

Goldführende Kupfervorkommen des Kremser Schloßberges bei Voitsberg (Steiermark)

Von WERNER H. PAAR, BERND MOSER & WALTER POSTL*)

Mit 12 Abbildungen

Herrn em. Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. O. M. FRIEDRICH
aus Anlaß der Vollendung seines 85. Lebensjahres
zugeeignet

Österreichische Karte 1 : 50.000
Blatt 163

Steiermark
Gradener Serie
Kupfererze
Gold
Erzmikroskopie
Genese

Inhalt

Zusammenfassung	59
Abstract	59
1. Einleitung	59
2. Zur Erzmineralogie des Vorkommens	60
2.1. Allgemeines	60
2.2. Die Vererzung	60
2.2.1. Die Fe-S-Assoziation	60
2.2.2. Die Cu-Fe-S-Assoziation	60
2.2.3. Die Cu-S-Assoziation	60
2.2.4. Die Cu/CuO-Assoziation	60
3. Röntgenographische Untersuchungen	62
4. Bildungsbedingungen	62
Dank	62
Literatur	62

Zusammenfassung

Aus der Gradener Serie bei Krems SE Voitsberg wird eine in Spuren Feingold führende gangförmige Kupfermineralisation beschrieben. Die Primärerze (Chalkopyrit, Bornit) sind zumeist zementativ in rhombischen Chalkosin, Spionkopit, Anilit, Djurleit und Covellin umgewandelt. Ged. Kupfer und Cuprit bzw. Tenorit sind lokal angereichert.

Die Vererzung ist in wirtschaftlicher Hinsicht bedeutungslos.

Abstract

Vein-type copper mineralisation with traces of native gold occur in garnet-micaschists of the Gradener Serie SE of Voitsberg. Primary ores (chalcopyrite, bornite) are occasionally replaced by copper sulphides, such as rhombic chalcocite, spionkopite, anilite, djurleite and covellite. Native copper, cuprite and tenorite are concentrated locally.

Economically, the mineralisation has no significance.

*) Anschriften der Verfasser: Univ.-Prof. Dr. WERNER H. PAAR, Institut für Geowissenschaften (Mineralogie), Universität Salzburg, Hellbrunnerstraße 34/III, A-5020 Salzburg; Dr. BERND MOSER, Dr. WALTER POSTL, Landesmuseum Joanneum, Abteilung für Mineralogie, Raubergasse 10, A-8010 Graz.

1. Einleitung

Ein zuletzt in den 30^{er} Jahren unseres Jahrhunderts beschürftes Kupfervorkommen bei Krems SE Voitsberg wurde in den letzten Jahren durch die Aufmerksamkeit einiger Voitsberger Mineraliensammler wieder in Erinnerung gerufen. Vor allem der Fund von einigen wenigen Proben mit ged. Gold in unter 1 mm großen Flittern (Jahresbericht Joanneum 1984, Seite 69) veranlaßte die Verfasser zu einer eingehenden Untersuchung dieses Vorkommens.

Die am S-Abhänge des Kremser Schloßberges gelegenen Kupfervorkommen treten in Granatglimmerschiefern der Gradener Serie auf, der auch sehr granatarmer Glimmerschiefer mit phyllitischem Habitus eingeschaltet sind. Das Streichen im betrachteten Bereich schwankt zwischen E-ESE, das Einfallen ist flach (10-25°) nach NE gerichtet. Die Gesteinsserien werden von einem sich rechtwinkelig schneidenden Klufsystem durchsetzt, von dem ein Teil als ac-Klüfte anzusprechen sind. Vor allem parallel dieser Kluftrichtung treten Quarz-Feldspat-, z. T. auch reine Quarzgänge

auf, die Träger der Vererzung sind. S-parallele Quarzgänge (Lagergänge) sind erzleer.

Das untersuchte Material zeigt recht einheitlich den bereits von COPONY (undatiert) charakterisierten Vererzungstypus. Sulfide sowie daraus gebildete Oxidations- bzw. Zementationsminerale sind in Bändern, Linsen, Nestern und Körnern in Quarz, auch neben Feldspat eingelagert.

Insgesamt kann dieses Vorkommen aufgrund der Absetzbarkeit der Vererzung als in wirtschaftlicher Hinsicht bedeutungslos betrachtet werden.

