

# Über Erzminerale

von der Grabanz, Neufinkenstein, Mallestiger Mittagskogel, Karawanken, Kärnten, Österreich  
sowie eine Richtigestellung zum Mallestigit

Von Josef TAUCHER

## Einleitung

BRUNLECHNER (1886) beschreibt die Erzlagerstätte von Neufinkenstein mit dem Glückaufstollen als Lagergang. Er gliedert die Lagerstätte in das Liegende, die Erzzone und das Hangende. Das Liegende besteht aus Dolomit und Karbonkalk (Karbon). Die Erzzone unterteilt er wiederum in einen unteren Bereich aus Kalk und in einen oberen Bereich aus Quarzit mit Mergelton und Gips. Darauf folgt eine Schieferbrekzie. Das Hangende folgt mit Rotbraunem Schiefer und mit Gutensteiner Kalk (Trias).

Als Erzbringer wird der Hangendschiefer angesehen, wobei der Liegendkalk verkieselt wurde. An Erzminerale werden Galenit und Sphalerit im Kalk und Ag-hältiges Fahlerz und Chalkopyrit im Quarzit angeführt. Azurit und Malachit werden als Sekundärminerale genannt.

CANAVAL (1926 und 1927) ist mit der genetischen Deutung von BRUNLECHNER (1886) nicht einverstanden. Die Schiefer werden den Werfener Schiefen zugerechnet. CANAVAL (1926) gibt auch eine Analyse des Generalproberamtes an, wo festgestellt wurde, daß das Fahlerz von BRUNLECHNER (1886) ein Kupferglanz sei. PUTTNER (1994) nennt an Erzminerale Chalkopyrit, Galenit, Tetraedrit und Sphalerit.

TAUCHER (1996) berichtet von Covellin. Tennantit wird von BLASZ und GRAF (1997) genannt. Über Beschreibungen der Sekundärmineralbildungen wird auf die Literaturzusammenstellung bei TAUCHER (1996) verwiesen.

## Probenbeschreibung

Von 5 vererzten Stücken (Quarzit/Sandstein) von der bekannten Halde vom Unteren Glückaufstollen in der Grabanz, Neufinkenstein, wurden 8 polierte Erzanschliffe angefertigt und rasterelektronenmikroskopisch und auflichtmikroskopisch untersucht.

## Ergebnisse

Es können zwei unterschiedlich dominierte Vererzungen festgestellt werden. Einerseits ist eine von Fahlerz, andererseits eine von Galenit und Sphalerit dominierte Vererzung zu beobachten. Eine eindeutige Zuordnung zu einer

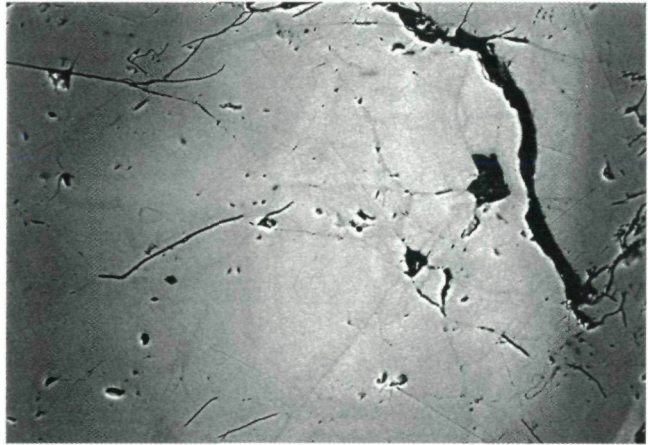
## Kurzfassung:

Im Quarzit/Sandstein der Halde des Unteren Glückaufstollens, Neufinkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagskogel, Karawanken, Kärnten, werden zonierte, chemisch inhomogene Fahlerzkristalle (Tetraedrit-Tennantit), Covellin, Siegenit, Carollit, Sphalerit, Galenit, Pyrit, Co-Ni-Cu-hältiger Pyrit und gediegen Silber beschrieben. Die Erze werden von Baryt, Calcit, Dolomit und Muskovit begleitet. An Sekundärmineralen konnten Anglesit, Cerussit, Malachit und eine dem Partzit-ähnliche, röntgenamorphe Mineralphase festgestellt werden. Rutil (Sagenit), Zirkon und Apatit sind Akzessorien im Quarzit/Sandstein. Chemische Analysen werden angegeben, die Genese wird diskutiert. Zuletzt folgt eine Richtigestellung zum Mallestigit.

## Summary:

In quartzite/sandstone from the dump of the Untere Glückaufstollen, Neufinkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagskogel, Karawanken, Carinthia, Austria, zoned, chemically inhomogeneous crystals of tetrahedrite/tennantite, covellite, siegenite, carollite, sphalerite, galena, pyrite, Co-Ni-Cu bearing pyrite and native silver described. The ore minerals are accompanied from barite, calcite, dolomite and muscovite. The secondary minerals anglesite, cerussite, malachite and a mineral similar to partzite were identified. Accessory minerals in the quartzite/sandstone are rutile, zircon and apatite. Chemical analyses are published and the genesis discussed. Finally a rectification to mallestigit follows.

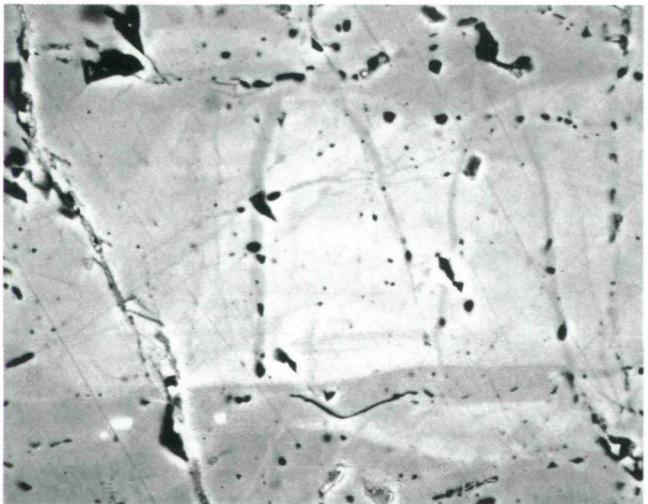
**Abb. 1:**  
Sektionierter, chemisch inhomogener  
Tennantit-reicher Fahlerzkristall  
(Aggregat?); Neufinkenstein, Grabanz,  
Mallestiger Mittagkogel, Karawanken,  
Kärnten. REM-Foto: BSE-Bild,  
Institut für Mineralogie-Kristallogra-  
phie und Petrologie, Karl-Franzens-Uni-  
versität Graz. Bildbreite: 0,16 mm.



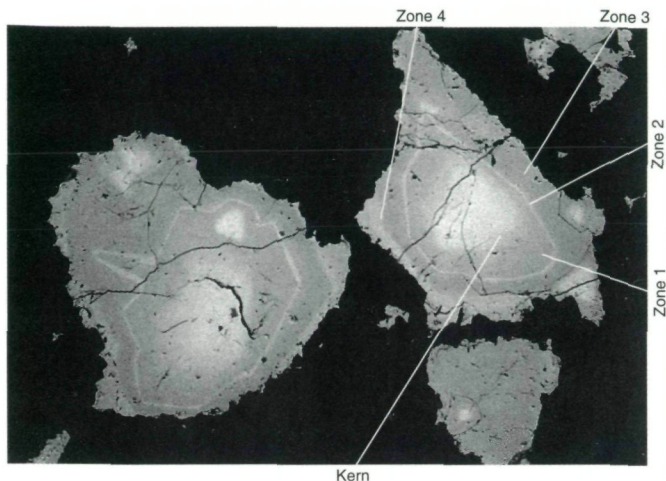
Formation der Lagerstätte wie dies BRUNLECHNER (1886) angibt, kann anhand der Haldenstücke nicht getroffen werden. Da es sich um vererzte Quarzitstücke handelt, kann angenommen werden, daß die untersuchten Stücke aus dem von BRUNLECHNER (1886) angeführten Quarzit und Mergelton stammen.

