

MINERALOGICKO - CHEMICKÝ VÝZKUM KOBELLITU  
ZE SIDERITOVÝCH ŽIL RUDNÍ OBLASTI „SMREKOVÝ VRCH“  
FICHTENHÜBEL, SPIŠSKO - GEMERSKÉ RUDOHORÍ, ČSSR

MINERALOGISCH - CHEMISCHE ERFORSCHUNG DES KOBELLITS  
AUS DEN SIDERITGÄNGEN DES FICHTENHÜBEL-ERZGEBIETES  
(SPIŠSKO - GEMERSKÉ RUDOHORÍ) ČSSR

Během studia ložiskové oblasti Fichtenhübel (Smrekový vrch) ve Spišsko — gemerském rudohoří byl mineralogicko-chemicky studován kobellit. Je zastoupen v různém množství ve větší části ložiskové oblasti. Byl studován mineragrafiicky a pomocí kvalitativní spektrální, kvantitativní a fázové chemické, diferenčně termické a rentgenografické analýzy.

Makroskopicky charakterizují kobellit dlouze až krátce stébelnaté, ocelově šedé agregáty s namodralým nádechem, lokálně přecházející plynule do jehličkovitých až vláknitých forem; nejsou vzácností ani zrnité agregáty. Kobellit se vyskytuje v puklinách a intergranulárách sideritu nebo tvoří jehlice, případně jehlicovité agregáty v křemeni (často metakrysty). Agregáty dosahují mocností řádově několik mm až cm. Krystalovaný kobellit byl vzácně nalezen v dutinách sideritu ve formě jehlic o maximální délce 3 mm a síle kolem 0,2 mm.

V nábrusech tvoří kobellit stébelnaté až vláknité agregáty, často laločnaté nebo nepravidelně omezené. Vliv kataklazy se projevil deformací těchto agregátů a jejich undulozním zhášením. Allotriomorfní zrna agregátů často do sebe zubovitě zapadají. Na jedincích kobellitu můžeme sledovat dobrou štěpnost ve směru jejich protažení; napříč tohoto směru probíhají pukliny, vzniklé tlakem. Optické vlastnosti kobellitu velmi dobře souhlasí s literárními údaji (P. RAMDOHR, 1955). Kobellit obklopuje, vyhojuje a často zatlačuje starší minerály žiloviny: arsenopyrit, pyrit, markasit, siderit, pyrrhotin a sfalerit a je zatlačován a vyhojován chalkopyritem a tetraedritem. Vůči křemeni je většinou mladší a jen ojediněle spadá jeho krystalizace do konečné krystalizační fáze křemene. Vlivem rozpadu kobellitu v pevném stavu došlo k odmíšení allotriomorfních zrněk ryzího vismutu, která jsou lokalizována v intergranulárách kobellitu. Při leptání kobellitových stébelnatých agregátů dochází často ke vzniku „parketových“ nebo eutektikům podobných struktur.

Kvalitativní spektrální analýzy byly v sérii 17 vzorků stanoveny tyto elementy: Ag, Al, As, Au, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Ga, Ge, Hg, In, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Sb, Si, Sn, Sr, Ti, Tl, V, Y, Yb a Zn, z nichž lze diskutovat jako izominerální v kobellitu: Ag, větší část Cd a Zn, část Hg, malou část Fe, Tl, Te (stanoven kvantitativně chemicky) a snad In a Sn.

Z výsledků kvantitativní chemické analýzy 6 vzorků kobellitu byly vypočteny tyto krystalochemické vzorce:

Raky — halda:  $(\text{Pb}_{2,803}\text{Cd}_{0,020}\text{Zn}_{0,174})_{3,006}(\text{Bi}_{3,652}\text{Sb}_{1,209}\text{Fe}_{0,228})_{5,089}\text{S}_{11}$

Lak Dolná — halda:  $(\text{Pb}_{2,958}\text{Zn}_{0,005})_{2,963}(\text{Bi}_{3,704}\text{Sb}_{1,256})_{4,960}\text{S}_{11}$

Křištof III — halda:  $(\text{Pb}_{2,806}\text{Cd}_{0,015})_{2,831}(\text{Bi}_{2,784}\text{Sb}_{1,889}\text{Fe}_{0,110})_{4,783}\text{S}_{11}$

Daniel II — rudní žíla:  $\text{Pb}_{3,117}\text{Cd}_{0,015}\text{Zn}_{0,010})_{3,142}(\text{Bi}_{3,361}\text{Sb}_{1,261}\text{Fe}_{0,282})_{5,204}\text{S}_{11}$

Křištof II — halda:  $(\text{Pb}_{2,255}\text{Zn}_{0,048})_{2,303}(\text{Bi}_{5,150}\text{Sb}_{0,563}\text{Fe}_{0,363})_{6,083}\text{S}_{11}$

Daniel III — halda:  $(\text{Pb}_{2,302}\text{Zn}_{0,063})_{2,370}(\text{Bi}_{3,249}\text{Sb}_{2,399}\text{Fe}_{0,504})_{6,152}\text{S}_{11}$

Z těchto krystalochemických vzorců je patrná nápadná shoda prvních čtyř a posledních dvou vzorků. Tyto dvě skupiny se od sebe odlišují poměrem  $\text{R}^{2+} : \text{R}^{3+}$ , který je u prvé skupiny přibližně 3 : 5, u druhé 2 : 6. Porovnáme-li krystalochemické vzorce námi studovaného kobellitu s literárními údaji, podle nichž je zastoupení  $\text{R}^{2+} : \text{R}^{3+}$  přibližně rovnocenné, spatřujeme odlišnost především ve vyšším obsahu Bi v našich vzorcích. Tato skutečnost tkví v přítomnosti odměšeného ryzího vismutu, který počítáme do krystalochemického vzorce kobellitu, poněvadž se nám dosud nepodařilo jeho množství přesně kvantitativně stanovit. Z našich analýz vyplývá také, že jen malá část Fe (max. 1,52 % Fe) by mohla být interpretována jako izomorfní součást krystalové mřížky kobellitu.

Diferenčně termická analýza kobellitu je charakterizována dvěma exotermními efekty v teplotním rozmezí: 390—570<sup>0</sup> C a 500—710<sup>0</sup> C. Oba jsou většinou velmi ostré a jsou odděleny větší nebo menší prodlevou. Na exotermních křivkách jsou registrovány ještě menší vlnky, patřící nejspíše vzájemným reakcím zplodin rozkladu kobellitu nebo i heterogennímu sideritu.

Pyknometricky stanovené hustoty kobellitu jsou většinou o něco nižší než je uváděno v literatuře pro teoretický vzorec  $\text{Pb}_2(\text{Sb,Bi})_2\text{S}_5$  — 6,01 — a kolísají od 5,78 do 6,13 (podle možnosti přiměsí intimně srostlého sideritu). Jen u jediného vzorku kobellitu byla naměřena hustota 6,48, což odpovídá hodnotě, citované W. A. NUFFIELDEM (1948) pro kobellit: 6,48 a 6,33.

Pět vzorků kobellitu bylo rentgenograficky analyzováno metodou Guinier-de Wolfovou; z rentgenogramů byly vypočteny tyto mřížkové konstanty (v Å):

	$a_0$	$b_0$	$c_0$
Raky	22,52	34,42	4,04
Křištof II	22,63	34,36	3,98
Daniel III	22,52	34,47	4,03
Lak Dolná	22,58	34,51	3,99
Raky (žíla Daniel)	22,52	34,42	4,01

Zjištěné konstanty odpovídají dobře hodnotám uváděným H. STRUNZEM (1957) :  $a_0 = 22,60$  Å,  $b_0 = 34,08$  ,  $c_0 = 4,02$  Å.

*Ústav nerostných surovin  
Kutná Hora*

### *Einleitung*

Bei der mineralogisch-chemischen Erforschung des Fichtenhübel-Erzgebietes in Spišsko-gemerské rudohoří (Zips-Gömörer Erzgebirge) wurde unsere Aufmerksamkeit zum detaillierten Studium des Kobellits gelenkt. Kobellit scheint ein wichtiges sulfidisches Mineral der hydrothermalen Siderit — Quarz — Sulfide — Gänge dieses Erzgebietes zu sein.

Nach dem geologischen Forschungserfolge hat das ältere Paläozoikum der

Gemeriden dem ganzen Fichtenhübel-Erzgebiet einen bestimmten Charakter gedrückt. Von diesen paläozoischen Serien überwiegt die gelnische Serie [Porphyroiden kambrosilurischen Alters] und nur in einem kleinen Teil dieses Gebietes erscheinen die Gabbrodioritgänge der Phyllit — Diabas — Serie. Die Gabbrodioritgänge dringen die ältere gelnische Serie durch (siehe die Literaturangaben in ZD. TRDLIČKA, 1960).

Das obenerwähnte Erzgebiet wird durch das System von 9 parallelen Siderit — Quarz — Sulfide — Gängen gebildet (Kornelia, Konštancia, Krištof, Johanna, Michal I, Michal II, As-Co, Daniel I, Daniel II). Die Gänge werden im Laufe der ganzen tektonischen Smölnitz — Linie XXXVII als verschieden mächtige Linsen entwickelt. Sie haben die Richtung WNW — OSO (das Einfallen in dem Westteile des Erzgebietes  $75^\circ$  gegen S bis  $80^\circ$  gegen N, in dem Ostteile bis  $50^\circ$  gegen S) (J. NÁVESŇÁK, J. KOTRAS, 1959. J. ILAVSKÝ et alii, 1960). Die ausführlichen geologischen Literaturhinweise, die Halden- und Stollenlokalisation von diesem Lagerstättengebiete, wovon Kobellit beschrieben wird, bringt die Arbeit des ersten Autors vor (1960).

Kobellit wird im ganzen Fichtenhübel-Erzgebiete ziemlich häufig, doch variabel vertreten. Am häufigsten wurde er im Erzmaterial der Krištof II-, Krištof III-, Kornelia III-, Konštancia Nová- und Lak Dolná-Stollen beobachtet. In der untergeordneten Menge kommt er in dem Gangerze der Krištof I-, Krištof IV-, Kornelia II-, Michal II (Neuhorizont)-, Daniel III-Stollen, sowie auf dem Pingenzuge oberhalb des X-Stollens und auf den Krištof-, Konštancia-, Michal- und Daniel-Gängen, die von dem Raky-Stollen erschlossen wurden, vor. Auf den Krištof V-, Jozef I-, Jozef II-, Lak Horná-, Daniel V-, As-Co-Stollen und im Pingenzuge oberhalb des Jozef II-Stollens scheint Kobellit eine akzessorische Komponente zu sein.

