

Die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Haufenreith—Arzberg in der Oststeiermark.

Von Dr. Ing. Lothar S e e w a n n, Graz.

Die nachfolgende Untersuchung gehört zu der Folge der Blei-Zinkerz-Lagerstätten-Studien in den Ostalpen, welche auf Anregung von Herrn Hofrat Prof. Dr. T o r n q u i s t im Institut für Geologie und Minerallagerstättenlehre der Technischen Hochschule in Graz ausgeführt werden.

Die geographische Lage des Gebietes.

Die Blei-Zinkerz-Lagerstätte befindet sich in den Gemeinden Haufenreith und Arzberg, bei Passail in der Oststeiermark. Der Höhenzug des Schöckels nördlich von Graz, welcher in seiner nordöstlichen Fortsetzung die Burgstaller Höhe und Garracher Wände bildet, wird von der bei Arzberg beginnenden, tief in das Gebirge eingesägten Raabklamm durchschnitten. Die Fortsetzung dieses Gebirgszuges am östlichen Raabufer wird durch den Sattelberg gebildet, einen langgestreckten Höhenrücken, der im Lärchsattel seine höchste Erhebung besitzt und dem gegen das Raabtal der in Steilwänden abfallende Gösser vorgelagert ist. Die Blei-Zinkerze treten am NW-Abfall vom Gösser und Lärchsattel auf und wurden durch die Bergbaue von Haufenreith und Arzberg abgebaut.

Der geologische Aufbau des Gebietes.

Über die Geologie des Erzrevieres von Haufenreith—Arzberg ist, ebenso wie über die Lagerstätte selbst, in der einschlägigen Literatur recht wenig zu finden. Aigner¹ hat in seinem Werk „Die Mineralschätze der Steiermark“ die Bergbaue nur ganz kurz erwähnt und sich darauf beschränkt, die Ausführungen Millers wiederzugeben. Miller² bezeichnet im Jahre 1859 den Bergbau als Erzberg bei Stubegg und ist der Ansicht, daß dieser Bergbau schon sehr alt sei. Aus den Millerschen Berichten geht ferner hervor, daß der älteste Teil des Bergbaues der in Arzberg befindliche Erbstollen ist, daß früher nur in Arzberg Bergbau betrieben wurde und die Lagerstätte in Haufenreith noch unbekannt war. Aus neuerer Zeit stammen zwei Publikationen von Bauer³ über die Bergbaue von Haufen-

¹ Aigner: Die Mineralschätze der Steiermark.

² Miller A.: Die steiermärkischen Bergbaue. Wien 1859.

³ Bauer J.: Die Blei- und Silberbergbaue der Reviere Arzberg, Burgstall und Kaltenberg bei Passail in der Oststeiermark. Montanzzeitung, VII., 1900, S. 261.

reith—Arzberg, die jedoch vor allem bergwirtschaftlicher Natur sind. Im Jahre 1916 hat A. Sigmund⁴, die in der Haufenreither Lagerstätte auftretenden Minerale beschrieben und bereits Ansichten über Paragenese derselben geäußert, welche durch meine Beobachtungen bestätigt werden konnten. Sigmund erkannte, daß der in der Lagerstätte auftretende Magnetit von der Blei-Zinkvererzung angetroffen worden ist und daß dann der Absatz der Hauptmenge des Bleiglanzes vor der Ausscheidung des Schwerspates erfolgt ist. In jüngster Zeit hat Schwinner⁵ eine Darstellung des geologischen Aufbaues dieses Gebietes gegeben. Auf der Schwinarschen Karte befindet sich jedoch nur mehr der südliche Teil des Erzrevieres und außerdem ist der Maßstab zu klein, um als Grundlage für das Verständnis der Lagerstätte zu dienen. Auf den Bergbau Haufenreith—Arzberg ist Schwinner in seiner Arbeit nicht eingegangen.

Nach der im Sommer 1927 erfolgten geologischen Neuaufnahme konnten die Gesteine des Bergbaugesbietes in folgende vier Gesteinsserien eingeteilt werden. Von einer Beschreibung der Gesteinsdünnschliffe muß hier wegen Raummangel abgesehen werden.