Das Fahlerz zeigt eine enorme Variationsbreite im Chemiesmus.

Es lassen sich grundsätzlich zwei Fahlerztypen an den untersuchten Proben unterscheiden. Einerseits tritt fast Sb-freier Tennantit mit Sb-reicheren Bereichen auf, andererseits ist Tetraedrit mit unterschiedlich großen As-Gehalten zu beobachten. Beide Fahlerztypen zeigen jedoch in ihren innersten Kernbereichen im BSE-Bild einen sektionierten, „pflasterartigen“ Aufbau, der im Tennantit-reichen Fahlerz nicht so deutlich ausgeprägt ist (Abb. 1) wie beim Tetraedrit-reichen Fahlerz (Abb. 2).



**Abb. 2:**  
Sb-reiches Fahlerz mit Verdrängungen  
durch As-reicherer Fahlerz; Neufin-  
kenstein, Grabanz, Mallestiger Mit-  
tagkogel, Karawanken, Kärnten. REM-  
Foto: BSE-Bild, Institut für Mineralogie-  
Kristallographie und Petrologie,  
Karl-Franzens-Universität Graz.  
Bildbreite: 0,07 mm.



**Abb. 3:**  
 Deutlich zonierte Fahlerzkristalle im Quarzit; Neufunkenstein, Grabanz, Mallesberger Mittagskogel, Karawanken, Kärnten. REM-Foto: BSE-Bild, Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie, Karl-Franzens-Universität Graz. Bildbreite: 0,9 mm.

Die zonierten Fahlerzkristalle bilden in mehreren Wachstumsstadien idiomorph entwickelte Kristalle (Abb. 3). Die Übergänge im Chemismus sind teilweise fließend und teilweise sehr scharf begrenzt. Auch innerhalb der Bereiche, die einen weitgehend homogenen Chemismus aufweisen, treten sehr scharf begrenzte Bereiche auf, welche einen anderen Chemismus aufweisen. Die chemischen Analysen dieser Tennantit-reichen Fahlerzkristalle sind der Tabelle 1 zu entnehmen.

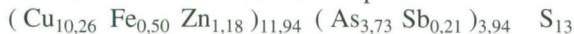
Die Tetraedritkomponente beträgt in der Tetraedrit-reichsten Zone, im Kernbereich, 42 Mol% und in der Tetraedrit-ärmsten Zone (Zone 3) 5 Mol%. Der Randbereich des Kernes (1) weist 9 Mol%, die Zone 2 28 Mol% und die Außenzone 12 Mol% Tetraedritkomponente auf. Die im BSE-Bild hellsten Bereiche innerhalb der zonierten Tennantitkristalle weisen noch eine geringfügig höhere Tetraedritkomponente (44 Mol%) als die inneren Kernbereiche auf. In der fast reinen Tennantitbildungsphase (Zone 3) wurden auch idiomorphe Kristalle gebildet (Abb. 4).

Der Fe-Gehalt nimmt vom Kern zu Rand hin geringfügig zu, während im gleichen Maße der Zn-Gehalt abnimmt.

Aus den Analysen errechnet sich auf der Basis von 13 S für die Tetraedrit-reichste Phase die empirische Formel:



Für die Tetraedrit-ärmste Fahlerzphase:



Der zweite Fahlerztyp ist vorwiegend Tetraedrit, die Tennantitkomponente ist bedeutend. Auch im BSE-Bild zeigt dieses Fahlerz ein etwas anderes Erscheinungsbild. Es ist ebenso wie beim Tennantit-reichen Fahlerz ein pflasterartiges Gefüge zu beobachten, welches aber deutlicher erkennbar ist. Weiters sind hellere, mäanderartige Lagen (Abb. 5) und auch Baryt im Fahlerz festzustellen. Kristallo-

## Tennantit-reiches Fahlerz, Grabanz, Neufinkenstein, Mallestiger Mittagkogel, Kärnten

	Element %					
	Zone 1			Kern		
	max - min	innen	max - min	außen	max - min	
Cu	41,89	41,75 - 42,02	41,81	42,24 - 41,53	43,86	44,15 - 43,58
Fe	1,08	1,13 - 0,99	1,22	1,28 - 1,17	2,02	2,16 - 1,89
Zn	6,17	6,32 - 6,07	6,11	6,19 - 5,84	5,56	5,68 - 5,36
As	10,71	11,42 - 10,18	11,37	11,88 - 10,98	17,78	18,12 - 17,00
Sb	13,49	14,37 - 12,40	13,14	14,09 - 12,59	2,70	3,84 - 2,08
S	26,77	26,79 - 26,76	27,06	27,15 - 26,90	28,14	28,33 - 27,94
Σ	100,11		100,71		100,32	

## Tennantit-reiches Fahlerz, Grabanz, Neufinkenstein, Kärnten

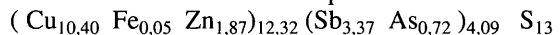
	Atom%			
Cu	35,36	35,02	35,41	35,40
Fe	1,04	1,17	1,86	1,47
Zn	5,05	4,98	4,34	4,71
As	7,68	8,08	12,18	9,45
Sb	5,96	5,75	1,14	3,94
S	44,83	44,96	45,08	44,92

**Tabelle 1: Quantitative EDS-Analysen des Tennantit-reichen Fahlerzes von Grabanz, Neufinkenstein, Mallestiger Mittagkogel, Karawanken, Kärnten, Österreich. Standard: S, Cu: Chalkopyrit (Western Mines); Fe: Pyrit, Elba; Zn: C21, Sphalerit; As: Cabri-461 (Pd3As); Sb: Cabri-141 (NiSb); 20 kV.**

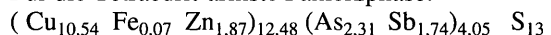
graphische Begrenzungen an den Fahlerzkristallen sind meist nur angedeutet und sehr selten (Abb. 6). Die chemischen Analysen dieser Tetraedrit-reichen Fahlerzkristalle sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Die mäanderartig gewundenen, im BSE-Bild hellsten Lagen der Zone 1 sind die am Tetraedrit-reichsten mit einer Tennantitkomponente von 15 Mol%. Die Hauptmasse des Fahlerzes stellen zwei chemisch deutlich unterschiedliche Fahlerzphasen. Die im BSE-Bild helleren Teile, Zone 2 des Fahlerzes (Abb. 5), weisen eine schwach dominante Tetraedritkomponente auf. Diese Fahlerzphase besitzt ein Tetraedrit : Tennantitverhältnis von nahezu genau 1:1. Die dunkler gefärbten Bereiche (Zone 3) und die Randzonen (Abb. 5) werden von Tennantit dominiert. Dieses Fahlerz weist eine Tennantitkomponente von 57 Mol% auf. Neben der Tetraedrit-reichsten Fahlerzphase (Zone 1) ist noch eine weitere, ähnlich ausgebildete Fahlerzphase deutlich erkennbar, die eine etwas höhere Tennantitkomponente als das Fahlerz von Zone 1 aufweist. Zone 1 wird ebenfalls von einem feinen Netzwerk der Tennantit-reichen Fahlerzphase durchzogen (Abb. 2).

Für das Tetraedrit-reichste Fahlerz errechnete sich auf der Basis von 13 Schwefel die empirische Formel:



Für die Tetraedrit-ärmste Fahlerzphase:



Auffallend ist, daß diese Fahlerzphasen sehr niedrige bis nahezu keine Fe-Gehalte, aber hohe Zn-Gehalte aufweisen.

