

Abschrift (Kl)

Die Erzlagerstätte Leogang
unter besonderer Rücksichtnahme auf ihre
metallographische Eigenart.

Dissertation. F.S.

Leogang	18
Nöckelberg	18
Schwarzleo	04
Vogelboden	04

Allgemeiner Teil.

Die Erzlagerstätte Leogang und ihre Mineralien haben schon oft wissenschaftliche Behandlung erfahren, wobei aber die metallographische Untersuchung nicht einbezogen wurde. Diese Art der Untersuchung für sich reicht für die Bearbeitung einer Lagerstätte nicht aus und daher müssen Geologie und Chemie mit der metallographischen Untersuchung Hand in Hand gehen.

Morphologie.

Die Erzvorkommen liegen an beiden Gängen des Schwarzleotals, das, im Hauptfallen der Grauwacken gelegen, nach ONO in das Tal der Leoganger Ache mündet. Die Leoganger Ache bildet eine scharfe Grenze zwischen Kalkhochalpen (Leoganger Steinberge, Birnhorn) und Grauwacken (Spielberg-Nöckelberg, Prieland, Funnerth).

Bild 1 zeigt die Landschaft vom Birnhorn gegen den Spielberg und das Tal Schwarzleo gesehen. Der Standpunkt ist auf dem Werfener Schiefer, der auf der Nordseite des Leoganger Tales aus Diluvium und Alluvium emporsteht. Im südlichen Hang zeigt der Werfener Schiefer zusammen mit dem Verrukano Rideauformen gegen die anschließenden weichen Grauwackenschiefer. Diese sind teils kalkig, tonig oder serizitisch entwickelt, sind gegen den Werfener Schiefer diskordant und enthalten Bänke und Linsen eines dolomitischen Kalkes, die im Kleinbau der Landschaft deutlich hervortreten. Mit ihren geringen Höhen (bis 1900 m), mit den kuppigen Formen, mit der reichen Wasserführung und den tief eingeschnittenen Tälern ist die Landschaft charakteristisch für ein weiches Schiefergebirge. Nur um den Gegensatz zu zeigen, wurde Bild 2 (das oberostalpine Birnhorn) eingefügt. Für die Talbildung im Schiefergebirge soll Bild 3 (Schrambachtal bei Bischofshofen, Eingang nach Mühlbach) sprechen; zu beachten sind die gleichen Böschungen der Talhänge.

Geologie.

Die geologische Stellung der Lagerstätte ist durch einen Ausschnitt aus der graniggen Karte über die Erzführung der Ostalpen wiedergegeben. Wir befinden uns an der Nordgrenze der nördlichen Grauwacken, wo sie unter das oberostalpine Mesozoikum tauchen. Die Karte gibt sofort an, wie Granigg die Lagerstätte / zum Typus "Spateisenstein-Kupferkies-Zinnober- Fahlerz der nördlichen Grauwacken mit Einschluß der unteren Trias" rechnet. Nach seiner Theorie fällt die Lagerstätte in die Stirn der Grauwacken, was nach Posepny den "Lagerstätten des Kitzbühler Distrikts mit W-O-Streichen" entspricht.

Der geologische Kleinbau, der für das Mineralfolge und den Bergbau von Wichtigkeit ist, besteht aus einem Kunterbunt paläozoischer Gesteine, deren Kleintektonik unerhört verwickelt ist, besonders wenn sich auch Nachdevonisches daran beteiligt, wie das auf dem unteren Nöckelberg (Brandstättöztz) der Fall ist; die beigegebene, etwas vereinfachte Karte ist nach Aufnahmen von Ohnesorge gezeichnet. (Siehe ./.) Die für eine Lagerstättenarbeit wichtigen Pläne mit eingezeichneten Stollen und Schächten sind vom Nöckelberg ein markscheiderischer Plan aus dem Jahr 1918 (aufgenommen von Kalß), vom Bergbau Schwarzleo ein "Grund und Feigerriß...", der spätest 1790 vollendet wurde; im "Archiv für praktische Geologie" zeichnet Posepny je zwei Stollen auf den Vogelhalden und in der Brandstättöztz, deren Wiedergabe sich erübrigt. (Pläne unseitig).

Legende.

Die Karte der (geologischen) Umgegend wurde nach Aufnahmen von Dr. Ohnesorge vereinfacht und gezeichnet.

Die Karte von Schwarzleo wurde photographiert (d. h. eine Blaupause) und die zur Orientierung notwendige Beschreibung auf die Oleade gesetzt. Der Plan vom Nöckelberg soll wie das Bild von Schwarzleo einzelne Stellen angeben, von denen Erzproben untersucht wurden.

Die Baue selbst sind heute schwer zu begehen ((schlechthin ungangbar)); in den Nöckelberg konnte ich anfang Mai 1927 durch den Neuschurfstollen bis P 149 vorgehen, fand aber Ende August auch diesen Stollen gänzlich

unfahrbar. In Schwarzleo ist allein der Danielstollen fahrbar, weil sein Mundloch im Dolomit liegt. Vordringen bis zum GYPsstock (örtlich gebräuchliche Bezeichnung) ist möglich; der GYPsschacht (Förder-Sch.) ist für beschränkte Hilfsmittel nicht fahrbar und die Fahrten selbst sind verlegt. Die Baue der Vogelhalden zu ergründen, ist schlechthin unmöglich.

Die Begehung der Baue und das Absuchen der Halden lassen erkennen, daß als vorherrschendes Mineral Kupferkies auftritt, daß aber eine einheitliche Ausbildung der Gänge (Typhone nach Posepay) nicht vorliegt. Abgesehen davon, daß die Lagerstätte an oxydischen Erzen reich ist, erinnern die Paragenesen an das Ausgehende der Mitterberger Erzgänge, die in größeren Teufen fast ausschließlich als Kupferkies-Eisenspat-Gänge entwickelt sind. Die metallographische Untersuchung ergibt ihrerseits, daß unter den frischen Erzen der Kupferkies die Hauptmenge der sulfidischen Erze ausmacht und daß er nach den Arseniden ($\text{Ni}(\text{Co}, \text{Fe})_{1,2}, \text{As}_{1,2,3,5}, \text{S}_{1,2}$) abgeschieden wurde. Diese Tatsachen, für einen Befund / verwertet, besagen: Der Hauptgang, vielleicht das Blatt, wurde im Leoganger Bergbau noch nicht angefahren. Für diese Ansicht spricht auch die Seehöhe der Ausbisse: in Mitterberg liegen sie in einer Höhe von 11–1300 m, in Schwarzleo–Nöckelberg ebensohoch. Im Horizont von Mitterberg sind mehrere Apophysen, die sich im Horizont von Mühlbach zu einem Hauptgang vereinigen. Um den oben ausgesprochenen Gedanken zu verfolgen, wird sich ein Vergleich mit Mitterberg–Mühlbach fruchtbar erweisen.

Das vorliegende Bild zeigt im Profil der Kupferkiesbaue von Mitterberg–Mühlbach in der Richtung des / ugf. N-S laufenden Emilstollens vom Tal des Schranibaches bis in den Hochkönig. Der Stollen durchfährt die silurisch-devonischen Schiefer des Hochkeil, die nach Süden einfallen. Konkordant in diesen Schiefen lagert eine dünne, oft unterbrochene Bank Grödener Sandstein; über den Grödener Sandstein, in dessen Nähe die Schiefer kalkig-quarzitisch werden, geht die Erzführung nicht hinaus. Gegen N folgen auf den Sandstein weitere Schiefer, die schließlich von der nordfallenden Trias des Hochkönig abgeschnitten werden. Im Schiefer ist es schwer, echte und falsche Schieferung auseinanderzuhalten. Das Haupterzband, von graphitischen Ruschelzonen begleitet, schneidet die Schieferung in einem streichenden Winkel, wenig größer als 0° (bezogen auf die S-fallende Schieferung) und hat deswegen lange als Lagergang

gegolten. Geologische Erscheinungen gleicher Art treffen im Erzgebiet von Leogang ein: die erzführenden Gesteine — hier tritt als wesentliches Muttergestein ^{iv}im dolomitischen Kalk zu den Schiefern — fallen nach Süden und sind von falscher N-Schieferung regelmäßig durchsetzt. Auch hier schneidet das Erz, wenn der typhonische Charakter dem blattartigen weicht, unter/ einem von 0° wenig verschiedenen Winkel die Schichtung (= echte, S-fallende Schieferung). Beispielsweise folgen die Angaben des Streichens und Fallens einiger Stellen.

Fahlerzblatt in Schwarzleo:	<u>65° NO</u>
	56° SW
Kiesband im Nöckelberg:	<u>75° NO</u>
	65° SW
Ankerit mit Fahlerz auf den Weghalden:	<u>90° OW</u>
	51° S
Gypsstock in Schwarzleo:	<u>65° NO</u>
	48° SW
Gegensatz des Muttergesteins.	
Talkschiefer ober dem Rastboden:	<u>52° NO</u>
	60 SW
Tonschiefer unter dem Berghaus:	<u>54° NO</u>
	53° SW

Der vorwiegend typhonische Charakter der aufgeschlossenen Lagerstätte Leogang mag darauf zurückgehen, daß es sich um das zerschlissene Blatt handelt, ähnlich wie in Mitterberg, wo sich die Apophysen des Ausgehenden (Trogboden) in größerer Teufe vereinigen (Mühlbacher Sohle).