2. Zur Erzmineralogie des Vorkommens

2.1. Allgemeines

Die vorliegenden Erzproben, die den Beständen der Abteilung für Mineralogie am Landesmuseum Joanneum (Inv. Nr. 34403, 34434 und 1362), der dort aufbewahrten Lagerstättensammlung Prof. O. M. FRIEDRICH, Aufsammlungen von Herrn H. ECK (Voitsberg) und eigenen Aufsammlungen entstammen, wurden auflichtmikroskopisch untersucht. Einzelne Phasen wurden mittels röntgenographischer Methoden (B. M. und W. P.) und/oder mit der Elektronenstrahl-Mikrosonde (ARL-EMX-SM) analysiert. Letzteres betrifft die Cu-S-Phasen.

2.2. Die Vererzung

2.2.1. Die Fe-S-Assoziation

Zu den vermutlich ältesten Sulfiden zählt Pyrrhotin (hexagonal?), an den allerdings nur mehr die heute in Pyrit umgewandelten, ehemals aus Markasit bestehenden vogelaugenähnlichen Zerfallsbildungen („birds eye“-Strukturen) erinnern (Abb. 1). Weitverbreitet ist eine Durchhäderung des Gangquarzes mit Pyrit.



Abb. 1. Pseudomorphose von Pyrit nach ehemaligen Zerfallsprodukten (Markasit?) von Pyrrhotin, in Quarz. Von Pyrrhotin ist die Spaltbarkeit noch gut erkennbar. Bildbreite = 0,1 mm.

2.2.2. Die Cu-Fe-S-Assoziation

An Mineralbildungen sind hier
Chalkopyrit (CuFeS_2)

und

Bornit (Cu_5FeS_4)

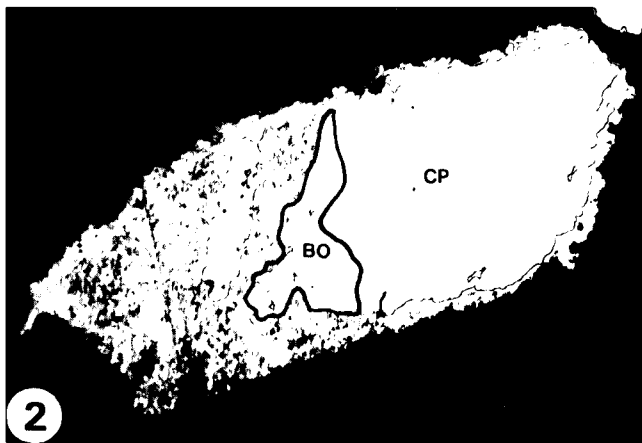


Abb. 2. In Quarz eingebettetes Chalkopyrit-Korn (CP) zeigt Verdrängung durch Bornit (BO) und nachfolgend solche von Anilit (an). Bildbreite = 100 μm .

zu nennen. Ersterer weist sich aufgrund der oleanderblattförmigen Zwillingslamellierung und häufig entmischter Sphalerit-Sternchen (Abb. 5) als ehemaliger Hochtemperatur-Kupferkies aus. Gelegentlich sind Einschlüsse langspindeliger

Mackinawit-Lamellen ($[\text{Fe,Ni}]_9\text{S}_8$) festzustellen (Abb. 3).

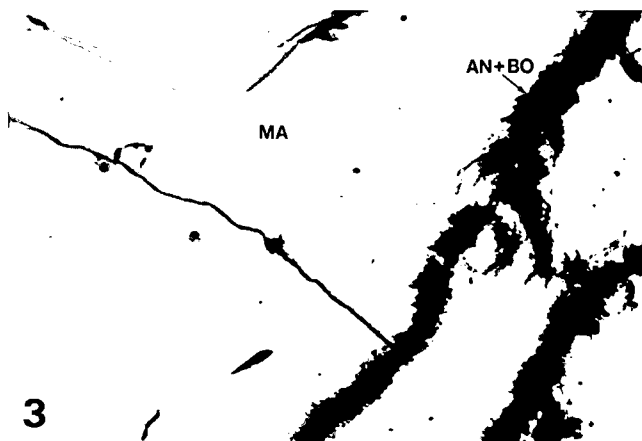


Abb. 3. Chalkopyrit mit entmischter Mackinawit-Spindel (MA) wird von schmalen Gängchen aus Anilit mit Relikten von Bornit durchzogen. Bildbreite = 100 μm .