2 max - min	Zone 3		Zone 4	
	max - min		max - min	
73 - 43,67	44,67	44,94 - 44,47	44,13	44,21 - 44,10
74 - 1,45	1,93	1,96 - 1,93	1,79	1,84 - 1,74
00 - 5,96	5,29	5,39 - 5,22	5,46	5,98 - 5,80
,14 - 13,37	19,11	19,51 - 18,49	17,05	17,52 - 16,79
,29 - 8,38	0,74	0,83 - 0,59	3,99	4,59 - 3,15
,15 - 27,82	28,56	28,77 - 28,36	27,99	28,07 - 27,95
	100,30		100,42	
	35,66		35,59	
	1,75		1,64	
	4,10		4,61	
	12,94		11,61	
	0,74		1,68	
	45,17		44,73	

Neben sehr selten festgestellten Ag-Gehalten konnten auch noch einige Male geringe Hg-Gehalte gemessen werden.

Das Fahlerz, welches mit Galenit, Sphalerit und Baryt auftritt (Abb. 7), weist annähernd denselben Chemismus auf wie das Fahlerz von Zone 1. Dieser beinahe As-freie Tetraedrit gehört der Galenit- und Sphaleritvererzungsphase an.

Mit dem Tetraedrit-reichen Fahlerz konnte ein Mineral der Linneit-Gruppe festgestellt werden. Die morphologisch

**Tabelle 2: Quantitative EDS-Analysen des Tetraedrit-reichen Fahlerzes von Grabanz, Neufinkenstein, Mallestiger Mittagkogel, Karawanken, Kärnten, Österreich. Standard: Fe, Cu: Chalkopyrit (Western Mines); S, Zn: C21, Sphalerit; As: Cabri-526 (PtAs<sub>2</sub>); Sb: Cabri-141 (NiSb); Ag: Cabri-499 (AgBiSe<sub>2</sub>); 20 kV.**

**Tetraedrit-reiches Fahlerz, Grabanz, Neufinkenstein, Mallestiger Mittagkogel, Kärnten**

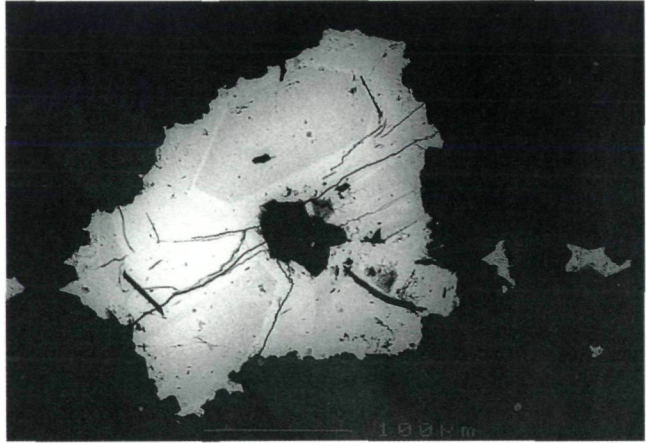
	Element%							
	Zone 1			Zone 2		Zone 3		
	max - min	Ag-hältig	max - min	max - min	max - min	max - min	max - min	
Cu	39,90	39,56 - 38,96	37,95	37,99 - 37,49	40,52	41,85 - 39,64	41,52	42,07 - 41,37
Fe	0,16	0,16 - 0,00	0,16	0,16 - 0,00	0,22	0,30 - 0,15	0,26	0,38 - 0,20
Zn	7,33	7,45 - 7,25	8,39	8,54 - 8,24	7,64	7,80 - 7,52	7,60	7,13 - 7,71
Ag			0,46	0,52 - 0,40				
As	3,23	3,53 - 2,96	5,33	5,55 - 5,10	9,27	9,52 - 8,76	10,27	11,46 - 9,59
Sb	23,93	24,281 - 23,13	21,11	21,14 - 21,07	15,30	16,13 - 14,22	13,21	14,98 - 12,64
S	24,76	24,99 - 24,65	25,41	25,93 - 24,83	26,10	26,55 - 25,54	25,89	26,21 - 25,62
Σ	98,65		98,81		99,05		98,75	

**Tetraedrit-reiches Fahlerz, Grabanz, Neufinkenstein, Mallestiger Mittagkogel, Kärnten**

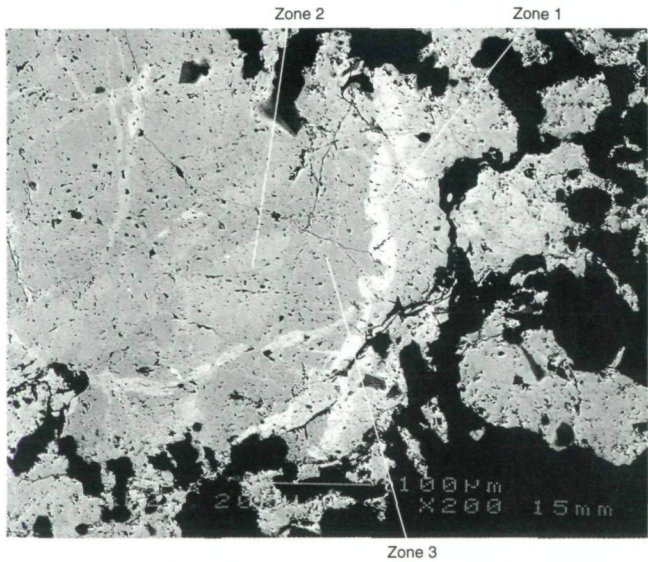
Atom%				
Cu	35,37	33,66	34,94	35,74
Fe	0,17	0,17	0,22	0,25
Zn	6,37	7,27	6,39	6,35
Ag		0,24		
As	2,47	4,03	6,74	7,84
Sb	11,46	9,83	6,88	5,92
S	44,19	44,86	44,60	44,05



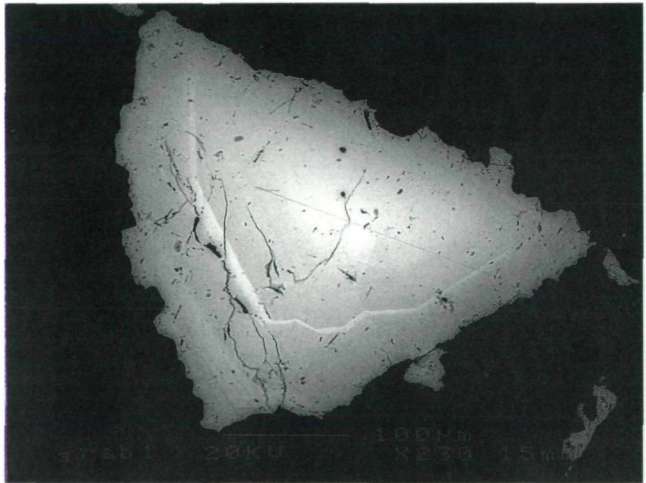
**Abb. 4:**  
Tennantit-reicher, idiomorpher Fahlerzkristall von As-ärmerem Fahlerz umwachsen; Neufunkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagkogel, Karawanken, Kärnten. REM-Foto: BSE-Bild, Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie, Karl-Franzens-Universität Graz. Bildbreite: 0,5 mm.

