

Eine perimagmatische Antimon-Silber-Erzlagerstätte südlich Abfaltersbach, Osttirol

Von A. TORNQUIST in Graz.

(Hierzu Tafel 8 und 1 Kartenskizze im Text.)

In der Hauptversammlung der Deutschen Geologischen Gesellschaft in Wien im Jahre 1928¹⁾ hatte ich ein Programm für eine neue Bearbeitung der ostalpinen Erzlagerstätten entworfen, welches die Trennung der zeitlich verschiedenen Vererzungsvorgänge und ihre Beziehungen zu tiefenmagmatischen Vorgängen sowie zu den orogenetischen Phasen der alpinen Gebirgsbildung aufklären sollte. Es sind seither eine große Anzahl von ostalpinen Lagerstätten sehr eingehend auf ihre Beziehung zur Tektonik der Gebirgszone, in welcher sie auftreten, und auf den auf Grund chalcographischer Untersuchung ihrer Erzkörper nachweisbaren Ablauf des Vererzungsvorganges untersucht und beschrieben worden²⁾. Es bleibt aber noch die Bearbeitung sehr zahlreicher Lagerstätten der Zukunft vorbehalten.

Bisher sind in größerer Anzahl Vertreter der jungen ostalpinen Vererzungsvorgänge bearbeitet worden, d. h. Erzlagerstätten, welche nachmittelkretazischen Alters entweder von keiner der beiden großen alpiden Orogenesen, der mittelkretazischen und spätligozänen, oder nur von der letzteren betroffen worden sind. Sie haben im Gegensatz zu den alten

¹⁾ Verh. geol. B. A. Wien. 1928. S. 234.

²⁾ Zusammenstellung der Lit. s. „Metall und Erz“, S. 431, Berlin 1932.

ostalpinen Lagerstätten sowohl ihre primäre Lagerstättenform, als auch ihre primäre — nicht metamorphe — Erzstruktur erhalten. Zu ihnen gehört auch die in dieser Arbeit beschriebene Lagerstätte südlich Abfalterbach in Osttirol.

Die bisherigen Lagerstätten-Untersuchungen haben die folgenden Vererzungsperioden in den Ostalpen erkennen lassen, in welche die nachgenannten Lagerstätten wie folgt eingegliedert werden konnten³⁾:

I. Jungkretazische Vererzungsperiode:

Perimagnetische (magmanähe, aber immer noch telemagnetisch im Sinne NIGGLI'S).

Kupferkies — Bournonit — Polybasit — hochsilberhält. Bleiglanz und Blende. Vorwiegender Antimon-Silbergehalt und geringerer Arsen-Goldgehalt.

Typus: Oberzeiring in Obersteiermark.

Offberg im Remschnig-Gebirge (Koralpe).

Schneeberg in Südtirol, nach CLAR mit der (kretazischen?) Tauern-Granitisation SANDER'S gebildet.

Apomagnetisch (magmaforn) niedertemperaturierte Bildung.

Blei-Zinkerzlagertstätten (200—460 g Ag pro t Bleiglanzschlich), gegen die perimagnetische Zone Kupferkies aufnehmend.

Typus: Blei-Zinkerzlagertstätten des Grazer Gebirges: Haufenreith (mit Kupferkies), Rabenstein bei Frohnleiten.

II. Altmiozäne Vererzungsperiode.

Perimagnetisch.

Kupferkies — Boulangerit — Antimonitlagertstätten mit Bleiglanz und Blende, Pyrit und Siderit. Reine Antimon-Silber-Lagertstätten mit sehr wenig Arsen und Gold.

Typus: Abfalterbach — Tiliach in Osttirol.

Trojane in den Savefalten, Jugoslawien.

Apomagnetisch.

Blei-Zinkerzlagertstätten mit sehr wenig Kupferkies, praktisch silberfrei (20 g Ag pro t Bleiglanzschlich) und Quecksilberlagertstätten.

Typus: Littai und Knapovce in den Savefalten.
St. Veit — Silberleiten in Nordtirol (?).

Idria im italienischen Karst.

III. Altpliozäne Vererzungsperiode.

Perimagnetisch.

Arsenkies — Kupferkies — Gersdorffit — Boulangerit — Goldlagertstätten mit Bi (noch nicht veröffentlicht). Arsen-Goldlagertstätten mit wenig Silber und wenig Antimon.

Typus: Rathausberg — Siglitz in den Hohen Tauern.

Schladming in den Niederen Tauern.

Leogang und Mitterberg (Salzburg).

Apomagnetisch.

Blei-Zinkerzlagertstätten mit kleinsten Spuren von Kupfer und Silber.

Typus: Bleiberg — Kreuth in den Gailtaler Alpen.

Raibl in den Julischen Alpen.

Mte Rosiana, Auronzo in den venetianischen Alpen⁴⁾.

³⁾ Sitzber. Wiener Akad., 139. 1930. S. 306 und 140. 1931. S. 219.

⁴⁾ Sitzungsber. Wiener Akad., 1, 141, S. 31, 1932.

Die im nachfolgenden beschriebene Lagerstätte von Abfaltersbach gehört zufolge ihrer Beziehung zur Tektonik des von Westkärnten nach Osttirol durchziehenden Drauzuges, ferner als ausgesprochene Antimon-Silberlagerstätte zur perimagnetischen Zone der altmiozänen Vererzungsperiode der Ostalpen.

Das Vorkommen von Antimonit und Antimonfahlerz im Kristallin des Drauzuges, sowohl nördlich als auch südlich der hohen, wesentlich aus Triaskalken und Dolomiten aufgebauten Gebirgszone der Gailtaler Alpen ist seit langem bekannt; es treten die Antimonite stellenweise in solcher Konzentration auf, daß auf ihnen auch zeitweilig Bergbau umging, aber über die strukturellen Verhältnisse dieser Erze, ihre Beziehungen zur Gebirgstektonik und vor allem über die stellenweise so reichlich mit ihnen einbrechenden anderen Erze war wenig bekannt. In den letzten Jahren hat Herr Bergdirektor Ing. LEOPOLD durch überaus gründliche und umfassende Beschürfung des kristallinen Gebirges südlich Abfaltersbach und durch den Vortrieb ausgedehnter Stollen in den festgestellten Lagerstätten von sehr wechselnder Mineral- und Erzfüllung Aufschlüsse entstehen lassen, deren Studium mich instand gesetzt haben, in diesen in vielen Beziehungen höchst bemerkenswerten Erzlagerstätten-typus einen genauen Einblick zu gewinnen.

Ich bin Herrn Ing. LEOPOLD für die freundliche, mir zuteil gewordene Führung in den Stollenbauen, für die Übermittlung von Analysen der Erze und für die Möglichkeit, in die Grubenpläne Einblick zu nehmen, zu besonderem Dank verpflichtet.

Die Lagerstätte von Abfaltersbach, welche sich aus Lagerstättenteilen sehr verschiedener Erzfüllung und Erzkonzentration zusammensetzt, befindet sich in jenem westlichsten Ende des Drauzuges, welcher östlich Sillian zwischen dem obersten Drautal und dem obersten (osttiroler) Gailtal ein Dreieck bildet, in welchem sich an der südlichen Grenze die Ortschaften St. Oswald und Kartitsch befinden, während die nördliche Grenze das Drautal zwischen Hof und Abfaltersbach bildet. Das Gebiet kulminiert im Golzentipp (2317 m) und im Dorferberg (2114 m), welcher sich gegen Westen in den langgezogenen Oberberg fortsetzt. Aus dem Gebirgszug führen tief eingeschnittene Täler nördlich ins Drautal, von denen für unsere Betrachtung der bei Abfaltersbach gelegene Auenbachgraben der wichtigste ist.

Alter Bergbau im Auenbachgraben.

Angaben über die Abfaltersbacher Lagerstätte sind in der Literatur nicht vorhanden. Angaben über die früher betriebene Bergbautätigkeit sind aber von M. v. ISSER⁵⁾ und R. v. SRBIK⁶⁾ zusammengestellt worden. Aus ihnen erfahren wir, daß zu Beginn des 16. Jahrhunderts bei St. Oswald ein Kupferkies-Eisenkiesbergbau im Tonglimmerschiefer bestand, welcher von der Herrschaft Heimfels betrieben wurde und um 1580 zum Erliegen kam. Die damaligen Einbaue befanden sich im tiroli-

⁵⁾ M. ISSER: Die Montanwerke und Schurfbaue Tirols usw. — Berg- Hüttenw. Jahrb. Wien. 1888.

⁶⁾ R. v. SRBIK: Bergbau in Tirol u. Vorarlberg. — Ber. naturw.-mediz. Ver. Innsbruck. 41. 1929.

schen Gailtal zwischen St. Oswald und Kartitsch, $\frac{1}{2}$ Std. vom ersten Ort entfernt. Von 1576—1605 wurde auch bei „Knappenbrunn“, also im Gebiet der heute bestehenden Schurfstollen auf der gegen Abfalterbach im Drautal gelegenen Bergflanke, Bergbau auf Spateisenstein, Blei und Antimon sowie auf „Silber“, Eisen- und Kupferkies betrieben. Die Erze dieser Baue sind damals wahrscheinlich in der Hütte bei Lienz verschmolzen worden. Die Hütte erzeugte im 16. Jahrhundert und auch später vor allem Messing und Kupfer aus Erzen der im 16. und 17. Jahrhundert in Betrieb genommenen zahlreichen — anscheinend ausschließlich güldene Arzenerze führenden Kupferkies, As-Fahlerze und silberreichen Bleiglanz führenden Bergbaue im Isel-, Defreggen-, Virgen- und Kalserbachtal, beziehungsweise aus der Speis der damals bei Huben bestandenen Hütten von Guben und Peischlach.

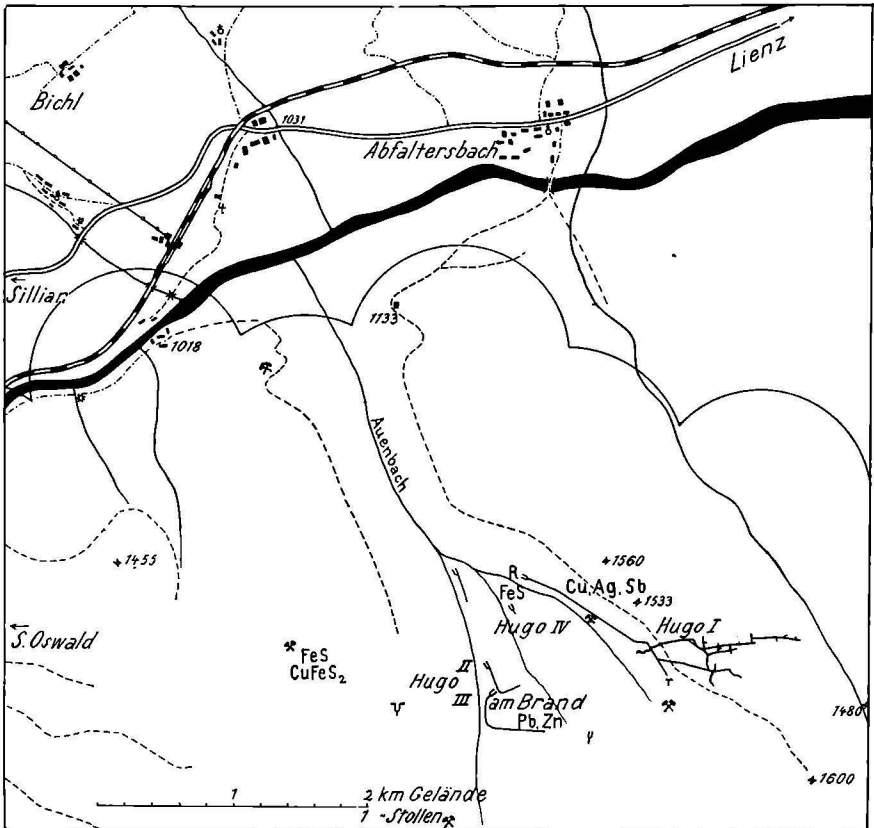
Die Wiederwältigung des sog. Römerstollens hat alte unverstürzte Strecken angetroffen, welche zumindest aus dem Mittelalter stammen. Diese Strecken sind in ihrem geringen Ausmaß, einer Breite von ca. 0,5 m und 2 m Höhe sehr sauber an den leicht elliptischen Ulmen und der schmalen ebenen First ausgeschrämt. Vor Ort ist der Vortrieb, sowie er für die Feuersetzarbeit in den ältesten Stollen der Ostalpen bezeichnend ist, in drei Strossen vorgenommen worden und im oberen linken Eck ist noch ganz frisch im Gestein ein mit dem Spitzmeißel geschlagenes, konisches Loch sichtbar. Sehr schmale, fußbreite Fahrten sehr sauber aus glattem Holz gearbeitet, sind ganz frisch erhalten in den Gesenken aufgefunden worden. Die völlige Trockenheit dieser Strecken und der Sauerstoffmangel, welcher sich mit der Zeit bei anstehenden sulfidischen Erzen in solchen abgeschlossenen Gesenken einstellt, haben die erstaunliche Konservierung der Vortriebe und des Holzes ermöglicht. Wie zahlreiche Ausgrabungen — neuestens solche bei Debant östlich Lienz — bewiesen haben, war das tiroler Drautal zur Zeit der Römer bereits gut besiedelt und im 2. Jahrhundert unserer Zeitrechnung auch mit römischen Ansiedlungen versehen. Wie vielfach in den Ostalpen, so dürfen auch hier in dem 1000 m hochgelegenen, kalten oberen Drautal die Siedlungen auf den Erzreichtum des Gebietes zurückzuführen sein.

