, Fe)_5AsS_6$	6,0	✓		
Pearceit	$(Ag, Cu)_{16}(Sb, As)_2S_{11}$	5,5	✓		
Polybasit	$(Ag, Cu)_{16}(Sb, As)_2S_{11}$	5,5	✓		
Beegerit	$Pb_6Bi_2S_9$ (?)	4,5	✓		
b) $\varphi = 4$					
Enargit	Cu_3AsS_4	4,0	✓	⊕	I. b_2
Famatinit	Cu_3SbS_4		✓		
Lazarevićit	Cu_3AsS_4		✓		
Luzonit	Cu_3AsS_4		✓		I. b_2
Stibioenargit	Cu_3SbS_4		✓		I. b_2
Stibioluzonit	Cu_3SbS_4		✓		I. b_2
Sulvanit	$Cu_3(As, V)S_4$		✓	+	I. b_2
Geokronit	$Pb_5(Sb, As)_2S_8$ (?)		✓		
	$Pb_{28-x}(As, Sb)_{12}S_{46-x}(0{,}8 < x < 1{,}4)$				
Giessenit	$Pb_9CuBi_6Sb_{1,5}S_{30}$ (?)				
Stephanit	Ag_5SbS_4		✓		
c) $3 < \varphi < 4$					
Gratonit	$Pb_9As_4S_{15}$	$3{,}7_5$	✓	⊕	I. c_1
Meneghinit	$Pb_{13}CuSb_7S_{24}$	$3{,}4_3$	✓	(+)	I. c_1
Lengenbachit	$Pb_{37}Ag_7Cu_6As_{23}S_{78}$	$3{,}3_9$	✓	o	
Jordanit	$Pb_{13}As_7S_{23}$ (?)	$3{,}2_9$ (?)		○	I. c_1
	$Pb_{28-x}As_{12}S_{46-x}(0{,}8 < x < 1{,}4)$				
Binnit	$(Cu, Fe, Ag)_{12}As_4S_{13}$	$3{,}2_5$		⊕	I. c_1
Tetraedrit	$(Cu, Fe, Ag)_{12}Sb_4S_{13}$	$3{,}2_5$		+	I. c_1
Lengenbachit	$Pb_{34}Ag_{11}Cu_5As_{24}S_{78}$	$3{,}2_5$	✓	o	
	II. $\varphi = 3$				
Marrit	$PbAgAsS_3$	3,0	✓	⊕	II. a_1
Nowackiit	$Cu_6Zn_3As_4S_{12}$		✓	⊕	II. a_1
Proustit	Ag_3AsS_3		✓	⊕	II. a_1
Seligmannit	$PbCuAsS_3$		✓	+	II. a_1
Xanthokon	Ag_3AsS_3		✓	⊕	II. a_1
Bournonit	$PbCuSbS_3$		✓	+	II. a_1
Falkmanit	$Pb_3Sb_2S_6$		✓		
Freieslebenit	$PbAgSbS_3$		✓	+	II. a_1
Pyrargyrit	Ag_3SbS_3		✓	⊕	II. a_1
Pyrostilpnit	Ag_3SbS_3		✓	+	II. a_1
Samsonit	$Ag_4MnSb_2S_6$		✓		
Aikinit	$PbCuBiS_3$		✓	+	II. a_1
Wittichenit	Cu_3BiS_3		✓		
	III. $2 < \varphi < 3$				
Cuplumbisulit	$Pb_7(Cu, Ag)_2Bi_6S_{17}$	$2{,}8_3$	✓		
Boulangerit	$Pb_5Sb_4S_{11}$ (?)	$2{,}7_5$ (?)	✓	(+)	
Cosalit	$Pb_7CuBi_3S_{22}$ (?)	$2{,}7_5$ (?)		(+)	III. a_3
Nuffieldit	$Pb_{10}Bi_{10}Cu_4S_{27}$	2,7	✓		
Sterryit	$Pb_{12}(Sb, As)_{10}S_{27}$ (?)	2,7 (?)	✓		
Diaphorit	$Pb_2Ag_3Sb_3S_8$	$2{,}6_7$	✓	(+)	
Semseyit	$Pb_9Sb_8S_{21}$	$2{,}6_3$	✓		

		φ	V.R.	v.S.	Typ
Imhofit	Tl, Cu, As, S	~2,6		o	
Madocit	$Pb_{17}(Sb, As)_{16}S_{41}$ (?)	$2,5_6$ (?)	√		
Dufrenoysit	$Pb_2As_2S_5$	2,5	√	⊕	III. a_2
Hatchit	$PbTlAgAs_2S_5$	2,5	√	⊕	III. a_1
Owyheeit	$Pb_5Ag_2Sb_6S_{15}$	2,5	√		
Rathit-I	$(Pb, Tl)_3(As, Ag)As_4S_{10}$	2,5	√	⊕	III. a_1
Veenit	$Pb_2(Sb, As)_2S_5$	2,5	√		
Wallisit	$PbTlCuAs_2S_5$	2,5	√	⊕	III. a_1
Mineral von Bandy	$Pb_7Ag_2Sb_8S_{20}$	2,5	√		
Mineral QM	$Pb_{11}Sb_{12}S_{29}$	$2,4_2$	√		
Playfairit	$Pb_{16}(Sb, As)_{18}S_{43}$ (?)	2,4 (?)	√		
Heteromorphit	$Pb_7Sb_8S_{19}$	$2,3_8$	√		
Launayit	$Pb_{22}(Sb, As)_{26}S_{61}$ (?)	$2,3_5$	√		
Jamesonit	$Pb_4FeSb_6S_{14}$	$2,3_3$	√	+	III. a_1
Parajamesonit	$Pb_4FeSb_6S_{14}$	$2,3_3$	√		
Sinnerit	$Cu_{1,4}As_{0,9}S_{2,1}$	$2,3_3$	√	o	
Baumhauerit-I	$Pb_{12}As_{16}S_{36}$	$2,2_5$	√	⊕	III. a_1
Sorbyit	$Pb_{17}(Sb, As)_{22}S_{59}$ (?)	$2,2_7$ (?)	√		
Berryit	$Pb_2(Cu, Ag)_3Bi_5S_{11}$	2,2	√		
Cannizzarit	$Pb_3Bi_5S_{11}$ (?)	2,2			
Rathit-II	$Pb_9As_{13}S_{28}$ (?)	$2,1_5$ (?)		⊕	
Kobellit	$Pb_5Bi_8S_{17}$	$2,1_3$	√		
Plagionit	$Pb_5Sb_8S_{17}$	$2,1_3$	√		
Antimon-Baumhauerit	$Pb_3(As, Sb)_{4,18}S_{8,68}$	$2,0_8$			
oder	$Pb_3(As, Sb)_{4,20}S_{8,58}$	$2,0_4$			
Guettardit	$Pb_9(Sb, As)_{16}S_{33}$	$2,0_6$	√		