Nach unserem Studium darf als feststehend angenommen werden, dass Kobellit zu den ganz gewöhnlichen sulfidischen Mineralien der Sideritgänge des Fichtenhübel-Erzgebietes gehört. Er wurde zum erstenmal im Zips-Gömörer Erzgebirge beschrieben und mit Sicherheit vom Fichtenhübel-Erzgebiet festgestellt (ZD. TRDLIČKA — F. KUPKA, 1957). Später beschrieben dasselbe Mineral J. HAK und F. KUPKA (1958) von der nachbaren Lagerstätte Hummel und F. NOVÁK (1961) von Rožňava-Lagerstätte. Daneben wurden weitere Mineralien, deren optische und chemische Eigenschaften den Kobelliteigenschaften ähnelten, studiert; sie wurden auf den Lagerstätten Železník (ZD. TRDLIČKA — J. LITOMISKÝ, 1959) und Mútník bei Hnúšťa (ZD. TRDLIČKA, 1962) gefunden. Mangels der Proben wurden diese Mineralien nicht sichergestellt. Ebenso VL. KUPČÍK — M. MATHERNY — C. VARČEK (1961) beschrieben verschiedene Pb — Bi — Sulfosalze von dem Rožňava-Erzgebiete ohne Kobellit zu identifizieren. In der ČSSR wurde Kobellit weiter in der Pepř-Grube bei Jílové (südlich von Praha) beschrieben (P. MORÁVEK, 1956). Endlich TH. MOKRÝ (1925—1926) und A. HOFMANN und F. SLAVÍK (1913) haben auf der Lagerstätte bei Kasejovice ein ähnliches Mineral gefunden, welches sie als Kobellit mit Unsicherheit bestimmt haben.

#### *Erforschungsmethodik*

Kobellit wurde mikroskopisch und mit Hilfe der qualitativen Spektralanalyse, der quantitativen chemischen und rationellen Analyse, der Differentialthermoanalyse und der röntgenographischen Analyse studiert.

1. Zur mikroskopischen Erforschung des Gangmaterials wurden die chaikographischen Mikroskope Leitz und MIM 8 (sowjetisch), und das petrographische Mikroskop Polmi A (das Erzeugnis der DDR) verwendet.

2. Alle qualitativen Spektralanalysen wurden mit Hilfe des Quarzspektrographen Zeiss Q 24 (Arbeitsabschnitt des Spektrum 2000 — 5600 Å) vom Arbeitskollektiv des spektrographischen Laboratoriums in ŮNS Kutná Hora durchgeführt. Bedingungsangaben: wechselndes Bogenspektrum 8 A, Generator ABR 3 und DG 1, dünnwandige, zylindrische Graphitelektroden ČKD Stalingrad Praha, Elektrodenabstand 3 mm, Hartmann's Blende T 10—5, Kamerablende 1:15, diaphragmatische Blende 3.2, Spaltöffnung 0,0003 mm. Exposition in jedem Falle 30 Sek. Die Proben wurden mit und ohne Graphitpulver analysiert. Photomaterial Foma super-ortho 6X24 cm. Die photographischen Platten wurden im Agfa 40-Entwickler (18° C, 20 Minuten 30 Sek.) entwickelt. Die Elemente, die anhand qualitativer Spektralanalysen untersucht wurden, wurden schätzungsweise in folgende Ranggruppen gegliedert: I. Hauptmenge (X0,0 %), II. untergeordnete Menge (X,0 %), III. unbedeutende Menge (0,X %), IV. unbedeutende bis Spurenmenge (0,0X %), V. Spurenmenge (0,00X % und weniger).

3. Quantitative chemische und rationelle Analyse. Es wurden 6 Kobellitproben für diese Analysen (einschliesslich der Spektralanalyse, Differentialthermoanalyse und der röntgenographischen Analyse) mit Hilfe der Binokularlupe separiert, und zwar von dem Material folgender Stollen: Raky, Křištof II, Křištof III, Daniel III und Lak-Dolná. Das Gewicht der analysierten Proben war von 2 zu 5 Gramm. Wegen der unmittelbaren Verwachsungen des Kobellits mit anderen Mineralien der Gangausfüllung und kleiner Menge der Proben, besonders von dem erstgenannten Fundorte (ungefär 2 g), wurden die Kobellitproben samt den heterogenen Mineralien — Quarz, Siderit, bzw. anderen Sulfiden analysiert. Zwecks der Berechnung der kristallchemischen Formeln des Kobellits wurden die Gemenge dieser heterogenen Mineralien — mit Ausnahme des unlöslichen Rückstandes — bestimmt, und ihr Gehalt nach der Berechnung vom Chemismus des Kobellits abgezogen. Der Silikatanteil (SiO<sub>2</sub>) wurde nicht als unlöslicher Rückstand bestimmt, weil bei der Verdampfung der gelösten Probe zur Trockene schwerlösliche Verbindungen (PbSO<sub>4</sub>, PbCl<sub>2</sub>, hydrolytische Produkte von Bi und Sb) entstehen würden, die diese Bestimmung ungünstig beeinflussen könnten. Die Karbonatphase (Siderit) wurde durch Auflösung der Probe in 0,5 % — HCl abgetrennt. Nach der Filtration des unlöslichen Anteils (d. h. der Sulfide und des Quarzes) waren die Fe-, Ca- und Mg — Kationen in der Lösung festgestellt. Zur Bestimmung von Fe wurde die Titrationsmethode nach Reinhardt und Zimmermann mit Kaliumpermanganat, und zur Bestimmung der Summa von Ca und Mg die chelatometrische Titrationsmethode gegen Eriochromschwarz T verwendet. Angesichts der kleinen Menge der Probe wurde CO<sub>2</sub> nicht selbstständig bestimmt, sondern aus dem Gehalt der Fe-, Ca- und Mg-Kationen berechnet. Der Sulfidenanteil enthielt in allen Proben ausser dem Kobellit auch Arsenopyrit und Chalkopyrit. Der Gesamtgehalt aller drei Mineralien wurde bestimmt. Aus dem bestimmten As-Gehalt wurde der dem Arsenopyrit gehörende Gehalt von Fe und S gerechnet, aus dem Cu-Gehalt der dem Chalkopyrit gehörende Gehalt von den genannten Elementen ausgerechnet. Ausser dem Chalkopyrit wurde in einigen Kobellitproben auch Tetraedrit mineralographisch bestimmt. Da dieses Mineral in den untersuchten Pro-

ben nur akzessorisch anwesend ist, wurde es bei der Berechnung der kristallchemischen Formeln nicht in Betracht gezogen.

Nach der rationellen Abtrennung von Siderit wurde der unlösliche Anteil zur Bestimmung der weiteren Elemente verwendet. Nach der Lösung in dem Königswasser wurden die Sulfosalze von As und Sb mit dem Natriumsulfid von den Sulfiden der ersten und dritten analytischen Gruppe abgetrennt. Die Summa von As und Sb wurde oxydimetrisch mit Kaliumbromat bestimmt; aus der Sondereinwaage nach der Destillationsabtrennung wurde auch As durch die Titration mit Kaliumbromat festgestellt. Sb wurde aus der Differenz berechnet. Die Bestimmung des sulfidischen Eisens wurde durch die Titration mit Kaliumpermanganat nach Reinhardt — Zimmermann's — Methode durchgeführt; Cu, Cd und Zn wurden polarographisch in der 1 N  $\text{NH}_4\text{Cl}$ - und 1 N  $\text{NH}_4\text{OH}$  — Lösung bestimmt. Die gemeinsame polarographische Bestimmung von Bi und Pb im Zitratmedium wurde aus einer Sondereinwaage durchgeführt, nachdem diese Elemente von den störenden (Cu und Sb) durch Niederschlagen mit Natriumsulfid aus der Kaliumzyanidlösung vorläufig abgetrennt worden waren. Diese Methode wurde darum verwendet, weil die auf dem hydrolytischen Prinzip begründeten Methoden als ungenügend reproduzierbar gefunden wurden. Die Schwefelbestimmung wurde durch Sintration der Probe im Gemisch mit Zinkoxyd und wasserfreiem Natriumkarbonat durchgeführt.

4. Die Differentialthermoanalysen wurden im Röntgenlaboratorium auf der vom dritten Autor konstruierten Apparatur durchgeführt (F. KUPKA, 1960, 1962). Für jede Analyse wurde 0,2—0,3 Gramm der Probe benützt, die Temperatur des Widerstandsofens wurde durchschnittlich um  $10^\circ\text{C}$  in einer Minute erhöht und ähnlich wie die Differentialtemperatur mit Pt — Pt/Rh — Thermoelement gemessen. Die Angaben der beiden Thermoelemente wurden photographisch unter Benützung einer polarographischen Kassette und des polarographischen Photopapiers „Polaro“ registriert. Als Standard wurde ausgeglühtes Aluminiumoxyd benützt.

5. Die Röntgenanalysen wurden mit dem Röntgenapparat Mikrometa und mit Guinier- de Wolff's — Kamera unter folgenden Bedingungen durchgeführt:  $\text{Cu K}\alpha_{1,2}$  — Strahlung, 40 kV, 24 mA, Expositionsdauer 15 Stunden. Es wurden Agfa Laue — Film und Agfa Rapid — Entwickler benützt. Die Entwicklungsdauer war 3 Minuten bei  $20^\circ\text{C}$ .

#### *Detailbeschreibung des Kobellits*

Makroskopisch ist Kobellit durch stängelige, stahlgraue, metallglänzende Aggregate mit dem bläulichen Stich charakteristisch. Die stängeligen Aggregate gehen örtlich ganz laufend in die nadelförmige bis feinfaserige Form über. Auch netzartiges Gebilde, Äderchen und körnige Aggregate erscheinen nicht selten. Die beschriebenen Kobellitaggregate werden meistens auf die Spaltrisse und Intergranularen des Siderits gebunden; daneben bildet Kobellit auch einzelne Nadelchen oder nadelartige Aggregate im Quarz. Nach den Beobachtungen der Makro- und Mikrot Texturen kann man die weitaus grösste Kobellitmasse für jünger als Quarz zu halten. Es ist doch nicht ausgeschlossen, dass die Kobellitnadelchen teilweise auch die Metakriste im Quarz darstellen. Die Grösse der Kobellitaggregate schwankt in einigen Millimetern, nur in den Konštancia Nová- und Lak Dolná-Stollen nimmt diese bis zu 5 cm zu.

Selten wurden auch die Kobellitkristalle in Siderithohlräumen gefunden, und zwar im Haldenmaterial des Krištof II-Stollens (die Nadeln sind bis 3 mm lang und rund um 0,2 mm dick) und in Erzproben aus dem Konštancia Nová-Stollen (nadelförmige, filzige bis flaumhaarige Aggregate).

Nach den mikroskopischen Beobachtungen bildet Kobellit vor allem stängelige bis feinfaserige Aggregate mit der lappenartigen oder unregelmässigen Aussenbegrenzung, die durch Kataklasteeinfluss oft gebogen oder zerbrochen wurden. Daneben wurden auch radialstrahlige und körnige Aggregate beobachtet. Die letztgenannten Aggregate werden von den allotriomorphen Körnchen von der Grösse von 0,0X bis 0,X mm zusammengesetzt. Die mikroskopische Detailforschung hat bestätigt, dass die Kobellitnadeln im Quarz in der Tat die Metakriste representieren. Bisher ist es fraglich, ob man die Kobellitnadeln im Tetraedrit (Krištof II — und Konštancia Nová-Stollen) für Metakriste halten kann. Diese Nadeln sind älter als Tetraedrit; sie werden oft kataklastisch zerbrochen und vom Tetraedrit geheilt. Auf diesem Wege entstandene Kobellitfragmente haben in jedem Falle die übereinstimmende Auslöschung. In der Parallelrichtung mit der Ausdehnung der Kobellitaggregate ist gute Spaltbarkeit erkennbar; quer durch diese Richtung kann man die Druckrisse beobachten.