Die geologische Position der Lagerstätte.

Alle neuen Erzaufschlüsse befinden sich in den Quellgräben des obersten Auenbachgrabens im Kristallin des Drauzuges. Aus der Darstellung von M. FURLANI (Der Drauzug im Hochpustertal. — Mittl. Wien. geol. Ges., 5, 1912, S. 252) sowie aus der in der geol. Bundesanstalt in Wien erschienenen geologischen Aufnahme des Blattes Sillian und St. Stefano wird ersichtlich, daß der untere und mittlere Teil des Auenbachgrabens die westlichsten Ausläufer des Triaszuges Gailtaler Alpen—Lienzer Dolomiten quert, so daß die Abfalterbacher Lagerstätte dem südlich des Triaszuges verlaufenden kristallinen Gebirge angehört. Dieser Triaszug ist in der FURLANI'schen Karte (Tafel I) wohl zu breit dargestellt und besitzt auch im Auenbachgraben nicht die eingezeichneten, gegen Westen gerichteten Digitationen ins Kristallin, dagegen stellt das FURLANI'sche Profil III eine ausgezeichnete Wiedergabe des Schichtbaues dieses Triaszuges dar. Die Schichtfolge Grödner Sandstein—Hauptdolomit tritt

in saigerer, teilweise wenig in Nord überkippter Stellung in mehreren parallelen Gesteinszonen mit west-östlichem Streichen auf.

Der breite Zug kristalliner Schiefer, welcher sich von dem Grödner Sandstein über das Gebiet des obersten Auenbachgrabens bis zum Dorferberg und Golzentipp hinüber bis Kartitsch und Ob. Tilliach ins tirolische Gailtal erstreckt, besteht in seiner Hauptmasse aus einem lichten, grobschuppigen, plattigen Glimmerschiefer, welcher von GEYER in den Erläu-



Lageplan der beschriebenen Einbaue südlich des Drautals oberhalb Abfalterbach in Osttirol. — Die aufgefahrenden Erzstollen sind im doppelten Maßstab der Kartenskizze eingetragen.

terungen zur geologischen Karte Sillian und St. Stefano del Comelico (Wien 1902) unter der Signatur g beschrieben worden ist. Die Aufschlüsse sind in dem teilweise bewaldeten, teilweise mit Almmatten bedeckten Gebirge sehr schlecht, erst die steilen, gegen Süden nach Ober-Tilliach hinabziehenden zerrissenen Schluchten zeigen gute Entblösungen. GEYER faßt die Lagerung dieses Glimmerschieferzuges als Antiklinale mit der Achse am Dorferberg auf.

Die Zone dieses kristallinen Zuges, welche stets in geringer Entfernung vom Grödner Sandstein die Erzkörper des Auenbachgrabens einschließt, weicht sowohl in ihrer petrographischen Beschaffenheit als auch ihrer Lagerung sehr erheblich von der normalen Beschaffenheit und Lagerung der Glimmerschiefer in dem Gesamtzuge ab. Der Römerstollen, dessen Mundloch sich im Grödner Sandstein befindet, durchfährt diesen 115 m verquerend und verläuft sodann ausschließlich in kristallinen Schiefeln. Das von ihm aufgeschlossene Schichtprofil ist das folgende:

Der Grödner Sandstein besteht aus einem grobbankigen, dunkelroten, mittelkörnigen, etwas tonigen Sandstein, in dem besonders gegen seine Basis einzelne weiße Quarzgerölle eingeschlossen sind, ohne daß es aber zu konglomeratischen Bänken kommt. Die Sandsteinbänke fallen zunächst in Süd, richten sich dann aber vollends auf. Streichende Störungen in 7_h anscheinend von nicht großer Sprunghöhe sind zu beobachten. Die untere Grenze der Sandsteine, 115 m vom Mundloch, steht steil, sie ist eher etwas überkippt und das folgende Gestein ist ein dunkles, graphitisches lockeres Schiefermaterial, welches ich bis zu 2 m Abstand von der Unterkante des Grödner Sandsteins für einen bei der Transgression des permischen Sandsteins aufgearbeiteten Schiefergrus anspreche, da in ihm noch kleine rote Sandsteinbänke eingeschaltet sind. In 2 m Entfernung vom geschlossenen Grödner Sandstein folgt ein 80° in Süd fallender, dichter, lichter, weicher, serizitischer Schiefer, welcher Quarzlinien und kleine Quarzzüge enthält. Dieses Verflähen hält auch weiterhin im Schiefer an, der Grödner Sandstein liegt demnach diskordant auf dem Schiefer, und ist durch Transgressionsbildungen von diesem getrennt. In dem lichten Schiefer treten in 7_h streichende Quarzklüfte auf, welche teilweise steil nördlich fallen. Aus diesen lichten Schiefeln entwickeln sich in der Richtung vom Grödner Sandstein ab weiche, dunkel gefärbte, serizitische, stark verdrückte Schiefer, welche sich — nunmehr in der Haupterzzone — immer mehr anreichern und sehr wechselndes Streichen und Einfallen zeigen. In den weichen Schiefeln erscheint zunächst ein steil in N fallendes Pyritlager, dann lassen die Schiefer ein vorwiegend in 7_h gerichtetes Streichen und ein mit 75° in Süd gelegenes Verflähen erkennen, an mehreren Stellen erfolgt aber ein plötzliches Ausschwenken aus diesem Streichen in ein südnördliches, in 2_h, wobei sich das Verflähen mit 55—60° in Ost umstellt. Die südlichen Abzweigungen des Römerstollens mit der vorerwähnten Strecke der Alten, welche dem wechselnden Streichen dieser Schiefer folgten, treten aus dieser Zone der weichen, serizitischen Schiefer in eine Zone festerer, lichter, feinkörniger, verquarzter Schiefer ein, welche eine durch den Stollenbau bisher nicht durchörterte, weiter südlich gelegene Zone bildet. Die weichen — die Hauptvererzung tragenden — Schiefer sind von jüngeren, nach ihrer Aufrichtung ausgebildeten, streichenden, aber meist steil nördlich fallenden Störungen durchzogen. Das Bild, welches die Lagerung dieser Schiefer uns bietet, ist das einer inmitten fester, serizitischer Glimmerschiefer eingelagerten, diaphthoritischen, phyllitischen Zone. Der gesamte Schieferkomplex ist im wesentlichen in das westöstliche Generalstreichen der Drauzone mit südlichem Fallen aufgerichtet, aber an mehreren Stellen in quer dazu gestellte, vereinzelt auftretende, nordsüdlich streichende Partien seiflich zusammengestaucht. Es ist wahrscheinlich,

daß die Zone der diaphthoritischen Schiefer dem Verlauf einer für den östlichen Teil des Drauzuges als charakteristisch erkannten, gegen Süd einfallenden Überschiebungsfäche entspricht. Dafür spricht, daß in der weichen Schieferzone streichende, ebenfalls gegen Süd mit 75° einfallende Störungen erkennbar sind und daß die nicht diaphthoritischen, südlich gelegenen, also hangenden Schiefer von den nördlich gelegenen, liegenden Schiefen petrographisch abweichen.

Ebenso wie die Zone der phyllitischen Schiefer sind auch die in Süd einfallenden Störungen mit Siderit, Kupferkies und Antimonfahlerz vererzt, dagegen sind auch jüngere, ebenfalls ostwest streichende Störungen vorhanden, welche aber unregelmäßig verflachen und vielfach auch in N einfallen. Diese sind nicht nur nicht vererzt, sondern verwerfen die Erzzüge deutlich.

Die Erzkörper und ihre Erzfüllung.

Die Erzlagerstätte in ihren ausgedehnten Aufschlüssen im oberen Auenbachgraben hat eine Anzahl von Merkmalen, welche bei anderen ostalpinen Lagerstätten bisher in dem Ausmaße nicht beobachtet worden sind. Das auffallendste ist, daß sich in verhältnismäßig geringer Entfernung voneinander Erzkörper mit ganz verschiedener Erzfüllung vorfinden und daß sich die Erzfüllung auch in einem und demselben Erzkörper nach bestimmten Richtungen allmählich ändert.

1. Die Haupteinbaue befinden sich im Grubenfeld Hugo I ca. 1500 m ü. d. M. — Meereshöhe des Bahnhofes Abfaltersbach bei 1038 m —. Über dem ausgedehnten Römerstollen liegen 52 m bzw. 78 m höher der Antimonstollen II und der Antimonstollen I. Der in diesen Stollen aufgeschlossene Erzkörper besteht aus Siderit, Pyrit, Kupferkies, Antimonfahlerz mit teilweise dieses letztere reich begleitendem Boulangerit. Wir wollen diesen Gangzug im folgenden als den Kupferkies-Fahlerz-Gangzug bezeichnen. Die Durchschnittsanalyse eines besseren Durchschnittserzes aus dem Römerstollen ergab: Kupfer = 6,28%, Antimon = 4,09%, Blei = 0,82%, Arsen = 0,10%, Zink = 0,25%, Eisen = 29,33%, Mangan = 0,84%, Ni und Co sind nicht nachweisbar, Kieselsäure = 6,82%, CaO = 0,12%, MgO = 8,34%, Schwefel = 8,32%, Phosphor = 0,026%, CO₂ = 31,00%. In dem Erz war Silber mit 546 gr pro t Hauwerk, Gold nur in unwägbaren Spuren vorhanden. Rest = gebundener Sauerstoff und Wasser.

Eine Ausrechnung dieser Analysenzahlen auf die makroskopisch und mikroskopisch erkennbare Mineralzusammensetzung des Erzes ergab die folgende Zusammensetzung.

Sulfide und Sulfosalze:

Cu (Ag Zn) ₃ Sb S ₃	= ca. 13 %	} = ca. 20,5% in diesen Ag = 2728 gr/t
Cu Fe S ₂	= ca. 2 %	
Fe S ₂	= ca. 4,5%	
Pb ₂ Sb ₂ S ₆	= ca. 1 %	

Karbonate:

Fe CO ₃	= ca. 55,5%	} = ca. 73,2%
Mg CO ₃	= ca. 17,5%	
Ca CO ₃	= ca. 0,2%	
Kieselsäure SiO ₂	= ca. 8 %	

In der Lagerstätte wechselt der Gehalt des Kupferkieses zum Fahlerz aber in weiten Grenzen.

In neuester Zeit sind westlich Abfaltersbach zwischen Hof und Straßen Reste einer Römervilla aus dem 11. Jahrhundert aufgedeckt worden, bei welcher Erzschlacken und Erze des Kupferkies-Fahlerz-Gangzuges wahrscheinlich aus dem Römerstollen stammend aufgefunden worden sind.

2. Nur 400 m westlich von diesen Einbauen befindet sich im Mitterbach, einem anderen Quellbach des Auenbaches im Grubenfeld Hugo IV ein kurzer Einbau auf einem Erzzug, welcher Nester und Züge von Pyrit, Magnetkies mit wenig Kupferkies und als Gangart Kalzit, Baryt, Quarz führt. Wir nennen diesen Erzzug im folgenden den Pyrit-Magnetkies-Gangzug. Die chemische Analyse eines Derberzes ergab: Kupfer = 0,05 %, Blei, Zink, Kadmium, Zinn, Wismut, Antimon nicht nachweisbar; Arsen = 0,014 %, Eisen = 57,60 %, Mangan = 0,12 %, Nickel = 0,56 %, Kobalt = 0,03 %, Kieselsäure = 0,09 %, Kalk = 0,04 %, Tonerde = 1,20 %, MgO = 0,16 %, Schwefel = 40,44 %, Phosphor = 0,016 %, Silber = 10 gr/t.

