

Antimon- und bismuthältige Sulfosalze aus dem Vetterbergbau bei Schladming, Steiermark

Von Tobias SCHACHINGER & Werner H. PAAR

Zusammenfassung

Im Untertagebereich des Ni-Co-(Ag)-Bergbaues Vetter im Schladminger Kristallin, Steiermark, konnten an mehreren Stellen antimon- und bismuthältige Sulfosalzmineralisationen als vermutlich jüngere Begleiter der Nickelvererzung entdeckt werden. Sie kommen zusammen mit kobalthältigem Arsenopyrit (Var. „Danaït“), Galenit, Chalkopyrit und Sphalerit vor. Durch Untersuchungen mit der Elektronen-Mikrosonde wurden Andorit-Gustavit, Boulangerit, Jamesonit (Bi), Jaskólskiit, Kobellit-Tintinait, Krupkait, Meneghinit und Tetraedrit in Paragenese mit Bismuthinit und Bismut nachgewiesen. Die Nickelerze bestehen aus Gersdorffit, Nickelin, Breithauptit, Pararamelsbergit und Ullmannit. Die Kristallisation der Sulfosalze erfolgte vermutlich während einer Spätphase der Alpidischen Metamorphose und der damit zusammenhängenden Mobilisation von Metallen.

Abstract

Sulfosalts with bismuth and antimony have been observed at various locations underground at the Ni-Co-(Ag) mine Vetter located within the mountain ranges of Schladming, Styria. They are associated with nickel minerals and ubiquitous cobalt-bearing arsenopyrite (“danaite”), galena, chalcopyrite and sphalerite. The gangue is ankerite.

Using the electron microprobe, the following species could be identified: Andorite-gustavite, boulangerite, jamesonite (Bi), jaskólskiite, kobellite-tintinaite, krupkaite, meneghinite, tetraedrite, and bismuthinite, bismuth. The Ni minerals are gersdorffite, niccolite, breithauptite, pararamelsbergite and ullmannite. The formation of the sulfosalt assemblage is probably a result of the Alpidic metamorphism, the creation of fluids and the contemporaneous mobilization and precipitation of metals.

Geologischer Rahmen

Die Ni-Co-Bi-(Ag)-Vererzungen von Zinkwand-Vetter im Kristallengebiet der Schladminger Tauern werden als eigenständiger Typus zusammengefasst („Typus 4“, MANDL et al. 2014). Sie unterscheiden sich genetisch und altersmäßig von anderen Vererzungstypen in diesem Gebirge (FRIEDRICH 1933, 1967, 1969, 1975, 1979). Nach den Untersuchungen von SCHEDL (1981) dominieren im Bereich von Zinkwand-Vetter Metavulkanite (Plagioklasgneise und Amphibolite). Innerhalb dieser Gesteine treten grafitreiche Quarzphyllite („Branden“) auf, die durch feinkörnige Lagen und Imprägnationen von Pyrit und Pyrrhotin charakterisiert sind. Begleiter in den Brandengesteinen sind Arsenopyrit, Chalkopyrit, Galenit, Sphalerit, Fahlerz und Markasit.

Die Ni-Co-Bi-(Ag)-Vererzung selbst tritt an der Scharung von diskordanten ankeritischen Gängen mit den Branden auf. Dort finden sich zumeist kleinräumige butzen- und nesterförmige Einlagerungen von Ni-Co-Erzen.

Schlüsselwörter

Sulfosalze, Andorit-Gustavit, Boulangerit, Jamesonit (Bi), Jaskólskiit, Kobellit-Tintinait, Krupkait, Meneghinit, Tetraedrit, Bismuthinit, Bismut, Nickelvererzung, Schladming, Steiermark

Keywords

Sulfosalts, andorite-gustavite, boulangerite, jamesonite (Bi), jaskólskiite, kobellite-tintinaite, krupkaite, meneghinite, tetraedrite, bismuthinite, bismuth, nickel mineralization, Schladming, Styria

Die mineralogische Bearbeitung der unterschiedlichen Paragenesen der Ni-Co-Bi-Ag-Erze bzw. der Branden erfolgte zuerst durch HIESSELEITNER (1929), des Weiteren durch FRIEDRICH (1933, 1975, 1979), dann PAAR & CHEN (1979), FUCHS (1988) und DOBLMAYR (2007).

Mineralisationen mit Sulfosalzen in den Schladminger Tauern

Sulfosalze sind nicht immer häufige Begleiter von sulfidischen Vererzungen in alpinen Mineralagerstätten.