Bornit ist im vorliegenden Schliffmaterial eher selten und kann aufgrund der Verwachsungsbeziehung mit Chalkopyrit als dessen Verdränger im Sinne einer Zementation angesehen werden (Abb. 2). In kleinen Körnern (unter 10 μm) und assoziiert mit Bismuthinit (+Wittichenit?) scheint er einschlußartig in aus Chalkosin und Digenit ($\text{Cu}_{1,8}\text{S}$) bestehenden, Chalkopyrit netzartig durchziehenden, Adern auf (Abb. 3).

2.2.3. Die Cu-S-Assoziation

Chalkopyrit zeigt im Großteil des Schliffmaterials teils oxidative, teils zementative Umwandlungen. Erste resultieren in einer z. T. vollständigen Umsetzung zu Limonit (Goethit), letztere äußern sich in der Bildung zunehmend kupferreicher Mineralphasen, die dem binären System Cu-S angehören. Die beginnende Verwitterung des Chalkopyrits führt mitunter zur Ausbildung

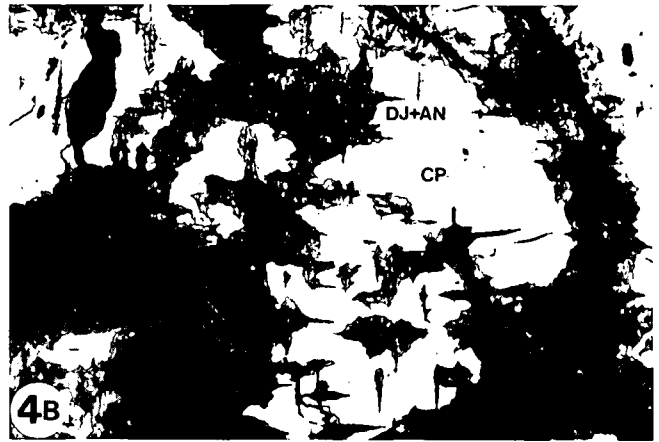


Abb. 4.
 a) Infolge Verwitterung gut ausgebildete Chalkopyrit-Spaltbarkeit nach (111). Die Durchhäderung besteht aus verschiedenen Cu-Sulfiden (Covellin, CO; „blaubleibender Covellin“: ?Spionkopit) und Goethit.
 Bildbreite = 0,5 mm.
 b) Chalkopyrit mit Schnittlage (100) und Spaltbarkeit nach (111) zeigt fortgeschrittene Verdrängung durch Cu-Sulfide (Djurleit, DJ, und Anilit, AN).
 Bildbreite = 0,1 cm.

der Spaltbarkeit nach (111) (Abb. 4A,B). Von ihr ausgehend, vor allem aber entlang unregelmäßiger Risse und Sprünge, bilden sich schmale Anreicherungszone, die aus

- 1) blaubleibendem Covellin (wahrscheinlich Spionkopit, $Cu_{1,35}S$; GOBLE, 1980) + Anilit ($Cu_{1,76}S$) (Abb. 5),
- 2) Spionkopit + Digenit + Covellin,
- 3) Covellin,
- 4) Chalkosin (rhombisch) + Anilit oder
- 5) Chalkosin

bestehen können. Im Idealfall lassen sich alle Zonen beobachten, wobei 1) unmittelbar an Chalkopyrit angrenzt, die Bereiche 2) bis 5) in dieser Reihenfolge daran anschließen. Im Normalfall sind allerdings nicht alle Zonen, manchmal nur eine einzelne ausgebildet (Abb. 6).

Verschiedene Proben lassen megaskopisch bis 5 mm große Putzen eines chalkosinähnlichen Minerals erkennen. U. d. M. bestehen sie entweder aus

- 1) Anilit (mit Verdrängungsresten von Chalkopyrit, Bornit und Pyrit; Abb. 2),
- 2) lamellaren Verwachsungen von Chalkosin (rhombisch) + Anilit (Abb. 8) oder
- 3) Chalkosin mit dünnen Säumen von Djurleit ($Cu_{1,97}S$) (Abb. 10).