Dieser Erzzug zeigt schon makroskopisch so wesentliche Abweichungen von den übrigen Erzzügen, daß sein genetischer Zusammenhang mit ihnen zweifelhaft erschien. Die chalcographische Untersuchung bestätigte diese Ansicht.

3. Wiederum 400 m westlich von diesem Einbau befinden sich im Asthofengraben, dem westlichsten Quellgraben des Auenbachgrabens, an der Lokalität „am Brand“ in den Grubenfeldern Hugo II und III, die im gegenseitigen Vertikalabstand von 170 m angeschlagenen vier Schurfstellen Kofler I, Fundstollen, Kofler II und Kofler III. Im Gebiet dieser Einbaue wurde schon im 16. Jahrhundert auf silberhaltigen Bleiglanz gebaut. Der derzeit in den vier Stollen aufgeschlossene Erzkörper enthält schwarze Blende, silberhaltigen Bleiglanz, Pyrit und sehr wenig Kupferkies, mit Quarz und viel Kalzit als Gangart. Wir nennen diesen Erzzug den Bleiglanz-Blende-Erzzug. Eine mir vorliegende Analyse weist Säurelösliches = 38,10 %, Kupfer = 0,38 %, Blei = 17,78 %, Zink = 12,00 %, Eisen = 7,95 % und 630 gr/t Silber aus. Dieser Erzzug dürfte weit gegen St. Oswald streichen und auf ihm der alte umfangreiche Silber-, Blei-, Kupferbergbau umgegangen sein.

4. Schließlich treten ca. 6 km ost-südöstlich des Mundloches des Römerstollens auf der Südseite des Sattels zwischen dem Dörferberg und dem Golzentipp Züge eines derben Antimonit führenden Gangsystems auf. Die derzeitigen Ausbisse und die auf ihn angesetzten Schurfstellen befinden sich in 1700—1800 m Meereshöhe in den steilen Bachrissen westlich oberhalb Ober-Tilliach. Makroskopisch ist in ihnen nur Antimonit mit einer dunklen Quarzgangart wahrnehmbar. Wir nennen diesen Erzzug den Antimoniterzzug. Analysen des derben Antimonits ergaben: Sb_2S_3 = 84,7 %, Blei in Spuren, Kupfer nicht nachweisbar. Eine andere Analyse: Antimon = 65,46 %, Kupfer = 0,08 %, Eisen = 1,18 %, Schwefel = 23,48 %, Kieselsäure = 6,80 %, CaO = 1,47 %, MgO = 0,78 %, Arsen in Spuren, Silber 15 gr/t, Gold in Spuren.

Die systematische und gründliche Durchforschung des Gebietes hat ferner gezeigt, daß sich der Kupferkies-Fahlerz-Erzzug noch bis 3 km

östlich des Römerstollens und der Pyrit-Magnetkies-Erzzug noch 300 m westlich vom Grubenfeld Hugo IV in Ausbissen verfolgt werden läßt.

Es entsteht zunächst die Frage, ob diese durch so erheblich verschiedene Erzführung ausgezeichneten, wenn auch nahe beieinander liegenden Erzzüge Bildungen eines und desselben Vererzungsprozesses darstellen. Diese Frage ist mit Ausnahme des Pyrit-Magnetkies-Erzzuges aus folgenden Gründen zu bejahen. Sowohl der Antimonfahlerz als auch der Bleiglanz-Blende und der Antimonit führende Erzzug bildet ein Gangsystem, welches in vollständig übereinstimmendem Streichen nach 7 h_v verläuft und stellenweise als die Schiefer verquerende Gänge und stellenweise in der Form von Lagergängen auftritt. Die chalcographische Untersuchung wies ferner für alle ein sehr jungendliches Alter nach, da die primären Ausscheidungsstrukturen wohl erhalten sind. Die gleiche Untersuchung konnte auch gewisse, makroskopisch nicht erkennbare Übergänge zwischen ihnen feststellen. Eine Abweichung der Struktur zeigte nur der Pyrit-Magnetkies-Erzzug. Die Vererzung erfolgte bei allen, mit Ausnahme des letztgenannten, nach der gleichen Phasenregel, wenn auch die jeweilige Erzführung zur Zeit bestimmter Phasen in den einzelnen Erzügen eine verschiedene war oder während einzelner Phasen auch ausgeblieben ist. Dieser Vorgang findet darin eine Erklärung, daß die Vererzung mit der Gebirgsbildungsphase des Drauzuges zusammenfiel, während welcher sich die die Thermen zuführenden Klüfte wechselnd öffneten und schlossen.

Der Kupferkies-Fahlerz-Erzzug.

a) Die Lagerstättenform.

Im Römerstollen sehen wir deutlich zwei verschieden verlaufende Erzstrecken, ein verbreiteteres, westöstliches in 7 h_v mit Einfallen von 75° in S und ein südnördliches von 0—2 h_v mit einem Einfallen von 55—60° in Ost. Die südnördlich streichenden Erze sind nach den bisherigen Aufschlüssen die erzreicheren, sie führen besonders im sogenannten Hangendlager bisher über 40—50 m verfolgte, gute Derberze. Aus der Feststellung des Streichens und Einfallens der Erze ergibt sich eine Übereinstimmung mit dem Streichen und Einfallen der weichen, vorwiegend vererzten Schiefer und der harten Hangendschiefer, und man hat die Lagerstätte bisher so aufgefaßt, daß die Süd—Nord streichenden Haupterzzüge von ebenfalls vererzten Westoststörungen abgeschnitten sind. Die genaue Beobachtung in der Grube zeigt aber ein anderes Verhalten der Erze. Wohl sind die Erzzüge auf mehrere 100 m Streichen in 7 h_v regelmäßig zu verfolgen, aber dort, wo sie in südnördlich streichende Schiefer eintreten, machen auch die Erze diese Umbiegung in die Süd—Nord-Richtung mit. Die meist sichtbare, lagerförmige Einlagerung der Erze in die Schiefer bildet aber durchaus nicht die Regel. Sowohl die westost-streichenden als auch die südnord-streichenden Erzzüge können auf kurze Entfernung die Schieferflächen verlassen und dann auch quer zu den Schieferflächen verlaufen, sie haben also teilweise die Form von Lagergängen und können sehr schnell auch diejenige von die Schiefer verquerenden echten Gänge annehmen. Die Untersuchung der Erzstufen aus den Stellen unvermittelter Umbiegung des Erzganges aus der Westost- in die Südnord-Richtung und von Stellen, an denen das Erz aus einem

Lagergang in einen verquerenden Gang übergeht, läßt selbst in Anschliffen unter dem Mikroskop nicht die mindeste Störung der normalen Struktur des Erzkörpers durch Druck oder Biegung erkennen. Dieser Wechsel im Streichen des Erzes ist demnach ein durchaus primärer. Die Mineralisatoren sind bereits dem Wechsel gefolgt. Das Bild, welches uns der Erzkörper zeigt, weist darauf hin, daß die Vererzung sich an feinen Klüften und feinsten Aufblätterungen der Schiefer vollzog, welche sich infolge der im vorigen Abschnitt beschriebenen Längs- und Quer-Zerknitterung der Schiefer bei ihrer Aufrichtung in das Streichen des Drauzuges ausgebildet hatten. Bei der Vererzung ist es sodann aber zur metasomatischen Erweiterung der Erzzone gekommen. Die meist langgestreckten Resorptionsreste der Schiefer, welche häufig im Erzkörper erkannt werden können, zeigen in Dünn- und Anschliffen sehr deutlich erkennbare Resorptionsränder der Silikate und des Quarzes gegen die Mineralien des Erzkörpers sogar gegen den Siderit. Auch hier dürfte der Glimmer dasjenige Silikat sein, welches am leichtesten verdrängt worden ist und dem die Vererzung gefolgt ist. VAN HOUTEN¹⁾ hat zuerst auf diese Rolle des Glimmers in den alpinen Erzlagerstätten hingewiesen und ich²⁾ habe das zusammen mit O. FRIEDRICH durch Laboratoriumsversuche bestätigen können. Es muß demnach beim Aufdringen der Mineralisatoren das durch die tektonische Bewegung entstandene System von Zerreißklüften noch offen gewesen sein. Wir erblicken darin schon den Hinweis dafür, daß das Aufsteigen der Mineralisatoren und der Vorgang der Vererzung während dieser Orogenese stattgefunden hat. Diese Auffassung wird dadurch bekräftigt, daß die fertigen Erzzüge — besonders gilt das natürlich für die Haupterzzüge mit südnördlichem Streichen — dann von späteren, wiederum westöstlich streichenden und unvererzten Störungen verworfen worden sind. Im Römerstollen sind diese Störungen besonders deutlich im südnördlich streichenden Liegendlager gut aufgeschlossen. Dieses wird von einer aus stark verpreßten, ostwestlich streichenden Schiefen bestehenden Störungszone durchschnitten, südlich dieser Zone ist das Liegendlager zunächst ein Lagergang, geht dann ohne die geringste Änderung seiner Struktur plötzlich verquerend durch die Schiefer, während nördlich der Störungszone wiederum ein Erzgang angefahren wurde, welcher als Lagergang in O fällt, von dem es aber nicht sicher ist, daß er die Fortsetzung des südlich der Störungszone abgeschnittenen Erzes bildet. Noch weiter nördlich wird dieser Erzlagergang dann wiederum durch eine spätere, saiger stehende O—W-Störung abgeschnitten, auf deren Bewegungsfläche abgerissene, größere, unregelmäßig begrenzte Erztrümmer beobachtet werden. Diese Störung ist nicht ausgerichtet, nach der Verteilung der Erztrümmer erscheint sie als Blattverschiebung.

Als Anzeichen geringer tektonischer Beanspruchung des Erzkörpers sind Harnische anzusehen, welche nicht selten an den Erzstufen auf der Halde zu beobachten sind und die häufige Erscheinung, daß die Salbänder der Erzkörper mit papierdünnen graphitischen Harnischflächen gegen das

¹⁾ L. VAN HOUTEN: Die Erzlagerstätten des Pflerschtals in Südtirol. — Jb. geol. B. A. Wien, **80**. 1930. S. 343.

²⁾ Metall und Erz, **27**. 1930. S. 365.

Nebengestein absetzen. Zeichen einer Bewegung des Erzkörpers gegen das weiche Schiefergestein, welche schon infolge der großen labilen Bewegungsmöglichkeit der starren Erzkörper gegen den weichen Schiefer durch wiederholte Erdbeben ausgelöst werden können.

Die Vererzung des Kupferkies-Fahlerz-Erzzeuges erfolgte demnach von einem feinsten Kluftsystem unter metasomatischer Erweiterung in den Schiefer hinein. Das Kluftsystem besaß östlich im Streichen der Phyllite westöstliches und dann wieder nordsüdliches Streichen. Es hatte sich aber örtlich verquerend durch die Phyllite gebildet. Nach Beendigung der Vererzung erfolgten weitere Bewegungen in den Phylliten, welche die nunmehr vorhandenen Erzkörper zerrissen und verworfen haben. Diese zeigen ebenfalls wieder ostwestliches Streichen, aber teils südliches, teils nördliches Einfallen, während die ostwestlich streichenden Erzgänge stets mit 75° in Süd einfallen.

Diese Feststellungen lassen nur den Schluß zu, daß sich der Vererzungsvorgang während der jungen Orogenese des Drauzuges abgespielt hat.

b) Die Struktur.

Die Struktur des Erzganges ist überall die gleiche, sowohl in den Lagergängen als auch in den echten, die Schiefer verquerenden Gängen, ebenso an den Umbiegungsstellen des Ganges. Es sind beiderseits äußere Sideritzonen vorhanden, während die Gangmitte durch ein meist in Linsen aufgelöstes, derbes Kupferkiesmittel eingenommen wird. Der Siderit ist grobkristallin und senkrecht zu den Salbändern gefasert, die Siderit-rhomböeder stehen mit der scharfen Ecke \perp auf den Salbändern. Die symmetrische Anlage des Ganges wird durch das Auftreten des Antimon-fahlerzes, das bis zur gänzlichen Ausfüllung des Ganges in den südlichen Gangzügen anwachsen kann, mehr oder weniger gestört. Die derben Anreicherungen des Fahlerzes gehen mit dem Kupferkies in der Gangmitte. Das Fahlerz kann diesen ganz einhüllen, ihn aber auch an Klüften durchziehen. Es ist aber auch in den Sideritzonen mehr oder weniger reichlich vorhanden; hier kann es sogar die reichste Entwicklung annehmen, es zieht sich entweder nur an den Grenzen der Sideritkristalle hin oder hat sich zu einem grobmaschigen Gewebe ausgedehnt, so daß es inmitten der Sideritpartien auch zu derben Anreicherungen kommt. Nicht selten verlaufen auch Fahlerzzüge an den Salbändern vor den Sideritzügen. Sie können auch in das Nebengestein in Klüften und in Zügen eindringen. Die derbe Mächtigkeit des Erzganges schwankt zwischen 10—30 cm. Dort, wo die Mächtigkeit der Erzzone eine größere bis zu 2 m wird, enthält sie neben den Erzen auch noch eingeschobene Schieferpartien, so daß die Struktur dann einem zertrümmerten Gang gleichkommt, es können auf diese Weise mächtigere Fahlerzpartien entstehen, während der Kupferkies auch dann nur in einem Trum durch die Lagerstätte verläuft.