Aus den Schladminger Tauern, konkret aus der Ag-Co-Ni-Lagerstätte der Zinkwand, werden durch FRIEDRICH (1933) bismuthältige Sulfosalze (Emplektit und „Wismutfahlerz“) und Sulfide („Wismutglanz“) beschrieben.

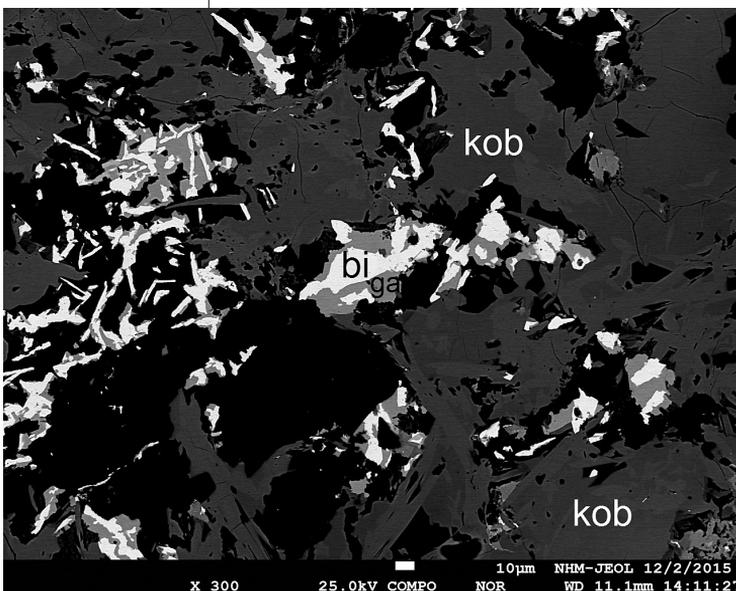
Antimonhaltige Sulfosalze wurden schon früher aus dem Vererzungstypus 1 (komplexe polysulfidische Mineralisationen, MANDL et al. 2014) genannt. So wurden beispielsweise Bourmonit, Boulangerit und Meneghinit aus dem Bergbau Martinlager (FRIEDRICH 1933, SCHACHINGER et al. 2012, PAAR 2015) und eine ähnliche Paragenese zusammen mit Gold aus dem Kühkar festgestellt (SCHACHINGER & PAAR 2017).

Bourmonit, Boulangerit und Geokronit treten unter anderem auch in – jedoch an das Permomesozoikum gebundenen – Erzmineralisationen der Steirischen und Lungauer Kalkspitze auf (SCHACHINGER et al. 2014).

Die ersten analytisch gesicherten Angaben über das Auftreten von antimon- und bismuthältigen Sulfosalzen stammen von PAAR (2007). Die dazu untersuchten Proben wurden anlässlich einer Befahrung der Vetternbau zusammen mit Herrn DI Peter Doblmayr aus dem Anstehenden entnommen. Die Aufzählung der damals neu bestimmten Spezies erfolgte zusammenfassend durch MANDL et al. (2014).

Mehrfache Befahrungen der Vetternbau durch den Erstautor im Jahre 2010 führten zum Nachweis weiterer Vererzungen mit Sulfosalzen. Dabei wurde unter anderem auf dem Niveau des Peter- und Paulstollens innerhalb der anstehenden grafitreichen Phyllite im Nahbereich zu Ni-Co-Erzen eine mehrere dm³ große linsenförmige Mineralisation aufgefunden, die bereits untertage makroskopisch durch ihre andersartige mineralo-

Abb. 1: Kobellit (kob) mit stark variierendem Chemismus, der sich durch unterschiedliche Grautöne manifestiert. Bismut (bi) und Galenit (ga) füllen Hohlräume zwischen den Kobellitkörnern. Vetternbau, Schladming, Anschliff WP10, BSE



gische Zusammensetzung auffiel. So waren neben größeren dunkel gefärbten Bereichen mit nadeligen Kristallen viel Chalkopyrit, Arsenopyrit und winzige Klüftchen erkennbar.

Nachfolgend werden die Ergebnisse von Untersuchungen dieser Mineralisation beschrieben.

Dazu wurden die Proben des Erstautors zunächst mittels REM-EDS untersucht (Analytiker: Dr. Franz Bernhard). Die Folgeuntersuchungen wurden mittels optischer Methoden und Mikroanalytik (Analytiker: Dr. Dan Topa, Wien, und Helmut Mühlhans, Leoben) durchgeführt.