Kobellit hat mittlere Härte, sein Reflexionsvermögen in der Luft ist bleiglanzartig hoch, in Ölimmersion wird es etwas stärker als bei Bleiglanz herabgesetzt. Nach der visualen Schätzung ist das Reflexionsvermögen des Kobellits im grünen Licht höher als im gelben. Der Reflexionspleochroismus in der Luft ist deutlich bis mittelstark; er ist von der Orientierung der Kobellitnadel abhängig. In der parallelen Richtung mit der Nadelausdehnung ist der Reflexionspleochroismus am besten zu beobachten: gelblichweiss zu rosaweiss. In der Ölimmersion wird er erheblich stärker: in der Ausdehnungsrichtung bleibt er bleiglanzartig weiss, in den anderen Richtungen deutlich dunkler grauweiss mit rosa-braunem Stich (tetraedritartig, aber heller). Bei gekreuzten Nicols sind die Anisotropiefarbeeekte sehr stark (besonders in Ölimmersion): in der Luft grau mit bläulichem oder violetterm Stich zu grauweiss mit schwachem Stich nach oliv. In Ölimmersion: grauviolett zu olivgrau. Die Auslöschung ist gerade. Bei gekreuzten Nicols kann man nicht nur die Kornverwachsung, sondern auch die Druckdeformationen der Kobellitaggregate durchaus genügend erkennen.

Die Ergebnisse des diagnostischen Ätzverhaltens von Kobellit, das auf mehreren Anschliffen durchgeführt wurde (die Ätzdauer immer 1 Minute), bringt Tabelle 1.

Die beschriebenen morphologischen und optischen Eigenschaften und das Ätzverhalten des Kobellits sind in guter Übereinstimmung mit den Literaturangaben für dieses Mineral (P. RAMDOHR, 1955). Beim Ätzen der Kobellitstängelaggregate entstehen oft die ausgezeichneten „Parkettenstrukturen.“ Diese Tatsache hat auch L. DRNŽÍKOVÁ (1958, 1960) festgestellt. Es scheint uns wahrscheinlich zu sein, dass die obenerwähnten Strukturen die Verwachsung von zwei nach dem Kristallgefüge und der chemischen Zusammensetzung angenäherten Mineralien representieren (siehe die Kapiteln: chemische und röntgenographische Erforschung).

Kobellit umwächst, heilt und verdrängt oft die älteren Gangminerale: Arsenopyrit, Pyrit I, II, Markasit I, Siderit, Pyrrhotin II, Sphalerit, und wird selbst von Chalkopyrit und Tetraedrit verdrängt. Mit Jamesonit hat er praktisch gleichzeitiges Kristallisationsintervall. In der Oxydationszone wird Kobellit in

**TABELLE 1.**  
**Das Ätzverhalten des Kobellits**

Lokalisation der Proben (Literaturangaben)	Ätzmittel					
	HNO <sub>3</sub> (1 : 1)	HCl (1 : 1)	FeCl <sub>3</sub> (20%)	HgCl <sub>2</sub> (5%)	KCN (20%)	KOH (40%)
Raky-Stollen, Halde	+ eff.	—	(+)	—	—	—
Krištof I-Stollen, Halde	+ eff.	—	—	(+)	—	—
Krištof II-Stollen, Halde	+ eff.	—	(±)	(±)	—	—
Krištof III-Stollen, Halde	+ eff.	—	(+)	(+)	—	—
Krištof IV-Stollen Halde	+ eff.	—	—	(±)	—	—
Kornelia II-Stollen, Halde	+ eff.	—	—	—	—	—
Kornelia III-Stollen, Halde	+ eff.	—	—	—	—	—
Konštancia Nová-Stollen, Halde	+ eff.	—	(±)	—	—	—
Michal II-Stollen	+ eff.	—	(+)	—	—	—
Daniel II-Gangzug, (Raky-Stollen)	+ eff.	—	—	(+)	—	—
Daniel III-Stollen, Halde	+ eff.	—	—	—	—	—
Pingenzug oberhalb des X-Stollens, Halde	+ eff.	—	—	—	—	—
Lak Dolná-Stollen, Halde	+ eff.	—	—	—	—	—
P. RAMDOHR (1955)	+	—	—	—	—	—
F. NOVÁK (1961)	+ eff.	—	—	—	—	—
M. N. SACHAROVA (1955)	+	—	(+)	—	—	—

Bemerkungen zur Tabelle 1:

+ sofortige Schwärzung

(+) irisierender brauner Beschlag

(±) negative Ätzung oder sehr leicht irisierender Beschlag

— negative Ätzung

eff. Gasentwicklung

gelbe, orangefarbige bis gelbbraune, erdige Mineralien (Bi-Sb-Oxyde) umgewandelt (zum Beispiel auf dem Haldenmaterial aus dem Pingenzuge oberhalb des X-Stollens). Sehr oft kann man eine Kobellitzerersetzung zum feinkörnigen gediegenen Wismut beobachten. Die Autoren vertreten die Anschauung die Wismutbildung dem Kobellitzerfall im festen Zustand zu zuschreiben (siehe ZD. TRDLIČKA — F. KUPKA, 1957).

Nach den Erforschungen des ersten Verfassers (ZD. TRDLIČKA, 1960) gehört die Kristallisation des Kobellits vorwiegend zum zweiten Teil der zweiten Mineralisationsetappe (im D. NĚMEC's Sinne, 1958) auf dieser Lagerstätte. Während dieser Mineralisationsetappe kam es zuerst zur Zufuhr von Quarz, Albit und Sericit; nach diesem Zeitabschnitt fängt die Kristallisation von der grössten Masse folgender Sulfide an: Pyrrhotin II, Sphalerit, Galenit, Kobellit (+ Jamesonit und vielleicht auch Boulangerit). Es ist nicht ausgeschlossen, dass der Kobellitzerfall zu gediegenem Wismut in demselben Kristallisations-

intervall durchgelaufen ist. Gleichzeitig ist auch das gediegene Gold in den Aggregaten von Kobellit ausgeschieden. Dann folgte eine Zufuhr des jüngeren Quarzes. Am Ende der zweiten Mineralisationsetappe kam es zur Ausscheidung des Chalkopyrits, Tetraedrits und Bournonits.

### *Dichtebestimmung des Kobellits*

Die Dichte des Kobellits wurde mittels Pyknometermethode bestimmt (20° C). Die Dichtewerte des Kobellits von dem Fichtenhübelerzgebiet (Tabelle 2) sind meistens (mit Ausnahme der Probe aus dem Krištof II-Stollen) um etwas niedriger, als man in der Literatur für die theoretische Formel angibt — 6,01. Diese niedrigeren Werte werden von der Beimengung des heterogenen Siderits ( $D = 3,76 - 3,82$ ), der mit Kobellit oft in der dichten Zusammenwachsung liegt, verursacht. Die Dichte des Kobellits aus dem Lak Dolná-Stollen erreicht bis 6,48; dieser Wert fällt gut in den Bereich 6,29 — 6,48, den W. A. NUFFIELD (1948) für Kobellite von Hvena (Schweden) und von Ouray (Colorado) angibt.

**TABELLE 2**  
**Dichteangaben des Kobellits**

Lokalisation	Dichtewert
Raky - Stollen, Halde	5,78
Krištof II - Stollen, Halde	6,13
Krištof III - Stollen, Halde	5,85
Daniel III - Stollen, Halde	5,83
Daniel II - Erzgang (Raky - Stollen)	5,85
Lak Dolná - Stollen, Halde	6,48

### *Diskussion des Chemismus von Kobellit*

Der Chemismus von Kobellit wurde zuerst mit Hilfe der qualitativen Spektralanalyse verfolgt; insgesamt 15 Proben von Kobellit wurden analysiert (Tabelle 3 - Tafel VI).

Ausser den Elementen, die das eigene Kobellitgitter bilden — Bi, Pb, Sb — und deren Gehalt sich in Zehnern von Prozent bis Prozenten bewegt, wurden zahlreiche Elemente mit verschiedener Konzentration bestimmt. Sie können grösstenteils als anisomineral<sup>1</sup> bezeichnet werden (im J. H. BERNARD's Sinne, 1957). Es sind folgende Elemente: Al, As, Au, Ba, Ca, Co, Cr, Cu, fast alles Fe, Ga, Ge, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Si, Sr, Ti, V, Y, Yb und kleiner Anteil von Zn. Es bleiben also diskutabel: Ag, Cd, kleiner Anteil von Fe, Hg, In, Sn, Te, Tl und Zn. Wenn wir von den Ionenradien und Ionisationspotentialen dieser Elemente ausgehen und sie mit Pb — als einem Kation des Kobellits — in Vergleich setzen, kommen wir zum Abschluss, dass die Elemente Ag, Cd und Hg dem Pb am ähnlichsten sind. Der Ag-Gehalt schwankt von Hundertsteln zu Zehnteln Prozent, der Kobellit vom Krištof III-Stollen enthält sogar über 1 % Ag. Da weder in die-

sem Stollen noch in dem ganzen Lagerstättengebiet kein Ag-Mineral gefunden wurde, kann man Ag für ein das Pb-vertretendes Isomineralelement halten, Auch Cd und Hg haben wahrscheinlich eine ähnliche Gitterstellung. Cd ist in allen Proben enthalten und seine Konzentration bewegt sich durchschnittlich in Hundertsteln von Prozent, in drei Proben wurde der Cd-Gehalt auf Zehnteln von Prozent erhöht und in einem Fall (Daniel III-Stillen) erreicht er bis einige Prozente. In allen diesen Fällen steigt die Erhöhung des Cd-Gehaltes nicht verhältnismässig mit dem Zn-Gehalt; dementgegen waren im Falle der relativen Erhöhung des Zn-Gehaltes nur Spuren von Cd anwesend. Man kann darum nicht immer die Anwesenheit weder von Cd noch von Zn als die Folge ihrer Bindung im Sphalerit erklären. Auch eine partielle Bindung beider Elemente (Cd und Zn) im Tetraedrit ist nicht ausgeschlossen, weil die Tetraedrite dieses Erzgebietes bis zu 5 % Zn enthalten (ZD. TRDLIČKA, 1960). Es ist also ein Anteil von Cd und Zn isomineral im Kobellit gebunden. Einen ähnlichen Fall stellt wahrscheinlich auch die Bindung von Hg dar, da der Tetraedrit des studierten Gebietes nur Hundertsteln von Prozent Hg enthält (ZD. TRDLIČKA, 1960). Das Problem des in Spuren anwesenden In und Sn ist nicht definitiv gelöst; beide Elemente, besonders Sn, sind durchlaufend im Chalkopyrit anwesend, Sn sogar in Hundertsteln von Prozent. Ob Fe im Kobellitgitter anwesend oder ausgesprochen anisomineral ist, stellt es ein Weltproblem dar. W. E. NUFFIELD (1948) hält Fe für isomorph im Kobellit und gibt es in der Formel dieses Sulfosalzes an. Dementgegen die Formeln, die zum Beispiel im DANA's mineralogischen Kompendium (1951), vom A. SCHÜLLER (1954) oder vom H. STRUNZ (1957) angegeben werden, entbehren Fe im Kationenanteil des Kobellits. Dieses Problem wird im Kapitel von der quantitativen chemischen Analyse diskutiert. Endlich ist es noch Tl- und Te-Bindung zu erwähnen. Die Anwesenheit von Tl überrascht überhaupt nicht, besonders in den Mineralien aus der Sulfosalzgruppe. Sie ist durch gewisse Affinität von Tl zu Pb bedingt (K. RANKAMA — Th. G. SAHAMA, 1952); man kann also Tl vielleicht für isomineral halten, obwohl es nicht in allen Proben (angesichts der Tl-Konzentration unter der Grenze der analytischen Empfindlichkeit des spektrographischen Geräts) festgestellt wurde. A. V. PLECKO (1959) untersuchte Tl in den sulfidischen Mineralien von Tadžikistan und ist zum Schluss gekommen, dass Tl in Sulfiden bei niedrigeren Temperaturen anhäufen wurde. Das Problem der Anwesenheit und der Bindung von Te in Sulfosalzen wurde in der Weltliteratur oft studiert; so z.B. E. A. MARKOVÁ (1960) bestimmte in den Sulfosalzen bis 0,0015 % Te. Tellur ist wahrscheinlich isomineral in den S-Positionen im Kobellitgitter gebunden.