IV. $\varphi = 2$

Lorandit	$TlAsS_2$	2,0	√	+	IV. a_3
Rathit-III	$Pb_{12}As_{20}S_{40}$			+	
Skleroklas-I	$(Pb, Tl)As_2S_4$		√	⊕	IV. a_3
Skleroklas-II	—				
kub. $PbAs_2S_4$	$PbAs_2S_4$		√		
trig. $PbAs_2S_4$	$PbAs_2S_4$		√		
Smithit	$AgAsS_2$		√	+	IV. a_1
Trechmannit	$AgAsS_2$		√	⊕	IV. a_1
Twinnit	$Pb(Sb, As)_2S_4$		√		
Vrbait	$Tl_4HgAs_8Sb_2S_{20}$			⊕	
Andorit	$PbAgSb_3S_6$				
Aramayoit	$Ag(Sb, Bi)S_2$		√		
Berthierit	$FeSb_2S_4$		√	+	IV. a_3
Livingstonit	$HgSb_4S_8$			+	IV. a_1
Miargyrit	$AgSbS_2$		√	+	IV. a_3
Nakaséit	$Pb_4Ag_3CuSb_{12}S_{24}$		√		
Sacharowait	~$(Pb, Fe)(Bi, Sb)_2S_4$		√		
Twinnit	$Pb(Sb, As)_2S_4$		√		
Vrbait	$Tl_4Hg_3As_8Sb_2S_{20}$			⊕	
Wolfsbergit	$CuSbS_2$		√	+	IV. a_3
Aramayoit	$Ag(Sb, Bi)S_2$		√		
Cuprobismuthin	$CuBiS_2$		√		
Emplektit	$CuBiS_2$		√	+	IV. a_3
Galenobismuthin	$PbBi_2S_4$		√	⊕	IV. a_4, VI.
Tief-Matildit	$AgBiS_2$		√		
Hoch-Matildit	$AgBiS_2$		√		
Lindströmit	$PbCuBi_3S_6$		√		
Sacharowait	~$(Pb, Fe)(Bi, Sb)_2S_4$		√		
Weibullit	$PbBi_2SSe_3$		√		

V. $1 < \varphi < 2$

		φ	V.R.	v.S.	Typ
Zinckenit	$Pb_6Sb_{14}S_{27}$	$1{,}9_3$	/		
Füllöppit	$Pb_3Sb_8S_{15}$	$1{,}8_8$	/		
Gladit	$PbCuBi_5S_9$	1,8	/		
Hutchinsonit	$(Tl, Pb)_2As_5S_9$	1,8	/	⊕	V. a_3
Bontschewit	$PbBi_4S_7$	$1{,}7_5$	/		
Gerstleyit	$(Na, Li)_4As_2Sb_8S_{17} \cdot 6H_2O$	1,7	/		
Pavonit	$AgBi_3S_5$	$1{,}6_7$	/		
Ustarasit	$PbBi_6S_{10}$	$1{,}6_7$	/		
Antimonglanz	Sb_2S_3	1,5	/	+	V. a_2
Auripigment	As_2S_3	1,5	/	+	V. a_3
Wismuthglanz	Bi_2S_3	1,5	/	+	V. a_2

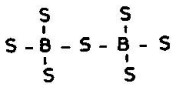
VI. $\varphi = 1$

Arsenkies	FeAsS	1		+	VI.
Cobaltin	CoAsS			+	VI.
Gersdorffit	NiAsS			+	VI.
Hollingworthit	(Rh, Pd, Pt, Ir)AsS				
Korynit	Ni(As, Sb)S				
Lautit	CuAsS			⊕	VI.
Glaucodot	(Co, Fe)AsS				
Orthocobaltin	CoAsS				
Gudmundit	FeSbS			+	VI.
Parkerit	$Ni_3(Bi, Sb)_2S_2$				
Ullmannit	NiSbS			+	VI.
Parkerit	$Ni_3(Bi, Sb)_2S_2$				
Wismuth-Parkerit	$Ni_3Bi_2S_2$				
Realgar	As_4S_4			+	

Tabelle 4.

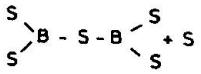
Einige topologische Verknüpfungsmöglichkeiten von $\mathfrak{B}$ S_3-Pyramiden und $\mathfrak{B}$ S_4-Tetraedern

I. c_2



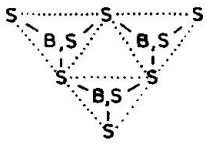
B_2S_7 ($\varphi = 3{,}5$)

II. a_2



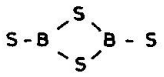
B_2S_6 ($\varphi = 3$)

II. a_3

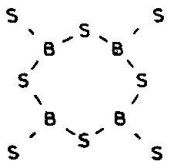


B_3S_9 ($\varphi = 3$)

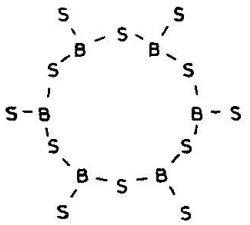
IV. a_1



B_2S_4 ($\varphi = 2$)

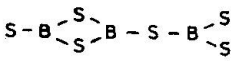


B_4S_8
B_nS_{2n}-Ring ($\varphi = 2$)

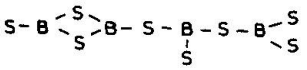


B_6S_{12}

IV. a_2

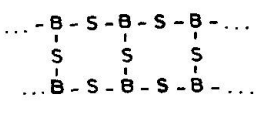


B_3S_6 ($\varphi = 2$)

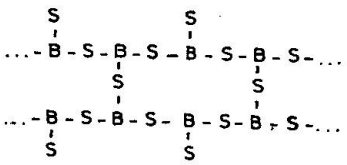


B_4S_8 ($\varphi = 2$)

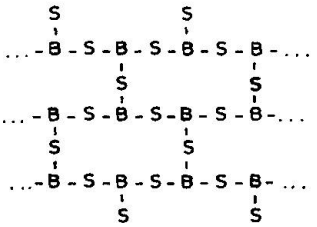
V. a_2



B_2S_3 (Zweierkette) ($\varphi = 1{,}5$)

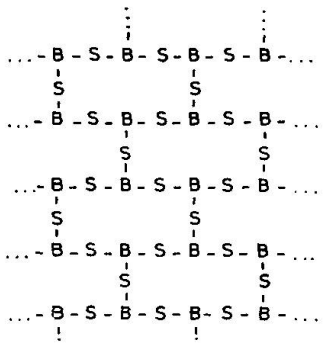


B_4S_7 (Zweierkette) ($\varphi = 1{,}75$)

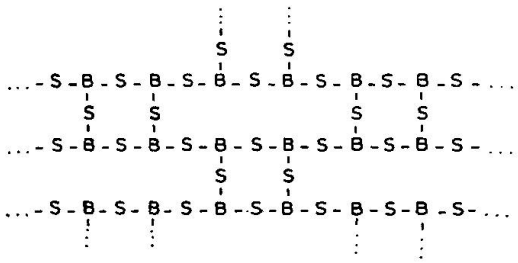


B_3S_5 (Dreierkette) ($\varphi = 1{,}67$)