Untersuchte Mineralparagenese

Die Vererzung besteht in Handstücken aus einer Verwachsung von Gersdorffit, Chalkopyrit und Arsenopyrit. In kleinen Klüftchen wachsen auf winzigen idiomorphen Quarzkristallen Sphaleritkristalle, schwarze Nadelchen von Sulfosalzen und Anatas.

Die Nickelvererzung, die im Handstück oft vorherrschend ist, besteht aus Gersdorffit, Nickelin, selten und nur mikroskopisch, aus Pararammelsbergit und Breithauptit. Die Mikroskopie zeigt, daß bismut- und/oder antimonhaltige Sulfosalze zumeist mit Bismut, Bismuthinit, Chalkopyrit, Arsenopyrit, Tetraedrit und Galenit assoziiert sind. Die Verwachsungen sind selten größer als 10 mm und werden von ankeritischem Karbonat begleitet.

Ein Großteil der Sulfosalze ist zumeist nadelig ausgebildet. Dies trifft vor allem auf Boulangerit, Jamesonit und Bismuthinit zu. Kobellit-Tintinait, Jaskólskiit und Gustavit-Andorit kommen überwiegend in xenomorphen Körnern und Kornaggregaten vor.

Folgende Mineralassoziationen von Sulfosalzen konnten aufgrund der Analytik festgestellt werden:

- (1) Kobellit – Jaskólskiit – Bismuthinit – Krupkait – Bismut (Anschliff 33-2);
- (2) Kobellit – Gustavit-Andorit – Galenit – Bismut (Anschliff VOE-10, Abb. 1, 2);
- (3) Kobellit – Gustavit-Andorit – Bismut – (Arsenopyrit – Tetraedrit) (Anschliff 10V);

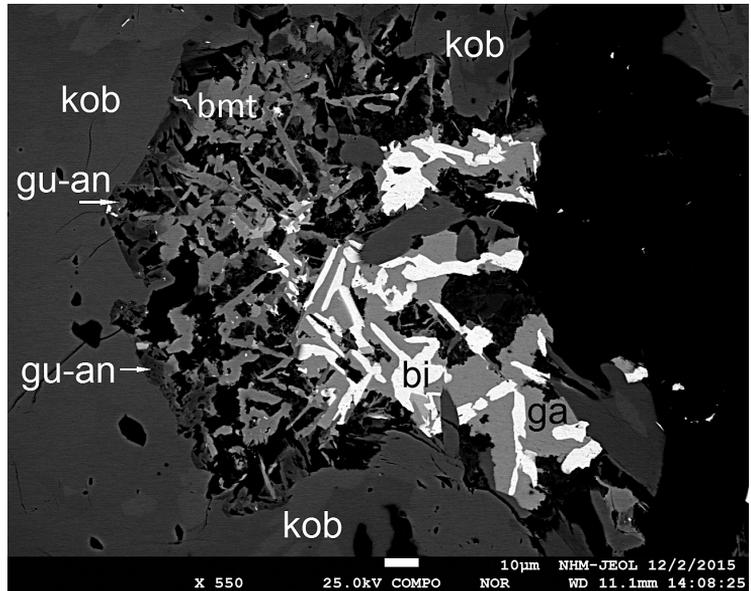


Abb. 2: Kobellit (kob) mit einem komplexen Einschluss von Bismut (bi), Galenit (ga) und Bismuthinit (bmt). Kobellit wird randlich von einem scharf begrenzten und stark zonierten Anwachssaum von Gustavit-Andorit (gu-an) umgeben. Vetterbaue, Schladming, Anschliff WP10, BSE

(4) Boulangerit – Jamesonit – Jaskólskiit – (Gersdorffit – Ullmannit) (Anschliff 19-1, Abb. 3);

(5) Jamesonit (Bi) – Quarz (Anschliff VOE-13, Abb. 4).

Die Verwachsungsbeziehungen der Nickelerze und der Sulfosalze mit den sulfidischen Begleitern (Arsenopyrit, Chalkopyrit und Sphalerit) lassen eindeutig ihre Kristallisation nach jener der Nickelerze erkennen, was ein spätalpidisches Alter der Sulfosalze nahelegt. Darauf weist auch der chemische Zonarbau hin, dessen Nachweis jede spätere metamorphe Überprägung und damit Homogenisierung ausschließt.