1. Serie der Phyllite. Der allgemeine Mineralbestand der in diese Serie gehörigen Gesteine besteht aus Quarz, Chlorit, Serizit, zu dem sich teilweise noch Biotit, Muskowit, Apatit und Karbonat gesellt. Fast überall ist Ilmenit mit Leukoxen vorhanden. Stellenweise findet sich auch Magnetit. Die Phyllite gehören in Grubenmanns oberste Zone, wobei jedoch das Vorkommen von Biotit auch für tiefere Lage in derselben spricht. Das oft in großer Menge vorkommende Karbonat, manchmal kann man von ausgesprochenen Kalkphylliten sprechen, dürfte zum größten Teil primär vorhanden gewesen sein. Die in diese Gruppe gestellten Gesteine zeigen unter sich im Detail oft ziemlich große Abweichungen. Trotzdem war es nicht möglich, eine weitere Gliederung der Phyllitserie vorzunehmen, da die Änderung im Gestein, zum Beispiel der Übergang in Kalkphyllit, Chloritphyllit usw. oft im Streichen und über geringe Flächen vorsichgeht. Am meisten verbreitet ist Chloritphyllit und Quarzphyllit.

2. Graphitphyllitserie. Die Gesteine dieser Serie sind schwarze, feinlagige, sehr leicht verwitternde Phyllite, deren normaler Mineralbestand aus Quarz, Serizit, Karbonat

⁴ A. Sigmund: Neue Mineralfunde in der Steiermark. VI. Diese Mitteilungen, 1916, S. 359.

⁵ Schwinner: Das Bergland nordöstl. von Graz. Sitzungsberichte d. Akad. d. Wissenschaften. Wien, mathem.-naturwiss. Klasse, 1925, 8. bis 10. Heft.

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at

und Graphit besteht. Oft bildet Karbonat den überwiegenden Bestandteil des Gesteines, obzwar auch vereinzelt Graphitphyllit, welcher nur aus Quarz, Serizit und Graphit besteht, auftritt. Die Graphitphyllite gehören ebenfalls der ersten Tiefenstufe an. Sie zeigen mechanisch ausgearbeitetes Gefüge und der in ihnen vorkommende Graphit ist in den s-Flächen immer am meisten gehäuft. Die Graphitphyllite sind leider nicht niveaubeständig und es kommen häufig kleine Lagen davon in der Phyllitserie vor.

3. Grünschieferserie. Dunkelgrüne, fast massige, undeutlich geschieferte Gesteine mit einem Mineralbestand von Hornblende, Albit, Chlorit sowie Ilmenit mit Leukoxen. Die Albite zeigen meist Einschlüsse von Chlorit und Epidot. Die ursprünglich im Gestein vorhandenen Kalknatronfeldspäte wandeln sich in der ersten Tiefenstufe in Albit um, wobei das freiwerdende Kalzium zur Bildung von Kalzit Anlaß gibt, welche Erscheinung an den Kalziteinschlüssen im Albit sehr gut zu beobachten ist.

4. Schöckelkalkserie. Dieses Gestein ist von gleichem Aussehen und Typus wie das der Schöckelkalkhauptmasse und es erübrigt sich, hier eine nähere Beschreibung desselben zu geben.

Zwei Gesteinsserien haben den Hauptanteil am Aufbau des Gebietes, und zwar die Serie der Phyllite als Liegendes und der Schöckelkalk als Hangendes, deren Grenze ungefähr vom nordöstlichen zum südwestlichen Eck der beiliegenden Karte verläuft.