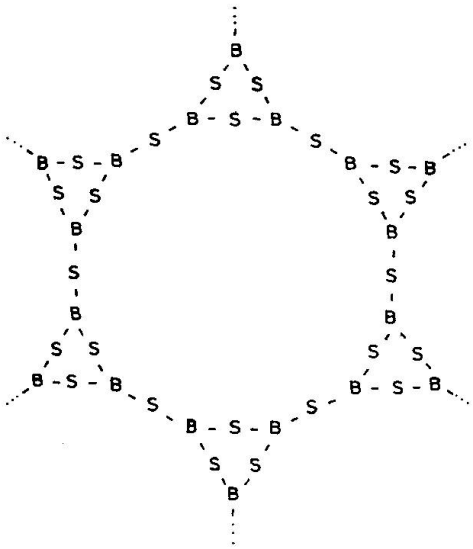
V. a_3



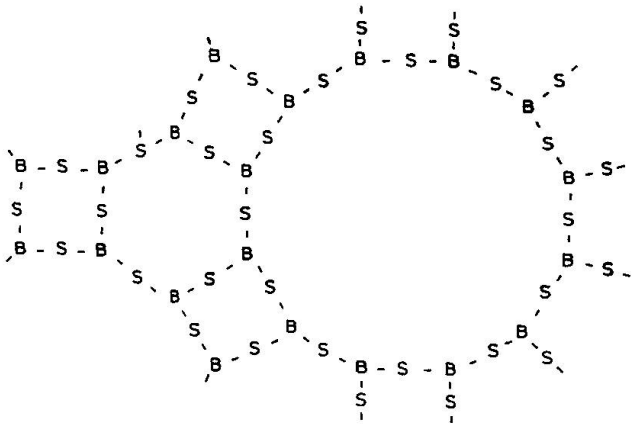
Netz B_2S_3 ($\varphi = 1{,}5$)
(lauter B-6-Ecke; $3\,N_{1,2,3,11,13}$)



Netz B_2S_3 ($\varphi = 1{,}5$)
B-4- und 8-Ecke; $3\,N_{4,5,6}$)



Netz B_2S_3 ($\varphi = 1{,}5$)
(B-3- und 12-Ecke; $3\,N_{8,9,10}$)



Netz B_2S_3 ($\varphi = 1{,}5$)
(B-4-, 6- und 12-Ecke; $3\,N_{12}$)

Räumliche Kugelpackungen mit KZ = 3 → 3 dim. B_2S_3-Verbände
(B = Kugelzentrum, S = Berührungspunkte)

Anm. zu V. a_3: Man erhält denkbare netzartige ($\mathfrak{B}$–S)-Verknüpfungen, wenn man wegen der Koordinationszahlen 3 bzw. 2 für $\mathfrak{B}$ bzw. S in die Kreiszentren aller 3 N-Kreispackungen von Paul Niggli [106] $\mathfrak{B}$-Teilchen und auf die Berührungspunkte S-Atome legt.

Das erste Netz $\mathfrak{B}_2S_3$ (die Zusammensetzung wird für alle Netze $\mathfrak{B}S_{3/2} = \mathfrak{B}_2S_3$) kann topologisch als aus lauter $\mathfrak{B}$-Sechsecken bestehend beschrieben werden {= Fig. 7a ($3\,N_1$), 7b ($3\,N_2$), 7c ($3\,N_3$), 8e ($3\,N_{11}$) und 8g ($3\,N_{13}$) in [106]; bei As_2S_3 realisiert}; das zweite besteht aus Vier- und Achtecken {= Fig. 7d ($3\,N_4$), 7e ($3\,N_5$), 7f ($3\,N_6$) und 8a ($3\,N_7$) in [106]}; das dritte besteht aus Drei- und Zwölfecken {= Fig. 8b ($3\,N_8$), 8c ($3\,N_9$) und 8d ($3\,N_{10}$) in [106]} und das vierte schliesslich aus Vier-, Sechs- und Zwölfecken {= Fig. 8f ($3\,N_{12}$) in [106]}. Bei allen (ausser dem letzten) gibt es verschiedene metrische Realisierungen. Räumlich kommen die $\mathfrak{B}$-Atome in eine (z. B. obere) Ebene und die S-Atome in eine andere (z. B. untere) Ebene zu liegen (= Schicht).

Alle räumlichen Kugelpackungen mit der Koordinationszahl drei (und solche gibt es! Vgl. z. B. [51]) gäben in ähnlicher Weise zu räumlichen $\mathfrak{B}_2S_3$-Verbänden Veranlassung ($\mathfrak{B}$ = Kugelzentren, S = Berührungspunkte).

Tabelle 5. **Atomabstände, Koordinationen und Bindungswinkel in Sulfosalzen**

A. Abstände

Str. Typ	Name	Formel	Abstände $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$–S	Mittel	KZ.
			Ag		
II. a_1	Proustit	Ag_3AsS_3	$2{,}44_8$, $2{,}44_3$; (2,89)	$2{,}44_5$; ($2{,}59_4$)	2; (3)
	Xanthokon	Ag_3AsS_3	2,45–2,60 2,50–2,53 2,48–2,76; (2,96)	2,52 2,52 $2{,}57_5$; (2,67)	3 3*; (4)
	Pyrargyrit	Ag_3SbS_3	$2{,}43_2$–$2{,}45_0$	$2{,}44_1$	2
	Pyrostilpnit	Ag_3SbS_3	2,47–2,56 2,45 2,48, 2,52; 2,76, 2,80	2,51 2,45 2,50; 2,64	3 2 2; 4
	Marrit	$PbAgAsS_3$	$2{,}47_3$–$2{,}68_2$; ($2{,}91_2$)	$2{,}55_7$; ($2{,}64_6$)	3; (4)
III. a_1	Hatchit	$PbTlAgAs_2S_5$	2,48–2,54	2,51	4
IV. a_1	Smithit	$AgAsS_2$	2,51–2,68; (2,84) 2,52–2,65; (2,90) 2,67–2,82 2,57–2,69	2,58; (2,65) 2,57; ($2{,}65_5$) $2{,}74_5$ 2,63	3; (4) 4
	Trechmannit	$AgAsS_2$	$2{,}59_9$–$2{,}64_6$; ($2{,}73_5$)	$2{,}61_6$; ($2{,}64_6$)	3*; (4)
IV. a_3	Miargyrit	$AgSbS_2$	2,44–2,58; (2,72) 2,36–2,46; (2,89); [3,15]	2,48; (2,56) 2,41; (2,57)	3; (4) 2; (3); [4*]
			Mittel aller	2,45 $2{,}55_4$ $2{,}64_4$	2 3 4
			As		
I. b_2	Enargit	Cu_3AsS_4	2,21–2,24	$2{,}22_5$	4
	Luzonit	$Cu_3As_{0,64}Sb_{0,36}S_4$	$2{,}26_5$(As, Sb)	$2{,}26_5$	4
I. c_1	Binnit	$Cu_{12}As_4S_{13}$	$2{,}24_6$	$2{,}24_6$	3
	Gratonit	$Pb_9As_4S_{15}$	$2{,}24_6$–$2{,}31_4$ $2{,}28_3$	$2{,}29_1$ $2{,}28_3$	3
II. a_1	Nowackiit	$Cu_6Zn_3As_4S_{12}$	$2{,}26_1$–2,270	$2{,}26_6$	3+□
	Proustit	Ag_3AsS_3	$2{,}25_4$	$2{,}25_4$	3
	Xanthokon	Ag_3AsS_3	2,23–2,27	2,25	3
	Seligmannit	$PbCuAsS_3$	2,16–2,36 2,37–2,77 (?)	2,29 2,50 (?)	3
	Marrit	$PbAgAsS_3$	$2{,}25_9$–$2{,}27_9$	$2{,}26_9$	3