Analytik

In Leoben (Analytiker: Helmut Mühlhans) wurde eine Mikrosonde vom Typus JEOL JXA 8200 (Anregungsspannung 25 kV, Probenstrahldurchmesser 2 μm) eingesetzt. Als Standards wurden natür-

liche (n) und synthetische (s) Produkte verwendet: n-Chalkopyrit ($\text{CuK}\alpha$, $\text{FeK}\alpha$), n-Galenit ($\text{PbM}\alpha$, $\text{SK}\alpha$), n-Sphalerit ($\text{ZnK}\alpha$), s-Cadmium Metall ($\text{CdL}\alpha$), s-Ag-BiSe₂ ($\text{AgL}\alpha$), n-Skutterudit ($\text{AsL}\alpha$) und n-Stibnit ($\text{SbL}\alpha$). Die Rohdaten wurden mit dem Programm ZAF CITZAF (Version 3.5) korrigiert.

In Wien (Analytiker: Dr. Dan Topa) wurde eine Mikrosonde vom Typus JEOL JXL 8530 F (Anregungsspannung 25 kV, Probenstrahldurchmesser 2 μm)

verwendet. Folgende Standards wurden benützt: s-InAs ($\text{AsL}\alpha$), n-Lorandit, TlAsS_2 ($\text{AsK}\alpha$), n-Galenit ($\text{PbL}\alpha$), n-Chalkopyrit ($\text{CuK}\alpha$, $\text{FeK}\alpha$), s-Silber Metall ($\text{AgL}\alpha$), s-Stibnit ($\text{SbL}\alpha$, $\text{SK}\alpha$) und s-Bismuthinit ($\text{BiL}\alpha$, $\text{SK}\alpha$). Die Rohdaten wurden mit dem Programm ZAF CITZAF (Version 3.5) korrigiert.

Die Ergebnisse der Sulfosalzanalytik sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Boulangerit, $\text{Pb}_5\text{Sb}_4\text{S}_{11}$, und **Jamesonit**, $\text{Pb}_4\text{FeSb}_6\text{S}_{14}$, zeigen in bismutreichen Paragenesen eine Substitution von Sb durch Bi und untergeordnet durch As. Boulangerit zeigt eine maximale Substitution von Sb durch Bi von 14, Jamesonit eine solche von 23.3 At. %.

Die chemische Zusammensetzung von **Kobellit**, $\text{Pb}_{22}\text{Cu}_4(\text{Bi},\text{Sb})_{30}\text{S}_{69}$, ist von Anschliff zu Anschliff sehr variabel, wobei das Bi/Sb-Verhältnis zumeist > 1 (Kobellit), selten < 1 (**Tintinait**, $\text{Pb}_{22}\text{Cu}_4(\text{Sb},\text{Bi})_{30}\text{S}_{69}$) ist.

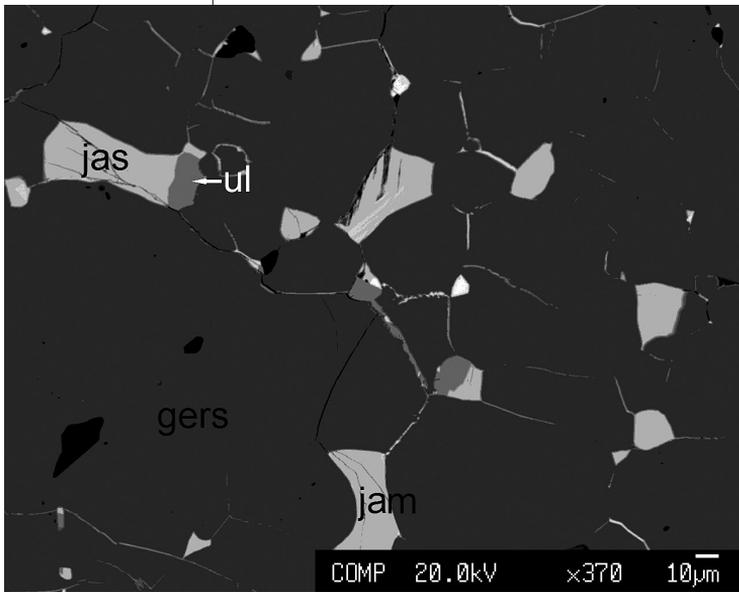


Abb. 3:
Sulfosalze (Jaskólskiit, jas; Jamesonit, jam) und Ullmannit (ul) treten als jüngere Bildungen an Korngrenzen von Gersdorffit (gers) auf. Vetterbaue, Schlading. Anschliff V19-1, BSE

Die Cu-, Ag- und Fe-Gehalte sind von Präparat zu Präparat schwankend.