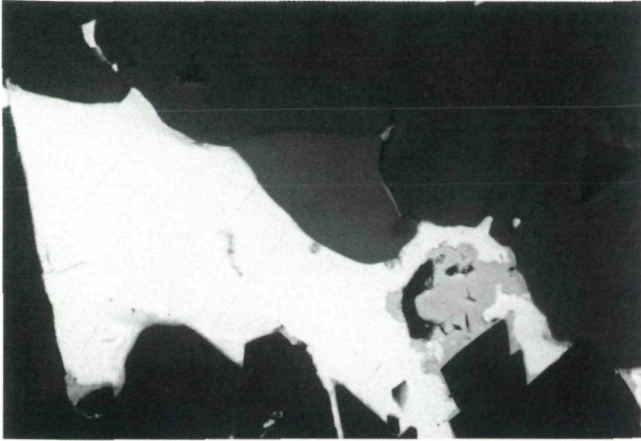


**Abb. 5:**  
Mäanderartig gewundenes, Sb-reiches Fahlerz im Sb-ärmeren, deutlich chemisch inhomogenen Fahlerz; Neufunkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagkogel, Karawanken, Kärnten. REM-Foto: BSE-Bild, Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie, Karl-Franzens-Universität Graz. Bildbreite: 0,6 mm.

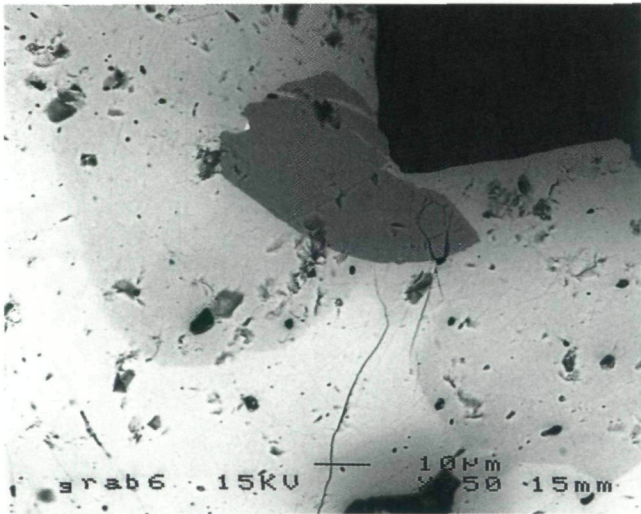


**Abb. 6:**  
Zonierter Fahlerzkristall mit undeutlich entwickelten Flächen; Neufunkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagkogel, Karawanken, Kärnten. REM-Foto: BSE-Bild, Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie, Karl-Franzens-Universität Graz. Bildbreite: 0,6 mm.

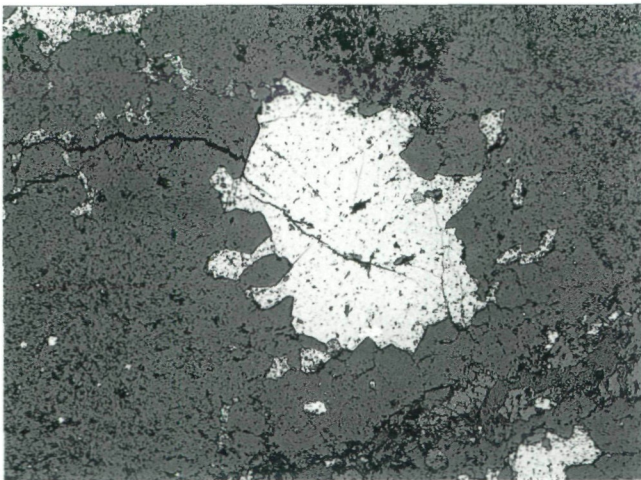




**Abb. 7:**  
Fahlerz (grau) mit Galenit, der teilweise in Anglesit (hellgrau) umgewandelt ist und Carbonaten im Quarzit/Sandstein; Neufinkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagskogel, Karawanken, Kärnten. REM-Foto: BSE-Bild, Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie, Karl-Franzens-Universität Graz. Bildbreite: 0,08 mm.



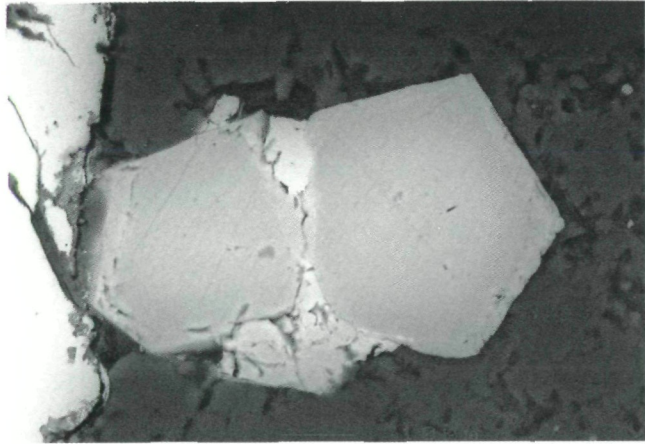
**Abb. 8:**  
Siegenit im deutlich zonierten Fahlerz; Neufinkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagskogel, Karawanken, Kärnten. REM-Foto: BSE-Bild, Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie, Karl-Franzens-Universität Graz. Bildbreite: 0,14 mm.



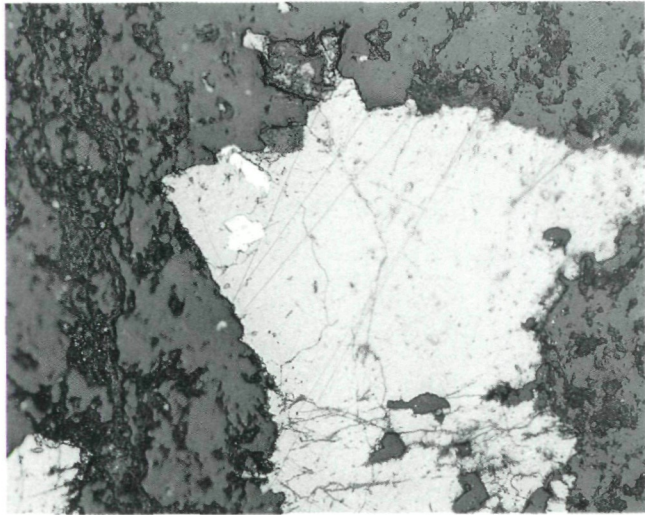
**Abb. 9:**  
Fahlerzkristall mit Siegenit im Quarzit/Sandstein; Neufinkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagskogel, Karawanken, Kärnten. Foto: J. Taucher. Bildbreite: 1,25 mm.



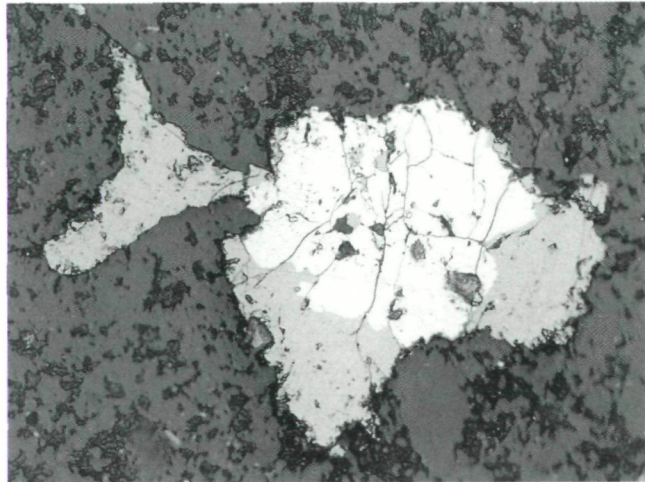
**Abb. 10:**  
Co-Ni- und Cu-hältige Pyritkristalle mit  
Fahlerz und Carollit; Neufinkenstein,  
Grabanz, Mallestiger Mittagkogel,  
Karawanken, Kärnten. REM-Foto: BSE-  
Bild, Institut für Mineralogie-Kristallog-  
raphie und Petrologie, Karl-Franzens-  
Universität Graz. Bildbreite: 0,06 mm.