Das Phyllitgebirge wird der Hauptsache nach aus Chloritphyllit und Quarzphyllit gebildet. Im nordwestlichen Teil des Aufnahmegebietes ist fast ausschließlich Chloritphyllit verbreitet, während an den Gehängen des rechten Raabufers und an dem gegenüberliegenden Schönberg bis zu seinem Gipfel Quarzphyllit vorherrscht. Dem Quarzphyllit sind ungefähr 100 m nordwestlich der Raabbrücke kleine 10 bis 20 cm mächtige Marmorbänder eingelagert. An der Straße von Grill gegen W sieht man die Phyllite sehr schön aufgeschlossen, und zwar haben sie ein Streichen von N 60° O mit steilem Einfallen nach SO. Hier sind auch Lagen von Graphitphyllit konkordant eingeschaltet. Diese Lagen haben oft nur eine Mächtigkeit von einigen Zentimetern oder noch weniger, erreichen jedoch stellenweise eine Mächtigkeit bis zu einem halben Meter. Wenn sie auch dem im südöstlichsten Teile des Kartenblattes ausgeschiedenen Graphitschiefern außerordentlich ähnlich sind, habe ich sie wegen ihrer geringen Mächtigkeit auf der Karte nicht getrennt von den Phylliten ausscheiden können. Das rechts der Raab liegende, südlich anschließende Gebiet bis

zum Dorfe Wiedenbergr, welches eine alte Verebnungsfläche ist, auf der man hin und wieder Quarzgerölle findet, wird zur Gänze aus Chloritphyllit gebildet. Der Mangel jeglicher Aufschlüsse macht hier die Deutung der Lagerung unsicher. Während die Schichten bei Wiedenbergr noch ihr normales SW—NO-Streichen besitzen, zeigt sich an zwei vereinzeltcn Aufschlüssen am Petzenbach auch lokal ein darauf senkrechtes Streichen. Als Überrest einer einst auch hier vorhandenen Schöckelkalkdecke findet sich am NW-Abfall des Rauchenberges sowie im Modertal brecciöser Schöckelkalk, der aus größeren und kleineren verkitteten Blöcken besteht, wohl ein verfestigter alter Gehängeschutt. In den Phyllit lagert sich am W-Abfall des Rauchenberges ungefähr zwischen den Isohypsen 620 und 640 ein Band von stark quarzigem Graphitphyllit ein, welches jedoch bald nach beiden Seiten auskeilt.

Profil Nr. 1 zeigt die mutmaßliche Lagerung.

Am S-Abhang des Rauchenberges und dem gegenüberliegenden Anstieg des Modertales zieht sich der in die Chloritphyllite eingelagerte Grünschieferzug hin. An dem alten Steinbruch hinter dem Sensenwerk in Arzbergr zeigt der Grünschieferzug massige Ausbildung, während er in seinem weiteren Verlauf gegen Stubegg ziemlich stark geschiefert ist. An der Straße unter der Ruine wechselt der Grünschiefer mit schmalen Bändern von feinlagigem Serizitphyllit, welcher jedoch auf der Karte nicht ausgeschieden ist. Der übrige Teil des zwischen Moder und Raab liegenden Gebietes wird nur von Chlorit- und Quarzphylliten eingenommen, in welche nahe der Kalkgrenze, die allerdings nur aus Lesestücken beobachtete Fortsetzung des Graphitphyllitbandes vom Gösser W-Hang hinzieht. Der steile Abfall des Gösser- und Sattelberges gegen das Raabtal bietet durch seine Gesteinsmannigfaltigkeit und dem großen Wechsel im Fallen ein kompliziertes tektonisches Bild. In diesem Teil des Gebietes befindet sich die Erzlagertätte Haufenreith—Arzbergr. Ober dem Max-Stollen in Haufenreith ist dem Quarzphyllit eine schmale Lage von Graphitphyllit und Schöckelkalk eingelagert, welcher ungefähr gegen das Gehöft Grill hinzieht und bald auskeilt. Es folgt hierauf Quarzphyllit von bedeutender Mächtigkeit und erst auf der Höhe der dem Lärchsattel vorgelagerten Bergnase tritt der eigentliche Graphitphyllit zutage (siehe Profil Nr. 2). Längs der ganzen Flanke des Gösser- und Lärchsattelzuges ist diese Graphitphyllitzone deutlich aufgeschlossen und ist dadurch, daß in ihrem Hangenden keine Erze mehr angetroffen werden, für den Bergbau von großer Bedeutung.