Die Erzfüllung des gesamten Gangsystems verändert sich im hintersten Römerstollen in jenem Teil, wo die Strecken schon in den hangenden, festen Serizit-Glimmerschiefer vorgetrieben sind. Hier fehlt der Kupferkies fast vollständig, der Siderit ist nur mehr in schmalen Zonen an einem oder an beiden Salbändern vorhanden und das

Antimonfahlerz nimmt große Mengen von Boulangerit auf und tritt hier mit diesem zusammen nur alleine auf. Über das derzeit festgestellte Aushalten der Erzgänge sei erwähnt, daß sich die Haupterzgänge vom Römerstollen über den 52 m höher gelegenen Antimonitstollen II und bis in den 78 m höher gelegenen Antimonitstollen I verfolgen lassen. Der rückwärtige Teil des Römerstollens wird ca. 150 m vom Gebirge überhöht. Durch die Stollenbaue ist der heute aufgeschlossene Bereich des Kupferkies-Fahlerz-Gangzuges in einer horizontalen Ausdehnung von ca. 100 m in westöstlicher und auf ca. 50 m in nordsüdlicher Richtung verfolgt worden.

Die chalcographische Untersuchung unter dem Opakilluminatormikroskop ergab das Folgende:

Das Strukturbild der Erze ist das junger ostalpiner Erze ohne merkliche dynamische oder metamorphe (Neukristallisations-) Veränderung. Die Berührungsflächen der Gangart mit den Erzen und der Erze untereinander besitzen heute noch alle Charaktere primärer Erzausscheidung, sie ergaben ein klares Bild der Sukzession und Paragenesen und erlaubten die Erkennung des Ablaufes des Vererzungsvorganges. Die aus den Stollenbauen geschlagenen Erze ließen keine Zementationserze erkennen.

Der Vererzungsvorgang verlief in mehreren Phasen. Als erste Ausscheidung erscheint ein nur noch in sehr spärlichen Resten nachweisbares Karbonat und sehr reichlicher Pyrit. Der letztere zeigt sich im Anschliff teilweise als normaler, deutlich gelb reflektierender und als ein anderer sehr lichtgelb reflektierender, beide sind mit den für Pyrit charakteristischen Schleifnarben versehen. Während aber der erstere vollständig isotrop ist, zeigt der letztere eine sehr schwache, eben noch erkennbare Anisotropie (von blau zu braun). Diese Anisotropie ist sehr viel schwächer als diejenige des in dem gleichen Erz vorhandenen, später erwähnten Arsenkies, welcher mit vollständig narbenfreien Anschliffflächen auch eine fast reinweiße Reflexionsfarbe aufweist. Der lichte Pyrit erwies sich als sehr schwach As-hältig und würde dem von SCHNEIDERHÖHN⁹⁾ aus den Erzen von Deutsch-Charley beschriebenen ebenfalls schwach anisotropen As-hältigen Pyrit entsprechen. Dieser ist in Deutsch-Charley aus Gelen auskristallisiert, was für den Abfalterbacher nicht ersichtlich ist. Ob beide Pyrite gleichzeitig entstanden sind oder ob der As-hältige etwas später gebildet worden ist, läßt sich nicht mit Sicherheit feststellen, weil die Pyritpartien so intensiv von später erscheinendem Quarz und von Siderit sowie von den später erscheinenden Erzen resorbiert worden sind, daß ihre primären Korngrenzen nirgends mehr erhalten sind. Nahezu vollständig ist ein in der Pyrit-Phase in die Lagerstätte eingetretenes Karbonat verschwunden. In Anschliffen läßt sich dieses nicht von dem so reichlich vorhandenen, späteren Siderit unterscheiden. Nur in Dünnschliffen erscheint das junge Karbonat, welches aus dem Grunde, weil sich in ihm nur eine schwache Limonitbildung zeigt, nicht als Siderit, sondern nur als Breunnerit angesprochen werden kann. In Dünnschliffen sehen wir das junge Karbonat in zahlreichen, stark resorbierten Lösungsresten sowohl in Quarz als auch im Siderit verteilt. Es hat bei der

⁹⁾ SCHNEIDERHÖHN: Mineralchem. und mikroskop. Beobacht. usw. — Chemie der Erde, 5, S. 391, 1930.

Herstellung der Schliffe eine rhomboedrische Aufspaltung erfahren und erscheint durch reiche Verunreinigung mit graphitischem Material stark getrübt.

Die komplizierteste Erzausscheidung folgte der ersten Phase in der zweiten Phase der Kupferkies-Bildung. Der Kupferkies kommt in derben Massen und in feinsten Verteilung im Erzkörper vor, gleichzeitig mit seinem Absatz erfolgte die Ausscheidung einer großen Anzahl anderer Erze. Die Bildung des Kupferkieses muß auch ununterbrochen durch eine Periode starker chemischer Abwandlung des Mineralisators erfolgt sein. Im allgemeinen treten die verschiedenen mit ihm ausgeschiedenen Erze ganz überwiegend dort auf, wo der Kupferkies in Berührung mit den vorerwähnten Pyriten gekommen ist, die großen derben Kupferkiespartien sind arm an ihnen. Ein steter Begleiter ist der im Anschluß schön blau reflektierende Kupferglanz. Dieser ist stets isotrop, demnach azendent. Kupferglanz tritt im Kupferkies in Form idiomorph begrenzter Kristallaggregate und in Gestalt von unregelmäßigen Zügen, aber auch von geradlinig begrenzten, leistenförmigen Partien auf. Vorwiegend hat er sich aber in randlich gelegenen, in altes Karbonat oder in die Komponenten des Trägergesteins hineinreichenden Buchten abgeschieden. An einigen Stellen könnte man eine schwache randliche Wiederlösung des Kupferglanzes durch den Kupferkies zu beobachten vermerken, aber im Grunde sind beide Kupfererze gleichzeitige Bildungen. Spärlich bildete sich ferner mit dem Kupferkies auch Silberglanz. Dieser ist in kleinen Partien sowohl in Kupferkies, als auch in Quarz eingeschlossen. Es handelt sich in beiden Fällen um die isotrope Modifikation des Argentits, auf deren Bedeutung für die Bestimmung des Mineralisators noch zurückgekommen wird. Eine besonders interessante Erscheinung ist aber die Bildung von Arsenkies gleichzeitig mit dem Kupferkies. Der Arsenkies tritt im Gegensatz zum Kupferglanz nur in der Nähe des vorerwähnten lichtgelben As-haltigen Pyrits auf. Er konnte nur an wenig Anschliffen und an diesen nur in sehr geringer Menge und in sehr kleinen Partien festgestellt werden, welche erst bei 250facher Vergrößerung sichtbar werden. Die Fig. 1 der Tafel 8 zeigt sein Auftreten. Er ist fast rein weiß, sehr deutlich anisotrop, vollkommen glatt anpoliert. Da die Diagnose eventuell auch auf Gudmundit (FeSbS) hätte passen können, wurde ein unter dem Stereoskopmikroskop ausgebohrter Staub chemisch untersucht, er ergab nur das Vorhandensein von reichlichem Arsen. Die Grenzen von Kupferkiespartien gegen altes Karbonat und gegen den Arsenopyrit sind mit senkrecht auf ihnen stehenden, kurzen Arsenkiesäulen besetzt, welche mit Pyramidenflächen in gleichzeitig gebildeten Quarz hineinreichen. Unter diesem Saum befinden sich im Kupferkies (vgl. Abb. 1 der Tafel) Schlieren von kleinsten, vollkristallinen Arsenkieskristallen inmitten des Kupferkieses. Resorptionserscheinungen sind nicht wahrnehmbar, das Bild zeigt den Vorgang einer seitlichen Ausscheidung von Arsenkies aus der Kupferkiesmasse, welche nicht das Bild einer eutektischen Entmischung und noch weniger dasjenige einer späteren postkristallinen Entmischung bietet. Diese interessante Erzausbildung ist wohl nur so zu verstehen, daß die geringe Menge des As, welche bei der Resorption des Pyrits aus dem Cu-haltigen Mineralisator in diesen eingetreten ist, vor der Auskristallisation des Kupferkies

wiederum seitlich in Form von Arsenkies ausgeschieden worden ist. Die Anätzung des Kupferkieses nach Angabe SCHNEIDERHÖHN'S (SCHNEIDERHÖHN & RAMDOHR, Erzmikroskopie II, 1931, S. 348) zeigt die beschriebene feine Verzwillingung, wie sie für hochtemperierte Bildung des Kupferkieses bezeichnend sein soll. Gleichzeitig mit dem Kupferkies ist sehr reichlich Quarz in die Lagerstätte eingetreten. Die Quarzbildung erreichte während des Zeitpunktes der Bildung des Arsenkieses wohl ihr Maximum. Rhombische scharfe Querschnitte des Arsenkieses im Quarz eingeschlossen sind verhältnismäßig häufig und erscheint der Quarz auch als Zwickelfüllung zwischen den winzig kleinen Arsenkieskristallen. Die gleichzeitige Ausscheidung reichlichen Quarzes und Kupferkies ist aber auch an dem häufigen Einschluß vollkristalliner Quarzprismen im Kupferkies und von kleinen, kristallin begrenzten Kupferkiesaggregaten im Quarz zu konstatieren; auch sind die resorbierten Oberflächen von Pyritwürfeln von einem Saum senkrecht aufgesproßter Quarzkristalle besetzt, deren Pyramidenflächen in den Kupferkies hineinreichen. Einschlüsse von Kupferglanz wurden im Gegensatz zu Argentit-Einschlüssen im Quarz nicht beobachtet. Der Quarz besteht aus eng verzahnten, nur hie und da idiomorphe Begrenzung zeigenden, gegeneinander gewachsenen Körnern, welche meist im Dünnschliff zonar verteilte, bräunlich gefärbte, graphitische Einschlüsse enthalten. Dieser Quarz aus der Kupferkiesphase zeigt immer eine absolut scharfe Aufhellung, auch ist er nie zerbrochen beobachtet worden.

Die Beobachtungen, welche sich auf die Bildungsphase Kupferkies—Quarz beziehen, lassen die folgende Deutung zu.

Die Phase begann mit der Bildung isotropen Kupferglanzes, welcher auch in der dann bald folgenden Kupferkiesbildung, welche sofort von reichlichem Absatz von Quarz begleitet wurde, noch ausgeschieden worden ist. Gleichzeitig trat wenig isotroper Argentit sowohl im Quarz als auch im Kupferkies auf. Die isotrope Modifikation dieses Silbererzes läßt auf die Mindesttemperatur des Mineralisators von 179° C schließen¹⁰⁾. Dort, wo der Kupferkies den normalen gelben Pyrit verdrängte, kam es am Rand desselben nur zur Bildung von Kupferkies, wo aber die Verdrängung in den As-hältigen lichten Pyrit erfolgte, wurde das bei der Resorption in den Mineralisator eingetretene As sehr bald als Arsenkies wiederum in den randlichen Partien des Kupferkies als feinstkristalline Schlieren oder auch vor den Rand des Kupferkieses in den gleichzeitig sich bildenden Quarz ausgestoßen.

Als neu in die Lagerstätte eintretende Elemente sind demnach in dieser Phase außer den Elementen des Quarzes nur Cu, Ag und S festzustellen.

Die hohe Temperatur des Mineralisators in dieser Vererzungsphase wird nicht nur durch die isotrope Form des Kupferglanzes und des Argentits, sondern auch durch die komplizierte Verzwillingung des Kupferkieses angezeigt. Mit ihr hängt auch die reichliche Quarzbildung in der Lagerstätte zu dieser Zeit zusammen.