Jaskólskiit,

$Pb_{2+x}Cu_x(Sb,Bi)_{2-x}S_5$ ($x=0.2$), entspricht der theoretischen Zusammensetzung, wobei x zwischen 0.1 und 0.2 pendelt.

Mischkristalle von *Gustavit*, *AgPbBi₃S₆*, und *Andorit*, *AgPbSb₃S₆*, sind vergleichsweise selten und konnten in nur zwei Anschliffen nachgewiesen werden. In Anschliff VOE-10 ist das Verhältnis der Atomproportionen Bi/Sb ~2, im Anschliff 10V-2 ~2.1. Die stark zonierten Bereiche zeigen auch Zonen mit einem Bi/Sb-Verhältnis von 0.9 (10V-1), was definitionsgemäß *Andorit* entspricht.

Das Fahlerz ist als silberhaltiger *Tetraedrit* mit im Durchschnitt 12.6 Gew. % Ag zu bezeichnen. Es dürfte der wichtigste Silberträger in den Erzen von Vettern gewesen sein.

Zusammenfassung

Die hier beschriebene antimon- und bismuthältige Sulfosalzmineralisation ist neu für die verschiedenen Erztypen (und damit auch für den Typus 4) der Schladminger Tauern.

Die bismuthältigen Sulfosalze wie Kobellit-Tintinait, Jaskólskiit, Gustavit-Andorit treten im Bergbau Vettern ausschließlich in Paragenese mit Chalkopyrit (dominierend) und Bismut-Bismuthinit auf. Das für diesen Schladminger Mineralisationstyp eher ungewöhnliche Vorkommen von Gustavit-Andorit ist auf eine relativ späte Mobilisation des Silbers, möglicherweise beim Abbau des weit verbreiteten Fahlerzes, zurückzuführen.

Entsprechend den derzeitigen Annahmen zur Genese der Vererzungen im Bereich Zinkwand-Vettern wird von einer mehrphasigen Entstehung ausgegangen, wobei zu verschiedenen Zeiten metamorphe Fluide einen präexistierenden Stoffbestand mobilisierten. Dabei wurden während der Alpidischen Orogenese die bekannten Ni-Co-Bi-(Ag)-Vererzungen gebildet. Die gegenständliche Mineralisation scheint nach dem Geländebefund an tektonische Schwächezonen gebunden zu sein, die die bekannten Ni-Co-Bi-(Ag)-Vererzungen durchschlagen beziehungsweise sich in ihrer Nähe befinden. Es dürfte sich somit um eine spätalpidische Mobilisierung der – zu diesem Zeitpunkt – bereits bestehenden Vererzungen handeln. Eine zusätzliche spätere tektonische Über-

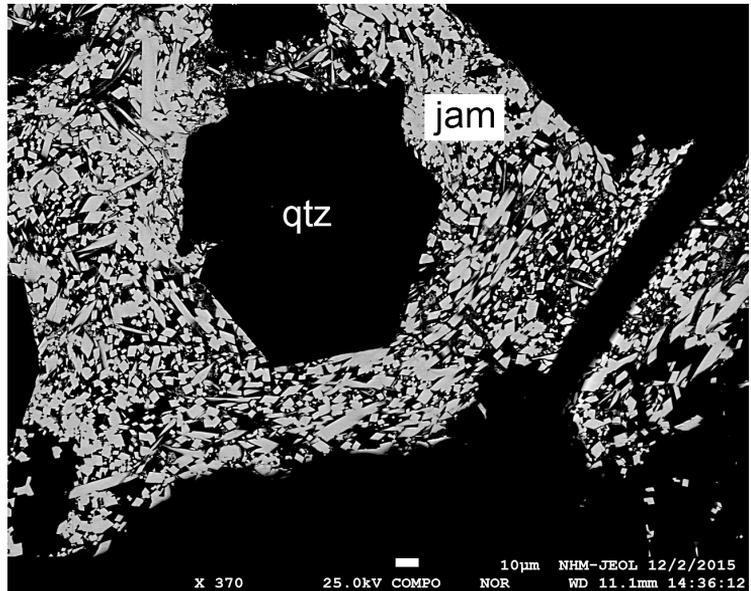


Abb. 4:
Jamesonit (jam)
umfließt als Hohlraumfüllung ältere Quarzrelikte (qtz).
Vetternbaue,
Schladming.
Anschliff WP13,
BSE