Am Gösserabfall gegen Arzbergr, wo sich sehr gute Aufschlüsse befinden, wurde ein Detailprofil, welches den raschen

Wechsel der einzelnen Phyllittypen zeigt, abgegangen. (Profil Nr. 3.) Bei Nr. 1 ist Serizitphyllit, welcher gegen Nr. 2 in Chloritphyllit übergeht. Bei Nr. 3 sind schmale Lagen von Graphitphyllit eingelagert und bei Nr. 4 und 5 wird der Phyllit karbonatreich und wird von schmalen Karbonatbändern durchzogen. An der Gösserstraße, bei 620 *m* Seehöhe, wird die Lagerung des Chloritphyllites plötzlich sehr flach und man sieht bei einem Straßeneinschnitte eine einen halben Meter mächtige Graphitphyllitbank unter dem Chloritphyllit herauskommen. Ungefähr bei 650 *m* Seehöhe kommt die Straße in die eigentliche und ziemlich mächtige Zone des Graphitphyllites. (Streichen N 60° O, Einfallen steil nach S oder saiger.) Hierauf folgt ebenfalls konkordant gelagert ein Schöckelkalkband, das in die Phyllite eingelagert ist. Dieser Kalk fällt noch nach NW ein, während sich das Einfallen in der folgenden Chloritphyllitzone, in welcher schmale Marmorbänder sowie Lagen von Schöckelkalk vorhanden sind und als deren Abschluß ein Graphitphyllitband auftritt, allmählich nach SO dreht. Die Hauptmasse des Schöckelkalkes, welche ungefähr bei 720 *m* Seehöhe erreicht wird, zeigt durchwegs ein Einfallen nach SSO.

Gegen O taucht das wechselvolle und mächtige vorbesprochene Phyllitgebirge unter die Schöckelkalkmasse der Garracher Wände, des Gösser- und Lärchsattelzuges in die Tiefe. Die Grenze beider stellt nach der Auffassung von Tornquist⁶ und Schwinner⁷ eine nach O fallende Überschiebungsfläche dar.

Die Profile Nr. 4 bis 6 sind annähernd normal dem Generalstreichen über Gösser, Lärchsattel und den westlich der Raab liegenden Höhenzug gezeichnet. Die ziemlich flache Lagerung und das stellenweise widersinnige Fallen von Phyllit und Kalk an der Grenze der Schöckelkalkhauptmasse kann nur auf eine nach der Überschiebung eingetretene Faltung zurückgeführt werden. Im Profil Nr. 4 sieht man sowohl Phyllit wie Kalk ziemlich regelmäßig nach SW einfallen. Die tektonische Grenze beider Gesteine ist allerdings nicht einheitlich. Unterhalb der Überschiebungsfläche der eigentlichen mächtigen Kalkmasse des Gösser- und Lärchsattelzuges tritt noch ein Band von Schöckelkalk mitten im Phyllit auf. Auch wird der Phyllit, wie die Karte zeigt, beim Gehöft Havock in den Schöckelkalk eingepreßt. Ich fasse diese Schöckelkalklage als Schuppenbildung, welche bei der Überschiebung selbst zustande gekommen ist, auf. Nach-

⁶ Tornquist A.: Interkretazische und alttertiäre Tektonik der östlichen Zentralalpen. Geologische Rundschau, XIV., 1924.

⁷ Schwinner R.: Das Bergland nordöstl. von Graz, Sitzungsber. d. Akad. d. Wissenschaften, Wien 1925, 8. bis 10. Heft.

träglich ist dann eine gemeinsame Faltung von Kalk und Phyllit eingetreten. Man kann sich die Entstehung des heutigen Oberflächenbildes ungefähr in folgender Weise vorstellen. Über das vorher tektonisch bewegte Grundgebirge, welches sich also nicht mehr in seiner horizontalen Lagerung befand, wurde die Kalkmasse überschoben und dabei die Liegendpartie des Kalkes durch Druckmetamorphose und Entkalkung sowie durch Einbuße eines Teiles seines Volumens mit dem Hangendschiefer zu Graphitphyllit umgewandelt. Es kam ferner auch zu Absplünderung einzelner Kalkteile und dadurch zur Schuppenbildung. Hernach erst wurden die durch die Überschiebung begrifflicher Weise stark mitgenommenen Phyllite und der Kalk gemeinsam verfaltet. Daß diese Faltung nicht bei der Überschiebung des Kalkes auf den Phyllit, sondern erst später als ein gesonderter Vorgang erfolgte, ergibt sich aus der überall zu beobachtenden Anteilnahme der Kalke an dieser Faltung. Es erscheinen Phyllit, Graphitschiefer und Kalk gemeinsam in die gleiche Falten-tektonik einbezogen.