**Abb. 11:**  
Fahlerz mit Carollit und Chalkopyrit;  
Neufinkenstein, Grabanz, Mallestiger  
Mittagskogel, Karawanken, Kärnten.  
Foto: J. Taucher. Bildbreite: 0,32 mm.



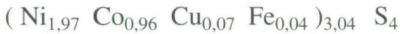
**Abb. 12:**  
Chalkopyrit mit Carollit und Fahlerz;  
Neufinkenstein, Grabanz, Mallestiger  
Mittagskogel, Karawanken, Kärnten.  
Foto: J. Taucher. Bildbreite: 0,32 mm.





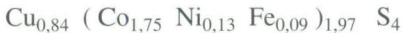
gut entwickelten Kristalle werden bis 20 µm groß. Die aus den chemischen Analysen errechnete Formel ergab Siegenit. Die chemische Analyse ist der Tabelle 3 zu entnehmen. Siegenit ist teilweise von Tetraedrit umwachsen (Abb. 8), kommt aber auch im Quarzit vor. Im Auflicht zeigt Siegenit eine helle gelblichgraue Farbe (Abb. 9) und ist von Carollit deutlich zu unterscheiden.

Für Siegenit errechnete sich auf der Basis von 4 Schwefel die empirische Formel:



Ein weiteres Mineral der Linneit-Gruppe tritt einerseits in morphologisch gut begrenzten Kristallen mit 20 µm Durchmesser gemeinsam mit den Co-Ni-Cu-hältigen Pyritkristallen (Abb. 10) und mit Chalkopyrit innerhalb des Tennantit-reichen Fahlerzes auf (Abb. 11). Andererseits findet sich diese Mineralphase, oft reichlich, auf Chalkopyrit und auf Fahlerz aufgewachsen (Abb. 12). Aus den chemischen Analysen ergab sich das Vorliegen von Carollit. Carollit wurde von FABER (1852) von Finksborg, Maryland, USA, erstmals beschrieben. Im Auflicht zeigt Carollit gegenüber Siegenit eine rötlichere Farbe (Abb. 9). Die chemische Analyse ist ebenfalls der Tabelle 3 zu entnehmen. Diese entspricht sehr gut den Analysen, die SMITH und BRUSH (1853) und HINTZE (1904) von Carollit, Patapsco Mine, Finksborg, Carroll County, USA, angeben.

Für Carollit errechnet sich auf der Basis von 4 Schwefel die empirische Formel:



Pyrit kommt in den untersuchten Schlämmen immer in idiomorphen Kristallen vor, die meist rund 0,3 mm groß

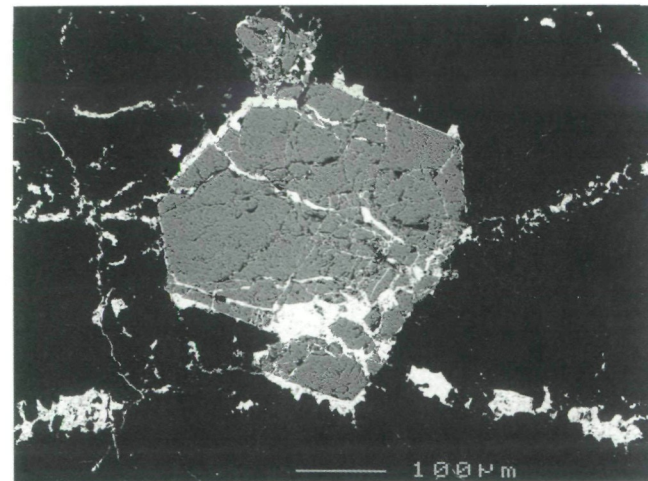
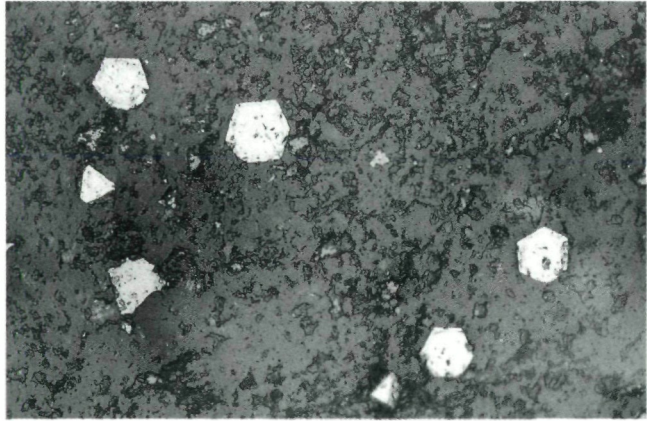


Abb. 13:

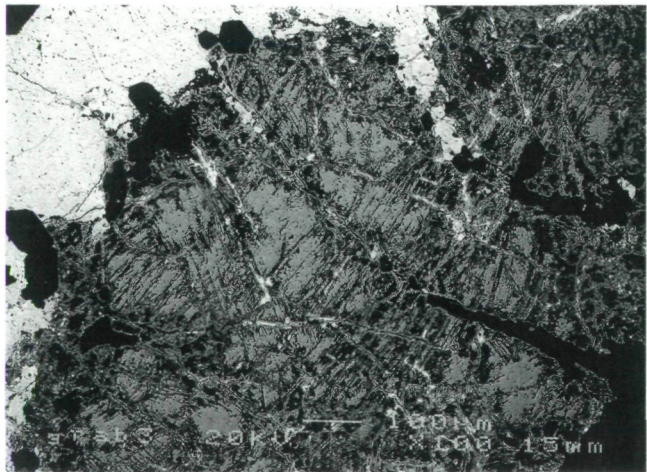
Mit Rissen durchzogener Pyrit, wobei die Risse mit Galenit und Baryt gefüllt sind; Neufunkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagkogel, Karawanken, Kärnten. REM-Foto: BSE-Bild, Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie, Karl-Franzens-Universität Graz. Bildbreite: 0,8 mm.

**Abb. 14:**  
Zonierte, Ni-Co-Cu-hältige Pyritkristalle mit Fahlerz; Neufinkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagkogel, Karawanken, Kärnten. Foto: J. Taucher. Bildbreite: 0,32 mm.



sind (Abb. 13 und 14). Chemische Analysen weisen neben Fe und S noch Co, Ni, Cu und selten auch As aus. Es können drei chemisch unterschiedliche Typen festgestellt werden, wobei der Großteil der untersuchten Pyritkristalle dem Co-armen Typ (Pyrit 1 der Tabelle 3) angehören. Es handelt sich um Pyritkristalle mit Anteilen von  $\text{CoS}_2$  und  $\text{NiS}_2$ . Die gemessenen Cu-Gehalte werden gewöhnlich entmischtem Chalkopyrit zugesprochen. Im BSE-Bild konnten jedoch keine entmischten Phasen innerhalb der Pyritkristalle beobachtet werden. Aus den Analysen errechnen sich für die Co- und Ni- arme Pyritphase (1): 92 Mol%  $\text{FeS}_2$ , 1 Mol%  $\text{CoS}_2$ , 1 Mol%  $\text{NiS}_2$  und 6 Mol% Chalkopyrit?. Für die Co- und Ni-reichere Pyritphase (2): 55 Mol%  $\text{FeS}_2$ , 28 Mol%  $\text{CoS}_2$ , 8 Mol%  $\text{NiS}_2$  und 4 Mol% Chalkopyrit?. Die Pyritkristalle scheinen einen weitgehend homogenen inneren Bereich (1) zu besitzen. Die Randzone zeigt einen deutlich abgegrenzten Bereich, der deutlich höhere Co- und Ni-Gehalte aufweist (2), was sowohl im Auflicht als auch im BSE-Bild deutlich erkennbar ist (Abb. 14). Die Pyritkristal-

**Abb. 15:**  
Sphalerit mit Fahlerz. Innerhalb von Sphalerit ist Baryt zu beobachten; Neufinkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagkogel, Karawanken, Kärnten. REM-Foto: BSE-Bild, Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie, Karl-Franzens-Universität Graz. Bildbreite: 1,14 mm.