Es wurden weiter die quantitativen chemischen Analysen von 6 Kobellitproben durchgeführt. Ihre Ergebnisse sind in der Tabelle 4 angeführt. Aus diesen Ergebnissen wurden — nach der Abrechnung der bestimmten heterogenen Komponenten — die kristallchemischen Formeln von Kobellit berechnet, die in der Tabelle 5 angeführt sind. Es ist sichtbar, dass sich die ersten 4 Proben von den weiteren zwei Proben in dem Verhältnis der zweivalenten und dreivalenten Kationen unterscheiden. Dieser Umstand wird im weiteren diskutiert.

---

1) Zu den isomineralen Elementen (im J. H. BERNARD's Sinne, 1957) gehören hauptsächlich die Makro- und Mikroelemente, die die einzelnen Grundelemente der Mineralien isomorph vertreten, sowie die Elemente, die sich in den interatomaren Räumen der Mineralien befinden, weiter die absorbierten Elemente usw. Anisominerale Elemente, d. h. solche, die nicht dem eigentlichen Mineral, sondern den heterogenen Beimischungen anderer Mineralien angehören.

TABELLE 4.

Ergebnisse der quantitativen chemischen Analysen des Kobellits von Fichtenhübel

Komponente	Raky - Halde	Lak Dolná - Halde	Daniel II - Erzgang	Křištof III - Halde	Křištof II - Halde	Daniel III - Halde
Pb	20,50	29,00	25,55	25,78	18,64	19,69
Bi	26,95	36,62	30,26	25,79	42,95	28,80
Sb	5,20	7,23	6,08	10,16	3,45	12,05
As	5,47	0,05	Spuren	1,05	1,10	1,97
Cu	0,90	1,72	0,96	1,15	0,99	1,08
Cd	0,11	Spuren	0,07	0,08	Spuren	Spuren
Zn	0,40	0,02	0,02	nicht bestimmt	0,13	0,18
Fe <sup>1)</sup>	4,08	0,04	—	0,79	0,82	1,47
Fe <sup>2)</sup>	0,79	1,51	0,84	1,01	0,87	0,95
Fe <sup>3)</sup>	0,45	— <sup>b)</sup>	1,87	0,26	0,81	1,16
FeO <sup>4)</sup>	7,52	0,85	8,26	6,42	6,37	8,22
MgO + CaO <sup>4)</sup>	0,09	0,08	nicht bestimmt	0,35	0,26	nicht bestimmt
CO <sub>2</sub> <sup>4)</sup>	4,71	0,61	5,06 )	4,31	4,18	5,03 )
S <sup>1)</sup>	2,34	0,02	—	0,45	0,47	0,84
S <sup>2)</sup>	0,91	1,73	0,97	1,16	1,00	1,09
S <sup>3)</sup>	12,45	16,69	13,95	15,63	14,07	14,55
Summe	92,87	96,17	93,89	94,39	96,11	97,08

Bemerkungen zur Tabelle 4:

1. Fe und S im Arsenopyrit gebunden.
2. Fe und S im Chalkopyrit gebunden.
3. Fe und S im Kobellit gebunden.
4. FeO und MgO + CaO im Siderit gebunden. CO<sub>2</sub> aus den Basen berechnet. Summe MgO + CaO als MgO ausgedrückt, angesichts starkes Mg-Überschusses im Vergleich mit CaO im Siderit.
5. Bestimmtes sulfidisches Totaleisen niedriger als es sub 1+2 angeführt wird — 1,36%.
6. Wirklicher CO<sub>2</sub>-Gehalt höher um den Anteil, welcher der nicht bestimmten Summe MgO + CaO gehört.

Die kristallchemische Formel des Kobellits ist noch nicht mit Endgültigkeit bestimmt. Es werden mehrere kristallchemische Formeln von Kobelit in der Literatur angeführt. In DANA's Monographie (1951) ist die Formel nach SÄTTELBERG (1834) — Pb<sub>2</sub>(Bi, Sb)<sub>2</sub>S<sub>5</sub> — angegeben, die auch KELLER (1889) bestätigte. RAMMELBERG (1875) gibt die Formel: Pb<sub>3</sub>(Bi, Sb)<sub>2</sub>S<sub>8</sub> für Kobellit an. P. RAMDOHR (1955) führt die Formel W. E. NUFFIELD's (1948) an: Pb<sub>6</sub>FeBi<sub>4</sub>Sb<sub>2</sub>S<sub>16</sub>, während H. STRUNZ (1957) eine andere Formel aus derselbn Nuffield's Arbeit angibt: 6PbS.2Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>.Sb<sub>2</sub>S<sub>3</sub>. Es sein hier noch erwähnt, dass die kristallchemischen Formel des Kobellits von dn Raky- und Lak Dolná-Stollen mit der Formel von Gannizzarit [Pb<sub>3</sub>Bi<sub>5</sub>S<sub>11</sub>] (F. V. ČUCHROV et alii, 1960) in dem Verhältnis zwischen den zweiwertigen und dreiwertigen Kationen und dem Schwefel identisch ist; in dieser Formel ist jedoch nicht Sb angeführt. Die Dichtewerte und

TABELLE 5.

## Kristallchemische Formeln des Kobellits von Fichtenhübel

Lokalisation	Pb		Cd		Zn		Fe		Bi		Sb		Bi		Kristallchemische Formel
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	
Raky — Halde	31,03	0,1498	0,17	0,0015	0,61	0,0093	0,68	0,0122	40,79	0,1952	7,87	0,0646	18,85	0,5879	$[(\text{Pb}_{2\cdot803}\text{Cd}_{0\cdot029}\text{Zn}_{0\cdot174})_{3\cdot006}(\text{Bi}_{3\cdot652}\text{Sb}_{1\cdot209}\text{Fe}_{0\cdot228})_{5\cdot089}\text{S}_{11}]$
Lak - Dolná, Halde	32,38	0,1563	—	—	0,02	0,0003	—	—	40,89	0,1957	8,08	0,0664	18,63	0,5813	$[(\text{Pb}_{2\cdot958}\text{Zn}_{0\cdot005})_{2\cdot963}(\text{Bi}_{3\cdot704}\text{Sb}_{1\cdot256})_{4\cdot960}\text{S}_{11}]$
Krištof III - Halde	33,18	0,1601	0,10	0,0009	—	—	0,35	0,0059	33,19	0,1588	13,08	0,1074	20,12	0,6275	$[(\text{Pb}_{2\cdot806}\text{Cd}_{0\cdot015})_{2\cdot821}(\text{Bi}_{2\cdot784}\text{Sb}_{1\cdot889}\text{Fe}_{0\cdot110})_{4\cdot783}\text{S}_{11}]$
Daniel II - Erzgang	32,84	0,1585	0,09	0,0008	0,03	0,0005	2,40	0,0143	38,90	0,1861	7,81	0,0641	17,93	0,5592	$[(\text{Pb}_{3\cdot117}\text{Cd}_{0\cdot015}\text{Zn}_{0\cdot010})_{3\cdot142}(\text{Bi}_{3\cdot661}\text{Sb}_{1\cdot261}\text{Fe}_{0\cdot282})_{5\cdot204}\text{S}_{11}]$
Krištof II - Halde	23,29	0,1124	—	—	0,16	0,0024	1,01	0,0181	53,65	0,2567	4,31	0,0283	17,58	0,5482	$[(\text{Pb}_{2\cdot255}\text{Zn}_{0\cdot048})_{2\cdot303}(\text{Bi}_{5\cdot150}\text{Sb}_{0\cdot568}\text{Fe}_{0\cdot363})_{6\cdot081}\text{S}_{11}]$
Daniel III - Halde	25,76	0,1243	—	—	0,24	0,0037	1,52	0,0272	37,67	0,1754	15,77	0,1295	19,04	0,5938	$[(\text{Pb}_{2\cdot302}\text{Zn}_{0\cdot068})_{2\cdot370}(\text{Bi}_{3\cdot249}\text{Sb}_{2\cdot399}\text{Fe}_{0\cdot504})_{6\cdot152}\text{S}_{11}]$

Bemerkungen zur Tabelle 5: a) Umrechnung auf 100 % nach der Abrechnung der heterogenen Mineralien (Siderit, Arsenopyrit, Chalkopyrit).

b) Atomquotient.

Gitterkonstanten des Cannizzarits sind von denen des Kobellits unterschiedlich.

Da sich die Angaben der kristallchemischen Formeln von Kobellit wesentlich unterscheiden, versuchten wir auf Grund der 6 quantitativen chemischen Analysen von Kobellit die kristallchemische Formel dieses Minerals möglichst genau zu bestimmen. Die von uns ausgerechneten Formeln unterscheiden sich von allen in der Literatur für Kobellit angeführten Formeln, und ebenfalls von den kristallchemischen Formeln anderer Pb-Bi-Sulfosalze, ausser dem obenerwähnten Cannizzarit, dessen Formel unseren Formeln sehr nahe steht. Auf Grund der röntgenographischen Analyse wurden jedoch die studierten Proben verlässlich als Kobellit identifiziert.

Die ersten vier Kobellitproben (d. i. Kobellit von Raky-Halde, Lak Dolná-Stollen, Křištof III-Stollen und Daniel II-Erzgang) zeigen eine grosse Ähnlichkeit der Verhältnisse zwischen dreiwertigen und zweiwertigen Kationen. Der  $R^{III} : R^{II}$  — Quotient beträgt in diesen Proben 1,69; 1,67; 1,68; 1,66. Das entspricht dem Verhältnis  $R^{III} : R^{II} = 5 : 3$ , mit dem Quotient 1,66. Es ist offenbar, dass entweder der Schwefelgehalt im Kobellit nicht konstant ist, oder die heterogenen Sulfide mit abweichendem Schwefelgehalt in der Probe anwesend sind. Weil diese Menge nicht abgerechenbar ist, möchte sie die kristallchemischen Formeln der Kobellite beeinflussen. Die weiteren zwei Kobellitproben (von Křištof II- und Daniel III-Stollen) weichen von den vier obenerwähnten im Verhältnis zwischen den dreiwertigen und zweiwertigen Kationen ab. Dieses Verhältnis beträgt 2,64 und 2,60. Die chemische Zusammensetzung dieser zwei Kobellitproben nähert sich der kristallchemischen Formel  $2PbS_3 (Bi, Sb)_2S_3$ , die J. KOUŘIMSKÝ (1958) für Kobellit angibt. Das Verhältnis zwischen den dreiwertigen und zweiwertigen Kationen nach dieser Formel beträgt 3,00. Es ist also offenbar, dass die von uns studierten Kobellitproben zwei Gruppen darstellen, welche ähnliche Verhältnisse zwischen den dreiwertigen und zweiwertigen Kationen aufweisen.