Aus Chalkosin und Anilit bestehende Körner werden vielfach an Rissen von Yarrowit, $Cu_{1,16}S$, in sternförmigen Gruppierungen durchzogen (Abb. 8) (GOBLE, 1980).



Abb. 6.
 Angewitterter Chalkopyrit mit schmalen Säumen von Covellin bzw. solchen von Spionkopit + Covellin.
 Bildbreite = 0,5 mm.

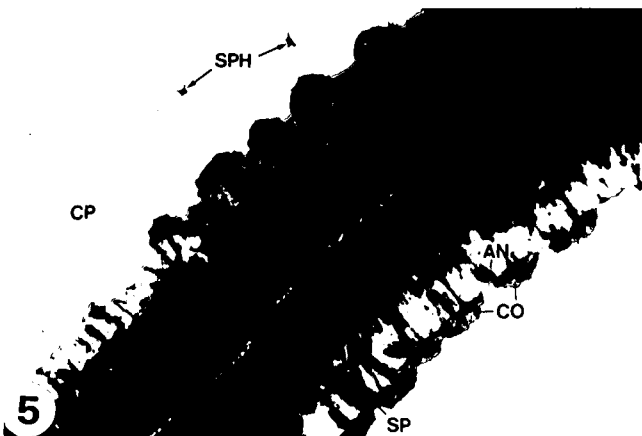


Abb. 5.
 Chalkopyrit mit entmischten Sphalerit-Sternchen (SPH) wird saumartig von Anilit + Spionkopit (SP), in späterer Folge auch von Covellin (CO) verdrängt.
 Saumbreite = $\approx 40 \mu m$.

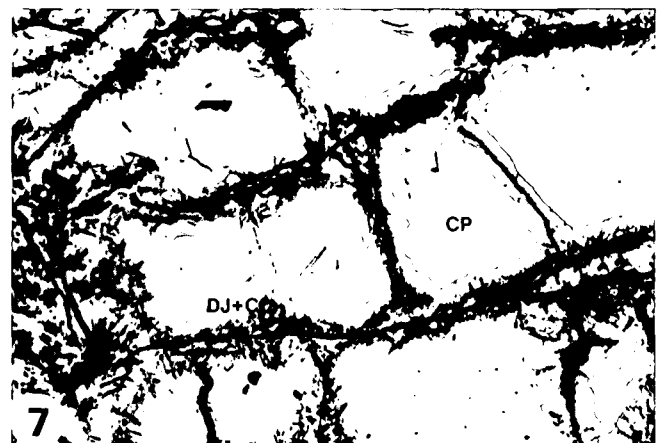


Abb. 7.
 Chalkopyrit mit zementativer Verdrängung durch Djurleit und (rhomb.) Chalkosin (CC).
 Saumbreite = 40–60 μm .



Abb. 8.
Chalkosin (CC) in lamellarer Verwachsung mit Anilit (AN) wird von Yarrowit (YA) durchsetzt. Die Yarrowit-Bildung setzt bevorzugt an Sprüngen und ausgehend von Spaltrissen der CC/AN-Matrix ein.
Bildbreite = 100µm.

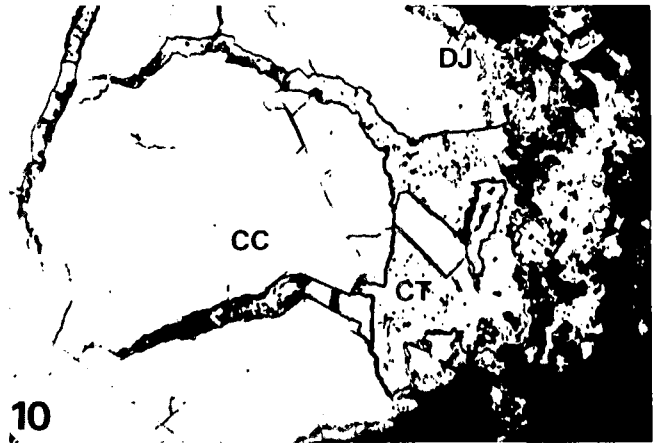


Abb. 10.
Chalkosin (rhomb.) mit schmalen Djurleit-Säumen wird an Rissen von Cuprit mit reliktschem ged. Kupfer durchzogen.
Bildbreite = 0,5 mm.