GEW. % od. MASS. %

Anschliff-Nr.	Mineral	N	Cu	Ag	Pb	Fe	Zn
19_1	Boulangerit (Bi)	1	0	0	53.1	0	0
19_2	Boulangerit (Bi)	1	0	0	53.8	0.1	0
19_1	Jamesonit (Bi)	2	0	0	36.6	2.7	0
VOE-13	Jamesonit (Bi)	7	0.0-0.2	0-0.1	38.7-39.8	2.6-2.8	nb
		Ø	0.1(0.08)	0	39.1(0.32)	2.7(0.05)	nb
33-2	Bismuthinit	2	0.9	0	3.1	0	nb
33-2	Krupkait	2	5.60	0	19.30	0	nb
33-2	Kobellit	3	1.3-2.0	0.2-0.3	33.5-34.2	0.7-0.8	nb
		Ø	1.7(0.37)	0.2(0.01)	33.8(0.35)	0.8(0.04)	nb
VOE-10	Kobellit	10	1.1-1.3	0.6-0.8	35.8-36.6	0.8-1.1	nb
		Ø	1.2(0.08)	0.7(0.09)	36.1(0.37)	0.9(0.12)	nb
1V	Kobellit	2	1.60	0.3	31.30	0.4	nb
VOE 1-2	Kobellit	1	1.0	0.6	34.1	1	0.2
10V	Kobellit	6	0.9-1.2	0.7-2.9	27.1-32.7	0.7-1.3	0-0.4
		Ø	0.9(0.41)	1.1(0.90)	31.1(2.06)	1.0(0.20)	0
11V	Kobellit	3	1.4-1.6	0.6-0.8	32.0-34.2	1.1-1.3	0
		Ø	1.5(0.08)	0.7(0.06)	33.2(1.11)	1.2(0.11)	0
19_1	Jaskolskiit	1	0.8	0	47.1	0.2	0
33-2	Jaskolskiit	5	0.6-1.26	0	47.4-48.2	0-0.3	nb
		Ø	0.7(0.29)	nb	48.0(0.35)	0.1(0.12)	nb
VOE-10	Gustavit-Andorit	11	0-0.1	9.2-9.7	17.7-18.3	0-0.1	nb
		Ø	0	9.4(0.16)	21.1(0.77)	0	nb
10V	Gustavit-Andorit	1	0	9.1	22.8	0.1	0
10V	Gustavit-Andorit	1	0.1	9.8	18.1	0	0
2V	Tetraedrit	5	24.5-25.4	12.0-13.0	0-0.1	5.5-6.0	1.8-2.0
		Ø	24.9(0.36)	12.6(0.43)	0	5.5(0.04)	1.9(0.09)

N Analysenzahl

ATOMPROPORTIONEN

		Cu	Ag	Pb	Fe	Zn
19_1	Boulangerit $\Sigma M+S = 20$			4.91		
19_2	Boulangerit $\Sigma M+S = 20$			4.97		
19_1	Jamesonit $\Sigma M+S = 25$	0.04		4.11	1.05	
VOE-13	Jamesonit $\Sigma M+S = 25$			3.81	1.04	
33-2	Bismuthinit $\Sigma M+S = 5$	0.07		0.04		
33-2	Krupkait $\Sigma M+S = 11$	0.96		1.01		
33-2 Ø	Kobellit $\Sigma M+S = 125$	3.28	0.23	19.95	1.71	
VOE-10 Ø	Kobellit $\Sigma M+S = 125$	2.26	0.78	20.84	1.93	
10V Ø	Kobellit $\Sigma M+S = 125$	1.71	1.23	18.13	2.16	
11V Ø	Tintinait $\Sigma M+S = 125$	2.74	0.76	18.62	2.5	
19_1	Jaskolskiit $S = 5$	0.1		2.02	0.03	
33-2 Ø	Jaskolskiit $S = 5$	0.1		2.03	0.02	
VOE-10 Ø	Gustavit-Andorit $\Sigma M+S = 11$		0.93	1.09		
2V Ø	Tetraedrit $\Sigma M+S = 29$	6.99	2.09		1.76	0.52