Die Erzlagerstätte.

1. Die Lager von Haufenreith.

Die Lagerstätte ist durch die bei Grill befindlichen Einbaue, drei vom Raabtal gegen O vorgetriebenen Stollen, derzeit aufgeschlossen. Sie ist den Phylliten eingelagert, welche hier eine Streichrichtung von SW nach NO und ein Einfallen nach SO zeigen. Der Winkel des Verflächens der Phyllite ist im Bergbau sehr variabel, denn das Gestein ist stellenweise gefaltet und vielfach kleingefältelt. In Haufenreith sind zwei Erzlager im gegenseitigen senkrechten Abstand von etwa 20 m entwickelt, nämlich das liegende Max-Lager und das hangende Marianne-Lager, deren geologische Position aus Profil Nr. 7 ersichtlich ist.

-Die Lagerstätte zeigt im großen und ganzen eine ausgeprägte Schichtbeständigkeit, sie ist den Schichten konkordant eingelagert. Dies gilt jedoch nur für die Lagerstätte als Ganzes, denn im Detail zeigen sich manche Abweichungen. Die Lagerstätte wird ferner durch eine Anzahl von Verwerfern gestört. Die beiden mächtigsten Verwerfer besitzen NS-Streichen und ein Einfallen von ungefähr 80° nach O. Der O-Flügel der Lagerstätte wird durch diese Verwerfer stets in die Tiefe verworfen. Der Marianne-Verwerfer, welcher im Bergbau beim Marianne-Gesenk angefahren wurde, verwirft die Lagerstätte um 4 m in die Tiefe und am zweiten derzeit aufgeschlossenen Verwerfer am W-Ende der Abbaue des Max-Stollens stößt die Lagerstätte ab und wurde bis heute nicht weiter verfolgt. Diese Verwerfer zeigen beim Verqueren der Erzlager schöne

Erzspiegel ohne Streifung. Sie sind also jünger als die Erzlagerstätte.

2. Das Marianne-Lager.

Das Marianne-Lager tritt im Bergbau Haufenreith als Hangendlager auf und führt ausschließlich Bleiglanz. Es liegt im Quarzphyllit, welcher das Hangende des in die Phyllite eingeschuppten Schöckelkalkspanes bei Grill bildet. Das Lager ist in der Max-Sohle im Verflächen in einer Länge von 150 m und im Streichen in einer durchschnittlichen Breite von 25 m abgebaut worden. Leider sind die Aufschlüsse nicht derart, um über die Gestalt dieses Lagers endgültig zu entscheiden, insbesondere, da das Lager sehr absetzig und unregelmäßig ist. Das Marianne-Lager ist den Phylliten konkordant eingelagert, keilt jedoch beiderseits im Streichen aus, während es im Fallen bis auf über 100 m in der Lagerfläche verfolgt werden konnte, ohne daß sein Ende erreicht ist. Ein normales Bild der Lagerstätte ist das folgende: In den mehr oder minder geneigten Schichten des Phyllites, der stellenweise in kleine Falten gelegt ist, zieht ein Band weißen, oft gebänderten Barytes, welches eine Mächtigkeit bis zu einem $\frac{1}{2}$ m erreichen kann. Unter dem Baryt folgt, in der Art wie es Ortsbild Nr. 1 zeigt, der Bleiglanz. Die Begrenzung des Erzes gegen das darüberliegende Barytband ist verhältnismäßig scharf, jedoch ist gegen den Liegendphyllit keine scharfe Grenze vorhanden. Entweder findet ein langsames Schwächerwerden der Erze gegen den Phyllit statt oder das Erz greift in Form von Taschen in ihn hinein. Das Erz führt stellenweise viel Quarz und untergeordnet auch Breunnerit und Kalzit. Sowohl der Phyllit als auch der Bleiglanz sind sehr reich an Magnetit und manchmal kommt es zu solchen Anhäufungen, daß man fast reines Magnetiterz vor sich hat. Mancherorts finden sich sowohl über wie unter dem Erzzug kleinere Bleiglanzschnüre im Phyllit. Des öfteren sieht man den Liegendphyllit stark verquarzt, derart, daß kleine Bänder von Quarz ihm eingelagert sind.