Man kann den Unterschied zwischen den Literaturangaben der kristallchemischen Formeln von Kobellit und den von uns bestimmten Formeln, wie auch die schwankende chemische Zusammensetzung der von uns studierten Proben, teils durch eine nicht konstante Zusammensetzung, teils durch die Anwesenheit von heterogenen Beimischungen, die man nicht abtrennen kann, erklären.

Alle von uns studierten Kobellitproben enthalten recht winzige Entmischungen von gediegenem Wismut, die manchmal an der wesentlichen Erhöhung des Bi-Gehaltes teilnehmen. Wegen winziger Dimension der Wismutkörner ist die Beseitigung dieser Entmischungen durch Separation, sowie ihre Abtrennung durch rationelle Analyse unmöglich. Ebenfalls ein Versuch der wenigstens annähernden quantitativen Auswertung des Gehaltes von gediegenem Wismut durch planimetrische Analyse brachte wegen winziger Dimensionen dieser Entmischungen keinen Erfolg.

Bei Ätzung einiger Nadelkristalle des Kobellits mit  $HNO_3$  (1 : 1) erschienen „Parkettenstrukturen“, welche die wahrscheinliche Zusammensetzung dieser Kristalle aus zwei verschiedenen Mineralien zeigen. Ein von ihnen ist Kobellit und das zweite könnte ein anderes Mineral sein. Es ist nicht ausgeschlossen, dass es sich um das von M. S. SACHAROVA (1955) beschriebene Mineral vom Typus Rezbanyits handelt, dessen chemische Zusammensetzung.



ist. Diese Vermutung könnte auch die röntgenographische Untersuchung der von uns studierten Kobellite beweisen. In den Röntgenogrammen einiger Kobellitproben wurden einige Linien gefunden, die vielleicht nicht dem Kobellit angehören und den Linien des beschriebenen Minerals nahe stehen (siehe weiteres Kapitel).

Wie es schon in dem Kapitel über die mikroskopische Untersuchung gesagt wurde, entstanden die „Parkettenstrukturen“ wahrscheinlich durch den Zerfall des Kobellits im festen Zustand, namentlich in den vollkommen kristallisierten Individuen des Kobellits. Ebenfalls dieses nicht genau bestimmte Mineral beeinflusst die chemische Zusammensetzung der studierten Proben von Kobellit. Das möchte auch die Ähnlichkeit der chemischen Zusammensetzung dieses Minerals, die M. S. SACHAROVA (1955) angibt (55,50 % Bi, 4,86 % Sb, 22,80 % Pb, 16,30 % S) mit der Zusammensetzung des Kobellits vom Krištof II-stollen beweisen.

Die von uns angegebenen kristallchemischen Formeln von Kobellit schliessen die obenerwähnten heterogenen Beimischungen (gediegenes Wismut und nicht bestimmtes Mineral) ein, womit auch ihre Differenz teils erklärt ist. Eine genauere Bestimmung der kristallchemischen Formeln wird erst dann möglich sein, wenn eine verlässliche rationellanalytische Methode, die die Unterscheidung des Kobellits von gediegenem Wismut und anderen Sulfosalzen ermöglicht, ausgearbeitet werden wird.

Mit Hilfe der quantitativen chemischen Analyse (J. BABČAN, 1960) wurde der Selengehalt im Kobellit aus dem Lak Dolná-Stollen bestimmt — 0,075 % Se. Dieser relativ höhere Wert wundert gar nicht, denn z.B. S. BERGENFELT (1953) Selenkobellit und Selencosalit von Nordschweden (Skelefte District), deren Selengehalt 4—6 % ist, beschrieben hat. Man kann also Selen im Kobellit für isomineral halten (ZD. TRDLIČKA, 1963).

#### *Differentialthermoanalyse des Kobellits*

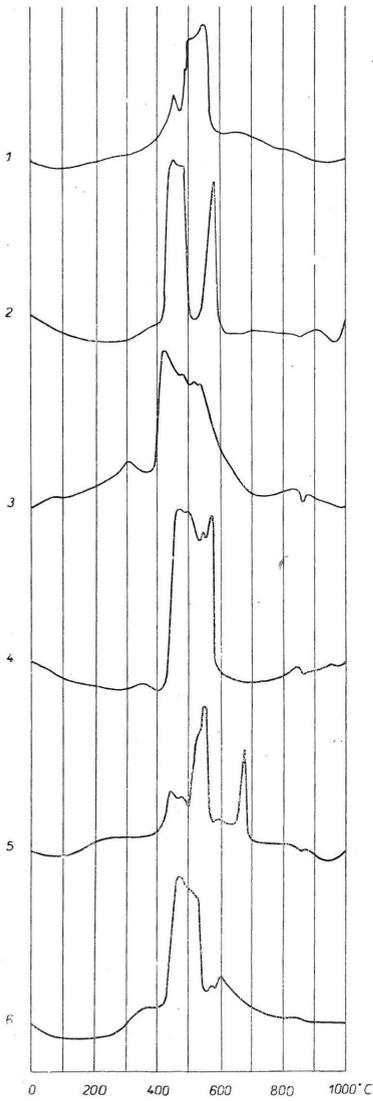
Nach den Literaturangaben wurden die Differentialthermoanalysen des Kobellits bisher nicht durchgeführt. Die differentialthermoanalytischen Kurven zeigen auf der Luft zwei exothermischen Effekte im Temperaturintervall 390—570° C und 500—710° C. Beide Effekte sind am meisten sehr scharf und sind durch einen grösseren oder kleineren Temperaturstillstand voneinander getrennt (Tabelle 6). Auf den eigenen exothermischen Effekten, sowie im Anfangs- und Endstadium der differentialthermoanalytischen Kurven, erscheinen noch weitere „Nebeneffekte“, die den Reaktionszersetzungsprodukten von Kobellit oder dem heterogenen Siderit gehören. Die genaue Diskussion der Änderungen während der Differentialthermoanalyse bleibt zu dieser Zeit noch offen, da wir nur sehr wenig Material zur Verfügung gehabt haben. Den Verlauf der differentialthermoanalytischen Kurven zeigt Tabelle 6.

#### *Röntgenographisches Studium*

Röntgenographisch wurden fünf Kobellitproben, deren Chemismus durch quantitative chemische Analyse bestimmt worden war, analysiert. Die Ergebnisse der röntgenographischen Analysen bringt die Tabelle 7, in welcher die röntgenographischen Analysen des Kobellits von den Erzrevieren Rožňava (F. NOVÁK, 1961) und Hummel (J. HAK — F. KUPKA, 1957), die mit den Fichtenhübel-Erzgebiet benachbar sind, auch zum Vergleich eingeführt werden. Weiter werden

TABELLE 6.

Differentialthermoanalytische Kurven des Kobellits



Lokatisation der Proben:

1. Krištof II-Stollen, Halde.
2. Krištof III-Stollen, Halde.
3. Konštancia Nová-Stollen, Querschlag  
beim Firstpunkte 30.
4. Daniel III-Stollen, Halde.
5. Lak Dolná-Stollen, Halde.
6. Raky-Stollen, Halde.

unsere Ergebnisse mit d-Werten des Kobellits aus Hvena (Schweden) von E. W. NUFFIELD (1948) verglichen. Weil aber Kobellit von Fichtenhübel verschiedene heterogene Nebenbestandteile (Beimischungen) von manchen gangartigen Mineralien, wie Siderit, Quarz, Co-Arsenopyrit, Pyrrhotin und gediegenes Wismut, enthält, sind auch d-Werte dieser Mineralien, die aus dem Kompendium von V. I. MICHEJEV (1957) übergenommen wurden, beigegeben. Auch manche Bi-Mineralien, die in kleinen Mengen während des Kobellitzerfalls entmischt werden möchten, könnten den erhöhten Wismutgehalt neben dem gediegenen Wismut — wie es schon in dem Kapitel über den Chemismus des Kobellits gesagt wurde — verursachen; es handelt sich um Mineralien aus der Gruppe des Galenobismuthins oder des Rezbanyits. Deshalb wurden die Röntgenogramme von diesen beiden Mineralien in die Tabelle 7 eingliedert. Weiter enthält diese Tabelle auch die berechneten d-Werte von allen Kobellitproben von Fichtenhübel.

Aus den Ergebnissen der Röntgenstrukturanalysen aller Kobellitproben kann man eine gute Übereinstimmung nicht nur in d-Werten, sondern auch in Intensitäten beobachten. In manchen Fällen sind jedoch die d-Werte und die entsprechenden Intensitäten gegenüber denen, die von E. W. NUFFIELD (1948) eingeführt werden, ein wenig verändert und zwar durch variable Beimengungen von heterogenen Bestandteilen, besonders von Siderit und Quarz. Die gemessenen und berechneten d-Werte stimmen am meisten sehr gut überein, wodurch ein Beweis über die Richtigkeit der benützten Gitterkonstanten und Millerschen Indizes gegeben ist.

Eine Hypothese, dass bei dem Zerfall des Kobellits in der festen Phase eine teilweise Entmischung anderes Bi-Minerals entstand (zum Beispiel des Rezbanyits oder Galenobismuthins), bestätigen manche Linien, die in der Literatur für Kobellit nicht eingeführt werden, die den heterogenen Beimischungen wie Siderit, Quarz u. a.) nicht gehören, und welche mit den starken Linien des Rezbanyits und des Galenobismuthins (M. S. SACHAROVA, 1955. V. I. MICHEJEV, 1957) zusammenfallen. Es handelt sich um die Linien mit folgenden d-Werten: 3,37, 3,10, 2,77, 2,51, 2,01, 1,97 Å usw. Diese Beobachtung hängt wahrscheinlich mit der Zusammensetzung der nadelförmigen und stengeligen Kobellitkristalle, die bei der Ätzung mit  $\text{HNO}_3$  (1:1) eine „Parkentenstruktur“ aufweisen, zusammen. Diese Kristalle könnten neben Kobellit auch Galenobismuthin und Rezbanyit enthalten. Dieser Problem bleibt noch offen, weil wir nur wenig brauchbares Material zur Verfügung gehabt haben.