Von den zerschlossenen Gängen abgesehen, scheinen in Mitterberg zwei frische Gangtypen zu / bestehen, die nach Erzführung und tektonischer Form verschieden sind. Der "Ältere Gang" zeigt in Streichen und Fallen wenig Unterschied gegen das Nebengestein; seine Erze sind feinkrystalliner

bis derber Kupferkies, Pyrit, Weißnickelkies, Graunickelkies, Speiskobalt. In den oberen Sohlen treten Zinnober und (wahrscheinlich sekundäres) Fahlerz dazu. Der "Jüngere Gang" ist vor allem schwächer und durch schön krystallisierte Arsenkiese ausgezeichnet; sein Kupferkies ist grobkrystallin, Graphit, der beständige Begleiter des "Älteren Ganges" fehlt ihm. Es mag weiter scheinen, daß der "Ältere Gang" einen Überschuß von Karbonaten des Fe und Mg gegen den Quarz des "Jüngeren Ganges" zeigt. (Hg)

Der "J.G." schießt oft senkrecht durch die Schieferschichten, wobei er manchmal Trümmer des "Ä.G." mitreißt. Zu erwähnen ist noch, daß auch der "J.G." stellenweise aus FeCO_3 und SiO_2 besteht.

Eine ähnliche Zweiteilung ist in Leogang zu beobachten. Einerseits die primäre Ni-Co-Cu-Paragenese und anderseits die primäre Cu-Hg-Fahlerz Paragenese, die voneinander Abstand halten. Sekundär treten Fahlerze natürlich auch im Typus Ni-Co-Cu auf, wobei Ni und Co / in den meisten Fällen ganz verschwinden oder als Ni_2S bzw. Co-Blüte zurückbleiben. Geologisch läßt sich die Zweiteilung der Paragenesen in Leogang mangels guter Aufschlüsse nicht mit wünschenswerter Genauigkeit feststellen.

Alter der Erzgänge.

Auch diese Frage ist mit Hilfe der Mitterberger Beobachtungen zu lösen. In Mitterberg-W setzt ein Verwerfer durch die paläozoische Serie mit einer Sprunghöhe von etwa 300 m. Der Verwerfer bildet die Grenze des aufgeschlossenen Grubenfeldes. Der Werfener Schiefer, der als gypsführendes Haselgebirge am Fuße des Hochkönig gut entwickelt ist, wird von dem Verwerfer nicht geschnitten. In der Dientener Gegend sind limonitisch-kiesige Erzausbisse zu finden, die von den Bergleuten in Mitterberg für die Fortsetzung der Mitterberger Vererzung gehalten werden. Auch hier steigen Erz und Verwerfer nicht in die Trias. In Leogang erscheint das gleiche Bild: Verrukano und Werfener Schiefer beteiligen sich nicht an Erzführung und Grauwackenstörungen. Daraus folgt, daß die Lagerstätten vortriadisches, besser vorpermisches Alter haben. Im Grauwackenzug von Kitzbühel nach Dienten sind silurisch-devonische Orthocerenkalke / entwickelt und dazu gehören die dolomitischen Kalke des Leoganger Bergbaugebiets. Wenn nun die Erzführung

zu den Kalken diskordant ist, wenn die "Thyphonische Lagerstätte" einen präexistierenden Hohlraum im Gestein, also dieses selbst voraussetzt, sind die silurisch-devonischen Kalke älter als das Erz. Die Bildung der Erzgänge fällt also mit größter Wahrscheinlichkeit in das Karbon, wenn auch dieses selbst in der Gegend kaum einwandfrei bestimmt werden kann.

Der "Gypsstock"

Als Spezifikum von Schwarzleo ist der Gypsstock zu nennen; der Name ist örtlich gebräuchlich und soll seinen Bezug auf die Form des Gypses haben. Posepny bezeichnet den Gyps als "Gangart". Dafür spricht am besten dessen Nachbarschaft mit frischem Fahlerz; auch die angrenzenden Kalktrümmer sind frisch. An Entstehung des Gypses nach zersetzten Kiesen ist kaum zu denken, sei es nach der Art seines geologischen Auftretens, sei es nach der Art seiner Begleiter, (Baryt, Strontianit...). Der Gyps von Schwarzleo ist eine Gangfüllung sulfatischer Art im Gegensatz zum Gyps von Mitterberg, der als Sediment im Haselgebirge zu deuten ist.



Besonderer Teil.

Mineralogie makroskopisch.

Einen vollständigen Überblick über die Mineralien von Leogang gibt Fugger; was ich davon selbst gesehen oder gefunden habe, ist unterstrichen. Graphit, Wismut, Quecksilber, Silber, Amalgam, Eisenkies, Markasit, Arsenkies, Speiskobalt, Arsennickelglanz, Bleiglanz, Kupferglanz, Silberglanz, Rotnickelkies, Covellin, Kupferkies, Buntkupfererz, Zinnober, Realgar, Auripigment, Antimonglanz, Jamesonit, Antimoneisenblende, Fahlerz, Arsenikblüte, Quarz, Brauneisenerz, Kupferschwärze, Kobaltmanganerz, Kalkspat, Dolomit, Ankerit, Magnesit, Eisenspat, Aragonit, Witherit, Strontianit, Cerussit, Kupferlasur, Malachit, Anhydrit, Baryt, Cölestin, Gyps, Kobaltvitriol, Pharmakolith, Kobaltblüte, Nickelblüte, Lazulith, Apatit, Kupfergrün, Magnesiaglimmer, Keolin, Steinmark, Titanit, Braunkohle.

Mit Ausnahme des Magnesiaglimmers, des Titanits und der Braunkohle gehen wohl alle genannten Mineralien auf die erzbringenden Gänge oder deren Einfluß zurück.

Nachfolgt die kurze Beschreibung eigener/ und vom Salzburger Naturkunde-Museum (= S.M.) entliehener Handstücke.

216, S.M., Covellin Erasmus (soweit, bis anders bemerkt).

An einer Kluft wurde der im Nebengestein verteilte Kupferkies zersetzt und teilweise als Covellin abgesetzt; die Kluft zeigt außerdem Gyps, sekundär nach Schwefelkies, und Kalk. Bestand: Dolomit; Arsenid --- Sulfid, beide gleichzeitig Quarz.

170, S.M. Kupferkies.

Der derbe Kupferkies kommt im Aussehen dem "Älteren Mitterberger Kupferkies" sehr nahe.

108, S.M. Bleiglanz.

Körniges Stück als Kluftausfüllung mit etwas Weißbleierz.

767, S.M. Strontianit.

Strontianit (und Witherit?) sitzen neben wenig Kupferkies im Erzkalk. Die Sulfate, bzw. Karbonate, der alkalischen Erden sprechen für die obere Teufe einer Erzlagerstätte, zumal Gyps in der Nähe ist.

104, S.M. Gyps.

Da noch frischer Kupferkies im Handstück ist, außerdem der Gyps ein kalzitisches Salband hat, ist der Gyps als letzte Phase der Erzabscheidung zu denken.

502, S.M. Baryt.

Neben Spuren von sulfidischen Kupfererzen erscheint tafeliger Baryt; neuerlicher Beweis für einen hohen Erzhorizont.⁺

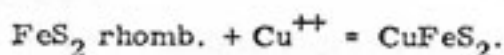
520, S.M. Cölestin.

Cölestin als Kluftmineral auf erzführendem Kalk in der Nähe frischer Sulfide. Siehe oben Gesagtes.⁺

275, S.M. Kupferkies.

Traubiger Kupferkies sitzt neben Kalzit und Zinnober auf einer Kluft. Die nadeligen Einzelkrystalle des Kupferkieses bilden kugelige Konkretionen, die ich für sekundär halte, etwa in dem Sinn, daß Kupfer mit dem labilen Markasit, dessen Habitus vorliegt, zum beständigen

Kupferkies wurde.



Streng genommen eine Zementationserscheinung.

022. Erzkalk.

Der "Erzkalk" ist Dolomitmarmor und läßt die Frage offen, ob es sich um vorbestehenden paläozoischen Dolomit oder um eine karbonatische Gangfüllung an dem Handstück handelt.

299. S. M. Buntkupfererz, Daniel (bis anders bemerkt).

Ein teilweise krystallisiertes Aggregat im quarzigen Karbonat. Cu_3FeS_3 zeigt unter dem Mikroskop Lamellenbau.

833. S. M. Gediegen Kupfer.

Eine Druse regulärer Krystalle sitzt auf Quarz neben Eisenerz; höchste Zementation des Kupfers, bzw. Oxydation des Eisens nach der Spannungsreihe.

(4) Eigenes Handstück.

Das Bruchwerk von eisenschüssigem Dolomit ist verkittet von Aragonit, Kalkspat, Quarz und Sulfaten von Ca (Sr, Ba?). Anflüge von Kupferschwärze. Grüne Nadeln auf dem Gyps, die sich wegen ihrer Kleinheit kaum bestimmen lassen, halte ich für Herregrundit.

(5) Eigenes Handstück.

Eisenreicher Dolomit ist überzogen von Hydroxyden des Mn und Fe. Der Dolomit hat die ^{aus} absteigenden Lösungen gefällt; Mn im Überschuß weist auf sehr hohen Erzhorizont. Eine metasomatische Veränderung des offenbar sedimentären Dolomits (Muttergestein) ist nicht zu sehen.

396. S. M. Antimonblende.

Im verquarzten Kalk sind der Reihe nach Grauspießglanzerz, Rotgülden (Antimoneisenblende) und Kupferkies ausgeschieden. (Siehe Anschliffe). Auch das Antimon spricht für obere Teufe.