Die untersuchten Erzstufen aus dem Marianne-Lager zeigten im Anschliff fast alle die gleichen Bilder: Liegend- wie Hangendphyllit sind oft stark verquarzt und enthalten viel Pyrit und Magnetit, beide in meist idiomorpher Ausbildung, wobei beim Pyrit schöne Würfelquerschnitte vorherrschen. Dagegen erscheinen sowohl Pyrit wie Magnetit im Bleiglanz mit meist unregelmäßiger korrodierter Begrenzung. Häufig befinden sich im Erz Verdrängungsreste von Karbonat. In einer Erzstufe konnte man besonders deutlich das Vordringen von Bleiglanz im Breunnerit sehen. Eine große Breunneritpartie ist von mehreren

parallelen Klüften von rechts nach links durchzogen, längs welcher der Bleiglanz eindringt, um sich dann entlang den Haarrissen metasomatisch weiter vorzuschieben. Hier zeigt sich also das Bild einer reinen Metasomatose. Außerdem sieht man noch zahlreiche kleine Reste von Karbonat im Bleiglanz. Auch in dieser Stufe zeigen Pyrit und Magnetit in den Phylliten idiomorphe Kristallbegrenzung, während ihre Grenzen im Bleiglanz mehr oder weniger stark korrodiert sind. Der Bleiglanz hat also, wenn auch im geringeren Maße als andere Minerale, Magnetit und Pyrit verdrängt. Daß jedoch die Eisenminerale der Verdrängung einen gewissen Widerstand entgegengesetzten, geht schon daraus hervor, daß sie die einzigen Minerale aus dem Bestand der Phyllite sind, welche der Verdrängung widerstanden haben. Unter dem Erzmikroskop zeigte sich an einem Anschliff sehr deutlich, wie der Bleiglanz in Oktaedern in das Karbonat eindringt. Das Karbonat selbst wird teilweise auch verquarzt und man kann dies an dem langsamen Übergang von Karbonat zu Quarz recht gut erkennen. Der ältere, schon in den Phylliten vorhanden gewesene Quarz und der junge, bei der Vererzung gebildete lassen sich im Anschliff unter dem Erzmikroskop noch leidlich unterscheiden. Der junge Quarz ist nämlich meist glasklar und zeigt starke innere Reflexe, während der alte Quarz in den meisten Fällen ein milchiges Aussehen besitzt. Im Dünnschliff ist jedoch eine Unterscheidung nicht möglich. An einigen Anschliffen konnte auch beobachtet werden, wie der Bleiglanz in Form von Oktaedern in den Quarz eindringt. Die für den Bleiglanz im Anschliff typischen dreieckigen Spaltausbrüche sind oft gebogen angeordnet, woraus seine tektonische Beanspruchung hervorgeht.

Der Magnetit kommt sowohl in der Lagerstätte als auch in dem Liegend- und Hangendphyllit vor. An mehreren Anschliffen konnte beobachtet werden, wie der Bleiglanz gegen das mit Magnetit imprägnierte Karbonat der Phyllite vordringt. Bei diesem Vorgang wird das Karbonat aufgelöst und der Magnetit bleibt im Bleiglanz zurück. Es kann demnach in Übereinstimmung mit der bereits früher von A. Sigmund ausgesprochenen Ansicht angenommen werden, daß der Magnetit schon vor der Blei-Zinkvererzung gebildet worden ist.