Als letzte Phase der Vererzung des Kupferkies-Fahlerz-Gangzuges erscheint die reichliche Bildung von Antimonfahlerz in Begleitung

¹⁰⁾ RAMDOHR: Neue Beobachtungen über Verwendung opaker Erze als geolog. Thermometer. — Z. prakt. Geol., 39. 1931. S. 68.

einer Anzahl von antimonigen Sulfosalzen. Diese Erze werden von einer sehr reichlichen Bildung von Siderit begleitet. Es dürfte eine längere Unterbrechung in der Vererzung dieses Gangzuges eingetreten sein, denn diese letzte Phase wird durch die Bildung des sehr reichlichen Siderits eingeleitet und diese setzt eine starke Abwandlung des Mineralisators, sowohl in seinem Chemismus als auch in seiner Temperatur voraus. Aus dem Umstand, daß sowohl Siderit als auch Fahlerz auf Klüften im Kupferkies auftreten, wäre das Eintreten einer Bewegung des Erzkörpers zu folgern, dem ein zeitweiliges, rein örtliches Ausbleiben der Thermen folgte. Das Fahlerz erscheint im Anschliff graubräunlich, es ist isotrop, wird aber im Gegensatz zu Bleiglanz unter $+N$ nie ganz dunkel. Die Bestimmung der zahlreichen in ihm eingeschlossenen, zumeist nur bei starker Vergrößerung genügend erkennbarer Erze ist nicht leicht. Obwohl auch Fahlerzpartien auftreten, welche völlig einschlußleer sind, so ist das doch eher selten. Die Einschlüsse können andererseits in solcher Menge auftreten, daß sie das Fahlerz völlig ersetzen. Unter den größeren kristallinen Einschlüssen ist der Bournonit zu nennen. Er ist wegen seiner recht geringen Anisotropie leicht im Fahlerz zu übersehen. Seine Reflexionsfarbe ist in nicht verschmierten Schliften (es wurde die Erfahrung gemacht, daß bei Fahlerzen leicht eine Verschmierung bei der Herstellung des Anschliffes erfolgt, welche dann zum Übersehen bestimmter Erze oder zur falschen Diagnose führen kann) oder solchen, welche vor der Beobachtung mehrfach mit Xylol gewaschen wurden, sehr deutlich grünlichblau. Da die Möglichkeit vorlag, daß es sich um Geokronit handeln könne, wurde das im Gegensatz zu diesem beim Bournonit beschriebene negative Ätzverhalten gegen HNO_3 (1:1) konstatiert. Da der Bournonit als $CuPbSbS_3$ das einzige, das Fahlerz begleitende Kupfererz darstellt, so wurde untersucht, ob seine Partien in irgendeiner Weise an das räumlich nahe Vorhandensein von Kupferkies der früheren Vererzungsphase gebunden sei. Eine solche Verbindung konnte aber nicht festgestellt werden. Während der Bournonit in Form idiomorpher, aber stets derber Kristalle im Fahlerz auftritt, sind der verbreitetere Boulangerit, $Pb_3Sb_2S_6$, und Jamesonit, $(PbAg)_2Sb_2S_5$, stets in Form langgestreckter prismatischer Nadeln im Fahlerz vorhanden, sie sind aber auch im Siderit eingewachsen, aber am häufigsten auf den Berührungsflächen der langgestreckten Siderithomboeder sowie entlang den Korngrenzen der Quarze aus der vorhergehenden Phase sehr verbreitet. Im Gegensatz zum Bournonit zeigen Boulangerit und Jamesonit sehr lebhafte Anisotropie-Aufhellung und Verdunklung, ihre Anwesenheit ist daher nie zu übersehen. Boulangerit ist der verbreitetere, er wurde anfangs von mir für Antimonit gehalten, bis mich Herr RAMDOHR aufklärte. In der Tat konnte Antimonit im Kupferkies-Fahlerz-Gangzug nicht entdeckt werden. Boulangerit und Jamesonit besitzen das gleiche Ref.-Vermögen wie das Fahlerz und sind nur bei $+N$ von ihm zu unterscheiden. Eine andere Methode ist die lange Ätzung mit KOH . Während Antimonit sofort geschwärzt wird, nehmen Boulangerit und Jamesonit langsam eine leichte Bräunung an, welche aber genügt, inmitten des völlig unverändert bleibenden Fahlerzes jedes Korn beider Sulfosalze erkennbar zu machen. Ein Unterschied gegenüber Geokronit ist das negative Verhalten unserer Erze gegenüber konzentriertem HCl , gegenüber

Freieslebenit die starke Anisotropie, gegenüber Bournonit die starke Angreifbarkeit von HNO_3 . Schwieriger ist die gegenseitige Trennung von Boulangerit und Jamesonit. Hier bietet bei der Kleinheit der vorliegenden Individuen nur der bei Jamesonit im Gegensatz zu Boulangerit erkennbare Reflexionspleochroismus ein Hilfsmittel. Nach diesem ist Boulangerit das weitaus verbreitetere Erz, aber zu wiederholten Malen konnte auch Reflexionspleochroismus in deutlichster Form beobachtet und damit das Vorhandensein von Jamesonit nachgewiesen werden. In jedem Fall sind beide Erze dicht miteinander verwachsen; im Siderit wurde nur Boulangerit beobachtet. Die Abb. 2 auf Tafel 8 gibt ein Bild des Auftretens des Boulangerit mit Fahlerz. Der Boulangerit ist büschelförmig-nadelig entwickelt. Er besitzt eine größere Kristallisationskraft als das Fahlerz und spießt daher in dasselbe hinein. Charakteristisch ist es, daß das Fahlerz meist nach außen gegen den Quarz oder das Karbonat von Boulangerit umgeben ist, jedoch kommen auch feinkristalline, lange, schmale Züge von Boulangerit im Fahlerz vor.

Die Verteilung dieser Sulfosalze ist im Gangzug keine gleichmäßige. In den hangenden Gängen, in der rückwärtigen Auffahrung im Römerstollen, geht mit Abnahme des Kupferkieses und dem Fehlen des Pyrits eine Zunahme von Boulangerit gegenüber dem Fahlerz Hand in Hand, aber auch Bournonit wurde dort beobachtet. Die Verdrängung von Kupferkies durch das Fahlerz und seine Begleiter ist an vielen Stellen sehr ausgiebig, aber auch die Pyrite sind wiederum gelöst worden. Die gleichzeitige Bildung von reichlichem Siderit ist in den hangenden Gängen besser zu beobachten als in den im Liegenden befindlichen Hauptgängen des Römerstollens. In den hangenden Gängen bildet das Fahlerz mit seinen Begleiterzen die Zwickelfüllung oder die Ausfüllung größerer Räume zwischen den Siderit rhomboedern, während die ersteren im Siderit der Hauptgänge lediglich an den feinsten Kristallgrenzen vorhanden sind, oder von ihnen in den Siderit hineinspießen. Der Siderit kann nur wenig Mg enthalten, da er sich nach dem Kochen mit KOH sehr schnell an der Luft bräunt. In der auf S. 59 mitgeteilten Analyse ist demnach sowohl der Siderit als auch der Breunnerit der ersten Vererzungsphase erfaßt worden. Beide Karbonate enthalten nur minimales Ca. Im Anschliff zeigt der Siderit sehr deutlichen Reflexionspleochroismus, er ist im Grunde in geringem Ausmaß limonitisiert. Alle Beobachtungen weisen für diese Vererzungsphase auf eine zunächst eingetretene reichliche Bildung von Siderit hin, welcher alsbald der Absatz einer wahrscheinlich zunächst gelartigen Fahlerzmasse folgte, aus welcher sich durch Differenziation Boulangerit mit wenig Jamesonit auskristallisierte, denen dann die Konsolidierung von Fahlerz mit Bournonit folgte.

Die chalcographischen Ergebnisse stehen mit den anfangs gegebenen Analysenzahlen in gutem Einklang. Die Frage ist nur, in welchem der Erze die große Menge des ausgewiesenen Silbers enthalten ist. Der nachgewiesene geringe Argentit und Jamesonit der Lagerstätte reicht natürlich nicht aus. Da eine Ausscheidung aus Kupferkies beobachtet werden konnte, so kann es keinem Zweifel unterliegen, daß auch dieser Ag enthält. Das Ag muß mit dem Cu in die Lagerstätte gelangt sein, die frühe Bildung des Cu_2S beweist, daß es vor allem nur diese beiden Metalle waren, welche eintraten, daß das Fe des Kupferkies dagegen mindestens

größtenteils aus resorbiertem Pyrit entnommen worden ist. Die spätere Fahlerzbildung erscheint aber durch das Erscheinen einer großen Anzahl verschiedener Erze noch mehr als Vorgang einer azsendenten Zementation. Als neu in die Lagerstätte eintretendes Element erscheint nun das Sb, während Cu, Pb und das in der Analyse erscheinende Zn unter Resorption Erzen entnommen sein können, wie Kupferkies, Bleiglanz oder Zinkblende, von denen zwar im Gangzug des Römerstollens nur der erstere nachgewiesen wurde, welche aber in der Tiefe ebenso vorhanden gewesen sein können oder noch vorhanden sind, wie sie im unten zu behandelnden Gangzug „am Brand“ tatsächlich reichlich beobachtet werden.

Der Pyrit-Magnetkies-Erzzug.

Der kurze Schurfstollen, welcher diesen Erzzug aufschließt, gewährt noch keinen klaren Einblick in diesen Erzzug. Es ist ein aus lichtigem Karbonat und Quarz bestehender, annähernd im O—W-Streichen der Schiefer streichender ab- und anschwellender Gang vorhanden, in welchem ein aus derbem Pyrit, nickelhaltigem Magnetkies und ein wenig Kupferkies bestehendes Erz in unregelmäßigen Schnüren und Derberzlinen recht absätzig verteilt ist. Die chalcographische Untersuchung zeigte, daß derbe Pyritmassen in vorgeschrittenem Maße durch Magnetkies verdrängt werden. Am Rand des Pyrits sind schöne Verdrängungsbilder ausgebildet. Immer dünner werdende, rosenkranzartige Pyritzüge setzen vom Pyritrand in den Magnetkies hinein. Der anisotrope Magnetkies läßt unter + Nicols eine körnige Struktur erkennen. Der Kupferkies ist stets im Magnetkies eingeschlossen. Die gegenseitigen Grenzen sind stets gerundet, der Kupferkies tritt in langen Zügen und Flammen in den Magnetkies ein, beide Erze können Fragmente des anderen Erzes einschließen. Das chalcographische Bild ist das einer alten metamorphen Kieslagerstätte, einer sog. „intrusiven Kieslagerstätte“, in welcher durch spätere Rekristallisation aller Erze die Folge ihres primären Absatzes aus ihrer gegenseitigen Begrenzung nicht mehr abgeleitet werden kann.

Auch die Gangart dieses Erzuges zeigt eine von den anderen Abfalterbacher Erzügen völlig abweichende Struktur. Die Hauptmasse der Gangart besteht aus einem grobspätigen, etwas Fe-hältigen Kalzit, welcher makroskopisch stark verbogene Spaltungsflächen zeigt. In Dünnschliffen zeigt sich dieser Kalzit überaus stark dynamisch beansprucht, er besitzt eine sehr enge und sich kreuzende Zwillingslamellierung, und auch die Zwillingslamellen sind noch wieder verbogen. Das Karbonat wird von Zügen zerbrochener, teilweise auch gerundeter Quarze durchzogen, welche stark wolkige Aufhellung zeigen und aus den alten Glimmerschiefern stammen dürften. Die Quarzfragmente zeigen stellenweise Verdrängungssutturen gegen das Karbonat.

Diese Feststellungen am Erz und an der Gangart weichen so stark von denjenigen an den übrigen Abfalterbacher Erzügen ab, daß dieser Pyrit-Magnetkiesgang mit den letzteren genetisch nicht in Zusammenhang gebracht werden kann. Es wird einer späteren Untersuchung vorbehalten bleiben, durch einen Vergleich mit den Erzen der Pyrit-Magnetkiesstöcke von Panzendorf—Tessenberg, nördlich des Drautaales, östlich Sillian, die Natur dieses Erzuges näher aufzuklären.

Der Bleiglanz-Blende-Erzzug.

Die Struktur dieses von den Alten ebenfalls schon gebauten, auf einer ebenfalls O—W verlaufenden, steilstehenden Kluft befindlichen Gangzuges, welcher einer durch graphitische Schiefer ausgezeichneten Bewegungsfläche folgt, ist eine ganz andere als die der Gänge im Römerstollen: Die Hauptfüllung besteht aus einem von Quarz durchsetzten schneeweißen Kalzit, welchem gegen die Salbänder zwei Erzbänder folgen, welche neben reichlichem Pyrit ein Gemenge von silberhaltigem Bleiglanz und dunkler Blende in inniger Verwachsung mit Quarz enthalten.