Str. Typ	Name	Formel	Abstände $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$–S	Mittel	KZ.
III. a_1	Rathit-I	$(Pb, Tl)_3(As, Ag)$ As_4S_{10}	$2{,}23_7$–$2{,}30_4$	$2{,}26_5$	3
			$2{,}23_4$–$2{,}39_0$	$2{,}30_0$	
			$2{,}27_7$–$2{,}68_4$	$2{,}41_5$	
			$2{,}25_1$–$2{,}32_7$	$2{,}27_9$	
			$2{,}23_3$–$2{,}47_3$	$2{,}37_1$	
	Hatchit	$PbTlAgAs_2S_5$	2,23–2,35	2,27	3
			2,25–2,30	2,27	
	Wallisit	$PbTlCuAs_2S_5$	2,25–2,31	2,28	3
			2,26–2,34	2,29	
III. a_2	Dufrenoysit	$Pb_2As_2S_5$	2,30–2,51	2,38	3
			2,17–2,27	2,23	
			2,16–2,41	2,27	
			2,35–2,46	2,27	
			2,20–2,36	2,31	
			2,36–2,58	2,45	
			2,27–2,41	2,35	
			2,16–2,25	2,21	
IV. a_1	Smithit	$AgAsS_2$	2,21–2,36	2,30	3
			2,24–2,31	2,28	
			2,23–2,32	2,28	
	Trechmannit	$AgAsS_2$	$2{,}21_8$–$2{,}30_8$	$2{,}27_4$	3
IV. a_3	Skleroklas	$PbAs_2S_4$	2,14–2,56	2,42	3
			2,36–2,59	2,51	
	Lorandit	$TlAsS_2$	$2{,}0_5$–$2{,}3_9$	$2{,}2_3$	3
			$2{,}1_5$–$2{,}3_5$	$2{,}3_3$	
			2,18–2,34		
V. a_3	Hutchinsonit	$(Tl, Pb)_2As_5S_9$	2,26–2,31	2,29	3
			2,24–2,35	2,30	
			2,25–2,33	2,30	
			2,26–2,27	2,26	
VI.	Arsenkies	FeAsS	2,30 + 3 Fe (2,32–2,37)	2,30	4
	Kobaltglanz	CoAsS geord.	2,30 + 3 Co (2,31–2,39)	2,30	4
		ungeord.	2,31 (As, S)–(As, S)	2,31	4
	Gersdorffit	NiAsS geord.	$2{,}30 + 3\,Ni\,(2{,}40_9)$	2,30	4
		ungeord.	2,40 (S, As)–(S, As)	2,40	4
	Lautit	CuAsS	$2{,}23_9 + Cu\,(2{,}41_7) +$ $2\,As\,(2{,}49_8)$	$2{,}23_9$	4
I. b_2			Mittel (4 S)	$2{,}24_5$	4
VI.			(1 S + 3 Me)	2,31	
I. c_1				$2{,}27_3$	3
II. a_1				$2{,}26_6$	
III. a_1				$2{,}30_4$	
III. a_2				2,31	
IV. a_1				$2{,}28_4$	
IV. a_3				$2{,}4_9$	
V. a_3				2,29	
			Mittel aller	2,31	

Str. Typ	Name	Formel	Abstände $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$–S	Mittel	KZ.
			Bi		
III. a_3	Cosalit	$Pb_2Bi_2S_5$	2,62–2,83 2,64–2,74 2,62–2,85 2,54–2,66	2,76 2,71 2,77 2,62	3
IV. a_3	Emplektit	$CuBiS_2$	2,55–2,66	2,62	3
IV. a_4	Galenobismuthin	$PbBi_2S_4$	2,78–2,79	$2{,}78_3$	3
III. a_3 IV. a_3 IV. a_4			Mittel	$2{,}71_5$ 2,62 $2{,}78_3$	3
			Mittel aller	2,71	
			Co		
VI.	Kobaltglanz	CoAsS geord. ungeord.	2,26–2,36 (3 S), 2,30 (As) 2,31 (As, S)	2,31 2,31	3+1
			Cu		
I. b_2	Enargit Luzonit	Cu_3AsS_4 $Cu_3As_{0,64}Sb_{0,36}S$	2,31–2,33 $2{,}30_4$–$2{,}33_7$ $2{,}33_7$	2,32 $2{,}30_4$ $2{,}33_7$	4 4
I. c_1	Binnit Tetraedrit	$Cu_{12}As_{14}S_{13}$ $Cu_{12}Sb_{14}S_{13}$	$2{,}33_7$ $2{,}20_4$–$2{,}25_8$ $2{,}34_2$ $2{,}23_4$–$2{,}27_2$	$2{,}33_7$ $2{,}24_0$ $2{,}34_2$ $2{,}25_9$	4 3 4 3
II. a_1	Nowackiit Seligmannit Bournonit Aikinit	$Cu_6Zn_3As_4S_{12}$ $PbCuAsS_3$ $PbCuSbS_3$ $PbCuBiS_3$	$2{,}31_4$–$2{,}35_5$ $2{,}33_4$–$2{,}35_5$ $2{,}27_9$–$2{,}33_5$ 2,25–2,65 2,29–2,76 2,27–2,40	$2{,}33_3$ $2{,}34_5$ $2{,}31_0$ 2,38 2,44 2,33	4 4 4 4
III. a_1	Wallisit	$PbTlCuAs_2S_5$	2,22–2,41 2,80	2,33 $2{,}44_5$	3 3+1
IV. a_3	Wolfsbergit Emplektit	$CuSbS_2$ $CuBiS_2$	2,25–2,33 2,30–2,35	2,30 2,34	4 4
VI.	Lautit	CuAsS	$2{,}28_9$–$2{,}30_4$ (3 S) $+2{,}41_7$ (1 As)	$2{,}29_9$	3+1
I. c_1 III. a_1			Mittel	2,25 2,33	3
			Mittel aller	2,29	3