**Grabanz, Neufinkenstein, Mallestiger Mittagkogel, Kärnten**

Element%	Sphalerit		Siegeni		Carollit		Pyrit				
	max – min		max – min		max – min		(1)	max – min		(2)	max – min
	Zn	66,88	67,05 – 66,75	Ni	38,13	38,83 – 37,43	2,50	3,11 – 2,03	0,39	0,56 – 0,29	3,79
Cd	0,25	0,31 – 0,21	Co	17,41	17,88 – 16,94	34,57	35,40 – 33,79	0,44	0,44 – 0,00	13,57	14,18 – 12,96
S	32,53	32,87 – 32,13	Cu	1,42	1,60 – 1,34	17,68	17,97 – 17,35	1,56	1,62 – 1,51	2,52	2,58 – 2,45
			Fe	0,68	0,77 – 0,59	1,77	2,07 – 1,69	43,82	44,41 – 43,01	27,33	27,91 – 26,75
			S	42,31	42,31 – 42,30	43,84	44,76 – 42,57	53,35	53,84 – 52,18	52,80	52,97 – 52,63
Σ	99,66		S	99,95		100,36		99,56		100,01	

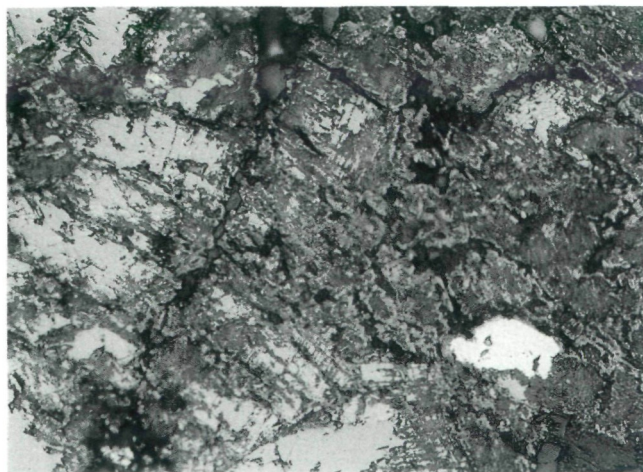
	Atom%		Atom%		Atom%		Atom%	
Zn	50,15		Ni	28,24	1,86		0,27	2,61
Cd	0,11		Co	12,85	25,56		0,30	9,32
S	49,74		Cu	1,01	12,12		0,99	1,60
			Fe	0,53	1,38		31,62	19,81
			S	57,38	58,46		67,03	66,66

le treten in morphologisch sehr gut entwickelten Kristallen im Quarzit auf, wobei ein Wachstumsstadium offenbar Hexaeder zeigt. Selten sind sie mit Fahlerz verwachsen. Ein einziges Mal konnte als Begleiter des Pyrits Carollit festgestellt werden (Abb. 10). Die chemischen Analysen dieser Pyritkristalle sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Pyritkristalle, die der Vererzungsphase mit Galenit, Sphalerit und Baryt angehören, weisen die übliche Zusammensetzung auf. Tektonische Risse in diesen Pyritkristallen sind häufig mit Baryt gefüllt (Abb. 13).

Sphalerit ist auf zwei Proben reichlich vorhanden, bildet mehrere Millimeter große Partien und ist sowohl mit Galenit als auch mit Tetraedrit verwachsen (Abb. 15). Morphologische Formen konnten nicht beobachtet werden. Die chemische Analyse ist der Tabelle 3 zu entnehmen. Sphalerit weist geringe Cd-Gehalte auf und ist wahrscheinlich Fe-frei. Innerhalb von Sphalerit tritt Baryt oder selten Pyrit auf.

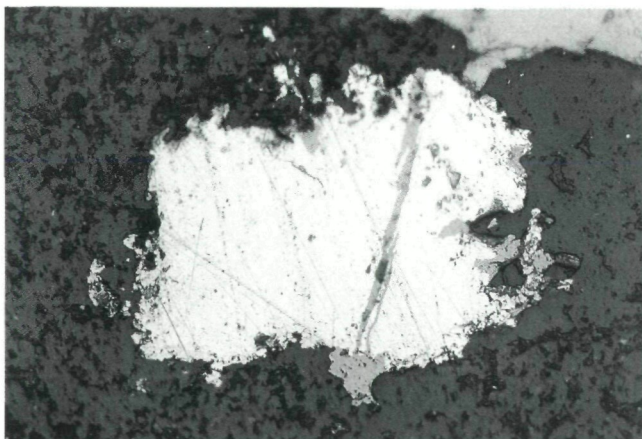
**Tabelle 3: Quantitative EDS-Analysen von Sphalerit, Siegenit und Pyrit von Grabanz, Neufinkenstein, Mallestiger Mittagkogel, Karawanken, Kärnten, Österreich. Standard: Fe, Cu: Chalkopyrit (Western Mines); S, Zn: C21, Sphalerit (Western Mines); Co: Cobalt-Metall; As: Cabri-526 (PtAs<sub>2</sub>); Ni: Cabri-141 (NiSb); Ag: Cabri-499 (AgBiSe<sub>2</sub>); Cd: CdVSP; 20 kV.**



**Abb. 16:**  
 Sphalerit, randlich durch Covellin verdrängt, mit Chalkopyrit; Neufinkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagkogel, Karawanken, Kärnten.  
 Foto: J. Taucher.  
 Bildbreite: 0,32 mm.,  
 32 mm.



**Abb. 17:**  
Fahlerz als Rißfüllung im Chalkopyrit.  
Chalkopyrit wird von Carollit umsäumt  
im Fahlerz; Neufinkenstein, Grabanz,  
Mallestiger Mittagkogel, Kara-  
wanken, Kärnten. Foto: J. Taucher.  
Bildbreite: 0,32 mm.



Sphalerit wird an den Spaltflächen entlang von Covellin verdrängt (Abb. 16).

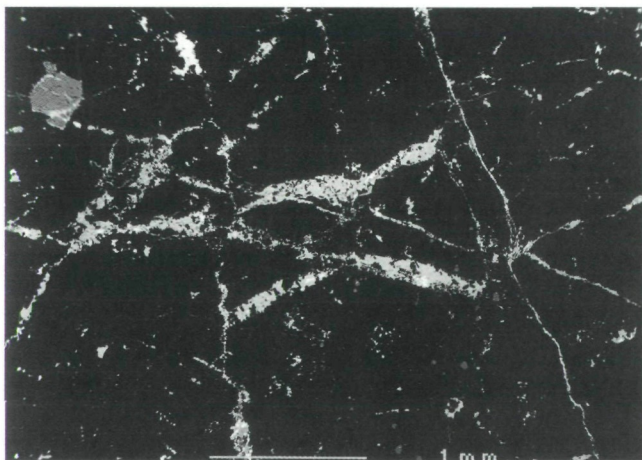
Galenit ist an zwei Schliffen recht häufig und tritt mit Sphalerit, Fahlerz, Pyrit und reichlich Baryt im Quarzit auf. Morphologische Formen konnten nicht beobachtet werden. Ag-Gehalte konnten nicht gemessen werden. Galenit ist stellenweise in Anglesit umgewandelt. Weiters füllt Galenit auch Risse im Fahlerz und im Pyrit.