543 S. M. Zinnober. Herkunft nicht näher bezeichnet. = 4

Der traubige Zinnober sitzt neben Kalkspat, Quarzkrystallen und Sulfarsensalzen im Dolomit.

143. S. M. Dolomit. 4

Kleine Hohlräume mit Quarzkrystallen, Arsenkies und Zinnober spuren.

307. S.M. $\oplus$. Zinnober.

Zinnoberkrystalle sitzen im tonigen Kalkschiefer neben Kalkspat.

281. S.M. Eisenkies, Barbara.

Pentagondodekaeder von Pyrit sind auf einer Kluft mit Quarz abgesetzt; das Muttergestein ist ein dunkler graphitischer Kalk mit Spuren von Nickelkies.

094. S.M. Kupfergrün. $\oplus$

Eine Bresche von ankeritischem Dolomit ist von Kieselkupfer überzogen; in Sprüngen Aragonitnadeln.

594. S.M. Kupferpocherz. $\oplus$

Im Äußeren wie 094; der Dolomit ist umgeben von einer Schale Kupferpocherz, die ihrerseits in Kupfergrün übergeht.

680. S.M. Kobaltmanganerz. $\oplus$.

Kobaltmanganerz in stalaktitischen Bildungen.

Typisches Erz des "Eisernen Hutes". Co aus Sulfarseniden, Mn aus der isomorphen Beimischung, MnCO_3 (Himbeerspat) der karbonatischen Gangart. Nebengestein: zersetzter Dolomit mit Quarz. Der Dolomit hat das Fe-Mn-Gel gefällt und nach der Spannungsreihe muß ein Überschuß des Mn-Sols, wegen der geringeren Teufe gegen das Fe- und Co-Sol vorliegen. Vergleich Handstück (5).

142. Fahlerz, Kupferkies. $\oplus$

Die Erze liegen im graphitischen Tonschiefer.

————— o —————

Die vorbeschriebenen Stufen stammen nach Bezeichnung (oder Vergleich mit anderen Stücken) von Schwarzleo.

————— o —————

912. S. M. Nickelerz, Nöckelberg. (bis anders bemerkt).

Krystalle von Nickelarseniden und -sulfarseniden, selten größer als 0.2 mm, sind im verquarzten Karbonat eingesprengt.

547. S. M. Kupferkies.

Das derb-dichte Stück erscheint dem "älteren Mitterberger Kupferkies" ähnlich.

301. S. M. Kupferkies. -0-

Auf einer Spaltkluft des erzführenden Dolomits hat sich zementierter Kupferkies abgesetzt mit einem oxydischen Überzug von Cu und Fe.

205. S. M. Antimonocker.

Im metasomatischen Erzkalk (neben Schieferschmitzen) sind Nickelkiese fein verteilt, die zu Ocker neben Nickelblüte verwittert sind.

619. S. M. 0.

Ein typisches Gangstück: Eisenspat, Kupferkies; die als "Talk" bezeichneten grünen Schmitze erscheinen als Gangfüllung, nicht als Zersetzungsmineral, neben frischem Sulfid und Karbonat. Nach Analysen (siehe diese) wird es sich um Pyrophyllit oder Kaolin handeln.

(1) ober Neuschurf-Stollen, Ausbiß.

Typisch für den "Eisernen Hut". Eine Rinde von Brauneisenerz überzieht ein Bruchwerk von Dolomit und Ankerit, Frische Kiese sind spärlich vorhanden, umgeben von großen Mengen Blüte und Ocker.

(2) Krupp-Stollen.

Im lichten Tonschiefer sind zahlreiche Bänder von Kupferkies, Nickelkiesen und wenig Fahlerzen neben karbonatischer Gangart; auch Pyrophyllit tritt in dem vollständig frischen Stück auf.

(3) Neuschurf.

Kupferkies, Buntkupfererz, Nickelkies und etwas Fahlerz im ankeritischen Kalk; Quarzbutzen.

————— o —————

Vom Nöckelberg liegen noch viele Handstücke vor, die in der Beschreibung nichts Neues bringen können.

————— o —————

554. Fahlerz, Vogelhalden. S. M.

Fahlerzspuren, die nicht näher zu bestimmen sind, im Karbonatgemisch.

970. S.M. Fahlerz, Vogelhalden.

Eine etwa fingerdicke Rinde von Fahlerz überzieht ein Stück Dolomit. Anflüge von Azurit und Malachit. Es handelt sich jedenfalls um ein Fahlerz, das als solches abgeschieden wurde ohne nahes Vorkommen von Kobalt-Nickelkiesen.

217. S.M. 0

Mikroskopische Fahlerzspuren im Erzkalk.

(6) Vogelhalden.

Ankerit mit kleinen Pyritkrystallen, Kupferkies und Nickelkies. Fahlerze?

Die soeben beschriebenen Stücke der Vogelhalden unterscheiden sich von den Stücken vom Nöckelberg und Schwarzleo hauptsächlich durch das Erscheinen grobkrySTALLINER Gangart von (Fe, Ca, Mg)-CO₃.

Nachfolgend zwei Bilder von 281, S.M. Barbara,

(1) Ausbiß ober Neuschurf.

Metallographische Beschreibung der Leoganger Erze.

Schliff 1, Ottentaler Halde, 60 x.

= (gewöhnliches Licht) Kupferkies, Nickelkies, Quarz.

+ (polarisiertes Licht) Kupferkies in feinsten Flittern tritt gegen den Quarz hervor.

Bestandfolge: Nickelkies - Kupferkies = Quarz.

Verdrängungen von Quarz nach Kupferkies fehlen.

Gleich das erste Bild gibt den mikroskopischen Eindruck der typhonischen Lagerstätte: ein präexistierender Hohlraum ist von Mineralien ausgefüllt.

Schliff 2, Ottentaler Halde, 60 x.

= Nickelkies, Kupferkies, Quarz.

+ Die Nickelkiese sind regulär, sprechen also für Bildung bei niedriger Temperatur.

Bestandfolge: Nickelkies - Kupferkies = Quarz.

Das reguläre Nickel-(Kobalt)-Arsenid ist besonders in seinen inneren Lamellen verdrängt von Kupferkies. Der Lamellenbau des Restchens Nickelkies beweist seine eutektische Abscheidung, während der Kupferkies in intragranular (Struktur) homogenen Körnern erscheint. (Das intergranulare Gefüge (Textur) ist wegen seiner Verteilung, Verwachsung und verschiedener Härte der Schliffstücke und ihrer Einzelminerale schwierig zu bestimmen).

Schliff 3. Kruppstollen. 60 x.

= Nickelkies, Kupferkies, Quarz, Karbonat.

+ Die Gangart zeigt sich als dichter Quarz, "Lückenbüßer". In der nächsten Umgebung des untersuchten Korns fehlt das Karbonat.

Bestandfolge: Nickelkies - Kupferkies - Quarz - Karbonat.

Das Stück stammt aus einer Erzader, die den Schiefer durchsetzt.

Nach Ätzung mit $H_2(Zn + H_2SO_4 \text{ verd.})$, 1 1/2 St. erscheint starkes Relief.

Die Arsenide wurden auch dadurch aus den vorher gesagten Gründen nicht deutlicher. Das Arsenid ist vom Sulfid teilweise verdrängt, der Rest ist allotriomorpher Quarz (der aber zusammen mit jeder anderen Abscheidungsphase vorkommt). Der Kupferkies schließt Quarztröpfchen ein.

Licht und Schatten im Bild lassen einen fast ganz verdrängten Krystall von Nickelkies auf 610 erkennen.

Schliff 4. Erasmusstollen (Halde). 360 x.

= Erzkalk mit Speiskobalt (außen Kobaltblüte) und etwas Kupferkies; Quarz.

HCl-Relief der Karbonate. Allotriomorpher Quarz rückt gegen Arsenid und Sulfid vor. Bestandfolge: Speiskobalt - Kupferkies - Quarz, alle im präexistierenden Dolomit (Erzkalk). Nachher Abscheidung von etwas karbonatischer Gangart. Das Bild zeigt reguläres Arsenid, etwas Quarz, Karbonat.

Schliff 5. Erasmus. (Pocherz) 200 x.

= Erzkalk, Speiskobalt, Quarz.

+ Rhombische Erzindividuen (Safflorit, Rammelsbergit, Löllingit) fehlen. Die Arsenide würden erst von einer quarzigen und danach von karbonatischer Gangfüllung umgeben, was besonders durch längeres Einlegen in verdünnte HCl festgestellt wurde.

Bestandfolge: Erzkalk; Arsenid = Quarz - Karbonat.

Das Karbonat (soweit nicht vom Muttergestein die Rede ist) muß nicht unbedingt zur Gangfüllung gehören; es kann ein Absatz absteigender vadoser Wasser sein.

Schliff 6. 200 x, Ottentaler Halde.

= Erzkalk; Arsenid, Kupferkies, Quarz.

Um zwischen Quarz und Karbonat leicht unterscheiden zu können, wurde der Schliff in Wasser gelegt, in das fortlaufend CO_2 eingeleitet wurde. Das so entstandene Relief hat für Kies und Quarz etwa gleiche Höhe, während $CaCO_3$ verschwindet.

Bestandfolge: Erzkalk; Arsenid - Sulfid = Quarz.

Der Quarz scheint das Sulfid im allgemeinen stärker anzugreifen als das Arsenid im Gegensatz zu den Karbonaten, welche lieber gegen das Arsenid vordringen.