In den Röntgenaufnahmen des Kobellits wurden noch zwei weitere, verhältnismässig intensive Linien mit  $d = 3,57$  und  $2,73$  Å festgestellt. Diese Linien gehören keinem aus den mit Kobellit in Assoziation stehenden Mineralien. Es bleibt also die einzige Möglichkeit übrig, diese Linien dem Kobellit zu zuschreiben. Es scheint uns, dass die erste Linie ( $d = 3,57$  Å) in den früheren Studien über Kobellit (besonders aus dem Zips-Gömörer Erzgebirge) für eine Sideritlinie gehalten wurde, und zwar infolge der Benützung einer Kamera mit kleiner Dispersion. Für diese Linie wurden durch Berechnung die Millerschen Indizes (141) oder (231) bestimmt. Die beiden Indizes sind mit der Rücksicht auf die entsprechende Raumgruppe  $D_{13/2h} - Pnmm$  und auf den Strukturfaktor zuverlässig<sup>2)</sup>. Die Beobachtung, dass bei der vorangehenden Linie ( $d = 3,587$  —

---

<sup>2)</sup> Internationale Tabellen zur Bestimmung von Kristallstrukturen. Bornträger Berlin, 1935. Bell and Sons, Ltd, London. Presses Universitaires, Paris. Chem. Cat. Comp., New York, N. V. Noord-holl. Uitgevers Maatsch., Amsterdam.



3,623 Å] die relative Intensität von 8 zu 1 sinkt, zeigt, dass diese Linie dem Siderit gehört, denn ihre Intensität dem Sideritgehalt proportional entspricht. Im Gegensatz zeigt die folgende Linie ( $d = 3,57 \text{ \AA}$ ) grundsätzlich die gleiche Intensität, woraus folgt, dass es sich um eine Kobellitlinie handelt. Für die zweite, für Kobellit neue Linie wurden durch Berechnung die Millerschen Indizes (381) und (611) bestimmt. Die beiden Indizes sind auch nach dem Strukturfaktor zuverlässig. Man muss bemerken, dass beide Linien erst durch Benützung der Kamera nach Guinier — de Wolff beobachtet werden konnten.

Aus den Röntgenaufnahmen wurden weiter die Gitterkonstanten aus den Netzebeneabständen  $d(3.14.0)$ ,  $d(811)$  und  $d(10.0.0)$  berechnet (Tabelle 8). Aus dieser Tabelle, wo auch die Gitterkonstanten des Kobellits nach H. STRUNZ (1957) eingeführt sind, folgt, dass die Gitterkonstanten  $a_0$  und  $c_0$  sehr gut überein sind. Diese Unterschiede kann man durch verschiedenen Chemismus der Kobellitproben erklären. Grössere Unterschiede beobachtet man zwischen den Konstanten  $b_0$  der Kobellitproben erklären. Ihre genaue Diskussion wäre — infolge des bunten Chemismus des Kobellits — doch ein wenig schwierig. Die Beobachtung, dass die Gitterkonstanten  $a_0$ ,  $b_0$  und  $c_0$  von allen Kobellitproben von Fichtenhübel einander sehr ähnlich sind, zeigt, dass der höhere Wismutgehalt vor allem im heterogenen Gehalt des gediegenen Wismuts oder eines weiteren Bi-Minerals (wie Rezbanyit oder Galenobismuthin), den man nicht quantitativ abtrennen und bestimmen gelang, ruht. Die kristallchemischen Formeln enthalten also auch denjenigen Wismutgehalt, der auf die obenerwähnten entmischten Mineralien gebunden ist.

Aus den Röntgenaufnahmen aller fünf Kobellite wurden nach der bekannten Formel die Gitterkonstanten berechnet. Ihre Werte sind den in der Literatur für Kobellit angegebenen Werten sehr ähnlich (W. E. NUFFIELD, 1948) (Tabelle 8). Weil aber der von uns angegebene Chemismus von dem von W. E. NUFFIELD (1948) und A. SCHÜLLER (1954) beschriebenen ein wenig verschieden ist und weil er dem Chemismus von anderen Pb — Bi — Sulfosalzen (z. B. von Galenobismuthin, Cannizzarit) ähnlich ist, wurden die Gitterkonstanten des Kobellits von Fichtenhübel mit den Gitterkonstanten anderer Sulfosalze (z. B. Galenobismuthin oder Cannizzarit) verglichen (Tabelle 9). In dieser Tabelle ist nicht „Lillianit“, der schon wegen seiner Identität mit Galenobismuthin diskreditiert wurde (A. G. BERRY, 1940, H. STRUNZ, 1957), angeführt. Aus diesem Vergleich ist es ersichtlich, dass die Gitterkonstanten des Kobellits von Fichtenhübel mit den Gitterkonstanten von W. E. NUFFIELD (1948) angeführtem Kobel-

**TABELLE 8.**  
Gitterkonstanten des Kobellits

Lokalisation der Proben	Gitterkonstanten in Å		
	$a_0$	$b_0$	$c_0$
Raky — Stollen, Halde	22,52	34,42	4,04
Raky — Stollen, Daniel II — Erzgang	22,52	34,42	4,01
Krištof II — Stollen, Halde	22,63	34,36	3,98
Daniel III — Stollen, Halde	22,52	34,47	4,03
Lak Dolná — Stollen, Halde	22,58	34,51	3,99
Literaturangaben			
H. Strunz (1957)	22,60	34,08	4,02

lit in guter Übereinstimmung stehen. Im Gegenteil beobachtet man einen grundsätzlichen Unterschied von den Gitterkonstanten anderer Sulfosalze. Daraus kann man entnehmen, dass die Identität des Kobellits von Fichtenhübel mit anderen angeführten sulfidischen Mineralien ausgeschlossen ist.

Es scheint uns wahrscheinlich zu sein, dass die Unterschiede im Chemismus des Kobellits in heterogenen Beimischungen oder bei nadelartigen Individuen auch in der Zusammenwachsung des Kobellits mit anderem optisch und chemisch ähnlichem bisher unbestimmtem Mineral ihren Grund haben. Detailstruktur des nadelartigen Kobellits wird weiter studiert werden.

TABELLE 9.

Vergleich der Gitterkonstanten des Kobellits von Fichtenhübel mit den Gitterkonstanten anderer Pb - Bi - Sulfosalze.

Mineral	Autor	Chemische Formel	Gitterkonstanten in Å		
			a <sub>0</sub>	b <sub>0</sub>	c <sub>0</sub>
Cannizzarit Cannizzarit	H. Strunz (1957) <sup>1</sup> H. Strunz (1957) <sup>1</sup>	Pb <sub>3</sub> Bi <sub>5</sub> S <sub>11</sub>	4,13 7,07	4,10 4,10	15,5 15,5
Galenobismuthin Galenobismuthin Galenobismuthin	L. G. Berry (1940) F. V. Čuchrov et alii (1960) <sup>2</sup> Y. Iitaka — — W. Nowacki (1962)	PbBi <sub>2</sub> S <sub>4</sub>	11,72 11,67 11,79	14,52 14,50 14,59	4,07 4,08 4,10
Cosalit Cosalit	L. G. Berry (1939) G. Weitz - E. Hellner (1960)	Pb <sub>2</sub> Bi <sub>2</sub> S <sub>5</sub>	19,07 19,10	23,87 23,91	4,06 4,06
Kobellit Kobellit Kobellit	W. E. Nuffield (1948) (Fichtenhübel) (Fichtenhübel)	6 PbS.FeS. 2 Bi <sub>2</sub> S <sub>3</sub> .Sb <sub>2</sub> S <sub>3</sub> R <sup>III</sup> : R <sup>II</sup> = 5 : 3 <sup>3</sup> R <sup>III</sup> : R <sup>II</sup> = 6 : 2 <sup>3</sup>	22,60 22,54 <sup>4</sup> 22,58 <sup>4</sup>	34,08 34,45 <sup>4</sup> 34,42 <sup>4</sup>	4,02 4,01 <sup>4</sup> 4,00 <sup>4</sup>

Bemerkungen zur Tabelle 9:

- 1) Übernommen aus: A. R. Graham — R. M. Thompson — L. G. Berry (1953), Amer. Min., v. 38 p. 536.
- 2) Übernommen aus: F. C. Wickman (1952), Ark., Min., Geol., v. 1, p. 219.
- 3) Es werden nur Kationenverhältnisse angeführt.
- 4) Durchschnittliche Werte.

### Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wird das mineralogisch-chemische Detailstudium des Kobellits vom Fichtenhübel-Lagerstättengebiet behandelt. Kobellit gehört zu ganz gewöhnlichen sulfidischen Mineralien der Siderit — Quarz — Gänge dieses Erzgebietes. Aus dieser Erforschung kann man folgende Abschlüsse machen:

1. Kobellit bildet in Siderit und Quarz stängelige, stahlgraue, metallglänzende Aggregate (mit dem bläulichen Stich), die örtlich in die nadelförmige bis feinfaserige Form übergehen. Oft wurden auch netzartiges Gebilde, Äderchen

und körnige Aggregate beobachtet. Selten wurden auch die Kobellitkristalle in den Siderithohlräumen gefunden.

2. Die morphologischen und optischen Eigenschaften und das Ätzverhalten des Kobellits sind in einer guten Übereinstimmung mit den Literaturangaben für dieses Mineral (P. RAMDOHR, 1955). Sehr oft kann man eine Kobellitzerzeugung zum feinkörnigen gediegenen Wismut beobachten.

3. Kobellit umwächst und verdrängt die älteren Gangminerale: Arsenopyrit, Pyrit I, II, Markasit I, Siderit, Pyrrhotin II, Sphalerit und den grössten Teil des Quarzes, und wird von Chalkopyrit und Tetraedrit verdrängt. Mit dem Jamesonit hat er ein praktisch gleichzeitiges Kristallisationsintervall.

4. Die Dichtewerte des Kobellits, welche mittels Pyknometermethode bestimmt wurden, schwanken von 5,78 bis zu 6,48.

5. Aus den durch qualitative Spektralanalyse bestimmten Elementen in 15 Kobellitproben von Fichtenhübel kann man folgende für isominerale halten: Ag, grössten Anteil von Cd und Zn, teils Hg, kleinen Anteil von Fe, Tl, Te und vielleicht In und Sn.

6. Es wurden die quantitativen chemischen Analysen von 6 Kobellitproben durchgeführt (Tab. 4). Aus den Ergebnissen dieser Analysen wurden die kristallchemischen Formeln berechnet (Tab. 5).

7. Die DTA — Kurven werden durch zwei exothermische Effekte im Temperaturintervall 390—570°C und 500—710°C charakterisiert. Beide Effekte sind am meisten sehr scharf und sind durch einen grösseren oder kleineren Temperaturstillstand voneinander getrennt (Tab. 6).

8. Aus den Röntgenaufnahmen von 5 Kobellitproben wurden folgende Gitterkonstanten berechnet:  $a_0 = 22,52\text{--}2263 \text{ \AA}$ ,  $b_0 = 34,36\text{--}34,51 \text{ \AA}$ ,  $c_0 = 3,98\text{--}4,04 \text{ \AA}$ . Diese Konstanten stimmen gut mit den Literaturangaben überein (H. STRUNZ, 1957).