Cd	As	Sb	Bi	S	Total	Analytiker
0.1	0.4	21.9	5.8	18.40	99.7	H. Mühlhans
0.1	0.4	21.50	6.1	18.41	100.4	H. Mühlhans
0	0.4	25.5	13.6	21.0	99.8	H. Mühlhans
nb	0	26.3-29.2	6.7-10.6	20.4-20.8	98.3-99.3	Dan Topa
nb	0	28.6(1.03)	7.5(1.34)	20.5(0.15)	98.5	
nb	nb	3.1	73.2	19.30	99.6	Dan Topa
nb	nb	0.5	56.8	17.80	100.00	Dan Topa
nb	nb	9.2-9.6	34.0-36.1	18.2-18.5	98.3-100.1	Dan Topa
nb	nb	9.4(0.21)	35.2(1.05)	18.3(0.18)	99.4	
nb	0	13.6-15.1	25.7-29.4	18.4-18.9	98.4-99.5	Dan Topa
nb	0	14.6(0.50)	27.0(1.12)	18.6(0.14)	99.4	
0	0.2	12.7	33.3	18.7	98.5	H. Mühlhans
0	0.1	16.90	25.80	19.10	98.8	H. Mühlhans
0-0.1	0.2-0.3	11.9-14.9	28.8-36.4	18.2-18.8	96.0-98.8	H. Mühlhans
0	0.2(0.05)	13.3(1.17)	31.5(2.78)	18.6(0.26)	97.7	
0	0.3	14.9-18.2	23.5-28.4	18.9-19.3	97.7-98.9	H. Mühlhans
0	0.3(0.03)	16.9(1.73)	25.5(2.56)	19.2(0.21)	98.5	
0.1	0.2	16.0	16.1	18.0	98.5	H. Mühlhans
nb	nb	15.6-17.9	14.9-18.0	18.1-18.4	99.8-100.7	Dan Topa
nb	nb	16.6(1.06)	16.4(1.32)	18.3(0.10)	100.1	
nb	0	8.8-13.3	35.4-42.1	17.7-18.3	97.2-98.6	Dan Topa
nb	0	10.9(1.99)	38.5(2.96)	18.0(0.22)	97.9	
0.1	0.3	18.8	28.7	19.1	99.0	H. Mühlhans
0.1	0.2	11.5	40.3	18.3	98.4	H. Mühlhans
0-0.1	0.9-1.0	27.5-28.3	0-0.1	23.6-24.4	97.1-98.8	H. Mühlhans
0	0.90(0.04)	28.0(0.30)	0	23.9(0.38)	97.7	

Cd	As	Sb	Bi	S
0.02	0.1	3.45	0.53	10.99
0.02	0.1	3.38	0.56	10.98
		5.11	0.78	13.91
	0.1	4.51	1.4	14.1
		0.1	0.84	2.99
		0.04	2.95	6_03
		9.44	20.59	69.80
		14.34	15.46	69.40
	0.33	13.19	18.20	70.10
	0.46	16.13	14.18	69.56
	0.02	1.17	0.69	5
		1.19	0.77	5
		0.96	1.98	6.03
	0.21	4.10		13.31

Tab. 1:
Chemismus
und Atom-
proportionen
von Sulfosalzen
aus den Vet-
ternbauen von
Schladming

Sb<Bi
Sb<Bi
Sb<Bi
Sb>Bi

Dank

Wir danken Helmut Mühlhans (Lehrstuhl für Rohstoff-mineralogie der Montanuniversität Leoben) und Dr. Dan Topa (Naturhistorisches Museum Wien) für die Durchführung der Mikrosondenanalytik, Dr. Franz Bernhard für die Untersuchungen an Erzen und Sekundärmineralien und DI Peter Doblmayr für die Überlassung der Resultate seiner Seminararbeit.

Anschriften der Autoren

DI Tobias Schachinger, Riedauerstraße 21, 4910 Ried im Innkreis, schachinger_tobi@hotmail.com

Univ.-Prof. DI. Dr. Dr. h.c. Werner H. Paar, Pezoltgasse 46, 5020 Salzburg, paarwerner@aon.at

prägung ist anzunehmen. Darauf könnten tektonisch zerbrochene Erzkristalle hinweisen. Die vermutlich jüngsten Bildungen sind jene in offenen Zerrklüften, wozu kleine Sphalerit- und Anataskristalle gezählt werden könnten.