Str. Typ	Name	Formel	Abstände $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$–S	Mittel	KZ.
I. b_2 I. c_1 II. a_1 III. a_1 IV. a_3 VI.			Mittel	2,32 2,34 $2,35_6$ $2,44_5$ 2,32 $2,29_9$	4
			Mittel aller	2,35	4
			Fe		
III. a_1	Jamesonit	$Pb_4FeSb_6S_{14}$	2,36–2,66	2,53	6
IV. a_3	Berthierit	$FeSb_2S_4$	2,47–2,59	2,55	6
VI.	Arsenkies	FeAsS	2,23–2,27 (3 S) 2,32–2,37 (3 As)	2,25 $2,34_5$	6
	Gudmundit	FeSbS	2,22–2,24 (3 S) $2,54_7$–$2,59_8$ (3 As)	2,23 $2,23_6$	6
III. a_1 IV. a_3 VI.			Mittel	2,53 2,55 2,24	6
			Mittel aller	2,44	6
			Hg		
IV. $a_{1,3}$	Livingstonit	$HgSb_4S_8$	2,37–3,38	3,03	2+4
			Ni		
VI.	Gersdorffit	NiAsS geord. ungeord.	$2,33_8$ $2,40_9$ (As-reich)	$2,33_8$	6
			Pb		
I. c_1	Gratonit	$Pb_9As_4S_{15}$	$2,85_3$–$3,16_8$ $2,76_3$–$3,43_3$	$3,02_5$ $3,10_3$	5+2
	Meneghinit	$Pb_{13}CuSb_7S_{24}$	2,90–3,30 2,83–3,31	3,07 3,06	7
II. a_1	Seligmannit	$PbCuAsS_3$	2,91–3,23 +3,52 (2) 2,89–3,39 +3,71	3,05 3,10 3,08 $3,15_5$	6+2 5+2+1
	Bournonit	$PbCuSbS_3$	2,95–3,22 +3,50 (2) 2,87–3,51 +3,59	3,05 3,16 3,15 $3,20_5$	6+2 5+2+1
	Marrit	$PbAgAsS_3$	$2,79_9$–$3,26_0$	$2,99_5$	6

Str. Typ	Name	Formel	Abstände $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$–S	Mittel	KZ.
III. a_1	Baumhauerit	$Pb_{11,6}Ag_{0,6}$ $As_{15,7}S_{36}$	2,85–3,44	3,18	9
			2,73–3,70	$3,24_5$	
			2,85–3,38	3,17	
			2,93–3,41	3,17	
			2,99–3,44	3,16	
			2,94–3,38	3,15	
			2,92–3,31	3,15	
			2,91–3,53	$3,19_5$	
				i. M. $3,16_8$	
			2,91–3,42	3,05	7
			2,83–3,42	3,03	
			2,82–3,30	3,03	
			2,65–3,59	3,04	
			+ As 3,60, 3,68	3,64	+ 2
				i. M. 3,04	
	Hatchit	$PbTlAgAs_2S_5$	2,81–3,31	3,10	8
	Wallisit	$PbTlCuAs_2S_5$	2,73–3,30	3,08	8
	Rathit-I	$(Pb,Tl)_3As_4$ $(As,Ag)S_{10}$	$2,99_8$–$3,47_2$	$3,19_4$	9
			$2,97_9$–$3,42_3$	$3,19_1$	
			$2,80_1$–$3,39_2$	$3,01_4$	7
	Jamesonit	$Pb_4FeSb_6S_{14}$	2,91–3,29	3,05	7
			2,85–3,28	$2,99_5$	
	Cosalit	$Pb_2Bi_2S_5$	2,84–2,97	2,92	6
			2,74–2,89	2,82	
			2,99–3,18	3,11	8
			2,90–3,54	$3,15_5$	
III. a_2	Dufrenoysit	$Pb_2As_2S_5$	2,93–3,35	3,16	9
			2,88–3,50	3,15	
			3,02–3,46	3,20	
			3,03–3,47	3,22	
			2,83–3,03	2,91	6
			2,82–3,07	2,96	
			2,87–3,40	3,04	
			2,84–3,26	3,04	
IV. a_3	Skleroklas	$PbAs_2S_4$	2,95–3,42	3,19	9
IV. a_4	Galenobismuthin	$PbBi_2S_4$	2,85–3,21	3,04	7
			+ 3,76	3,13	+ 1
V. a_3	Hutchinsonit	$(Tl,Pb)_2As_5S_9$	2,77–3,43	3,05	7
I. c_1			Mittel	$3,06_5$	7
II. a_1				$2,99_5$	6
				$3,15_5$	8, 6 + 2,
				$3,15_5$	5 + 2 + 1
III. a_1				2,87	6
				3,02	7
				3,11	8
III. a_2				2,99	6
				3,18	9
IV. a_3				3,19	9
IV. a_4				3,13	8
V. a_3				3,05	7

Str. Typ	Name	Formel	Abstände $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$–S	Mittel	KZ.
			Mittel aller	2,95 $3{,}04_5$ 3,12 $3{,}18_3$ i. M. $3{,}08_5$	6 7 8 9
			Sb		
I. c_1	Tetraedrit	$Cu_{12}Sb_4S_{13}$	$2{,}44_6$	$2{,}44_6$	3
II. a_1	Bournonit	$PbCuSbS_3$	2,58–2,70 2,69–2,86	2,66 2,75	3
	Pyrargyrit	Ag_3SbS_3	$2{,}46_3$	$2{,}46_3$	
	Pyrostilpnit	Ag_3SbS_3	2,40–2,49	2,46	
III. a_1	Jamesonit	$Pb_4FeSb_6S_{14}$	2,41–2,82 2,44–2,81	2,58 $2{,}60_3$	3
IV. $a_{1,3}$	Livingstonit	$HgSb_4S_8$	2,49–2,70 2,44–2,52 2,47–2,62 2,54–2,66	2,58 2,48 2,55 2,59	3
IV. a_3	Miargyrit	$AgSbS_2$	2,53–2,58 2,48–2,54	2,56 $2{,}50_3$	3
	Wolfsbergit	$CuSbS_2$	2,44–2,57	2,53	3
	Berthierit	$FeSb_2S_4$	2,42–2,49 2,45–2,49	2,46 2,47	3 2+2
VI.	Gudmundit	FeSbS	$2{,}61_3$+3 Fe ($2{,}54_7$–$2{,}59_8$)	$2{,}61_3$	1+3
	Ullmannit	NiSbS	2,40+3 Ni (2,57)	2,40	1+3
I. c_1 II. a_1 III. a_1 IV. $a_{1,3}$ IV. a_3			Mittel	$2{,}44_6$ $2{,}58_3$ 2,59 2,55 $2{,}51_3$	3 3 3 3 3
			Mittel aller	$2{,}53_6$	3
IV. a_3 VI.			Mittel	2,47 $2{,}50_7$	4
			Mittel aller	$2{,}49_4$	4
			Tl		
III. a_1	Hatchit	$PbTlAgAs_2S_5$	3,05–3,12 3,46–3,65 +3,89	$3{,}08_5$ 3,41 3,47	2 2+5 2+5+1
	Wallisit	$PbTlCuAs_2S_5$	2,99–3,14 3,35–3,64 +3,73	$3{,}06_5$ 3,38 3,42	2 2+5 2+5+1

Str. Typ	Name	Formel	Abstände $\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$–S	Mittel	KZ.
IV. a_3	Lorandit	$TlAsS_2$	$2{,}8_7$–$3{,}2_5$ [173] $2{,}8_4$–$3{,}0_0$ 2,96–3,09 [80a]	$3{,}0_8$ $2{,}9_4$ $3{,}02_5$	3 2
V. a_3	Hutchinsonit	$(Tl, Pb)_2As_2S_9$	3,12–3,15 3,31–3,43	$3{,}13_5$ 3,29	2 2+5
III. a_1 IV. a_3			Mittel [173] [80a]	$3{,}07_5$ $3{,}0_8$ $3{,}02_5$	2
			Mittel aller	3,06 (?)	2
			(Zn, Cu)		
II. a_1	Nowackiit	$Cu_6Zn_3As_4S_{12}$	$2{,}31_4$–$2{,}35_5$ $2{,}33_4$–$2{,}35_5$ $2{,}27_9$–$2{,}33_5$	$2{,}33_3$ $2{,}34_5$ $2{,}31_0$	4
			Mittel	2,329	4

Anmerkungen: KZ. 3 = ± eben, 3* = flach-pyramidal, 4 = tetraedrisch (– deformiert-), 4* = planar, 6 = oktaedrisch (– deformiert-), □ = Leerstelle. Für kristallographisch ungleichwertige Lagen einer Atomart (z. B. Pb) ist die KZ., wenn sie dieselbe ist, nur einmal gedruckt. Die KZ. ist nicht immer eindeutig abgrenzbar; z. B. Tl, Hatchit: $3{,}08_5$ = Mittel von 3,05 und 3,12 (KZ. = 2), 3,41 = Mittel der 2+5 Werte von 3,05 bis 3,65, 3,47 = Mittel der 2+5+1 Werte von 3,05 bis 3,89.