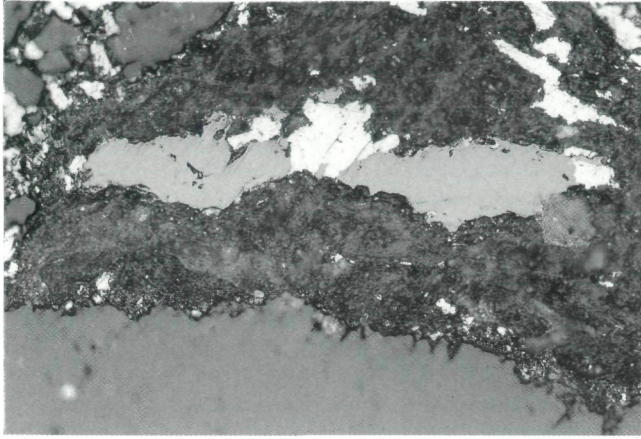
Chalkopyrit ist in den Schliffen selten und sowohl mit Tennantit-reichem als auch mit Tetraedrit-reichem Fahlerz verwachsen oder durchzieht das Fahlerz in kleinen Tröpfchen, wobei dieses auch Risse im Chalkopyrit füllt (Abb. 17). Es konnten jedoch auch umgekehrt Fahlerztröpfchen im Chalkopyrit beobachtet werden. Einmal tritt Chalkopyrit in den Schliffen mit Carollit verwachsen innerhalb eines Fahlerzkristalles auf (Abb. 11).

Covellin bildet schmale Säume um Sphalerit (Abb. 16). Mit Covellin tritt manchmal Baryt auf.

Gediegen Silber konnte sehr selten in wenigen mm

**Abb. 18:**  
Mit Baryt, Galenit und Sphalerit gefüllte Risse sowie Pyrit im Quarzit/Sandstein; Neufinkenstein, Grabanz, Mallestiger Mittagkogel, Karawanken, Kärnten. REM-Foto: BSE-Bild, Institut für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie, Karl-Franzens-Universität Graz. Bildbreite: 4 mm.





**Abb. 19:**  
 Galenit und Sphalerit mit wenig Baryt  
 im Quarzit/Sandstein; Neufinkenstein,  
 Grabanz, Mallestiger Mittagkogel,  
 Karawanken, Kärnten.  
 Foto: J. Taucher. Bildbreite: 0,32 mm.

großen Butzen innerhalb des Quarzites aufgefunden werden.

Die Erzminerale werden von Calcit, Dolomit und Baryt begleitet. Dolomit weist deutliche Fe-Gehalte auf. Ebenso konnten im Calcit geringe Fe-Gehalte nachgewiesen werden. Baryt ist häufig mit Galenit und Sphalerit, Pyrit sowie selten mit Fahlerz vergesellschaftet. Baryt bildet meist schmale Lagen, in die Erzminerale eingelagert sind (Abb. 18 und 19). Auch Risse im Pyrit sind mit Baryt gefüllt (Abb. 13). Quantitative EDS-Analysen weisen 5 Mol%  $\text{SrSO}_4$  im Baryt aus.

An sekundären Mineralbildungen konnten Anglesit als Alterationsprodukt des Galenits und Cerussit im Bereich von Carbonaten festgestellt werden. Im Bereich der die Erze manchenmal begleitenden Carbonate wurden Malachit und eine dem Partzit-ähnliche Mineralphase als Umwandlungsprodukt des Fahlerzes beobachtet. Derartige Mineralphasen wurden auch bei anderen Fahlerzvorkommen (z. B. Wald am Schoberpaß oder Sattlerkogel, Veitsch) beobachtet. Die Partzit-ähnliche Mineralphase wurde von KORITNIG (1967) als „Thrombolith“ oder „Protoparzit“ bezeichnet und ist offenbar auch hier röntgenamorph. Bedingt durch die geringe Probenmenge konnte keine eingehendere Untersuchung der Parzit-ähnlichen Mineralphase durchgeführt werden.

Als Akzessorien im Quarzit sind reichlich Muskovit in kleinen Parketten und Rutil in kurzprismatischen, gedrunge- nen Kristallen und in Sagenit-artiger Verwachsung zu finden. Weiters konnten noch Zirkon und Apatit festgestellt werden. Apatit zeigt in den EDS-Analysen ein Mißverhältnis von Ca:P. Ein IR-Spektrum konnte auf Grund der geringen Kristallgrößen und aus Präparationsschwierigkeiten nicht durchgeführt werden. Cl-Gehalte konnten im Apatit nicht gemessen werden.

### Schlußbetrachtung

Die Genese der hydrothermal gebildeten Lagerstätte ist teilweise unklar und kann anhand der Haldenstücke nicht geklärt werden. Die hier untersuchten Erze treten alle im Quarzit auf, wobei Quarz großteils idiomorphe Kristalle bildet. Neben Quarz tritt noch reichlich Muskovit auf. An Akzessorien kommen Rutil, Zirkon und Apatit vor.

Es können zwei getrennte Vererzungsphasen festgestellt werden. Zuerst wurden Pyrit, Chalkopyrit und Tetraedrit-reiches Fahlerz gebildet. Generell ist am Fahlerz der Trend vom Sb-reichen Fahlerz zum As-reichen Fahlerz zu erkennen. Auf das zuerst gebildete, schwach Tetraedrit dominierte Fahlerz folgt scharf getrennt fast reiner Tetraedrit, auf den wiederum ein Sb-ärmerer Tetraedrit folgt. Hierher gehören wahrscheinlich Siegenit und Carollit, die einerseits idiomorphe Kristalle bilden, wobei Carollit sehr oft auf Chalkopyrit und Fahlerz aufgewachsen ist (Abb. 12). Offenbar wurde das schwach Tetraedrit-dominierte Fahlerz mechanisch beansprucht. Danach folgt die Bildungsphase mit fast As-freiem Tetraedrit, Sphalerit, Galenit mit Baryt und den Carbonaten Calcit und Dolomit. Die Risse im Quarzit, im Fahlerz und im Pyrit wurden mit Baryt, Galenit und Sphalerit gefüllt (Abb. 7, 13, 18 und 19). Danach wurde wieder Fahlerz, diesmal Tennantit-reiches Fahlerz, gebildet. Dieses Fahlerz ist wunderbar zoniert (Abb. 3), wobei der Kern aus schwach Tennantit-dominiertem Fahlerz (Zone 2 der Tabelle 1) immer As-reicher wird bis zum fast reinen Tennantit (Zone 3). In dieser Phase wurden auch idiomorphe Tennantitkristalle gebildet. Darauf folgt scharf abgegrenzt wieder ein Sb-reicherer Bereich, worauf wieder Tennantit-reiches Fahlerz folgt usw. Die Übergänge sind teilweise fließend, teilweise scharf, wobei das Fahlerz zum Rand hin immer As-reicher wird. Die Bildungsphase des Tennantit-reichen Fahlerzes hat auch das zuvor gebildete Tetraedrit-dominierte Fahlerz verändert. An den Rissen des Sb-reichen Fahlerzes fand eine Verdrängung zugunsten des As-reichen Fahlerzes statt (Abb. 2) und diese ist die Ursache für das chemisch pflasterartige Bild, das dieses Fahlerz im BSE-Bild liefert (Abb. 1). Es kann beobachtet werden, daß die Breite des Risses auf den Chemismus des verdrängenden Fahlerzes einen Einfluß besitzt. Je schmaler der Riß, desto Sb-reicher ist die verdrängende Fahlerzphase. Bei der Verdrängung werden die Sb-Ionen herausgelöst und da in den schmalen Rissen die Verdrängung erst begonnen hat, ist Sb erst teilweise verdrängt, wodurch der Chemismus des Fahlerzes in den schmalen Rissen eine Mischung zwischen verdrängendem Fahlerz und verdrängtem Fahlerz darstellt. Je breiter der Riß, desto weiter ist der Prozeß des Verdrängens fortgeschritten. Dieses Herauslösen der Sb-Ionen führt zu einer Anreicherung von Sb in der Lösung, was zeitweise zur Bildung von fast



reinem Tetraedrit geführt hat. Derartige Bildungsvorgänge führen zu chemisch rhythmisch aufgebauten Kristallen. Es fanden gegenseitige Verdrängungen von As-reichem und Sb-reichem Fahlerz statt.