LITERATUR

- DOBLMAYR P. (2007): Untersuchungen zur Erzparagenese des früheren Ni-Co-Bergbaues Vötternspitze, Schladminger Tauern, Österreich. – Unveröffentlichte Projektarbeit, Universität Salzburg, 41 S.
- FRIEDRICH O. M. (1933): Die Erze und der Vererzungsvorgang der Kobalt-Nickel-Lagerstätte Zinkwand-Vöttern in den Schladminger Tauern. – Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der Montanistischen Hochschule in Leoben, 81/1: 1–14, Wien.
- FRIEDRICH O. M. (1967): Monographie der Erzlagerstätten bei Schladming, I. Teil. – Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen, 5: 80–130, Leoben.
- FRIEDRICH O. M. (1969): Monographie der Erzlagerstätten bei Schladming, II. Teil. – Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen, 9: 107–130, Leoben.
- FRIEDRICH O. M. (1975): Monographie der Erzlagerstätten bei Schladming, III. Teil. – Archiv für Lagerstättenforschung in den Ostalpen, 15: 29–63, Leoben.
- FRIEDRICH O. M. (1979): Lagerstätten in den Schladminger Tauern. – Berg- und Hüttenmännische Monatshefte vereinigt mit Montan-Rundschau, 124: 609–611, Wien.
- FUCHS H. W. (1988): Erzmikroskopische und mineralchemische Untersuchungen der Erzvorkommen Zinkwand – Vöttern in den Niederen Tauern bei Schladming. – Archiv für Lagerstättenforschung der Geologischen Bundesanstalt, 9: 33–45.
- HIESLEITNER G. (1929): Das Nickelkobaltvorkommen Zinkwand-Vöttern in den Niederen Tauern bei Schladming. – Berg- und Hüttenmännisches Jahrbuch der Montanistischen Hochschule in Leoben, 77/3: 104–123, Wien.
- PAAR W. H. (2007): First find of Bismuth-Antimony Sulfosalts Associated with Nickel mineralization at Vetter, Schladminger Tauern, Austria. – Unveröffentlichtes Manuskript, 5 S.
- PAAR W. H. (2015): Meneghinite – Boulangerite – Bournonite intergrowths at Eschach-Martin, Schladminger Tauern, Austria. – Unveröffentlichtes Manuskript, 3 S.
- PAAR W. H. & CHEN T. T. (1979): Gersdorffit (in zwei Strukturvarietäten) und Sb-hältiger Parkerit, $\text{Ni}_3(\text{Bi,Sb})_2\text{S}_2$, von der Zinkwand, Schladminger Tauern, Österreich. – Tschermarks Mineralogische und Petrologische Mitteilungen, Dritte Folge, 26: 59–67, Wien.
- MANDL G. W., HEJL E., VAN HUSEN D., AHL A., DRAXLER I., HEINRICH M., HOFMANN Th., LENHARDT W., MATURA A., MOSHAMMER B., PAVUZA R., SCHEDL A., SCHÖNLAUB H. P., SCHUBERT G., SEEBACHER R., SLAPANSKY P. & WEISS A. (2014): Geologische Karte der Republik Österreich 1:50.000. Erläuterungen zu Blatt 127 Schladming. – Geologische Bundesanstalt, Wien.
- SCHACHINGER T., BERNHARD F., KOLITSCH U. (2012): Mineralfunde aus dem Martinlager im Obertal bei Schladming, Steiermark. In: NIEDERMAYR G. et al. (2012): Neue Mineralfunde aus Österreich LXI. Carinthia II, 202./122.: 167–177.
- SCHACHINGER T., KOLITSCH U., BERNHARD F., BOJAR H.-P. (2014): Erzmineralisationen und ihre Verwitterungsprodukte aus dem weiteren Bereich der Steirischen und Lungauer Kalkspitze. – Der Steirische Mineralog, 28: 8–21. Graz.
- SCHACHINGER T. & PAAR W. H. (2017): Eine Freigold führende polysulfidische Mineralisation aus dem Bereich Kühkar – Zwerfenberg, im Untertal bei Schladming, Steiermark. – Carinthia II, 207./127: 699–702.
- SCHEDL A. (1981): Geologische, geochemische und lagerstättenkundliche Untersuchungen im ostalpinen Altkristallin der Schladminger Tauern. – Dissertation Universität Wien, Wien, 209 S.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 2017

Band/Volume: [207_127](#)

Autor(en)/Author(s): Schachinger Tobias, Paar Werner H.

Artikel/Article: [Antimon- und bismuthältige Sulfosalze aus dem Vetternbergbau bei Schladming, Steiermark 691-698](#)