Am Schluss freuen sich die Verfasser an dieser Stelle Herrn J. Zavacký für eine opferwillige Hilfe bei der Probenabnahme im Terrain, dem Arbeitskollektiv des spektrographischen Laboratoriums ÚNS für die Durchführung der Analysen, und Herrn Ing. J. Vtělenský für die Korrektur unserer Arbeit herzlichen Dank ausdrücken zu können. Die Verfasser sind auch Herrn L. Pilař für die Photographienausfertigung und Fräulein D. Matoušová für die Hilfe bei der Berechnung der neuen Kobellitlinien sehr zu Dank verpflichtet.

Institut für Mineralrohstoffe, Kutná Hora

#### LITERATUR

- Babčan J. (1960): Příspěvek k otázce zdrojů selenu v ČSSR. ÚNS Kutná Hora (unveröffentlichter Bericht).
- Bergenfelt S. (1953): Om förekomsten av selen i skelleftefältets sulfidmalmer. Geol. Fören. Förhandl., v. 75, pp. 327—359.
- Bernard J. H. (1957): O isomorfním zastupování prvků ve skupině tetraedritu. Rozpr. ČSAV, no. 3, pp. 1—7.
- Berry L. G. (1939): Studies of mineral sulpho-salts. I. Cosalite from Canada and Sweden. Univ. Toronto Studies Geol. Ser., no. 42, pp. 23—30.
- Berry L. G. (1940): Studies of mineral sulpho-salts. IV. Galenobismutite and „Lillianite“. Amer. Min., v. 25, pp. 726—734.
- Bětěchtin A. G. (1950): Mineralogija. Moskva.

- Čuchrov F. V., et alii (1960): *Miněraly — spravoočnik*, v. I. Moskva.
- Drnzíková L. (1958): Zpráva o mineralogickom štúdiu žil „Michal“ a „Konštancia“ ložiska Fichtenhübel. Geol. průzkum, Spišská Nová Ves (unveröffentlicher Bericht).
- Drnzíková L. (1960): persönliche Mitteilung.
- Hak J. — Kupka F. (1957): Identifikace kobellitu z Hummelu ve Spišsko-gemerském rudohoří. Čas. pro min. a geol., no. 1, pp. 16—20.
- Hofmann A. — Slavík F. (1913): O zlatonosném obvodu Kasejovickém. II. díl. Rozpr. II. tř. Č. A., no. 19, p. 23.
- Iitaka Y. - Nowacki W. (1962): A redetermination of the crystal structure of galenobismutite,  $PbBi_2S_4$ . Acta Cryst., v. 15, pp. 691—698.
- Ilavský J., et alii (1960): Vysvetlivky ku generalnej mape nerastných surovín 1 : 200.000. Část Karpaty. List M — 34—XXVII, Vysoké Tatry. GÚDŠ (unveröffentlicher Bericht).
- Keller (1889): in Dana's Monographie (1951).
- Kouřimský J. (1958): Nerosty. II. Praha.
- Kupka F. (1960): Příspěvek k diferenční termické analýze korosivních látek. Silikáty, v. 4, pp. 176—179.
- Kupka F. (1962): Některé problémy diferenční termické analýsy sulfidů. Silikáty, v. 6, pp. 58—62.
- Markova E. A. (1960): Selen i tellur v rudach kobaItto-myšjakogo městorožděníja. Zap. Zap. vses. min. obšč., II. Ser., no. 5, pp. 602—605.
- Michejev V. I. (1957): Rentgenometričeskij opreděliteľ miněralov. Moskva.
- Mokrý Th. (1925—26): Zlatonosná hornina lesní oblasti velkostatku Kasejovického a Lnářského v okrese Blatenském. Otavan, pp. 58—59.
- Morávek P. (1956): Vismutové minerály ze Slojříské žily v oblasti dolu Pepř u Jílového. Čas. pro min. a geol., no. 3, pp. 223—232.
- Návesňak J. — Kotras J. (1959): Výpočet zásob a projekt na etapu predbežného prieskumu z ložiska Fichtenhübel Cu a Fe so stavom 1. VII. 1959. Geol. průzkum, Spišská Nová Ves (unveröffentlicher Bericht).
- Němec D. (1958): Paragenetické poměry primárních minerálů na severozápadní řimbabské žile (u Bohutína). Práce brněnské základny ČSAV, Brno.
- Novák F. (1961): Kobellit ze žily Mária u Rožňavy. Věst. ÚÚG, no. 2, pp. 97—107.
- Nuffield W. A. (1948): Observations on Kobellite. Univ. Toronto Studies Geol. Ser., no. 52, pp. 86—91.
- Palache Ch. — Berman H. — Frondel C. (1951): The System of Mineralogy of J. D. Dana and E. S. Dana Yale University 1837—1892. I. (russische Überstezung, Moskau, 1951).
- Plecko A. V. (1959): Tallijsoděržaščije sulfidnyje miněraly Tadžikistana. Zap. Tadž. otd. vses. min. obšč., no. 1, pp. 41—45.
- Ramdohr P. (1955): Die Erzminerale und ihre Verwachsungen. Berlin.
- Rammelsberg (1875): in Dana's Monographie (1951).
- Rankama K. — Sahama Th. G. (1952): Geochemistry. Chicago.
- Sacharova M. S. (1955): O bismutových sulfosoljach ustarajskogo městorožděníja. Trudy min. muz., no. 7, pp. 112—126.
- Sättelberg (1834): in Dana's Monographie (1951).
- Schüller A. (1954): Die Eigenschaften der Minerale. II. Berlin.
- Strunz H. (1957): Mineralogische Tabellen. Leipzig.
- Trdlička Zd. (1960): Výzkum charakteristiky rud ložiskové oblasti Smrekový vrch — Hummel. ŮNS Kutná Hora (unveröffentlicher Bericht).
- Trdlička Zd. (1962): Mineralogicko-geochemický výzkum masku a polymetalického zrudnění na ložiskách magnésitu na Slovensku. Geol. práce, no. 24, pp. 5—69.
- Trdlička Zd. (1963): Selen v sulfidických minerálech ložiskové oblasti Fichtenhübel. Věst. ÚÚG, no. 1, pp. 37—40.
- Trdlička Zd. — Kupka F. (1957): Kobellit a ryzí vismut z lokality Fichtenhübel na Slovensku. Sborník ÚÚG k osmdesátinám akademika F. Slavíka, pp. 453—466.
- Trdlička Zd. — Litomiský J. (1959): Příspěvek k mineralogii železníku a jeho okolí (Slovenské rudohoří). Čas. pro min. a geol., no. 1, pp. 70—85.
- Varček C. (1957): Prehľad paragenetických pomerov rudných ložísk Gemera. Geol. práce, no. 46, pp. 107—131.
- Weitz G. — Hellner E. (1960): Über komplex zusammengesetzte sulfidische Erze. VII. Zur Kristallstruktur des Cosalits,  $Pb_2Bi_2S_5$ . Zeitschr. f. Krist., v. 113, pp. 385—402.

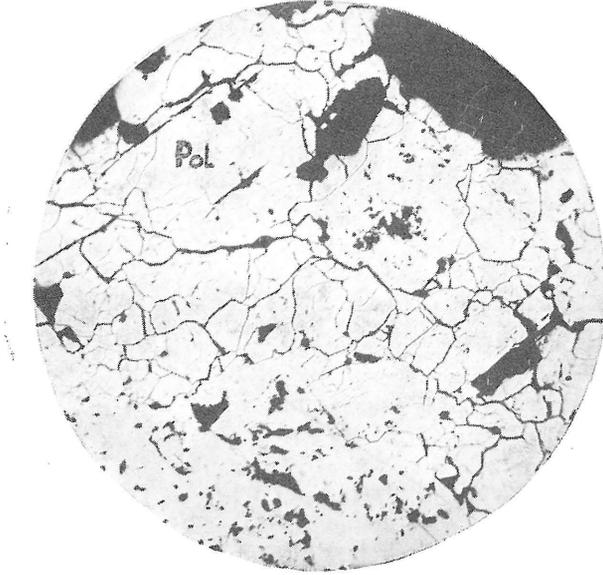


Abb. 1: Charakter der Polydymitkörner „(Pol)“; Pyrrhotin ist hellgrau, die Gesteinsminerale sind schwarz. Anschliff ohne Nicols, Vergr. 70 mal. Kunratice.

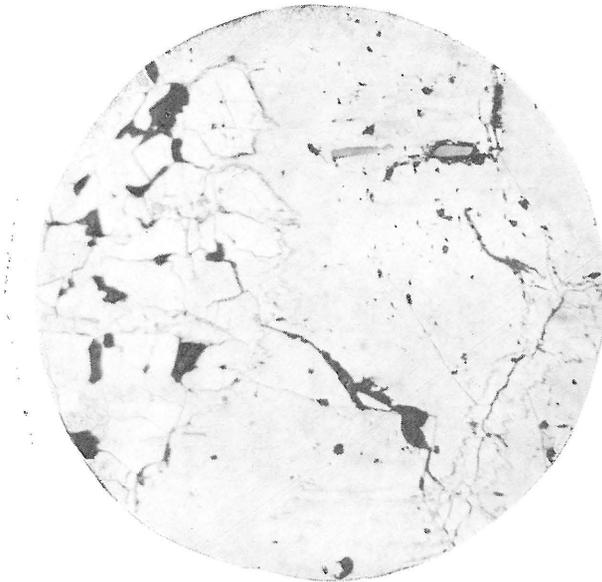


Abb. 2: Fiederförmige Aggregate des Polydymits (weissgrau) im Pyrrhotin (hellgrau). Graue und schwarze Körner gehören zu den Gesteinsmineralien. Anschliff, ohne Nicols, Vergr. 80 mal. Rožany.

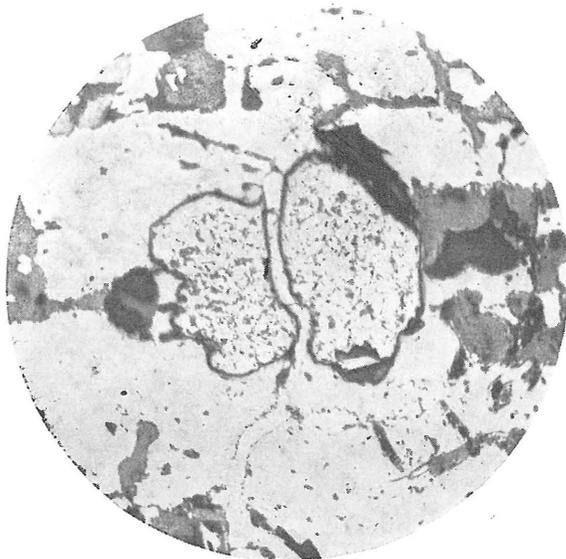


Abb. 3: Das Polydymitäderchen dringt Pyritkorn (rauhe Oberfläche) und Pyrrhotin (hellgrau) durch. Anschliff, ohne Nicols, Vergr. 30 mal. Rožany.



Abb. 4: Das Durchdringen von Sulfiden (einschliesslich des Polydymits) in den Titanomagnetit-Kristall mit der Ilmenitkruste Anschliff, ohne Niclos, Vergr. 70 mal. Kunratice.

Photo: L. Pilař.

Zdeněk Trdlíčka, Milan Kvaček, František Kupka: Mineralogicko-chemický výzkum kobellitu ze sideritových žil rudní oblasti „Smrekový vrch“ (Fichtenhübel), Spišsko-gemerské rudohoří, ČSSR. Mineralogisch-chemische Erforschung des Kobellits aus den Sideritgängen des Fichtenhübel-Erzgebietes (Spišsko-gemerské rudohoří) ČSSR.