Bestätigung der Altersfolge: in dem vorbestehenden Hohlraum des Erzkalkes setzen sich Arsenide ab, die von Sulfiden, meist Kupferkies, verdrängt werden.

Der Quarz ist teils gleichzeitig, teils nachzeitig zu jeder Einzelphase aufgetreten, um schließlich karbonatischer Gangfüllung zu weichen.

Schliff 7. 60 x. Ottentaler-Halde.

= Erzkalk; Arsenid, Sulfid, Quarz.

Der dichte Kalk hat das Poliermittel Englisch-Rot zurückgehalten und erscheint im Lichtbild dunkel. Ätzungen versagten, sodaß die Struktur unsichtbar blieb. Im Schliff scheint neben NiAs_2 auch NiAs (Rotnickel) aufzutreten, doch ist einwandfreie Bestimmung wegen Größe und Verwachsung der Individuen nicht ausreichend. Bestandfolge: Erzkalk; Arsenide - Sulfide = Quarz (spärlich); jüngeres Karbonat. Auch hier zeigt das Arsenid gegen den Quarz die größere Beständigkeit.

Schliff 8. 200 x. Ottentaler Halde.

Im Schliff fehlt Quarz. Es wurde eine Stelle für das Bild gewählt, die eine Erzkapillare in den Kalk zeigt. Die Abscheidung des Arsenids vor dem Sulfid tritt hier am deutlichsten hervor. Haupterz ist Nickelkies, der scharf durch den Kalk geht. Die erwähnte Kapillare besteht auf Seite des Arsenids aus Kupferkies, der gegen den Rand des Bildes mehr und mehr von Pyrit ersetzt wird. Es ist nicht ausgeschlossen, daß der höhere Cu-Gehalt in der Spitze / auf örtliche Zementation zurückgeht, in der Weise, daß das elektrolytische Potential das Kupfer an die Nickelkieskathode anreicherte.

Schliff 9. 360 x. Ottentaler Halde.

= Verquarzter Kalk mit Erz.

+ Kleine Erzkörner hellen auf (grün-braun), die rhombischen Krystalle sind Arsenkies.

Bestandfolge: Erzkalk; Nickelkies - Kupferkies = Arsenkies = Quarz.

Der Arsenkies kann auf zwei Arten gedeutet werden: a) er gehört zur Gangfüllung, wie das in der Bestandfolge ausgedrückt ist, oder b) er ist als Endglied einer Umsetzung aufzufassen: $\text{NiAs}_3 + \text{FeS} = \text{FeAsS} + \text{NiAs}_2$. (NiAs_3 unbeständig gegen $\text{NiAs}_2 + \text{As}$) Im Schliff ist der Rest eines Krystalls Weißnickelkies zu sehen, d. h. die äußeren Lamellen sind erhalten. Diese Tatsache wird gestützt durch die gegebene Gleichung.

Schliff 10. 60 x. Kruppstollen

= Erzkalk, Fahlerz, Kupferkies; Ankerit; Malachit, Azurit.

+ Das Fahlerz zeigt ganz schwache innere Reflexe von braunroter Farbe. Ankerit wurde durch die Härteinie bestimmt. Ni fehlt, analytisch nicht zu finden. Es scheint auch unter dem E.M., daß Arsenide (und Sulfarsenide) von Sulfosalzen Abstand halten, solange primäre Erzzonen vorliegen. Das Fahlerz dringt gegen den Kupferkies vor.

Schliff 11. 200x. Neuschurf P 149.

= Der verquarzte Kalk führt Arsenide, Sulfide, Quarz, Fahlerz.

+ Schwächste innere Reflexe beim Fahlerz; der vom Karbonat korrodierte Quarz tritt deutlich heraus.

Bestandfolge: Nickelkies = Rotnickelkies - Kupferkies = Quarz - Fahlerz - Quarz - Karbonat.

Das E.M. zeigt also eine primäre und eine sekundäre Paragenese, deren Chemismus zu den Vorgängen der Zementationszone gehört. In der Nähe von P 149 tritt viel Buntkupfererz auf, das deutlich für Zementation spricht, ebenso die Hutzone, die unmittelbar über P 149 ansetzt und von der das schon beschriebene Handstück (1) stammt.

Schliff 12. 360 x. Vogelhalden unter Thomasstollen.

= Eine Erzschnur von Kupferkies zieht im quarzigen Ankerit.

+ Das Karbonat tritt gegen das Erz zurück. Fünf Minuten Ätzung in HCl verdünnt zeigen keine Wirkung: es liegen also Mischkarbonate von Fe, Ca, Mg, Mn vor.

Schliff 13. 200 x. Ottentaler Halde.

Erzführender Kalk mit Kupferkies, Quarz, Kalkspat.

Schliff 14. 360 x. Neuschurf P 149.

= Weißnickelkies, Kupferkies, Fahlerz.

Das Arsenid zeigt rötlichen, das Sulfosalz bläulichen Stich.

+ Schwächste braunrote innere Reflexe beim Fahlerz.

Zur Bestimmung des Arsenids ist Ätzung mit HNO_3 (5 sec.) weniger geeignet als die Immersion in Zedernöl, bei welcher der Weißnickelkies fast verschwindet.

Bestandfolge: Weißnickelkies $\rightarrow$ Kupferkies $\rightarrow$ Fahlerz. Das Arsen der Nickelkiese setzt mit dem Kupferkies zu Fahlerzen um, wobei der größte Teil des Nickels die Paragenese verläßt.

Schliff 15. 360 x. Ottentaler Halde.

Das Stück stammt von der Schiefergrenze.

= Kupferkies, Nickelkies, Fahlerz; Schwefelkies und Arsenkies dürften vorhanden sein, doch fehlen größere Partien von diesen. Das Fahlerz auch dieses Schliffes erscheint sekundär.

Bestandfolge: Nickelkies - Kupferkies - Fahlerz; Quarz, Karbonat.

Schwefelkies und Arsenkies brauchen in der Altersfolge keine Rücksicht zu finden. Im verquarzten Karbonat ist ein heller Gang von eindringendem Kupferkies bis zum Arsenid und Sulfarsenid zu verfolgen. Das Bild zeigt klar die Erstausscheidung des Arsenids und den Umsatz Kupferkies-Arsenid zu Sulfarsenid.

Schliff 16. 200 x. Erasmus (Pocherz).

= Speiskobalt. + Das Arsenid ist deutlich regulär.

Der Erzkalk enthält Graphit.

Bestandfolge: Erzkalk; Arsenid, Quarz, Kalkspat.

Den Graphit möchte ich gleichzeitig dem Arsenid ein/setzen, worauf noch ausführlicher einzugehen ist.

Schliff 17. 60 x. Krupp-Stollen.

Das Muttergestein des Handstücks ist quarziger Serizitschiefer. Im Schiefer sind viele kleine Arsenkiese, kenntlich an der Auslöschung grün-graubraun.

= Nickelkies, Kupferkies, Arsenkies, ein Kern Rotgültig.

+ Arsenkies!

Rotgültig, wahrscheinlich Pyrrargyrit, zeigt starke innere Reflexe.

Bestandfolge: Arsenid - Sulfid - Arsenkies; sekundär Rotgültig.

Ob die Arsenkiese primär oder sekundär sind, bleibt offene Frage.

Für I spricht ihr Hineinkriechen in den Schiefer, für II ihre unverletzte Gestalt. Das Auftreten der Arsenkiese entspricht dem "Jüngeren Gang" von Mitterberg.

Schliff 18. 100 x. Revierbergamt Wels. Das Stück stammt aus dem Vigilius-Grubenfeld, also aus dem Bereich des Neuschurfs.

= Weißnickel, rhombisches Arsenid oder Sulfarsenid. Das Bild zeigt schwache gelbbraune bis graugrüne Auslöschung, sodaß es für Safflorit gehalten werden kann. Für Arsenkies ist dem Beobachter die Auslöschung zu schwach.

Bestandfolge: Safflorit - Weißnickelkies - Quarz.

Das rhombische Arsenid würde auf erhöhte Temperatur bei der Erzbildung deuten, was neben der Tatsache des Lamellenbaues der regulären Arsenide wenigstens stellenweise möglich erscheint.

Schliff 19. 60 x. Krupp-Stollen.

Ein Erzgang mit starkem Relief, bestehend aus Nickelkies, Kupferkies, Schwefelkies, Quarz und Karbonat geht durch eine Ruchelzone von erzführendem Kalk und Schiefer. Der Schwefelkies ist etwa gleich alt mit dem Kupferkies, da das Arsenid vom Sulfid zerfressen ist.

Schliff 20. 108 x. Revierbergamt Wels, Virgilius Grubenfeld.

= Rotnickelkies, Weißnickelkies; Quarz, Karbonate

+ Der Rotnickel wird deutlich geflammt; Aufhellen und Auslösen.

Bestandfolge: Rotnickel $\rightleftharpoons$ Weißnickel als gleichzeitige Bildung, dann Quarz und Karbonat. Der Quarz ist idoblastisch. NiAs und NiAs_2 stehen in einem Gleichgewicht nach eutektischer Abscheidung. Als subjektivem Beobachter scheint es mir, daß α bei 1 recht wohl zum hexagonalen Rotnickel paßt, während 2 das Loch nach dem entfernten regulären Arsenid ist.

Schliff 21. 106 x. Neuschurf P 149.

= Nickelkies, Kupferkies, Quarz; Fahlerz, Buntkupfererz.