Schon makroskopisch kann erkannt werden, daß der weiße Kalzit die jüngste Ausfüllung der nach der Vererzung wiederum aufgerissenen Kluftmitte bildet, und daß er teilweise in Querklüften, teilweise aber auch in Aufblätterungen der Erzzone in diese lagenförmig eingreift. Losgerissene Putzen des Erzes und des am Erz stark verquarzten Gesteins können auch in starker Verlagerung, in wirrer Anordnung, in die mittlere Hauptkalzitzone verschleppt sein.

Der Erzkörper ist außerdem von zahlreichen quer zu seinem Streichen verlaufenden Harnischen durchzogen, welche nach der Kalzitausfüllung entstanden sind.

Dieser Bleiglanz-Blende-Erzzug bietet wie der vorher besprochene Kupferkies-Fahlerz-Erzzug das Bild einer im Streichen der Tektonik des Drauzuges verlaufenden vererzten Kluft, welcher tektonische Bewegungen nach der Vererzung gefolgt sind.

Die chalcographische Untersuchung dieses Erzuges ergab in Übereinstimmung mit der makroskopischen Beobachtung, daß der Kalzit der Lagerstätte alle anderen Erzkörperstrukturen durchsetzt und die jüngste Bildung darstellt. Der Kalzit enthält sehr wenig Mg und Fe, so daß seine Behandlung nach der von mir bei den Raibler Karbonaten angewandten Methode¹¹⁾ (1g Karbonatpulver in HCl gelöst und der Lösung 2—3 Tropfen Kaliumferrocyanid zugesetzt) nur eine schwache Blaufärbung ergab. Der Kalzit ist demnach deszendenter Herkunft und hat mit dem Vererzungsprozeß nichts zu tun, seine Bildung ist zumindest nach dem Abschluß der Vererzung dieses Blei-Zinkerzuges erfolgt.

Als erste Phase der Vererzung ist hier lediglich die Bildung von reichlichem Pyrit festzustellen. Fe-Mg-Karbonate konnten nicht mehr beobachtet werden, es ist sehr wahrscheinlich, daß sie vorhanden gewesen, aber durch die späteren Vererzungsvorgänge völlig verdrängt worden sind. Der Pyrit zeigt Würfel- und Pentagondodekaederform. Er ist von Quarzzügen und reichlicher von Zügen des jungen Kalzits durchzogen.

Nach ihm erfolgte eine reichliche Bildung von Quarz und dunkler Blende, beide haben den Pyrit teilweise verdrängt. In sehr feinen Strukturen sind ganze Züge von Resorptionsresten von Pyrit in der Blende eingeschlossen. Die Blende ist reich an stets winzig kleinen, in manchen Anschliffen erst bei 200facher Vergrößerung sichtbar werdenden Kupferkies-Entmischungseinschlüssen, welche Tropfenform besitzen und

¹¹⁾ Die Vererzung der Zink-Bleierz-Lagerstätten von Raibl. — Jb. geol. B. A. Wien. 1931. S. 152.

den von E. CLAR kürzlich gegebenen Abbildungen 2 und 3¹²⁾) entsprechend teilweise Korngrenzen der Blende folgen, teilweise in Zwickeln der Blendekörner gelegen sind. Neben diesen Tröpfchen kommen aber auch schmale und stärkere Leisten von Kupferkies in der Blende vor, welche Spaltausfüllungen darstellen und mit derben Kupferkiespartien zusammenhängen, welche erst nach der Blende gebildet worden sind. Da die Verteilung der Kupferkieströpfchen aber von den Kupferkiesklüftchen und der Lage der derben Kupferkiespartien unabhängig ist, so muß schon zur Zeit der Blende-Quarzbildung Cu in geringer Menge in die Lagerstätte gelangt sein, welches zunächst von der Blende aufgenommen, sodann aber aus der festen Blende beim Fallen der Temperatur als Kupferkies entmischt worden ist. Die gleichzeitige Bildung des Quarzes und der Blende ist in den Anschliffen durch das Vorhandensein idiomorph ausgebildeter Quarzsäulen und feinst kristalliner winzigster Quarzaggregate in der Blende nachzuweisen.

Der in der Lagerstätte vorhandene sehr spärliche, makroskopisch nur in sehr kleinen eingesprengten Partien sichtbare Kupferkies ist in den Anschliffen stets mit der Blende in innigem Kontakt. Er ist nach dem Absatz der Blende gebildet worden, denn er durchzieht diese in Klüftchen, wobei es zu einem sehr geringem Angriff der Blende gekommen ist¹³⁾. Der Quarz grenzt stets idiomorph in den Kupferkies hinein und schwimmen im Quarz auch idiomorphe Kupferkieskristalle, die Quarzbildung hat demnach auch in dieser Vererzungsphase noch angehalten.

Auf den Absatz der Blende und des Kupferkies folgte die Bildung von reichlichem Bleiglanz, welcher von einem weiteren Absatz von Quarz begleitet wurde. Teilweise folgte der Bleiglanz den Grenzen zwischen Blende und Quarz. An den Grenzen derberer Bleiglanzpartien gegen Blende erfolgte eine starke Resorption der Blende unter Erscheinungen, welche für eine hohe Reaktionsgeschwindigkeit sprechen, wie sie in den ostalpinen Lagerstätten selten beobachtet wird und anscheinend nur in relativ hoch temperierten Lagerstätten eingetreten ist. Die Abbildung 5 gibt von diesen Verhältnissen ein gutes Bild, die starke Lösung der Blende kommt in einer innigen Vermischung beider Sulfide bis zu feinsten nur in starker Vergrößerung noch sichtbar zu machenden Feinstrukturen zum Ausdruck. Der Bleiglanz durchsetzt die Blende auch in feinen Klüften, welche zwischen die Körner der Blende lange Apophysen senden. Die beste Illustration erhält die Genesis der Lagerstätte an jenen Stellen, in denen im Anschliff im Bleiglanz korrodierte Blendepartien mit Kupferkies eingeschlossen sind und in denen diese Blende wiederum Resorptionsreste von Pyrit enthält.

Beim Anätzen mit HNO_3 (1:1) erscheinen im Bleiglanz hell verblichene Einschlüsse, von denen die kleinsten Tropfenform, die größeren kristalline Begrenzung besitzen, lineare Anordnung ist nicht zu beobachten. Bei den größeren Einschlüssen ist Isotropie nachzuweisen. Da die

¹²⁾ E. CLAR: Zwei Erzentmischungen vom Schneeberg in Tirol. — Centralbl. Min. 1931. Abt. A. S. 149 u. 150.

¹³⁾ G. M. SCHWARTZ sagt in seinem Aufsatz: Textures due to unmixing of solid solutions (Econ. geol., 26. 1931. S. 762) „any positive criterion of replacement is a negative criterion of ex-solution“.

Behandlung mit KCN ohne Einwirkung ist, so dürfte es sich bei diesen Einschlüssen um Fahlerz und nicht um Silberglanz handeln.

Der Bleiglanz zeigt in dem bogenförmigen Verlauf der Schlifffaurisse stets starke Druckdeformation.

Mit der Bildung des Bleiglanzes ist in diesem Lagerzug die Vererzung zum Abschluß gelangt. Antimonerze sind in ihm nirgends beobachtet worden.

Es sind die folgenden Vererzungsphasen festgestellt worden:

- a) Pyritbildung,
- b) Blende—Quarzbildung,
Kupferkies—Quarzbildung,
- c) Bleiglanz—Quarzbildung.

Das Ganze ist von jungem, nach der Vererzung deszendente an Klüften in die Lagerstätte eingetretenem Kalzit durchzogen. Die Wände dieser von Kalzit erfüllten Klüfte sind nicht scharf, sondern zeigen sowohl im Erz als auch im Quarz Anzeichen einer Anlösung.

Der Antimonit-Erzzug.

Östlich der vorbesprochenen Lagerstätten, südlich des Dorferbergsatels, oberhalb und westlich Obertilliach treten in 1600—1700 m Meereshöhe in flaserigen Muskovitglimmerschiefern Antimonitgänge auf. Hoch in einem steilen Felsabritt tritt auf 40 m im Streichen ein vollkommen unverwitterter Ausbiß ein mit 10—15° West fallender Antimonitgang von ca. 0,3 m Mächtigkeit zutage. Das Lager quert die hier steil stehenden Glimmerschiefer. Das Hangende des Lagers bildet ein 5 cm mächtiges Quarzband. Der Erzgang wird von kleinen Verschiebungen mit Erzspiegeln durchquert, er besteht teilweise aus reinem Erz, teilweise aus einem graphitischen Quarzmittel, mit eingesprengtem Erz. Etwa 100 m tiefer ist ein Antimonit-Lagergang in einem kurzen Schurfstollen aufgeschlossen worden, welcher im Ausbiß eine starke Auslösung inmitten verwitterten Gesteins gezeigt hatte. Hier liegt ein mit 30—32° in N fallender Erzkörper vor, welcher in den Schieferflächen des Glimmerschiefers eingelagert ist, auch er führt in seinem Hangenden ein weißes Quarzband. Das Liegende dieses Lagerganges besteht aus rostbraun verwittertem, dicht verquarztem, glimmerarmem Glimmerschiefer. Der Antimonit tritt hier in Erzlinsen von ansehnlicher Ausdehnung in quarzigem Gangmittel auf. In den Berg hinein keilt sich das Erzlager nach der Tiefe zu aus, es verbleibt nur das weiße Quarzband im Hangenden und graphitisches Quarzmittel des Liegenden. In der Verwitterungszone des Erzkörpers ist in teilweise ausgelösten Hohlräumen des Erzes blutrote Antimonblende (Rotspießglanz, $2\text{Sb}_2\text{S}_3 \cdot \text{Sb}_2\text{O}_3$) sekundär entstanden. Im Hangenden dieses Lagerganges fand sich inmitten der Glimmerschiefer eine andere bis 1 m mächtige Antimoniterzlinse.

Die chalcographische Untersuchung ließ in Anschliffen eine überwiegend körnige Struktur des Antimonits erkennen. Die Körner sind miteinander dicht verwachsen und zeigen schon wegen des sehr starken Reflexionspleochroismus die Struktur des Erzes. Die Anschliffe wurden unter Anwendung eines möglichst geringen Druckes gegen die rotierende Glasscheibe hergestellt, um eine künstliche Verzwillingung der Antimonitkörner zu vermeiden. Es ist aber schon ohne Nicol (Abb. 4

der Tafel) aber bedeutend deutlicher unter + NICOLS (Abb. 3 der Tafel) starke Verzwillingung zu erkennen, welche wahrscheinlich natürlich ist. Es herrschen stahlblaue bis lichtblaue Polarisationsfarben vor. Senkrecht zur Längsachse erscheinen braunrote Farben. Die Zwillingslamellierung verläuft häufig (Abb. 3) geradlinig durch mehrere benachbarte Erzkörner hindurch, sie ist demnach auf gerichteten einseitigen Druck zurückzuführen. Langprismatische Kristallaggregate sind selten. Anschliffe solcher Partien zeigen quer zur Längsrichtung verlaufende Zwillingslamellierung. Sparsam treten im Antimonit andere Antimonerze auf. In ihn eingeschlossen befinden sich der Abb. 2 der Tafel ähnliche, lappig zerschlitze Partien von Antimonfahlerz. Nur durch Ätzung mit KOH ist auch Jamesonit sichtbar zu machen. Bei kurzer Ätzung, welche den Antimonit schon stark schwärzt, verbleiben sparsam im Antimoniterz verteilte, sehr kleine Erzpartikel noch weiß. Da diese ebenso lebhaft anisotrope Polarisationsfarben wie der Antimonit zeigen, sind sie im ungeätzten Erz kaum unterscheidbar. Die Untersuchung dieses durch KOH nicht angegriffenen Erzes zeigte einen sehr deutlichen Reflexionspleochroismus, so daß es sich um Jamesonit handeln muß. Sowohl das Fahlerz als auch in bestimmten Stellungen der Jamesonit erscheinen gegen den Antimonit bräunlich. Als Gangart sind dem Erz Quarzkörner, Reste aus dem Glimmerschiefer und stark resorbierte Partien von Karbonat — anscheinend Siderit — eingelagert. Von besonderem Interesse ist es, daß bei starker Vergrößerung besser unter Immersion (vergr. 420-fach) im Erz Spindeln und Tröpfchen, teilweise auch kristalline Aggregate (Fig. 4 der Tafel 8) eines sehr stark reflektierenden gelblich lichten Erzes sichtbar werden, welches als Dyskrasit, SbAg_3 bestimmt werden konnte. Die winzigen Spindeln von Dyskrasit folgen den Grenzen der Antimonitkörner, teilweise auch den Grenzen der Zwillingslamellen. Die kristallin begrenzten Dyskrasit-Aggregate liegen in kleinen Klüften, welche mit Karbonat ausgefüllt sind (Abb. 4 der Tafel 8). Das Reflexionsvermögen des Dyskrasits ist noch höher als dasjenige des Antimonits, auf ganz frischen Anschliffen ist ein gelbbraunlicher Farbton wahrzunehmen. In Öl ist eine schwache Anisotropie und auch Reflexionspleochroismus wahrnehmbar. Dyskrasit ist in unserem Antimoniterz Zementationserz. Auf der Abbildung sind neben dem größeren Dyskrasitaggregat noch weitere Dyskrasitkörner sichtbar. Größere kristalline Aggregate von Dyskrasit treten auch mitten im Antimonit in Verbindung mit im Antimonit eingeschlossenen Karbonatpartien auf. Auch aus der Lage der Dyskrasit-Spindeln zwischen den Zwillingslamellen geht die sekundäre zementative Bildung des Dyskrasits hervor.