TAFEL I.



Abb. 1. Nadelförmige Aggregate von Kobellit im Sider thohlräume. Vergr. 5 mal. Konštancia Nová-Stollen, Halde.



Abb. 2. Stengelige bis nadelige Aggregate von Kobellit (weiss) im Siderit (dunkelgrau). Die Körner mit der rauhen Oberfläche gehören zum Pyrit. Anschliff, ohne Nicols, Vergr. 60 mal. Krištof III — Stollen, Halde.

Zdeněk Trdlička, Milan Kvaček, František Kupka: Mineralogicko-chemický výzkum kobellitu ze sideritových žil rudní oblasti „Smrekový vrch“ (Fichtenhübel), Spišsko-gemerské rudohoří, ČSSR. Mineralogisch-chemische Erforschung des Kobellits aus den Sideritgängen des Fichtenhübel-Erzgebietes (Spišsko-gemerské rudohoří) ČSSR.

TAFEL II.



Abb. 3. Kobellitgängchen im Siderit. Anschliff, ohne Nicols, Vergr. 20 mal. Raky-Stollen Ausrichtungsstrecke gegen West.



Abb. 4. Stengelige Aggregate von Kobellit mit der ausgezeichneten Spaltbarkeit im Siderit (fast schwarz). Anschliff, ohne Nicols, Vergr. 50 mal. Krištof II — Stollen, Halde.

Zdeněk Trdlička, Milan Kvaček, František Kupka: Mineralogicko-chemický výzkum kobellitu ze sideritových žil rudní oblasti „Smrekový vrch“ (Fichtenhübel), Spišsko-gemerské rudohoří, ČSSR. Mineralogisch-chemische Erforschung des Kobellits aus den Sideritgängen des Fichtenhübel-Erzgebietes (Spišsko-gemerské rudohoří) ČSSR.

TAFEL III.

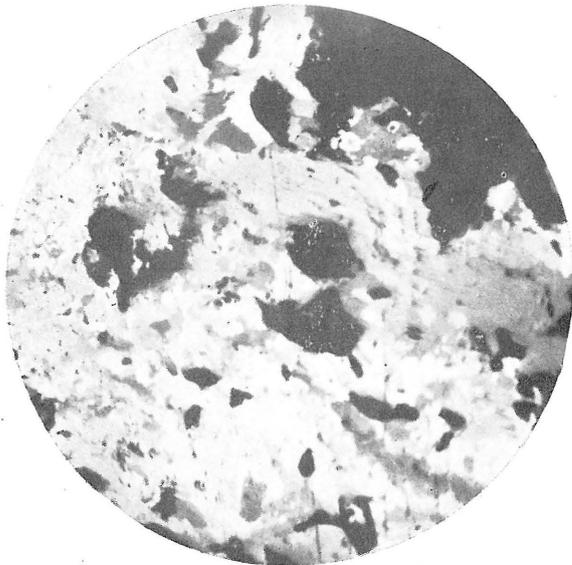


Abb. 5. Die Verwachsungsstruktur der allotriomorphen Kobellitkörner. Siderit ist ganz schwarz. Anschliff, gekreuzte Nicols, Vergr. 120 mal. Konštancia Nová — Stollen, Halde.



Abb. 6. Kobellit (weissgrau) verdrängt Siderit (dunkelgrau). Anschliff, ohne Nicols, Vergr. 130 mal. Konštancia Nová — Stollen, Halde.

Zdeněk Trdlíčka, Milan Kvaček, František Kupka: Mineralogicko-chemický výzkum kobellitu ze sideritových žil rudní oblasti „Smrekový vrch“ (Fichtenhübel), Spišsko-gemerské rudohoří, ČSSR. Mineralogisch-chemische Erforschung des Kobellits aus den Sideritgängen des Fichtenhübel-Erzgebietes (Spišsko-gemerské rudohoří) ČSSR.

TAFEL IV.



Abb. 7. Arsenopyrit (weiss) wird von Kobellit (weissgrau) selektiv verdrängt. Siderit ist dunkelgrau. Anschliff, ohne Nicols, Vergr. 130 mal. Krištof II — Stollen, Halde.

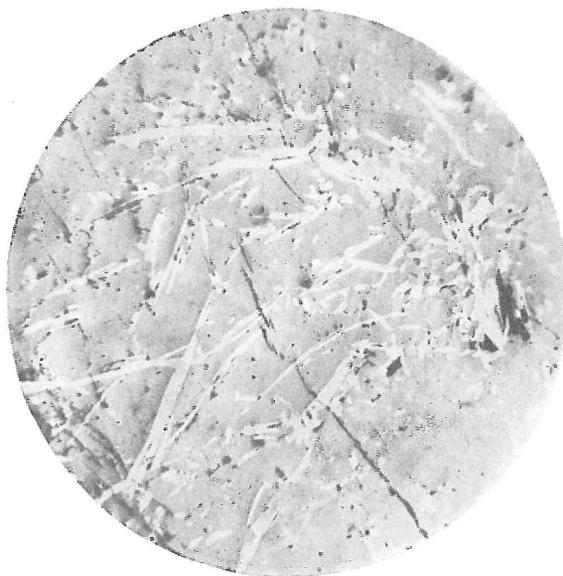


Abb. 8. Kobellitnadeln (weissgrau) im Tetraedrit (grau). Anschliff, ohne Nicols, Vergr. 130 mal. Konštanca Nová — Stollen, Querschlag beim Firstpunkte 30.

Zdeněk Trdlička, Milan Kvaček, František Kupka: Mineralogicko-chemický výzkum kobellitu ze sideritových žil rudní oblasti „Smrekový vrch“ (Fichtenhübel), Spišsko-gemerské rudohoří, ČSSR. Mineralogisch-chemische Erforschung des Kobellits aus den Sideritgängen des Fichtenhübel-Erzgebietes (Spišsko-gemerské rudohoří) ČSSR.

TAFEL V.

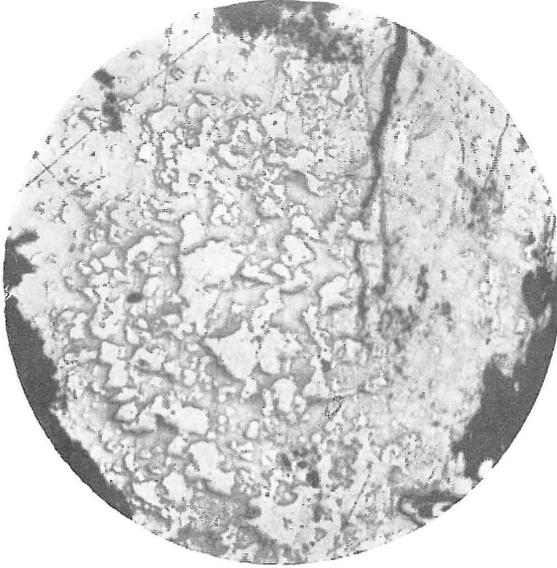


Abb. 9. Kobellitzersetzung in feinkörniges gediegenes Wismut (weiss). Kobellit ist grau-weiss, Siderit fast schwarz. Anschliff, ohne Nicols, Vergr. 130 mal. Kornelia III — Stolten Halde.



Abb. 10. Die supergene Umwandlung von Kobellit. Siderit ist grau. Anschliff, ohne Nicols, Vergr. 60 mal. Pingenzug oberhalb des X — Stollens.

Photo: L. Pilař

TABELLE 3.

Qualitative Spektralanalyse des Kobellits

Probe	Ag	Al	As	Au	Ba	Bi	Ca	Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Ga	Ge	Hg	In	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	Pb	Sb	Si	Sn	Sr	Te	Ti	Tl	V	Y	Yb	Zn
1	○	○	■	?	•	■	●	○	■	●	■	■			z		●	●			•	■	●	•		•				z	•	•	
2	○	●	●		•	■	○	○	●	•	●	■	•		z		●	○		•	•	■	●	•		z	•						
3	○	•	■			■	○	○	•	•	■	■					●	○			•	■	●	•		•					z	○	
4	●	○	●			■	○	○	•	•	■	■			○		●	○			•	■	●	•		•					•	•	
5	■	○	●	•		■	●	●	○	•	■	■				•	■	●			•	■	●	•		•	•	•	z	○	○	○	
6	●	○	●			■	●	●	○	•	●	■			•		■	■			•	■	●	•		•	•					○	
7	●	■	○		•	■	○	○	•	•	■	■	•		•	•	○	○			•	■	●	•		•	•	•				○	
8	●	●	•			■	○	○	•	•	■	●			○	•	•	•			•	■	●	•		•	•	z		z	○	○	
9	●	○		z	•	■	○	○	•	•	●	●			○	○	•	•			•	■	●	•		•	•	•	•	z	z	○	
10	●	●	■		•	■	○	•	•	•	■	■			•	•	●	○			•	■	●	•		•	•	•				●	
11	●	●	■			■	○	○	○	•	■	■			z	z	•	●	●		•	■	●	•		•	•	z		z	○	○	
12	●	○			•	■	●	○			■	■			•		●	○			•	■	●	•		z	•					○	
13	●	○	○			■	●	■	○		■	■			•	•	●	○			•	■	●	•		○	•					○	
14	●	●	•			■	○	○			■	■			○	•	○	○			•	■	●	•		•	•					•	
15	●	○	z		z	■	●	•			■	■				○	○	●			•	■	●	•		•	•				•	•	
16	○	•	○			■	○	○	•		●	■			○	○	○	○			•	■	●	•		○	•					•	
17	○	○			•	■	○	○			●	■			●	•	•	•			•	■	●	•		•	•					○	

Ranggruppen der festgestellten Elemente

■	x0 %	○	0,0x %
■	x %	•	<0,00x %
●	0,0x %	z	problematisch

Bemerkung zur Tabelle 3: Negative Elemente in allen Proben: B, Be, F, K, Li, Nb, P, Sc, Ta, U, W, Zr.

Lokalisation der Proben:

1. Raky-Stollen, Halde.
2. Raky-Stollen, Halde (graubrauner Kobellit).
3. Krištof I-Stollen, Halde.
4. Krištof II-Stollen, Halde.
5. Krištof III-Stollen, Halde.
6. Krištof IV-Stollen, Halde.
7. Konštancia Nová-Stollen, Querschlag beim Firstpunkte 30 (nadelige Aggregate)
8. Konštancia Nová-Stollen, Querschlag beim Firstpunkte 30 (feinfaserige Aggregate).
9. Konštancia Nová-Stollen, Querschlag beim Firstpunkte 30 (stengelige Aggregate).
10. Konštancia Nová-Stollen, Halde.
11. Pingenzug oberhalb des X-Stollens.
12. Daniel V-Stollen, Halde.
13. Daniel III-Stollen, Halde.
14. Lak Dolná-Stollen, Halde.
15. Raky-Stollen, Daniel II-Erzgang.
16. Kobellit von Hummel-Lagerstätte (J. Hak — F. Kupka, 1958).
17. Kobellit von Mária-Lagerstätte bei Rožňava (F. Novák, 1960, 1961).