+ Fahlerz und Buntkupfer.

Bestandfolge: Nickelkies $\rightarrow$ Kupferkies; Fahlerz $\rightarrow$ Kupferkies II $\rightleftharpoons$ Buntkupfer; Quarz, Karbonat.

Kupferkies II erscheint neben Buntkupfer als Zementation, d.h. CuFeS_2 wurde gelöst und wieder abgesetzt.

Vom Buntkupfer ist zu sagen, daß es selten in größeren Partien vorkommt, sondern zumeist als dünnes Häutchen über Kupferkies.

Schliff 22. 60 x. Neuschurf P 149.

Mineralbestand und -folge:

Weißnickel $\rightleftharpoons$ Rotnickel $\rightarrow$ Kupferkies $\rightarrow$ Fahlerz.

Quarz Quarz

Karbonat.

Schliff 23. 200 x. Ottentaler Halde.

Reste von Nickelkies schwimmen in Kupferkies und Schwefelkies, der starkes Relief zeigt. Nachfolgend Quarz und Mischkarbonat.

Schliff 24. 84 x. Ottentaler Halde.

Weißnickelspuren in Quarz und Ankerit.

Schliff 25. 200 x. Unterbaustollen (Vogelhalden).

= Fahlerz, Ankerit.

+ Schwache rotbraune innere Reflexe vom Fahlerz. Ätzung mit HNO_3 bleibt erfolglos.

Bestandfolge: Fahlerz - Ankerit.

Es handelt sich offenbar um primäres Fahlerz, das sich aus azendenten (zuweilen wahrscheinlich) Lösungen gebildet hat, im Gegensatz zum öfter erwähnten sekundären Fahlerz nach Nickelkies und Kupferkies.

Das Fahlerz I dürfte Träger des Ag und Hg sein, die besonders auf den Vogelhalden erschürft wurden. Im Fahlerz II konnte ich Hg und Ag nicht nachweisen.

Schliff 23. 200 x. Krupp-Stollen.

= Gemenge von idiomorphem Nickelkies, Kupferkies, Arsenkies und allotriomorphem Quarz; Karbonat.

+ Arsenkies. Bestandfolge: Nickelkies - Kupferkies

Arsenkies

oder Nickelkies + Arsenkies → Kupferkies → zementierter Kupferkies.

Ein etwa 010 geschnittener Nickelkies ist ausgefüllt von Kupferkies und schließlich mit Quarz verheilt.

Kupferkies = Quarz - Karbonat.

Schliff 28. 790 x in Xylol-Immersion. Ottentaler Halde.

= Nickelkies, Kupferkies, Quarz, Karbonat.

+ Je nach Dicke seiner Schicht zeigt der Quarz helle bis grau Polarisationsfarben, besser innere Reflexe.

Bestandfolge: Nickelkies - Kupferkies - Quarz - Karbonat.

Schliff 29. 790 x in Xylol-Immersion, Ottentaler Halde. Nickel ist hier nicht mehr vorhanden, doch spricht die Form eines Erzteilchens für verdrängten Nickelkies.

Schliff 30. 60 x. Krupp Stollen.

Nickelkies wird von Kupferkies inmitten quarzig-karbonatischer Gangart verdrängt.

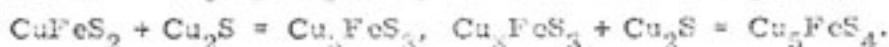
————— o —————

Es folgen einige Schliffe von Stücken des Museums/ für Naturkunde in Salzburg und einige Dünnschliffe, die Ohnesorge anfertigen ließ.

————— o —————

Schliff 31. S.M. 198. 60 x.

Zementationsstück aus dem Barbarastollen. Der primäre, im quarzigen Karbonat eingesprengte Kupferkies ist zu Buntkupfererz zementiert.



Der Schliff zeigt, wie kurz nach der Zementation eine Quarzzunge in das Erz eindrang. Das Bild wurde von einer angeschliffenen Stelle des Handstücks gemacht.

Schliff 32. S.M. 60x.

Auf Karbonat sitzen Gypskrystalle und dichter Gyps mit "Leberkies" und etwas Kupferkies. Der wurde an anderen Stellen gelöst und auf dem Handstück wieder abgeschieden; das Karbonat und die Sulfide sind nämlich frisch. Der Markasit mag auf ähnliche Bildung zurückgehen: Lösung des Pyrits, Abscheidung als Markasit.

Schliff 33. S.M. 396, Daniel-Stollen. 790 x. Benzol-Immersion.

Im dolomitischen dunklen Kalk sind helle, teils strahlige, teils körnige Erze entwickelt. Das strahlige Mineral ist graublau, zeigt Auslöschung und Lamellenbau sowie deutliche Polarisationsfarben. Das körnige Mineral entspricht an Helligkeit und Farbe etwa den Nickelarseniden, löscht aus und zeigt Polarisationsfarben. Es handelt sich um Grauspießglanz und Rotgülden (FeSbS , Antimoneisenblende).

Bestandfolge: $\text{Sb}_2\text{S}_3 \rightarrow \text{FeSbS} \rightarrow \text{CuFeS}_2 \rightarrow \text{Quarz}$. Das Antimon spricht für die obere Teufe. (Siehe Makrobeschreibung).

S.M. 163. 28 x. Erasmus-Stollen.

An dem Stück wurde ohne Schleifen ein Stern von Grauspießglanz photographiert.

Schliff 34 (gleiches Stück). 360 x.

Inmitten von Pyrit und Kupferkies liegt eine Gruppe von Krystallen des dunklen Rotgültig. Da sie im quarzigen Karbonat liegen, das gegen die Kiese vordringt, sind sie als Zementationsbildung oberer Teufen zu werten.

— o — o —

Dünnschliffe.

1. Nöckelberg, Mittellauf, Schichtkopf 130. 1918. Ohnesorge.

Idioblastischer Quarz hat als späterer Eindringling das idiomorphe Karbonat (^{als H}die Hauptgangmasse) verdrängt. Im Schliff liegen regellos eingestreute Körner eines frischen regulären Erzes.

2. Nöckelberg. First vom Mittellauf bei // 170.

Der Schliff besteht aus Erz und Karbonaten neben wenig Quarz. Das Erz ist als Arsenid zu bezeichnen, da es regulär ist und den typischen Lamellenbau sowie die regulären Verdränglöhler der leichter zersetzlichen Arsenide zeigt.

Die Schliffe 3. und 4. vom Nöckelberg (weitere Angabe für 3. fehlt) und von Nöckelberg, Mittellauf, Strecke 153, zeigen außer mikroskopischer Durchbewegung und Fluidalstruktur nichts für die Erzlagerstätte wesentliches.

Schliff 5, Nöckelberg, S.M.

Das Bild zeigt Karbonate mit Kupferkies, Arsenkies und Ni-Co-Arseniden. Ein rhombisches Arsenid (oder Sulfarsenid) wurde von trigonalem Kalkspat verdrängt. Dabei blieben die widerstandsfähigeren Außenlamellen erhalten und der im Bild sichtbare dünne Kanal ermöglichte die Metamorphose.

Schliff 6. Diabasgestein, Nöckel, S.M.

In einer Grundmasse von Feldspat und Hornblende liegen Chlorite, Glimmer und reguläres Erz. (Magnetit und Pyrit). Das Gefüge ist poikilitisch und tektonisch durchbewegt. Die Feldspate sind an einem ähnlichen Diabasgestein von Saalfelden als Oligoklas-Andesin bestimmt worden (Grenng). Am zugehörigen Handstück sind Asbestanflüge zu bemerken.

— o — o —

Chemischer Teil

Der chemische Teil soll auch seinerseits die verwickelten Verhältnisse der Lagerstätte beleuchten. Die Analysen leiden an dem Mangel reiner Mineralstücke, so daß sich aus ihnen ein Bild des Aufbaues der Gangstücke, nicht aber ein Einzelerz errechnen läßt, das für die Lagerstätte charakteristisch wäre.

—————

I. Fahlerz aus dem Neuschurf, Handstück von Lipold, Geologische Bundes-Anstalt.

Das Erzmikroskop zeigt ein homogenes Erz mit karbonatischen Rissen; Gelerz; HNO_3 -Ätzung bleibt erfolglos. Analysenmethode: Aufschluß im Cl-Strom, S-Aufschluß nach Böckmann, CO_2 im Ludwigschen Aggregat bestimmt.

$\frac{0}{0}$

1'27 Gangart (SiO_2)

0'12 Pb

35'78 Cu	Arten $\frac{0}{0}$ der Erzbestandteile,	
19'49 S	36'3 Cu	$\text{Fe}(10'7) = (1)$
15'95 As	39'3 S	3'4 Cu
9'15 Fe	13'7 As	3'68 S
0'00x Sb	<u>10'7 Fe</u>	1'28 As
10'30 CaO		
<u>7'99 CO_2</u>	100' -	1' - Fe
100'05	Es ergibt sich ein Verhältnis von	

Cu	S	As	Fe	
3.4 :	3.68 :	1.28 :	1 :	das aufgelöst wird nach Formel
0.4 :	1.2 :	0.4 :	0.8	$\text{CuFe}_2\text{AsS}_3$, 30 %
3. - :	2.48 :	0.88 :	0.2	
3. - :	2.4 :	0.8		Cu_5AsS_4 , 63.9 %
	0.08 :	0.28 :	0.2	
	0.08 :	0.08 :	0.08	FeAsS , 2.55 %
		0.2 :	0.12	
		0.2 :	0.1	FeAs_2 , 3.22 %
	mit		0.02	Fe Rest.