2.2.4. Die Cu/Cu-O-Assoziation

Oberflächennahe Proben fallen dadurch auf, daß die ursprünglich aus Sulfiden bestehenden Linsen im Quarz meist vollständig oxidiert sind. U. d. M. bestehen diese rotbraunen Einschlüsse aus feinkörnigem Goethit/Cuprit mit inselförmigen Relikten chalkosin-

ähnlicher Phasen und ged. Kupfer. Cuprit/ged. Kupfer sowie Tenorit (CuO) treten dann als Verdränger von Chalkosin bzw. Djurleit auf (Abb. 10).

Andere Stücke enthalten nur feinverteiltes ged. Kupfer und Cuprit (Abb. 9), welche in der Quarzmatrix eine rötlichbraune Pigmentierung hervorrufen. U. d. M. zei-

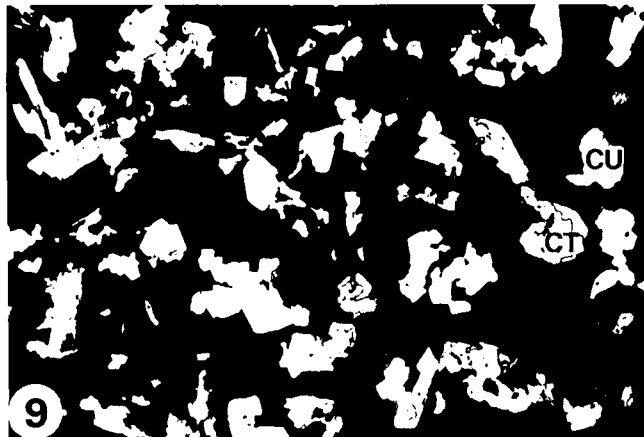


Abb. 9.
Ged. Kupfer (CU) in Kristallskeletten mit Einschlüssen und randlich (?) verdrängt von Cuprit (CT).
Bildbreite = 0,5 mm.

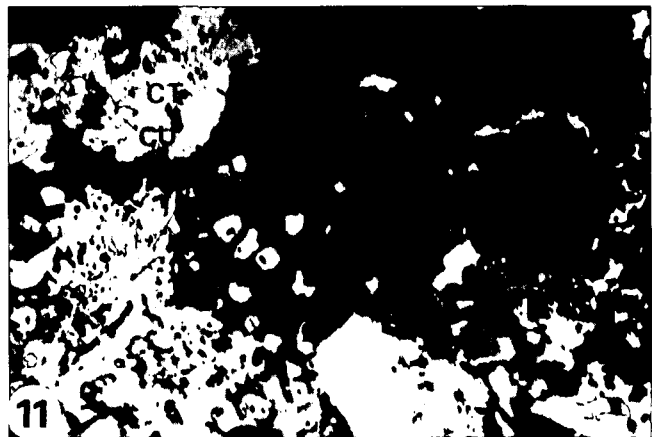


Abb. 11.
Cuprit mit ged. Kupfer-Relikten zeigt Verdrängung durch deutlich reflexionspleochroitischen Tenorit (TE).
Bildbreite = 0,1 mm.