B. Bindungswinkel

Str. Typ	Name	Bindungswinkel S–$\mathfrak{A}$, $\mathfrak{B}$–S	Mittel	KZ.
		Ag		
II. a_1	Proustit	162,65°	162,65°	2
	Xanthokon	103,3–139,0, Σ = 359,9	120,0	3
		105,1–143,3, Σ = 359,6	120,0	
		96,1–101,0, Σ = 297,5	99,2	3*
	Pyrargyrit	161,15	161,15	2
	Pyrostilpnit	108,5–142,2, Σ = 359,4	119,8	3
		157,2	157,2	2
		97,2–145,2	107,1	4
	Marrit	88,5–152,7, Σ = 357,2	119,1	3
III. a_1	Hatchit	119,6–123,2, Σ = 355,3	118,4	3 (+1)
IV. a_1	Smithit	101,0–144,1, Σ = 358,7	119,6	3
		100,7–139,8, Σ = 353,6	117,9	
		90,2–171,7	107,5	4
		89,3–167,0	108,2	
	Trechmannit	100,6–139,9, Σ = 343,3	114,4	3*

Str. Typ	Name	Bindungswinkel S–𝔄, 𝔅–S	Mittel	KZ.
IV. a_3	Miargyrit	94,5–144,9, $\Sigma = 350{,}4$	116,8	3
		94,5–144,9	108,7	3+1
		89,0–175,3, $\Sigma = 359{,}9$	120,0	2+1
		84,7–179,7 (84,7+89,0+90,7+95,6 = 360, d.h. ebene 4-Koo.)	90,0	2+1+1
		Mittel	164,1	2
			117,9	3,3*
			107,9	4
		As		
I. c_1	Binnit	98,37	98,37	3
	Gratonit	95,1– 99,7	98,2	
		99,4	99,4	
		Mittel	98,8	
II. a_1	Proustit	99,4	99,4	
	Xanthokon	96,1–101,0	99,2	
	Seligmannit	94,1–100,5	96,2	
		97,6–102,3	100,7	
		Mittel	98,5	
	Marrit	97,3– 99,3	98,2	
III. a_1	Rathit-I	98,3– 99,8	99,1	
		92,4–101,3	97,6	
		90,8– 97,2	93,4	
		96,4–100,0	97,8	
		93,8– 99,3	97,1	
		Mittel	97,0	
	Hatchit	96,6–100,7	98,6	
		94,7–101,3	$99{,}0_3$	
		Mittel	$98{,}8_2$	
	Wallisit	97,3–101,7	98,9	
		94,7–101,1	98,2	
		Mittel	$98{,}5_5$	
III. a_2	Dufrenoysit	102,1–110,5	106,5	
		89,6– 98,6	95,3	
		90,0–102,0	97,7	
		95,0–103,1	98,2	
		92,6–104,7	96,7	
		91,1– 99,1	94,0	
		87,0–105,1	96,7	
		87,8–102,2	97,1	
		Mittel	97,8	
IV. a_1	Smithit	97,3– 97,8	97,5	
		92,4– 97,4	95,2	
		91,6– 99,9	95,3	
		Mittel	96,0	
	Trechmannit	94,7– 96,4	95,3	

Str. Typ	Name	Bindungswinkel S–𝔄, 𝔅–S	Mittel	KZ.
IV. a_3	Skleroklas	94,1–109,3	99,2	
		90,7–106,9	96,1	
		Mittel	97,7	
	Lorandit	86 –123	105	
		88 –119	108	
		Mittel	106,5(?)	
V. a_3	Hutchinsonit	102,1–106,3	104,8	
		97,9– 99,7	98,5	
		89,6– 98,2	95,0	
		93,9– 99,7	95,9	
		90,6–100,6	95,9	
		Mittel	96,0	
I. b_2	Enargit	106,2–112,5	109,4	4
	Luzonit	108,8–109,8	109,3	
II. a_1	Nowackiit	99,6–103,2	101,9	3+□
		101,3	101,3	
		Mittel	101,6	
VI.	Arsenkies	104,7–105,0 = Fe–As–S	104,9	
		96,6–125,3 = Fe–As–Fe	113,4	
	Gersdorffit	102,4–115,5 = Ni–As–S (geord.)	$108,9_5$	
		100,8 = Ni–(S, As)–(S, As) (ungeord.)	100,8	
		116,5 = Ni–(S, As)–Ni	116,5	
	Lautit	98,3 = S–As–S	98,3	
		97,4 = As–As–As	97,4	
		114,7 = Cu–As–S	114,7	
		121,6 = Cu–As–As	121,6	
I. c_1		Mittel	98,6	3
II. a_1			99,4	
III. a_1			98,1	
III. a_2			97,8	
IV. a_1			95,3	
IV. a_3	(ohne Lorandit)		97,7	
V. a_3			96,0	
		Mittel aller	97,6	3
		Mittel aller S–As–S	104,4	4
		Bi		
III. a_3	Cosalit	89,3– 91,7	90,1	3
		93,9– 96,7	94,8	
		91,0– 91,7	91,5	
		88,7– 99,2	92,2	
		Mittel	$92,1_5$	
IV. a_3	Emplektit	95,0– 97,0	96,3	
IV. a_4	Galenobismuthin	$92,7– 97,4_5$	94,3	
		Mittel aller	$94,2_5$	3