Das Erz kommt der Fahlerzformel $2\text{Cu}_5\text{AsS}_4 + \text{CuFe}_2\text{AsS}_3$ sehr nahe und steht zwischen Tennantit und "Gewöhnlichem Arsenfahlerz".

II. Revierbergamt Wels; Belegstück zum Aufschlagpunkt eines Grubenfeldes im Bereich des Neuschurfstollens. Unter dem Erzmikroskop: Die unter dem Binokularmikroskop ausgesuchten Erzkörner sind homogen, gleichzeitig oder etwas vor dem Quarz abgeschieden; Kalkspat drängt nach. Das Erz ist frisch, das Karbonat dürfte nur wenig Fe enthalten.

Analysenmethode: Auflösen in Salzsäure unter Zusatz von KClO_3 .

CaO und CO_2 wurden qualitativ nachgewiesen. Nach Abzug der Gangart (SiO_2) bleiben an Erzbestandteilen:

%				
18.1 Cu	Erz %.	Atom %	$\text{Fe } 10.3 = / 1 /$	
0.45 As	37.99 Cu	35. - Cu		
15.08 Sb	0.90 As	0.7 As	} = 15.3	3.4 Cu
10.80 S	30.9 Sb	14.6 Sb		1.48 Sb
4.94 Fe	21.3 S	39.4 S		3.82 S
	9.81 Fe	10.3 Fe	-	1 Fe
	100. -	100. -		

Das Verhältnis

Cu	Sb	S	Fe	
3.4 :	1.48 :	3.82 :	1	löst sich nach
0.66 :	0.33 :	1 :	0.33	$\text{Cu}_2\text{FeSbS}_3$, 24 %
2.74 :	1.15 :	2.62 :	0.67	
2.74 :	0.55 :	2.2 :		Cu_5SbS_4 , 56 %
ϕ	0.60 :	0.63 :	0.67	
	0.60 :	0.60 :	0.60	FeSbS }
	0.60 :	0.62 :	0.67	} 19 %
		0.02 :	0.01	
		—	0.06	
				Rest Fe.

%	Mineralbestandteile	Mol %
4.40 H ₂ O	10.80 CO ₂	23.6 CO ₂
10.80 CO ₂	20.79 SO ₃	26.1 SO ₃
20.79 SO ₃	36.40 BaO	23.6 BaO
0.31 (Fe, Al) ₂ O ₃	1.68 CaO	5. - CaO = . / 1/
36.40 BaO	24.60 SrO	23.7 SrO
0.92 SiO ₂	94.27	100. -
1.68 CaO		
24.60 SrO	CO ₂ : SO ₃ : BaO : CaO : SrO	7.87 : 8.7 : 7.87 : 1 : 7.9
99.90	7.87 : 7.87	BaSO ₄
	7.87 : 0.83 :	1 : 7.9
	0.83	0.83 SrSO ₄
	7.87 :	1 : 7.07
	7.07 :	7.07 SrCO ₃
	0.80 :	1
	0.80 :	0.80 CaCO ₃
		0.2 CaO ungedeckt.

Die Analyse zeigt ein sulfatisch-karbonatisches Gangstück, hauptsächlich aus Schwerspat und Strontianit bestehend. 0.2 CaO entspricht 0.34 CaO Analysendifferenz.

V. Zusammen mit frischem Erz findet sich ein grünes Mineral, das weder Cu, Ni, Cr und nur wenig Fe enthält. Die Analyse des unter dem Binokularmikroskop ausgesuchten Minerals ergibt Pyrophyllit, sofern der Überschuss an H₂O, CaO, MgO, SiO₂ dem Nebengestein zugeschrieben wird, einem Talkschiefer. Die Probe stammt aus dem Kruppstollen.

Silikataufschluß.

%	Mol%	
65.71 SiO ₂	63.1	24.2 SiO ₂
23.22 Al ₂ O ₃	13.1	5.1 Al ₂ O ₃
3.15 CaO	3.2	1.2 CaO
5.61 H ₂ O	18. -	6.9 H ₂ O
1.77 MgO	2.6 = / 1/	1. - MgO.
0.0x Fe ₂ O ₃ -		
99.46	100. -	

SiO ₂	Al ₂ O ₃	H ₂ O	CaO	MgO
24.2	5.1	8.9	1.2	1
20.4	5.1	5.1		
3.8	:	1.8	1.2	1
1.3		0.34		1
2.5		1.46	1.2	
Rest.				

4SiO₂ . Al₂O₃ . H₂O . (78.6 %)

3MgO . 4SiO₂ . H₂O.

Pulverpräparat: Brechung kleiner als bei Anilin (= 1.5328), stimmt mithin für Pyrophyllit (= 1.56).

VI. Ein dem vorbeschriebenen Mineral makroskopisch gleiches aus Mitterberg. Silikataufschluß.

%	Mol%
48.67 SiO ₂	50.7 SiO ₂ / :5.9
39.86 Al ₂ O ₃	25.2 Al ₂ O ₃
1.76 Fe ₂ O ₃	5.9 MgO
0.0x CaO	18.2 H ₂ O
3.81 MgO	100. -
0.28 H ₂ O ⁻	Das Verhältnis kommt mit
4.97 H ₂ O ⁺	SiO ₂ : Al ₂ O ₃ : H ₂ O : MgO
99.55	8.6 : 4.3 : 3.1 : 1. -

einem kaolinartigen Mineral nahe; 2 SiO₂.Al₂O₃ passen in die Kaolinformel, Wasser ist um die Hälfte zu wenig, selbst bei Ersetz von H₂ durch Mg.

Dünnschliff: ein Aggregat von Mikrokristalliten. Die Einzelnadeln zeigen gerade Auslöschung. Die Brechung liegt in der Nähe des einbettenden Kanadabalsams. (1.57...)

Qualitative Analysen.

- I. Ein dolomitischer Kalk aus der Nähe des Gypsstockes wurde bei (5) und S.M. 680 als ausfällender Reagens absteigender Metallösungen bezeichnet. Die Prüfung des schwarzbraunen Überzugs ergab: H₂O, CO₂, MgO, CaO, viel MnO₂.xH₂O, FeO₃.xH₂O, Spur Cu, Co?
- II. Ein Gangstück vom Nöckelberg. (Schliff 3).
Fe, Cu, Ni, As, S; Ca, Mg, CO₂.(SiO₂)
- III. Ein weiteres Gangstück vom Nöckelberg.
Cu, Fe, Co, Ni, As, S, CaO, MgO, CO₂, Spur Mn.(SiO₂)

- IV. 016, S.M. Ein mit Fahlerz durchtränkter Tonschiefer; es handelt sich nach dem makroskopischen Befund um ein primäres Fahlerz, das den Silbergehalt führen soll.

Ag, Pb, Cu, Fe; As, Sb, S; SiO_2 , CaO, MgO, Al_2O_3 .

———— o ————— o —————

Genesis der Lagerstätte.

Im bisher geschriebenen Teil haben wir gesehen, daß in der Lagerstätte wesentlich zwei Paragenesen auftreten; der örtliche Befund und das Metallmikroskop zeigen zwei mehr oder minder reine Typen der Erzbildung.

I. α (Ni, Co, Fe)-Arsenide, -Antimonide, bzw. Sulfarsenide und Sulfantimonide.

β CuFeS_2 , bzw. FeS_2 mit Cu.

SiO_2

(Ca, Mg, Fe, Mn) CO_3 ;

Nickelkies $\rightarrow$ Kupferkies $\rightarrow$ Quarz $\rightarrow$ Karbonat.

α

β

Nochmal sei erwähnt, daß der Quarz auch in andere Phasen auftritt.

II. α (Ag, Hg, Cu, Fe, Pb)As $\text{S}_{3(4)}$, (Ag, Hg, Cu, Fe, Pb)Sb $\text{S}_{3(4)}$, beide primär,

β CuFeS_2 , bzw. FeS_2 mit Cu,

Fahlerz $\rightarrow$ Kupferkies $\rightarrow$ Quarz $\rightarrow$

SiO_2 (auch in anderen Phasen)

$\rightarrow$ Karbonat.

(Ca, Mg, Fe, Mn) CO_3 , (Ba, Ca, Sr) SO_4 .

Diese Paragenesen halte ich für die ursprünglichen Gangfüllungen, womit nicht gesagt werden soll, daß sie sich — wie der "Ältere" und der "Jüngere Gang" in Mitterberg — nicht durchkreuzen können. Zwei verschiedene Paragenesen anzunehmen, erscheint geboten aus folgenden Gründen: Primäres Fahlerz und Nickelkies kommen unmittelbar nebeneinander nicht vor; in der Nickelparagenese fehlt das Silber; Nickel tritt in Sulfarsen(antimon)salze nur in verschwindender Menge ein und bildet eher Arsenide(Antimonide), bzw. Sulfarsenide (bzw. Sulfantimonide); die Nickelparagenese ist älter als die Fahlerzparagenese: obzwar im gleichen geologischen System, liegt frisches Fahlerz eng bei Sulfaten, die ja eine Endphase der Vererzung bedeuten. Nickelkies und Sulfate sind in der Lagerstätte getrennt. Für das Sulfat beweist der Ba- und Sr-Gehalt die Bildung aus aufsteigenden Lösungen.

Für die Paragenesen sollen einige chemische Gleichungen versucht werden; die Erzabscheidung wird kaum nach einer einzigen verlaufen sein, vielmehr wird das Überwiegen der einen oder anderen Komponente eine Einzelgleichung

hervortreten lassen.