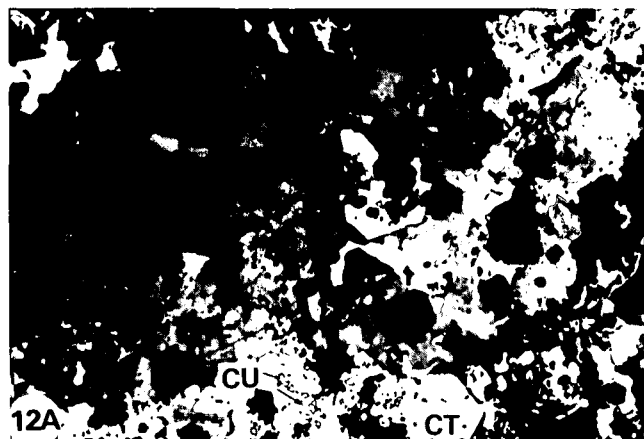
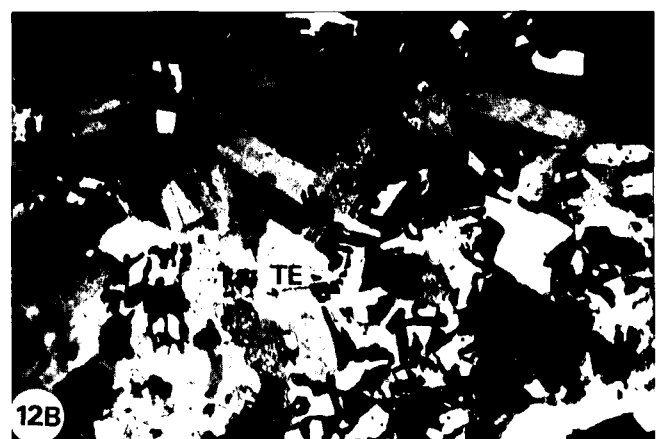


Abb. 12.
a) Tenorit in idiomorphen (tafeligen) Kriställchen als jüngere Bildung nach Cuprit (+ ged. Kupfer) in Quarz. Von Pyrrhotin ist die Spaltbarkeit noch gut erkennbar.
Bildbreite = 200 µm.
b) Die größten Tenorit-Kristalle erreichen 20 µm Länge.



gen sich z. T. gut ausgebildete Kristallaggregate von ged. Kupfer (Abb. 9) mit rundlichen oder unregelmäßigen Einschlüssen von Cuprit.

Der überwiegende Teil des Cuprits tritt allerdings als verdrängende Phase nach ged. Kupfer auf (Abb. 11, 12). Der in der Kristallisationsreihe folgende Tenorit (CuO) enthält mitunter Cuprit-Relikte (Abb. 11) und liegt entweder in Aggregaten xenomorpher Körner (Abb. 11) oder leistenförmigen Schnitten tafeliger Kriställchen (Abb. 12A,B) vor.

3. Röntgenographische Untersuchung

Parallel zu den von W. H. P. durchgeführten erzmikroskopischen Untersuchungen wurden nach Möglichkeit die Erze sowie die begleitenden Minerale mit dem Röntgendiffraktometer (CuK_{α1}-Strahlung, Quarzeichung) untersucht. Folgende Erzminerale konnten dabei einwandfrei identifiziert werden:

Fe-S-Assoziation: Pyrit
Cu-Fe-S-Assoziation: Chalkopyrit und Bornit
Cu-S-Assoziation: Chalkosin, Djurleit und Covellin
Cu/Cu-O-Assoziation: Cuprit, Kupfer ged. (selten auch Kristalle)

Weiters konnten folgende Begleitminerale bzw. Sekundärbildungen beobachtet werden:

Oxide

Quarz in Form kleiner, teilweise doppelendig entwickelter Bergkristalle in Kavernen des Gangquarzes oder dünner weißer Krusten von Chalcedon („Kascholong“) auf Gangquarz.

Hämatit als rötlich-braune, pulvrige Hohlraumfüllung. Goethit als gelbbraun gefärbte, feinnadelige Überzüge auf Bergkristallen.

„Limonit“ und „Kupferpecherz“ findet man häufig als Umwandlungsprodukte der Kupfererze.

Carbonate

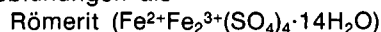
Bisweilen findet man im Gangquarz Kavernen, die mit eisenschüssigem Calcit in Form von bis 5 cm großen Rhomboedern erfüllt sind. Auch Gruppen von flachrhomboedrischen Calcitkristallen sind in derartigen Hohlräumen bisweilen anzutreffen.

Malachit ist relativ häufig in Form von dünnen Krusten, seltener in radialstrahlig entwickelten Aggregaten zu finden.

Azurit wird wohl von COPONY (undatiert) und ALKER (1956) erwähnt, konnte jedoch beim vorhandenen Probenmaterial nicht festgestellt werden.

Sulfate

An einer Pyrit führenden Probe konnten sekundär gebildete Ausblühungen als



identifiziert werden.