Str. Typ	Name	Bindungswinkel S–𝔄, 𝔅–S	Mittel	KZ.
		Cu		
I. b_2	Enargit	107,1–112,6	109,4	4
		107,0–114,0	$109{,}4_5$	
	Luzonit	108,6–111,2	109,7	
I. c_1	Binnit	101,2–129,4	120,0	3
		108,7–111,0	$109{,}8_5$	4
	Tetraedrit	$96{,}3–131{,}8_5$	120,0	3
		106,5–111,0	108,7	4
II. a_1	Nowackiit (Cu, Zn)	101,8–115,4	109,4	4
		106,8–113,1	109,5	
		102,6–118,3	109,2	
		Mittel	109,4	
	Seligmannit	96,8–122,6	$109{,}3_5$	4
	Bournonit	94,6–126,1	109,5	4
III. a_1	Wallisit	94,9–121,7	107,4	4
IV. a_3	Wolfsbergit	108,8–109,1	109,5	4
	Emplektit	105,9–114,6	109,3	4
VI.	Lautit	109,1–113,1	111,8	4
		101,4–110,0 = As–Cu–S	107,1	
		Mittel aller	120,0	3
			109,4	4
		Fe		
III. a_1	Jamesonit	79,7–100,4	90,0	6
		$179{,}9_8$	180,0	
IV. a_3	Berthierit	84,9– 93,3	87,7	6
VI.	Arsenkies	89,3–101,1 = S–Fe–S	95,5	6
		82,6– 92,4 = S–Fe–As	89,1	
		170,9–171,0	171,0	
		83,4– 88,6 = As–Fe–As	85,8	
	Gudmundit	$93{,}3–105{,}6_5$ = S–Fe–S	99,3	6
		$84{,}1– 94{,}4_5$ = S–Fe–Sb	$88{,}9_5$	
		76,9– 85,2 = Sb–Fe–Sb	81,1	
		Mittel aller S–𝔄–S	93,1	6
		Mittel aller	89,7	
		Hg		
IV. $a_{1,3}$	Livingstonit	73,0–107,0	90,0	6
		73,3–106,2	90,0	

Str. Typ	Name	Bindungswinkel S–𝔄, 𝔅–S	Mittel	KZ.
		Ni		
VI.	Gersdorffit	96,3 = S–Ni–S (geord.)	96,3	6
		85,3– 85,6 = As–Ni–S	85,5	
		92,7 = As–Ni–As	92,7	
		85,1– 94,9 = (S, As)–Ni–(S, As) ung.	90,0	6
	Ullmannit	100,5 = S–Ni–S	100,5	6
		82,6– 87,5 = S–Ni–Sb	85,0	
		88,8 = Sb–Ni–Sb	88,8	
		Mittel aller	89,9	6
		Pb		
Es ist sehr schwierig, die Koordination der Pb durch die S in einfacher Weise darzustellen und miteinander zu vergleichen. Streng liesse sich dies nur durch genaue parallelperspektivische Abbildungen oder durch stereographische Projektionen der Polfiguren [(Pb–S)-Richtungen] erzielen. Es wurde daher vorläufig auf die Angabe von (S–Pb–S)-Winkeln verzichtet.				
		Sb		
I. c_1	Tetraedrit	$95{,}1_3$	95,1	3
II. a_1	Bournonit	77,6– 92,1	82,5	3
		88,8– 99,9	96,2	
	Pyrargyrit	96,3	96,3	3
	Pyrostilpnit	92,7–101,6	96,8	3
III. a_1	Jamesonit	89,3– 93,7	91,1	3
		90,1– 97,8	93,8	
		88,5– 99,2	93,9	
IV. $a_{1,3}$	Livingstonit	88,0– 94,0	90,7	3
		83,8–100,5	91,0	
		88,5– 94,6	91,3	
		82,0– 92,0	87,5	
IV. a_3	Miargyrit	93,0– 95,3	94,1	3
		89,3– 95,5	91,8	
	Wolfsbergit	94,8– 96,1	95,8	3
	Berthierit	97,1– 98,2	97,5	3
		88,7– 97,9	91,6	
		94,9– 97,9	99,9	
VI.	Gudmundit	102,2–105,3 = Fe–Sb–S	103,4	3+1
		103,1–123,8 = Fe–Sb–Fe	114,6	
		Mittel	109,4	
	Ullmannit	101,3 = Ni–Sb–S	101,3	3+1
		116,2 = Ni–Sb–Ni	116,2	
		Mittel	108,9	

Str. Typ	Name	Bindungswinkel S–𝔄, 𝔅–S	Mittel	KZ.
I. c_1 II. a_1 III. a_1 IV. $a_{1,3}$ IV. a_3		Mittel	95,1 $92,9_5$ 92,9 90,1 95,1	3
		Mittel aller	93,3	
		Tl		
III. a_1	Hatchit Wallisit	86,3 82,5	86,3 82,5	2 2
IV. a_3	Lorandit	74,8– 81,2 72,5– 93,0	78,0 $82,7_5$	2
[V. a_3	Hutchinsonit	66,2 (Tl, Pb)	66,2	2]
		Mittel (ohne [ ])	83,1	2
		(Zn, Cu)		
II. a_1	Nowackiit	105,4–114,5 106,8–113,1 102,6–115,0	$109,3_5$ 109,5 $109,2_5$	4
		Mittel	109,4	

Tabelle 6. **Mittlere Atomabstände, Koordinationen und mittlere Bindungswinkel in Sulfosalzen**

1. Mittlere Atomabstände Me–S; Koordinationen und Radiensummen

Me	Me–S	KZ	$R_{Me}+R_S$
Ag	2,45	2	2,38 (R_1), 2,71 (R_{12})
	$2{,}55_4$	3	
	$2{,}64_4$	4	2,56 (T)
As	2,31	3	2,25 (R_1), 2,75 (R_{12})
	$2{,}24_5$	4	2,22 (T)
	2,31	4(1S+3Me)	
Bi	2,71	3	2,55 (R_1), 3,05 (R_{12})
Co	2,31	6	2,20 (R_1), 2,52 (R_{12})
Cu	2,29	3	2,22 (R_1), 2,55 (R_{12})
	2,35	4	2,39 (T)
Fe	2,54 (III, IV)	6	2,21 (R_1), 2,53 (R_{12})
	2,24 (VI)	6	
Hg	3,03	6	2,84 (T), 2,86 (G), 2,94 (P)
Ni	2,34	6	2,19 (R_1), 2,51 (R_{12})
Pb	2,95 3,2%	6	2,97 (R_{12})
	$3{,}04_5$ 2,4%	7	3,06 (G), 3,05 (P)
	3,12 2%	8	
	3,18	9	
	[2,986 PbS	6]	
Sb	2,54	3	2,43 (R_1), 2,93 (R_{12})
	2,49	4	2,40 (T)
Tl	$3{,}02_5$	2	3,23 (G), 3,28 (P)
	[$3{,}07_5$ Hatchit, Wallisit	2]	
	[$3{,}13_5$ Hutchinsonit, (Pb, Tl)	2]	
Zn, Cu	2,329	4	2,35 (Zn, T), 2,39 (Cu, T)

2. Mittlere Bindungswinkel S–Me–S

Me	KZ	Winkel (exp.)	(theor.)
Ag	2	$164{,}07_5°$	
	3	120,6	120°
	4	107,9	$109{,}4_7$
As	3	97,6	
	4	104,4	$109{,}4_7$
Bi	3	$94{,}2_5$	
Co	6	?	90
Cu	3	120,0	120
	4	$109{,}4_3$	$109{,}4_7$
Fe	6	89,2	90
		$173{,}5_9$	180
Hg	6	90,0	90
Ni	6	$98{,}4_1$	90
Pb	6	90,0	90
Sb	3	$92{,}5_3$	
	4	?	$109{,}4_7$
Tl	2	$(83{,}0_6)$	
Zn, Cu	4	$109{,}3_7$	$109{,}4_7$

Anmerkung: In der Verbindung As(III)-NN-diäthyl-dithiocarbamat [25] ist der (S–As–S)-Winkel i. M. 90,06°!