1. $4\text{NiCl}_2 + 4\text{Na}_3\text{AsS}_3 + 2\text{Na}_2\text{S} + 2\text{FeCl}_2 =$
 $\text{NiAs}_2 + 3\text{NiAsS} + 2\text{FeS}_2 + \text{As}_2\text{S}_3 + 2\text{Na}_2\text{S}_2 + 12\text{NaCl}.$
2. $3\text{CuCl}_2 + 2\text{Na}_3\text{AsS}_3 + 2\text{Na}_2\text{S} = \text{Cu}_3\text{AsS}_3 + \text{AsS}_3 + 6\text{NaCl} + 2\text{Na}_2\text{S}$
 $3\text{FeCl}_2 + 2\text{Na}_3\text{AsS}_3 + \text{Na}_2\text{S} = \text{Fe}_3\text{AsS}_3 + \text{AsS}_3 + 6\text{NaCl} + \text{Na}_2\text{S} \quad +$
 $(\text{Cu}_3\text{AsS}_3 + \text{Fe}_3\text{AsS}_3) + \text{As}_2\text{S}_3 + 12\text{NaCl} + 3\text{Na}_2\text{S}_2$
3. $\alpha 3\text{Ni}(\text{CO})_4 + 2\text{As}_2\text{O}_3 = 2\text{NiAs}_2 + 7\text{CO}_2 + \text{C}.$
 $\beta 2\text{Fe}(\text{CO})_4 + 2\text{H}_2\text{S} + 2\text{AsH}_3 = 2\text{FeAsS} + 5\text{H}_2\text{O} + 3\text{CO}_2 + 5\text{C}.$

Gleichung (1) soll das Auftreten von Nickeldiarsenid neben überschüssigem Nickelsulfarsenid und Pyrit zeigen; As_2S_3 , Na_2S_2 , NaCl gehen in der wässrigen Lösung fort. Angefügt sei die Gleichung $3\text{NiCl}_2 + 2\text{AsH}_3 = 3\text{NiAs}_2 + 6\text{HCl}$, die — analog der Fällung eines Metalls als Sulfid mittels H_2S — die Fällung eines Metalls als Arsenid mittels AsH_3 in Möglichkeit stellen soll.

Gleichung (2) hat die Abscheidung des Arsenfahlerzes zu veranschaulichen; As_2S_3 kann im Zustand der festen Lösung beim Fahlerz bleiben, Na_2S_2 geht fort. An entsprechender Stelle können für Cu und Fe natürlich Ag, Hg, Pb... eintreten, für As — Sb.

Gleichung (3a) würde die Bildung von Weißnickel aus der Gasphase erklären und daneben den Graphit. Die Temperatur des Vorgangs würde nicht hoch sein ($\rightarrow 120^\circ$ obere Grenze), allerdings ist größerer Druck der Gasphase vorausgesetzt.

(3b) scheint möglich für Arsenkies, nicht gut möglich in Anbetracht der Graphitmenge.

Aus nachfolgenden Gründen ist die Erzbildung unter Temperaturen der Erdoberfläche anzunehmen: bei den Nickel(Fe, Co)-Arseniden/ fehlen die rhombischen Modifikationen (Rammelsbergit, Safflorit), bzw. sie sind nicht mit Sicherheit nachweisbar; ausgebauchte Formen der Nickelarsenide konnte ich auch mikroskopisch nicht finden (die ausgebauchten Formen würden einer Wärmetönung exotherm—endotherm bei der Umkristallisation entsprechen); eindeutig weist der Zinnober auf tiefe Temperatur, ebenso das Amalgam. Für Kupferkies, der in der Paragenese die Hauptrolle spielt, ist Bildungsweise aus aufsteigenden Lösungen sulfalkalischen Charakters anzunehmen, welche Annahme im Wesentlichen für den Absatz der erstabgeschiedenen Erze Nickelkies oder Fahlerz herangezogen wurde. Die gleiche Annahme gilt für Pyrit, Markasit, den zerstreut vorkommenden Bleiglanz und die Zahl der angegebenen Erze.

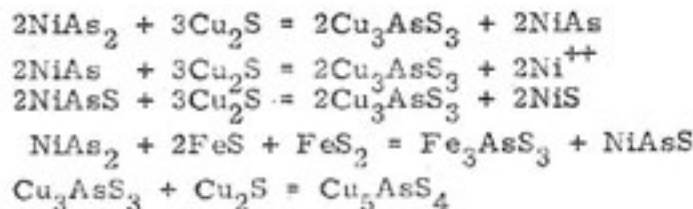
Was die Bildung des Quarzes und der karbonatischen Gangart betrifft, ist neben den Lösungen sulfidischen(arsenidischen) Charakters das Vorhandensein von $\text{SiO}_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ (Kieselsäuresol) und Bikarbonaten in wässriger Lösung anzunehmen: $\text{CaCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{CO}_3$, $\text{MgCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{CO}_3$, $\text{FeCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{CO}_3$, $\text{MnCO}_3 \cdot \text{H}_2\text{CO}_3$. Beim Entweichen der Kohlensäure flockten die entsprechenden Karbonate und Mischkarbonate aus.

Zementationserscheinungen.

Den alpinen Erzbergbauen fehlt im Allgemeinen eine Hutzzone größerer Mächtigkeit infolge diluvialen und alluvialen Abtrags; auch in Leogang fehlt eine ausgedehnte Oxydationsdecke der Erze. Ocker und Blüten sind nirgend in größerer / Menge zu finden; ihr Auftreten ist immer eng an sulfidische, arsenidische und karbonatische Mineralien geknüpft.

Eine Zementationszone dagegen ist nicht mächtig, aber zum Teil deutlich entwickelt, wie aus den Gangstücken zu erkennen ist. Charakteristisch sind Kupferkies im Habitus des Markasits (S. M. 275), Kupferindig und häufiges Buntkupfererz in Anflügen. Stück 299, S. M., krystallisiert und ohne Begleitung von Kupferkies dürfte als primär aus aufsteigenden Lösungen abgeschieden zu bezeichnen sein. Für die höchste Zementation des Kupfers spricht gediegen Kupfer (Stück 883 S. M.); gediegen Kupfer fand ich auch in Stücken aus dem Neuschurf. Ein charakteristisches Stück der Zementation ist S. M. 163, das Rotgültig führt. In dieser Art lassen sich weitere Belegstücke zur Zementation anführen.

Die merkwürdigste Erscheinung im Bereich der Zementation ist die Bildung eines Fahlerzes, auf die im metallographischen Teil hingewiesen wurde. Nickel (Kobalt) wird aus seinen Kiesen verdrängt und an Stelle des Nickels bildet sich sekundäres Fahlerz ("Fahlerz II"), etwa nach den Gleichungen:



womit Analyse I erklärt werden kann.

Bei fortlaufender Zementation durch die Grubenwässer ist zu erwarten, daß auch NiS und NiAs (siehe Gleichungen) zersetzt und fortgeführt werden, wobei As zu As_2S_3 und As_2O_3 , Ni zu Ni(OH)_2 und S zu SO_4^{--} wird.

Soweit reichen meine unmittelbaren Beobachtungen und ich will versuchen, daraus eine Zusammenfassung zu geben.

————— o ————— o —————

Aus den in der geringstmöglichen Form gegebenen geologischen Ausführungen wird ersichtlich, daß die Lagerstätte Leogang in eine geologisch gleichwertige Umgebung fällt wie die Lagerstätte Mitterberg. Beide Lagerstätten liegen in den nördlichen Grauwacken an ihrer Grenze gegen die ostalpine Trias. Der erzführende dolomitische Kalk von Leogang fehlt allerdings in Mitterberg; die Erze selbst gehen über Grödener Sandstein und Verrukano nicht hinaus und treten als echte Gänge in silurisch-devonischen Schiefern auf, die hier und dort gleichartig entwickelt sind.

Aus der nahen Verwandtschaft im geologischen Auftreten wird geschlossen, daß die aufgeschlossene Lagerstätte Leogang eine Fortsetzung in größere Teufe hat.

Bestärkt wird dieser Schluß durch folgende Untersuchungen:

Der Gyps von Schwarzleo ist eine sulfatische Gangfüllung oberer Teufen, was der Gehalt an Ba und Sr beweist. Das Vorkommen von Fahlerz neben Gyps ist als Analogon zu Brixlegg aufzufassen, wo Fahlerze im Baryt liegen. Die

makroskopische Untersuchung

kommt zu gleichem Ergebnis. Es liegen von Leogang vielerlei Erze mit Begleitmineralien vor, die dem Ausgehenden der Mitterberger Erzgänge entsprechen. Es lassen sich zwei Paragenesen aufstellen, nämlich

Nickelkies → Kupferkies → Quarz — Karbonat und

Fahlerz → Kupferkies → Quarz — Karbonat (Sulfat), die eine korrespondierende Erscheinung zum "Älteren", bzw. "Jüngeren Gang" von Mitterberg bilden.