Silikate

Ebenfalls sekundär gebildet, tritt Chrysokoll in glasierten, blaugrünen Partien, gemeinsam mit Malachit in engster Verwachsung mit Kupferoxiden (vor allem Cuprit) auf. Der Nachweis erfolgte IR-spektroskopisch.

4. Bildungsbedingungen

Nach dem Zerfall des (hex.) Pyrrhotins zu Markasit ist es verbreitet zu einer Pyritabscheidung gekommen, die als Vorläufer der Kupfervererzung anzusehen ist. Chalkopyrit kristallisierte in der Hochtemperaturform. Bei seiner Abkühlung entmischte bei Temperaturen um 350°C (SUGAKI & TASHIRO, 1957; BONEV, 1974) zunächst Sphalerit (Sternchen), später (um 135°) Mackinawit.

Die daran anschließende zementative Abscheidung der verschiedenen Cu-S-Phasen erfolgte bei relativ niedrigen Temperaturen. Anhaltspunkte dafür liefern

- 1 rhombischer Chalkosin (stabil <103°C),
- 2 die Koexistenz von blaubleibendem Covellin (Spionkopit) + Digenit + Covellin (stabil <157 ± 3°C) sowie
- 3 jene von Spionkopit + Anilit (stabil <76 ± 6°) (MOH, 1971).

Die Bildung des Yarrowits ist durch oberflächennahe partielle Auflösung von Chalkosin und/oder Anilit zu erklären, wobei im Gegensatz zur zementativen Anreicherung sukzessive Cu-ärmere Phasen nach folgendem Schema kristallisiert sind:



Ged. Kupfer und der meist assoziierte (jüngere) Cuprit sind als oxidative Bildungen nach den Cu-Sulfiden anzusehen. Tenorit ist in dieser Paragenese bei relativ hohem E_h-Wert gebildet.

Ged. Gold konnte in keinem der Anschliffe beobachtet werden. An den wenigen zur Verfügung stehenden goldführenden Proben ist zu beobachten, daß das Gold stets im Gangquarz eingewachsen auftritt. Eine syngenetische Entstehung des Goldes gemeinsam mit dem Gangquarz kann daher als sehr wahrscheinlich angenommen werden.

Die sekundären Bildungen der Kupfercarbonate Malachit und Azurit, des Chrysokolls sowie des Eisensulfates Römerit sind als jüngste Bildungen anzusehen.

Dank

W. PAAR ist Herrn Prof. Dr. M. TARKIAN (Universität Hamburg) für die Durchführung der Mikrosonden-Analysen zu Dank verpflichtet. Herr cand. phil. G. FEITZINGER (Salzburg) ist für die Ausarbeitung der Anschliff-Aufnahmen verantwortlich.

B. MOSER und W. POSTL danken Herrn H. ECK (Voitsberg) bestens für die Bereitstellung von Probenmaterial sowie für die Geländeführung.

Literatur

- ALKER, A.: Zur Mineralogie der Steiermark. – Mitt.-Bl. Abt. Miner. Landesmus. Joanneum, **2**, 25–65, 1956.
- BONEV, I.: On the hypogenic alterations of chalcopyrite from some polymetallic and copper deposits. – In: Problems of Ore deposition, 4th Symp. IAGOD, Vol. **2**, Varna 1974, Bulg. Acad. Sci., Sofia, 261–268, 1974.
- COPONY: Das Kupfervorkommen vom Kremser Schloßberg. – Unveröff. Manuskriptabschrift aus dem Lagerstättenarchiv Univ. Prof. Dr. Ing. O. M. Friedrich, undatiert.
- GOBLE, J.: Copper sulfides from Alberta: Yarrowite Cu₉S₈ and Spionkopite Cu₃₉S₂₈. – Canad. Min. **18**, 511–518, 1980.
- MOH, G. H.: Blue remaining covellite and its relation to phases in the sulfur rich portion of the copper-sulfur system at low temperature. – Miner. Soc. Japan, Spec. Pap., **1**, 226–232, 1971.
- SUGAKI, A. & TASHIRO, Ch.: Thermal studies on the skeletal crystals of sphalerite in chalcopyrite. – Sci. Rept. Tohoku Univ., III, **5**, 293–308, 1957.