Tabelle 7. **Sulfosalze mit anderen als (𝔄, 𝔅-S)-Bindungen, insbesondere mit (Me—Me)-Bindungen**

(die Zahl in [ ]-Klammer gibt die Summe der Metallradien an)

Ag–Ag		[2,88]
Xanthokon	Ag_3AsS_3	2,95, 3,07, 3,09
Pyrostilpnit	Ag_3SbS_3	3,03, 3,06, 3,13, 3,15, 3,18, 3,35, 3,71, 3,73, 3,78
Hatchit	$PbTlAgAs_2S_5$	3,38
Ag–As		[2,92]
Hatchit	$PbTlAgAs_2S_5$	3,32, 3,37
Ag–Tl		[3,04]
Hatchit	$PbTlAgAs_2S_5$	3,89
As–Pb		[3,18]
Baumhauerit	$Pb_{11,6}Ag_{0,6}As_{15,7}S_{36}$	3,60, 3,68
Gratonit	$Pb_9As_4S_{15}$	3,724–3,881 (i. M. 3,842), 4,024–4,430
As–Tl		[3,07]
Hatchit	$PbTlAgAs_2S_5$	3,48, 3,82
Wallisit	$PbTlCuAs_2S_5$	3,37, 3,73
Cu–Cu		[2,55]
Wallisit	$PbTlCuAs_2S_5$	3,49
Cu–As		[2,75]
Wallisit	$PbTlCuAs_2S_5$	3,22, 3,46
Cu–Tl		[2,87]
Wallisit	$PbTlCuAs_2S_5$	3,87
(Cu,Zn)–(Cu,Zn)		[2,62]
Nowackiit	$Cu_5Zn_3As_4S_{12}$	$3,46_9$–$3,97_4$, i. M. $3,80_8$
Pb–Pb		[3,41]
Gratonit	$Pb_9As_4S_{15}$	3,651, 4,043–4,553 (i. M. 4,336)
Hatchit	$PbTlAgAs_2S_5$	4,06
Wallisit	$PbTlCuAs_2S_5$	4,01
Tl–Tl		[3,19]
Hatchit	$PbTlAgAs_2S_5$	3,98
Wallisit	$PbTlCuAs_2S_5$	3,78
As–As		[2,95]
Lautit	CuAsS	2,498
(As,S)–(As,S)		
Kobaltglanz	CoAsS	2,31
Gersdorffit	NiAsS (I) geord.	3,49 ["As rich"]
	(II) ungeord.	2,400
As–Cu		[2,75]
Lautit	CuAsS	2,417
As–Fe		[2,74]
Arsenkies	FeAsS	2,32, 2,37, 2,37, i. M. 2,35
Fe–Sb		[2,92]
Gudmundit	FeSbS	2,547, 2,598, 2,563, i. M. 2,569
Co–As		[2,73]
Kobaltglanz	CoAsS geord.	2,31, 2,39, 2,36, i. M. 2,35
	ungeord.	Co–(As,S) = 2,31
Ni–As		[2,72]
Gersdorffit	NiAsS (I) geord.	2,409 [„As rich"]
	(II) ungeord.	2,372 [„S + As (3)"]
Ni–Sb		[2,90]
Ullmannit	NiSbS	2,57
Sb–Sb		[2,31]
Ullmannit	NiSbS	3,60

Tabelle 8. **Strukturformeln einiger Sulfosalze**

Strukturtyp	Name	Strukturformel
I. b_2	Enargit	$[As^{IV}S_4\|Cu_3^{IV}]$
	Luzonit	$[As^{IV}S_4\|Cu_3^{IV}]$
I. c_1	Binnit	$[(AsS_3)_4\|S\|Cu_6^{III}Cu_6^{IV}]$
	Tetraedrit	$[(SbS_3)_4\|S\|Cu_6^{III}Cu_6^{IV}]$
	Gratonit	$[(AsS_3)_4\|S_3\|Pb_9^{V+II}]$
II. a_1	Proustit	$[AsS_3\|Ag_3^{II}]$
	Xanthokon	$[AsS_3\|Ag_3^{III}]$
	Pyrargyrit	$[SbS_3\|Ag_3^{II}]$
	Pyrostilpnit	$[SbS_3\|Ag^{II}Ag^{III}Ag^{II+II}]$
	Marrit	$[AsS_3\|Ag^{IV}Pb^{VI}]$
	Seligmannit	$[AsS_3\|Cu^{IV}Pb^{VI}]$
	Bournonit	$[SbS_3\|Cu^{IV}Pb^{VI}]$
	Nowackiit	$[(AsS_3)_4\|Cu_6^{IV}Zn_3^{IV}]$
III. a_1	Rathit-I	$[As_4(As,Ag)S_{10}\|(Pb,Tl)^{VII}(Pb,Tl)_2^{IX}]$
	Hatchit	$[As_2S_5\|Tl^{II}Ag^{IV}Pb^{VIII}]$
	Wallisit	$[As_2S_5\|Tl^{II}Cu^{IV}Pb^{VIII}]$
	Jamesonit	$[Sb_6S_{14}\|Fe^{VI}Pb_2^{VII}Pb_2^{VIII}]$
	Baumhauerit	$[As_4S_9\|Pb^{VII}Pb_2^{IX}]$
III. a_2	Dufrenoysit	$[As_8S_{19}\|S\|Pb^{VI+I}Pb_3^{VII}Pb_4^{IX}]$
III. a_3	Cosalit	$[Bi_2S_4\|S\|Pb^{VII}Pb^{VIII}]$
IV. a_1	Smithit	$[AsS_2\|Ag^{IV}]$
	Trechmannit	$[AsS_2\|Ag^{IV}]$
	Livingstonit	$[Sb_4S_8\|Hg^{II+IV}]$
IV. a_3	Skleroklas	$[As_2S_4\|Pb^{IX}]$
	Miargyrit	$[(SbS_2)_2\|Ag^{II+I}Ag^{III+I}]$
	Lorandit	$[AsS_2\|Tl^{II+I}]$
	Wolfsbergit	$[Sb_2S_4\|Cu_2^{IV}]$
	Emplektit	$[Bi_2S_4\|Cu_2^{IV}]$
	Berthierit	$[Sb_2S_4\|Fe^{VI}]$
IV. a_4	Galenobismuthin	$[BiS_2(BiS)_2BiS_2\|S_2\|Pb_2^{VII}]$
V.	Hutchinsonit	$[As_5S_9\|(Tl,Pb)^{II+V}(Pb,Tl)^{VII}]$
VI.	Lautit	$[As^{IV}S\|Cu^{IV}]$
	Arsenkies	$[As^{IV}S\|Fe^{VI}]$
	Gudmundit	$[Sb^{IV}S\|Fe^{VI}]$
	Cobaltin	$[As^{IV}S\|Co^{VI}]$
	Gersdorffit	$[As^{IV}S\|Ni^{VI}]$
	Ullmannit	$[Sb^{IV}S\|Ni^{VI}]$

Manuskript eingegangen am 31. Oktober 1968.