Der in der Analyse des Ober-Tilliacher Antimoniterzes aufscheinende Silbergehalt (S. 60) ist demnach zu mindestens größtenteils auf den chalcographisch nachgewiesenen, in das Erz eingeschlossenen Jamesonit und Dyskrasit zurückzuführen.

Die Dünnschliffuntersuchung der derben Gangart ergab, daß ein feinerriebener Quarzmylonit vorliegt, dessen wolkig aufhellende Quarzfragmente aus dem Glimmerschiefer stammen. Das Bindemittel ist größtenteils Antimonit in feinstkörniger Ausbildung und in geringer Menge dunkler Erzletten, wohl Reste ausgelösten Karbonates. Die Antimonitvererzung ist demnach einer unregelmäßig durch den Glimmerschiefer ver-

laufenden Zerrüttungszone gefolgt, wobei es vor allem zur Auslösung des Glimmers kam. Mit der Antimonitbildung ging der Absatz aszendenter Karbonates, Siderites, vor sich. In das Karbonat, welches Reflexionspleochroismus erkennen läßt, sind vielfach Quarzkörner eingelagert. Der Erzkörper zeigt eine sehr geringe Infiltration späten deszendenter Karbonates.

In den Antimonitgängen liegen Ausfüllungen von Klüften vor, welche ausschließlich aus der Therme der letzten Vererzungsphase stammen. Diese Klüfte dürften daher erst zur Zeit dieser Vererzungsphase aufgebrochen sein. Einen Übergang zu diesen Antimonitgängen bilden die in den hintersten Strecken des Römerstollens auftretenden, ebenfalls Kupferkies und Pyrit weit überwiegenden Antimonerze (Antimonfahlerz, Boulangerit und Jamesonit). Es ist der Schluß erlaubt, daß die Mobilisierung wenigstens dieses Teiles des Drauzuges im Laufe der Vererzung eine von N nach S vorschreitende gewesen ist, so daß die mittelbare Ursache des Zusammenschubes des Drauzuges im Norden, innerhalb der zentralalpiner Zentralkerne zu suchen ist.

Gleichzeitig geht aus dem Befund hervor, daß die letzte Therme fast nur Sb und S primär aus der Tiefe gebracht hat, und daß nur dort, wo diese Therme Kupferkies und auch Bleiglanz der älteren Vererzungsphasen angetroffen hat, die Vorbedingungen zur Bildung von Fahlerz, Bournonit und reichlichem Boulangerit vorhanden gewesen sind, wo das nicht der Fall war, wurde Antimonit abgesetzt.

Zusammenfassendes Bild der Vererzung.

Die Erzkörper des Kupferkies-Fahlerz-Erzuges, des Blei-Zinkerz-Erzuges und des Antimonit-Erzuges müssen in Anbetracht der gleichen Lagerstättenform und der teilweisen Übereinstimmung ihrer Erzfüllung Bildungen des gleichen jungen Vererzungsvorganges sein. Ihre Verschiedenheit ist nur darauf zurückzuführen, daß die Mineralisatoren während der einzelnen Vererzungsphasen verschiedenen Quellwegen zutage folgten und den Weg zu einzelnen Lagerstättenteilen zeitweise versperrt fanden, so daß jeder dieser Erzzüge nur das Produkt einer zeitweisen Erzzufuhr darstellt. Den Grund dieses Vorganges erblicken wir darin, daß die Vererzung während einer orogenetischen Phase — und zwar während der Hauptphase der jungen Drauzugtektonik — erfolgt ist. Hierfür spricht auch die Lage der Erzkörper in der jungen Tektonik des kristallinen Träggesteins. Die Erzzüge streichen im wesentlichen mit in T_n aufgerissenen Bewegungsflächen, werden aber von jüngeren, in eben derselben Richtung verlaufenden Störungen wiederum zerrissen. Die Erzkörper stellen Ausfüllungen tektonisch entstandener Bewegungsbahnen und aufgerissener Klüfte dar und erscheinen in stetem Wechsel als echte Gänge und als Lagergänge. Alle diese Zerreiß- und Lockerungszüge müssen zur Zeit des Auftriebes des Mineralisators, der mineralisierenden Thermen, noch in stetiger Bewegung gewesen sein. Bei der Erzfüllung ist es zu metasomatischer Erweiterung der Erzgänge gekommen, die Erze der letzten Vererzungsphase bilden in den Gängen des Römerstollens die äußeren Zonen gegen die Salbänder der Gänge. In diesem Sinne sind die Ver-

erzungsphasen der einzelnen Gangzüge in das folgende Bild des Vererzungsvorganges unterzubringen:

	Kupferkies- Fahlerz Gangzug- des Auenbaches	Blei- Zinkerzzug „am Brand“	Antimonit- Erzzug Ober-Tilliach
	Bildung von	Bildung von	Bildung von
I. Phase	Pyrit und Breunnerit	Pyrit	—
II. Phase	—	Blende + Quarz	—
III. Phase	Kupferglanz + Kupferkies + Argentit + Quarz Kupferkies + Arsen- kies + Quarz	Kupferkies + Quarz	—
IV. Phase	—	Bleiglanz + Ag + Quarz	—
V. Phase	Siderit Antimonfahlerz + Bournonit + Boulan- gerit + Jamesonit	—	Antimonit + Jamesonit + Siderit

Als deszendentes Zementationserz erscheint bei Ober-Tilliach Dyskrasit.

Aus dieser Zusammenstellung ist zu entnehmen, daß sich die Quellgänge der mineralisierenden Therme während des Vererzungsvorganges ständig nach Süden verlegt haben, daß ferner die auf S. 67 festgestellte Unterbrechung der Vererzung des Gangzuges im Römerstollen zwischen der III. und V. Phase aus der S. 74 festgestellten Bewegung eine Erklärung findet.

Es ergibt sich ferner, daß Bournonit und Boulangerit im Gangzug des Römerstollens ihr Cu und Pb durch ascendente Zementation aus resorbiertem Kupferkies und Bleiglanz erhielten. Diese Erze fehlen im Erze von Ober-Tilliach.

Der Charakter der Lagerstätte ist hydrothermal-perimagmatisch. Die Erze der II., III. und IV. Vererzungsphase, die dunkle von Kupferkies entmischte Blende, der isotrope Kupferglanz, der isotrope Argentit, der kompliziert verzwilligte Kupferkies, der Ag-reiche Bleiglanz sowie die mit diesen Erzen verbundene Quarzbildung sprechen für eine Phase hochtemperierter Thermalbildung. Der isotrope Argentit weist auf die Minimaltemperatur von 179° C hin. Während der Karbonatreichen Phase V. mit Antimonit und Antimonitbildung samt Bournonit, Boulangerit und Jamesonit muß die Temperatur der Therme wesentlich gefallen sein.

Die Zeit läßt sich durch die innige Verknüpfung der Vererzung mit der jungen Tektonik des Drauzuges als spät Untermiozän, vorsarmatisch, feststellen. Damit fällt die Vererzung zeitlich mit der von mir für die apomagmatische Blei-Zinkvererzung in den Savefalten abgeleiteten zusammen, ebenso mit der Bildung der Antimonitlagerstätte von Trojane in den Sanntaler Alpen in Jugoslawien.

Die nachstehende Zusammenstellung der Vererzungsphasen von Abfalterbach mit den Vererzungsphasen, welche ich im Jahre 1929 in Littai (Litija) festgestellt habe¹⁴⁾, läßt die Überstimmung des Vererzungsvorganges beider Lagerstätten deutlich erkennen.

Altmiozäne Antimonsilber-Vererzung.

	perimagmatisch Auenbachgraben, Abfalterbach	apomagmatisch Littai (Litija) i d. Savefalten
I. Phase	Breunnerit + Pyrit + wenig As-hältiger Pyrit	Siderit + Pyrit
II. Phase	Körnige Blende + Quarz	Körnige Blende
III. Phase	Kupferglanz + Kupferkies + Argentit + Quarz	Kupferkies + Quarz
IV. Phase	Bleiglanz + Ag + Quarz	Bleiglanz + Quarz
V. Phase	Siderit + Antimonfahlerz Antimonit, Boulangerit Bournonit, Jamesonit	Baryt + Bournonit ¹⁵⁾ Antimonfahlerz

Es würde hier zu weit führen, auf den grundverschiedenen Ablauf des Vererzungsvorganges in den Lagerstätten der altpliozyänen As-Au-Vererzung der Ostalpen einzugehen¹⁶⁾, in welcher die Bildung des Bleiglanzes derjenigen der Blende vorangeht, der Baryt mit der Blende im Erzkörper erscheint usw. Dieser Unterschied tritt dadurch besonders kraß hervor, daß die völlig anders struierte altpliozyäne Blei-Zinklagerstätte von Bleiberg mit ihren fast ungestört über 1000 m schief in die Tiefe verlaufenden Erzsäulen¹⁷⁾ im gleichen Drauzug — wenn auch innerhalb der Triasformation — gelegen ist, wie unsere von tektonischen Bewegungen zerrissene Lagerstätte des Auenbachgrabens.

Die Unterschiede der perimagmatischen Vererzung der altmiozyänen Sb-Ag-Vererzung und der altpliozyänen As-Au-Vererzung treten bei der eingehenden Neubearbeitung der Tauern-Golderze, mit welcher ich zurzeit beschäftigt bin, noch viel stärker hervor.

Die Kenntnis der Lagerstätte des Auenbachgrabens bei Abfalterbach eröffnet aber neue Einblicke in eine Anzahl anderer Lagerstätten der Ostalpen. Enge strukturelle und genetische Beziehungen scheinen zur Antimon-Fahlerz-Baryt-Lagerstätte von Schwaz-Brixlegg in Nordtirol zu bestehen.

Eine Anzahl anderer Antimonit- und Antimon-Fahlerz-Lagerstätten Westkärntens, über deren bergbauliche Verhältnisse R. CANAVAL berich-

¹⁴⁾ TORNQVIST: Die Blei-Zinkerzlagerstätten der Savefalten vom Typus Littai (Littai). — Berg-Hüttenw. Jb. Wien, 77, 1929.

¹⁵⁾ Ebenda, S. 19.

¹⁶⁾ TORNQVIST: Perimagmatische ostalpine Lagerstätten. — Sitzber. Wien. Akad., 139, 1930 und 140, 1931.

¹⁷⁾ Derselbe. Die Blei-Zinkerzlagerstätte von Bleiberg-Kreuth. I. Springer, Wien. 1926.

tet hat, deren Erze aber bisher noch keiner chalcographischen Untersuchung unterzogen worden sind, sind zweifellos gleicher und gleichzeitiger Entstehung wie die behandelte Lagerstätte von Abfaltersbach.

Am besten ist das Antimonitvorkommen „beim Gloder“ nördlich von Oberdrauburg am Südrand der Kreuzeckgruppe¹⁸⁾ bekannt. Nach CANAVAL treten die Erze dort ebenfalls als Lagergänge in schwarzen wohl diaphthoritischen Phylliten und in quergreifenden Quarzgängen auf. Dem Antimonit ist spärlich Pyrit und noch spärlicher Arsenkies beigelegt. Als Oxydationserz tritt Rotspießglanzerz auf. In Lessnig (Lesnik)¹⁹⁾ südlich von Sachsenberg im Drautal findet sich Siderit und Breunnerit. Andere Antimonitvorkommen sind bei Umberg zwischen Velden am Wörthersee und Heiligenstadt am Ossiachersee und von Kulmburg bei St. Veit a. d. Glan bekannt²⁰⁾. Dort tritt wie bei Abfaltersbach auch Siderit, Blende und Bleiglanz auf. Alle diese Erzvorkommen sind auf die gleiche Vererzungsperiode zurückzuführen wie dasjenige im Auenbachgraben bei Abfaltersbach. Trotzdem sie heute nicht entfernt so gut aufgeschlossen sind, wie dieses und ihre Untersuchung kein befriedigendes Bild von Lagerstättenform und die Verbindung derselben mit der Tektonik verspricht, so kann die chalcographische Untersuchung doch wertvolle Ergänzungen zur Kenntnis dieses ostalpinen Vererzungstypus erbringen.