Fahlerz wurde offenbar während der ganzen Vererzungsphase gebildet, da es praktisch mit jedem Erzmineral vergesellschaftet ist. Auffallend ist, daß das Fahlerz in jedem der untersuchten Schliche ein anderes Bild zeigt. Es ist daher anzunehmen, daß die untersuchten Proben von verschiedenen Stellen der Vererzung stammen und es wird dadurch eine enorme chemische Variabilität des Fahlerzes innerhalb der Erzlagerstätte dokumentiert.

Als Verwitterungsminerale konnten Anglesit, Cerussit, Malachit und eine Partzit-ähnliche Mineralphase festgestellt werden.

### **Richtigstellung zum Mallestigit**

In letzter Zeit wurde über das neue Mineral Mallestigit von Neufunkenstein sehr viel Unsinn in Wort und Schrift verbreitet.

Die Mineraldaten die zur Annerkennung einer neuen Mineralphase von der Commission on New Minerals and Mineral Names der I. M. A. notwendig sind, wurden von Josef Taucher, Franz Walter, Isabella Sima, Karl Ettinger und Brigitte Koppelhuber-Bitschnau erarbeitet. Von den oben genannten Personen wurden diese Daten bei der Commission on New Minerals and Mineral Names der I. M. A. eingereicht und von dieser unter dem von den Einreichern vorgeschlagenen Namen Mallestigit mit der Kennzahl (96-043) im November 1996 anerkannt.

Es gibt keine Nachbenennung.

### **Dank:**

Herrn Franz Füntratt, Referat für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum Graz, danke ich für das Anfertigen der Schliche. Herrn o. Univ.-Prof. Dr. Georg Hoinkes, Vorstand des Institutes für Mineralogie-Kristallographie und Petrologie der Karl-Franzens-Universität Graz, danke ich für die Erlaubnis, die Geräte des Institutes benutzen zu dürfen.

### **Bearbeitungshinweise:**

Rö: 15616, 15621, 15622, 23664, 23665, 23666, 23667, 23999.

### **Untersuchungsmethoden:**

Diffraktometer D500 der Firma Siemens, CuK $\alpha$ -Strahlung, Pulverpräparate, Glasträger, 0.05<sup>o</sup> steps, 1.0, 3.0 seconds/step. Rasterelektronenmikroskop JSM-6310 der Firma JEOL; 20 kV; ED-Analysensystem Link, Isis. ZAF-Korrektur; Kohlenstoffbedampfung.

**Literatur:**

- BLASZ, G. & H.-W. GRAF (1997): Neue Mineralfunde aus Kärnten.- Mineralien Welt. Das Magazin für Mineraliensammler, Heft 2. Herausgeber: Rainer Bode. Druck: Paus, Coesfeld-Lette: 27-28. Signatur und Standort: Nr. Z162, Bibliothek des Referates für Mineralogie, Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum Graz.
- BRUNLECHNER, A. (1886): V. Die Erzlagerstätte Neufunkenstein bei Villach.- Jahrbuch des naturhistorischen Landes-Museums von Kärnten. Achtzehntes Heft. XXXV. Jahrgang. Herausgegeben von J. L. Canaval. Klagenfurt. Druck von Ferdinand v. Kleinmayr.: 74-80. Signatur und Standort: II 15231, Steiermärkische Landesbibliothek Graz.
- CANAVAL, R. (1926): Bemerkungen über die Erzvorkommen in der Umgebung von Finkenstein bei Villach.- Montanistische Rundschau, Nr.6. Herausgeber, Eigentümer und Verleger: Verlag für Fachliteratur, Ges. m. b. H., Berlin. Manzsche Buchdruckerei, Wien: 177-184. Signatur und Standort: Inv. Nr. 47.578, Bibliothek des Referates für Geologie und Paläontologie, Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum Graz.
- CANAVAL, R. (1927): Bemerkungen über die Erzvorkommen in der Umgebung von Finkenstein bei Villach.- Montanistische Rundschau, Nr.15. Herausgeber, Eigentümer und Verleger: Verlag für Fachliteratur, Ges. m. b. H., Berlin. Manzsche Buchdruckerei, Wien: 413-415. Signatur und Standort: Inv. Nr. 47.579, Bibliothek des Referates für Geologie und Paläontologie, Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum Graz.
- FABER, W. L. (1852): 3. On Carollite, a new Cobalt Mineral.- The American Journal of Science and Arts, second series. Vol. XIII. New Haven. Druck: B. L. Hamlen, Yale College.: 418-419.
- HINTZE, C. (1904): Handbuch der Mineralogie.- Erster Band. Elemente – Sulfide – Oxyde – Haloide – Carbonate – Sulfate – Borate – Phosphate. Erste Abteilung. Elemente und Sulfide. Leipzig, Verlag von Veit & Comp. 1904.: 1208 S. Signatur: II 51213, Steiermärkische Landesbibliothek. Standort: Bibliothek der Abteilung für Mineralogie, Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum Graz, Nr. B443.
- KORITNIG, S. (1967): Der Thrombolith von der Veitsch, Steiermark.- Jahrbuch der Naturwissenschaftlichen Abteilungen am Joanneum. Herausgegeben von der Steiermärkischen Landesbibliothek am Joanneum in Graz. Druck: Leykam AG, Graz.: 51-56. Signatur und Standort: Nr. Z137, Bibliothek des Referates für Mineralogie, Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum Graz.
- PUTTNER, M. (1994): Der Bergbau auf die Tetraedrit-Vorkommen des Mallestiger Mittagkogels (Westkarawanken, Kärnten), seine Bergbaugeschichte und Mineralogie sowie die Neufunde von Clarait und Theisit.- Der Aufschluss, Zeitschrift für die Freunde der Mineralogie und Geologie, Jahrgang 45, S 4820 F. Herausgeber und Verlag: Vereinigung der Freunde der Mineralogie und Geologie (VFMG) e. V., Heidelberg. Gesamtherstellung: Druckhaus Göttingen im Göttinger Tagblatt GmbH & Co.: 1-10. Signatur und Standort: Nr. Z26, Bibliothek des Referates für Mineralogie, Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum Graz.
- SMITH, J. L. & G. J. BRUSH (1853): Reexamination of American Minerals. 28. Carollite, a Copper-Linnæite.- The American Journal of Science and Arts, second series. Vol. XVI. New Haven: Editors. New York: G. P. Putnam & Co. Druck: B. L. Hamlen, Yale College.: 366-367.
- TAUCHER, J. (1996): Covellin mit gediegen Schwefel von der Grabanz, Neufunkenstein, Mallestiger Mittagkogel, Karawanken, Kärnten, Österreich.- MATRIXX, Mineralogische Nachrichten aus Österreich, Band 5, 1. Auflage. Herausgeber, Medieninhaber und Verleger: Dietmar Jakely und Hildegard Könhöfer, Graz. Belichtung, Druck und Fertigung: M. Theiss, Wolfsberg: 39-41. Signatur und Standort: Nr. Z168, Bibliothek des Referates für Mineralogie, Steiermärkisches Landesmuseum Joanneum Graz.

**Anschrift des Verfassers:**

Josef Taucher, Referat für Mineralogie,  
Steiermärkisches Landesmuseum  
Joanneum, Raubergasse 10,  
A-8010 Graz.