Die metallographische Untersuchung

gestattet strenge Bestimmung der Ausscheidungsfolge der Erze und zeigt die Bildung eines sekundären Fahlerzes auf. Es wird gezeigt, daß der metallographische Charakter der Erze der oberen Teufe einer metasomatischen, nach Posepny typhonischen Lagerstätte entspricht. Gründe dafür sind die Verschiedenheit der Erze, Zementationserscheinungen von Fahlerz II nach Nickelkies, die Art des Vorkommens der Erze im Muttergestein und ihre Verdrängung durch Quarz und Karbonat. Der

chemische Teil

versucht den makroskopisch und mikroskopisch gefundenen Ergebnissen eine chemische Unterlage für die Erzbildung zu geben in dem Sinne, daß für

die primäre Paragenese aufsteigende Lösungen zur Reaktion gelangten; für die sekundären Mineralien wurde die mögliche Umsetzung / Nickelkies- Kupferindig aufgestellt; in der Folge wurde die Gleichung für Anreicherung des Kupfers im Fahlerz II angefügt. Die Analysen V. und VI. prüften fragliche Mineralien, die keineswegs nach Verwittern, vielmehr primär gebildet aufzufassen sind.

Zusammenfassend kann gesagt werden:

wir haben es in der Lagerstätte Leogang mit den Apophysen eines oder mehrerer Kupferkies-Eisenspat-gänge zu tun; wenn dieser Satz als Arbeitstheorie – nach dem geologischen Befund – gewertet wird, vermag er die Verschiedenheit der Erze und ihres Vorkommens, letzten Endes auch den unsteten Bergbaubetrieb zu erklären.

o o

Literatur und Diskussion

Eine ausführliche Arbeit über Leogang hat Buchrucker geschrieben; die Arbeit berücksichtigt vorzüglich die Krystallographie der Karbonate und Sulfate von Leogang.

"Die Mineralien der Erzlagerstätten von Leogang in Salzburg".

L. Buchrucker, Zeitschrift für Krystallographie, 1891, S. 112.

S. 121 schreibt B. bei Beschreibung des Dolomits, von dem einige Analysen angegeben sind, daß das Gestein mit ausgezeichnete Schichtung nach Streichen und Fallen im allgemeinen den silurischen Schiefer und dem an sie anstoßenden Werfener Schiefer konkordant ist. Es wird sich um eine lokale und oberflächliche Diskordanz des Werfener Schiefers handeln, unso leichter verständlich wird diese Ansicht, wenn man die echte und/oder die falsche Schieferung der paläozoischen Gesteine in Rechnung stellt.

S. 126 hebt Buchrucker den mineralogischen Unterschied Nöckelberg-Schwarzleo hervor. Ob die Kobalt-Nickel-Führung des Nöckel gegen die Blei-Kupfer-Führung von Schwarzleo als höherer Teil der Lagerstätte aufzufassen ist, bleibt sehr zweifelhaft. Die Annahme von Apophysen eines tieferen Haupterzganges scheint der Mineralführung eher gerecht zu werden als die Annahme der Trennung der Lagerstätten, örtlich und genetisch.

S. 127. Syngenese des Dolomits mit den Erzen widerspricht der Auffassung einer typhonischen Lagerstätte von Posepny. Dolomitische Gangfüllung tritt zweifellos auf, doch erklären einige Gründe die Erzanreicherung im Dolomit: der zerbrochene Dolomit läßt Wasser und Lösungen viel leichter durch als der Tonschiefer; der Dolomit ist vorzüglich geeignet, Erzlösungen zu fällen, zumal bei seiner großen Oberfläche. Syngenese des Dolomits

mit dem Schiefer bliebe dann noch immer offen; B. hält den Dolomit auch gleichzeitig mit den Schiefen abgelagert, wogegen Lipold hält, daß Dolomit-Schollen, identisch dem Dolomit des Spielbergs, in den Schiefer eingefaltet wurden. S. 130. Die sekundäre Bildung des Gypses, die Buchrucker betont, habe ich mit einigen Gründen abgelehnt. S. 131. Die Auffassung, daß die Erzvorkommen von Schwarzleo in die Kategorie der Erzlager falle, scheint mir Buchrucker durch seine angenommene Syngenese Dolomit-Schiefer-Erz nicht genügend begründen zu können. S. 138. Nach einer Analyse von Krantz soll Fahlerz Ag neben Fe und Zn bei Vorwiegen von Cu, S und Sb führen. Zn ist wahrscheinlich unrichtig, da nirgend Zinkblende oder Zn-führende Erze von Schwarzleo erwähnt sind; ich selbst konnte Zn in keinem Handstück nachweisen.

1917 ist von Redlich eine Arbeit erschienen, die, weil sie die jüngste ist, Diskussion erfahren muß.

Redlich, das Bergrevier des Schwarzleoales bei Leogang.

Zeitschrift für praktische Geologie, 1917/3.

Redlich vertritt S. 44 die Ansicht Lipolds, daß der erzführende Dolomit von den Schiefen eingefaltet würde. S. 45. Eine Anzahl von Analysen macht es bestimmt, daß zwischen dem dolomitischen Muttergestein und der karbonatischen Gangart Unterschiede sind — aber auch Übergänge, wahrscheinlich metasomatischer Art. — Die Arbeit zeitigt kein besonderes Ergebnis. Als Grundlage der beiden genannten Arbeiten kommt in Betracht

Posepny, das Bergrevier von Leogang,

Archiv für praktische Geologie, 1. Band.

Diese Arbeit hat montangeologischen Charakter und betont vor allem das Auftreten dreier Erzphasen: Kobalt-Nickel-Erze des Schiefers, Gyps-Fahlerzmineralschalen im Kalk, Bleiglanz-Kupferkies-Paragenesen. Posepny hält den Gyps für (sulfatische) Gangfüllung. Eine vom mineralogischen Standpunkte getrennte Auffassung der Lagerstätten gibt Posepny nicht.

Literaturverzeichnis.

Dücker von Haßlow

Salzburgische Chronika 1916.

Schroll K. M.

Grundriß einer Salzburger Mineralogie. Jahrbuch der Berg- und Hüttenkunde, herausgegeben von Karl Eduard Freiherrn von M. 91.

Salzburg 1757. 1. Band

Haidinger,

Bericht über die Mineralien der K. K. Hofkammer. Wien 1843.

Lipold und Hauer.

Fünf Ankerite aus den Salzburger Alpen. Jahrbuch der Geologischen

Lipold,

Reichsanstalt 1853, S. 827.

Der Nickelbergbau Nöckelberg im Leogangtale, nebst geologischer
Skizze des letzteren. Jahrbuch d. Geol. R. -A. 1854, S. 148.

Lipold,

Die Grauwackenformation und die Eisensteinvorkommen im Kernland
Salzburg. Jahrbuch d. Geol. R. -A. 1854, S. 369.

Hauer und Foetterle,

Geologische Übersicht der Bergbaue der österreichischen Monarchie

Rapf,

Wien 1855.

Geognostische Notizen über einige alpine Kupfererzlagertstätten.

Freiberger Berg- und Hüttenmännische Zeitung 1865, XXIV. 6, 18, 29.

Posepny, Typhonische Lagerstätten.

Verhandlungen der Geol. R. -A. 1871/94.

Fugger,

Die Minerale des Herzogtums Salzburg. 11. Jahresbericht der
Oberrealschule Salzburg 1878.

Fugger, Die Bergbaue des Herzogtums Salzburg; Salzburg 1881.

Kathrein,

Petrographische Notizen aus den Alpen. Neues Jahrbuch für
Mineralogie, II. Band 1883/183. Stuttgart.

Becke,

Ein Beitrag zur Kenntnis der Krystallformen des Dolomits.

Tschermaks Mineralogisch-Petrographische Mitteilungen. 1888.

Becke, über Dolomit und Magnesit. Ebendort 1890/224.

Ohnesorge,

Über Silur und Devon in den Kitzbühler Alpen. Verhandlungen
der Geol. R. -A. 1905/373.

Kraus,

Über einige alpine Erzlagertstätten. (Die Cu-Ni-Co-Lager-
stätten bei Leogang. "Bergbau und Hütte", Öster. Halbmonats-
schrift; Min. f. öff. Arbeiten. 1916, Heft 12/205.

Cotta,

Geologische Briefe aus den Alpen.

Reissacher,

Die geognostische Sammlung des K. K. Bergamts in Bockstein.
1862, in Mitteilungen der Gesellschaft für salzburgische Landeskunde.

Posepny,

Die Lagerstätten von Raibl, Jahrbuch der Geol.R. -A. 1873.

Redlich,

Der steirische Erzberg. Mitteilungen der Geol.Gesellschaft.

Wien, IX. 1916. Heft 1/31.

Zückert, Paragenesen von gediegen Ag und Bi mit den / Co-Ni-Kiesen sowie der U-Pechblende in St.Joachimsthal. Mitteilungen der Preuß.Geol. Landesanstalt, 1926.

Dölter,

Einige Versuche über die Löslichkeit von Mineralien. Tschermaks Min.-Petr.-Mitt. 1899.

Beyschlag-Rausch-Vogt. Lagerstättenlehre.

Flörke, Zur Polymorphie des CoAsS. Zentralblatt f. Mineralogie, 1926. A. N^o 11, S.337.

Granigg, Über die Erzführung der Ostalpen. Nüssler, Leoben 1913.

Granigg, Zur Anwendung metallographischer Methoden auf die mikroskopische Untersuchung von Erzlagerstätten.

————— o ————— o ————— o —————

Am Schlusse angelangt, ist es mir angenehme Pflicht, allen, die meine Arbeit mit Wort- und Tat gefördert haben, den gebührenden herzlichen Dank zu sagen.

Mineralogisches Institut der Universität Wien.

16. III. 1926.

Frank Schwarz
(Unterschrift eh.)

(F.Behrend u.G.Berg. Chemische Geologie. 1927,)