Im Drauzug sind aber bei Tratten und Matschidl, östlich St. Stefan im Gailtal, auch Arsenfahlerzvorkommen bekannt; soweit es die Untersuchung mir vorliegender Erzstufen erkennen ließ, gehört diesem Typus auch das Arsenfahlerzvorkommen von Mallestig (Finkenstein) südlich Villach in den Karnischen Alpen an, vielleicht auch das bezüglich seiner Erzführung unbekannte Fahlerzvorkommen von Forni Avoltri im italienischen Anteil der südlichsten Karnischer Alpen. Ob diese Vorkommen der altniozänen Sb-Ag oder der altplozänen As-Au-Vererzung angehören, muß erst die Untersuchung zeigen. Die apomagmatische Zone der altplozänen Vererzung konnte ich²¹⁾ neuerdings bis in die venetianischen Dolomiten hinein feststellen.

Nachschrift: Die während der Drucklegung von A. RUDROFF beschriebene Lagerstätte von Pulacayo (Metall u. Erz. 1932. S. 125) stellt den Typus einer vulkanischen (extrusiven) Antimon-Silbererzlagerstätte dar. Um einen Vergleich mit der perimagmatischen Antimon-Silbererzlagerstätte von Abfaltersbach durchzuführen, wird z. Zt. in meinem Institut die erzmikroskopische Untersuchung von Pulacayo-Erzen durchgeführt, welche mir von Herrn RUDROFF mit genauester Provenienz im Gangsystem übersandt worden sind. — Ferner fand die Lagerstätte von Abfaltersbach während der Drucklegung Erwähnung von F. CZERMAK (Museum Ferdinandeum, Innsbruck 1932. S. 159).

¹⁸⁾ R. CANAVAL: Das Antimonitvorkommen beim Gloder. — Jb. naturh. Landesmus. Kärnten. 25. 1899.

¹⁹⁾ HAUER & FOETTERLE: Geol. Übersicht d. Bergbaue der österr.-ung. Monarchie. Wien 1855. S. 34 und L. WAAGEN: Bergbaue und Bergwirtschaft. Wien 1919. S. 245.

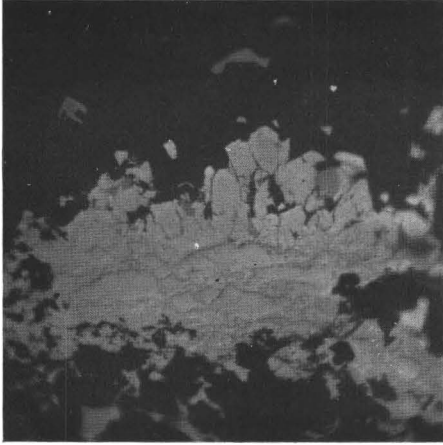
²⁰⁾ R. CANAVAL: Jahrb. naturh. Landesmuseum, Kärnten, 22. 1896 und Carinthia, 2. 1901.

²¹⁾ A. TORNUST: Eine Erzlagerstätte v. Typus Raibl in den Dolomiten. — Sitzber. Wien Akad., 141, S. 31, 1932.

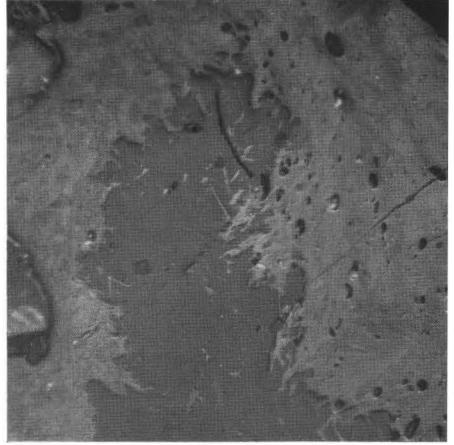
[Urschrift eingegangen am 15. Dezember 1931.]

Erklärung zu Tafel 8

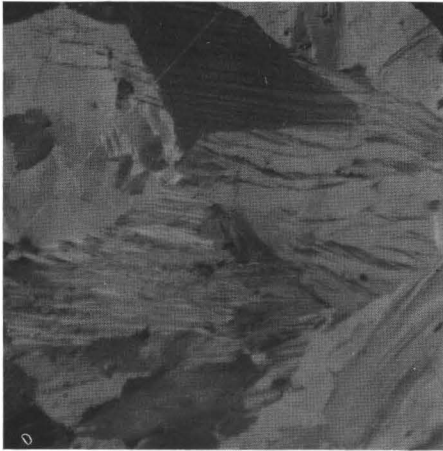
- Abbildung 1. Ausscheidung von Arsenkies bei der Bildung von Kupferkies. Arsenkies wurde am Rand des Kupferkieses gegen die (dunkle) Sideritpartie in kurzen prismatischen Kristallen und im Kupferkies in Form feinkörniger Züge ausgeschieden. Römerstollen. Abfalterbach.
Anschliff, vergr. 250 fach.
- Abbildung 2. Antimonfahlerz (dunkelgrau isotrop), umgeben von einem Gemenge von teilweise in das Fahlerz nadelförmig eindringendem Boulangerit (mit lebhaften Anisotropie-Farben) und Jamesonit. Boulangerit und Jamesonit sind neben dem Fahlerz dort entstanden, wo der Pb- und Cu-Gehalt im Mineralisator durch Resorption von Bleiglanz und Kupferkies ein höherer geworden war. Römerstollen.
Anschliff, vergr. 220 fach, + Nicol.
- Abbildung 3. Körniger Antimonit, stark verzwilligt. Die Zwillingslamellen verlaufen ungestört und in gleicher Orientierung durch benachbarte Antimonitkörner hindurch. Ober-Tilliach.
Anschliff, unter + Nic., vergr. 70 fach.
- Abbildung 4. Dyskrasit (Ag_3Sb), weiß, als Zementationserz in Haarklüften von Antimonit. Rechts von der größeren Dyskrasitpartie in der Klüft kleine Dyskrasitkörner in karbonatischer Klüftmasse. Der Antimonit zeigt nach seinen Zwillingslamellen Reflexionspleochroismus. Ober-Tilliach.
Anschliff, gew. Licht, vergr. 420 fach, unter Immersion.
- Abbildung 5. Bleiglanz (weiß) dringt mit großer Reaktionsgeschwindigkeit in Zinkblende (grau) ein. In dieser Entmischungspartien von Kupferkies. Im Bleiglanz Resorptionsreste von Pyrit. Gangart Quarz (schwarz). Koflerstollen.
Anschliff, vergr. 250 fach.



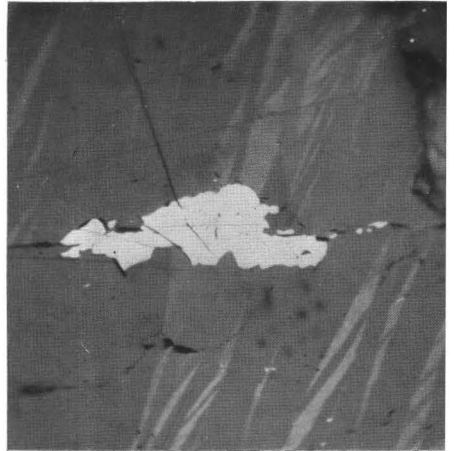
1



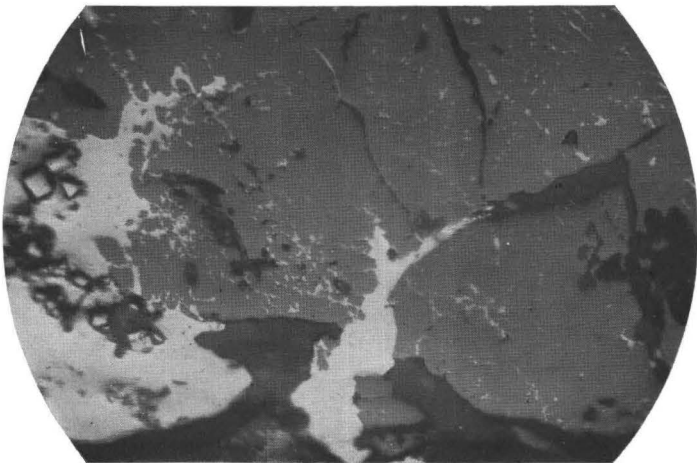
2



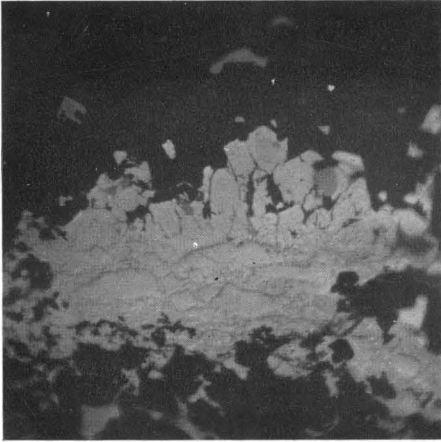
3



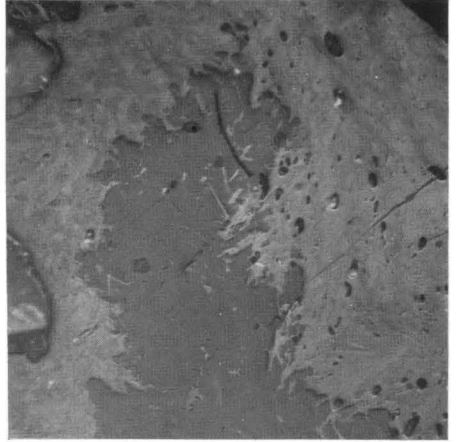
4



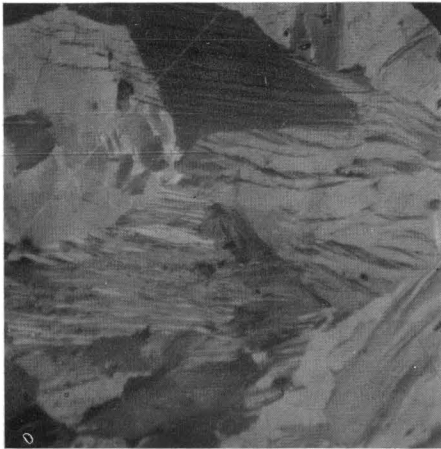
5



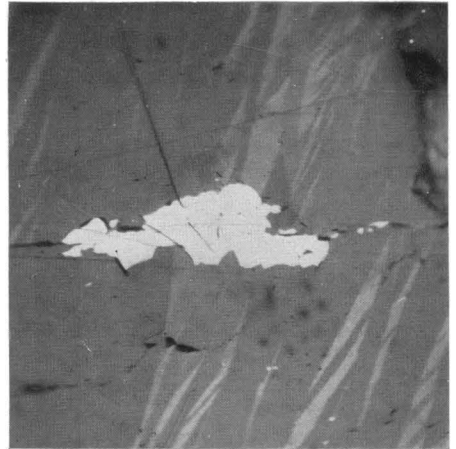
1



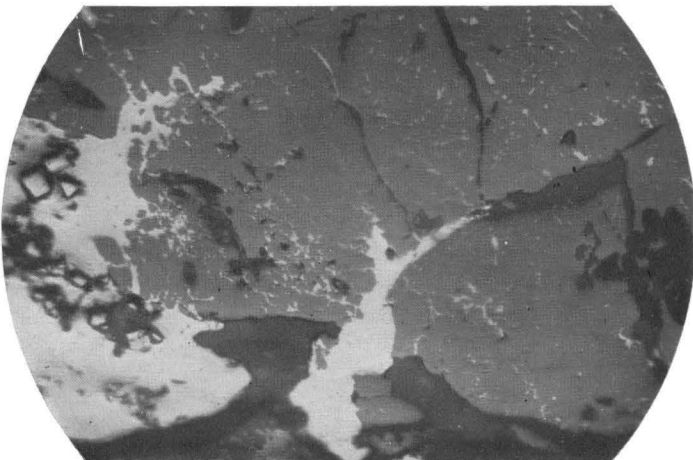
2



3



4



5