In Dünnschliffen von der Grenze zwischen Baryt und Bleiglanz sieht man Baryt, welcher aus kleinen, eckigen, regellos angeordneten Körnern besteht, so daß man bei ihm von Breccienstruktur sprechen kann. Es sind jedoch auch noch größere Barytindividuen in der feinen Grundmasse vorhanden. Mit dem Bleiglanz kommt Pyrit und Quarz vor. Der Bleiglanz zeigt sich in fast allen Schliffen in seiner grobkristallinen Varietät und nur selten ist der feine Bleischweif vertreten. Oft dringt Blei-

glanz in Klüften in den Quarz der Phyllite ein. Ein Großteil des Pyrites ist zweifellos als älteste Ausscheidung aller vorhandenen Sulfide anzusprechen, was auch durch das Vorkommen von Pyrit, in den die Lagerstätte beherbergenden Phylliten wahrscheinlich wird. Die gegenseitige Grenze von Pyrit und Magnetit zeigt weder Kristallbegrenzung noch ein Vordringen eines der beiden Minerale. An einer einzelnen Stufe aus diesem Lager konnte Kupferkies, welcher in Breunnerit vorgedrungen ist, festgestellt werden. Leider ist dieser Fund nur vereinzelt geblieben und außerdem ließ sich, da keine Grenze gegen die übrigen Erzminerale vorhanden war, über das Alter seiner Bildung nichts Genaues sagen.

3. Das Max-Lager.

Das Max-Lager tritt in Haufenreith als Liegendlager auf. Es ist im Gegensatz zum Marianne-Lager ein Bleiglanz-Blendelager, in welchem Baryt vollständig fehlt. Seine geologische Position ist unmittelbar unter dem Graphitphyllit im Liegenden des Schöckelkalkspanes bei Grill. Das Liegende der Lagerstätte bildet graugrüner Serizitphyllit. Während die Position der Lagerstätte zwischen Graphitphyllit und Serizitphyllit auf der Max-Sohle sehr deutlich ist, wird diese auf tieferen Sohlen des Grubenbaues dadurch, daß Hangend- und Liegendphyllit einander sehr ähnlich werden, weniger sichtbar. Das Max-Lager ist den Schiefen konkordant eingelagert, hält aber auf der Max-Sohle nur auf eine streichende Länge von 40 bis 50 m an und erstreckt sich von hier gegen NO schief in der Lagerfläche in die Tiefe und ist durch den Bergbau derzeit etwa 90 m im Verflachen verfolgt worden. Es gewinnt dadurch die Gestalt eines breiten Erzlineals, einer dem Bleiberg-Kreuther Revier in Kärnten, ähnlichen Lagerstättenform⁸. Das Lager führt im Niveau des Max-Stollens vorwiegend Bleiglanz, nach der Tiefe zu reichert sich aber Blende an. Die Blende kommt dann derb und rein vor, tritt aber auch in inniger Verwachsung mit Bleiglanz auf.

Ortsbild Nr. 3 vom ersten Lauf des Max-Lagers zeigt die häufigste Ausbildung des Erzvorkommens. Im oberen Teil der Abbildung ist Graphitphyllit, an welchen sich das Erz anschließt, und zwar zunächst Bleiglanz mit reichlich Quarz als Lagerart. Hierauf folgt die Übergangszone von Bleiglanz zur Blende. Anschliffe von Stufen aus dieser Zone zeigen, daß der Bleiglanz in die Blende eindringt und sie teilweise resorbiert,

⁸ A. T o r n q u i s t: Die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Bleiberg-Kreuth in Kärnten; Springer, Wien 1927, S. 30.

wobei Schlieren von nicht vollkommen verdrängter Blende im Bleiglanz zurückbleiben. Die dann folgende Blende ist meist sehr dunkel und in wesentlich geringerem Maße verquarzt als der Bleiglanz. Die Blende ist meist ziemlich grobkristallin und führt stellenweise, allerdings recht selten, Kalzit als Gangart. Sehr häufig fehlt jedoch der Bleiglanz und es ist in der Lagerstätte nur Blende ausgebildet. Die derben Erzmächtigkeiten sind oft ganz bedeutende. Ortsbild Nr. 4, aus einem Abbau-stollen des Veitgesenkes zeigt das Erzlager in überfalteter Lagerung; die reine, fast 2 m mächtige Blende, welche von beiden Seiten von Bleiglanz umgeben ist, befindet sich im Serizitphyllit, während an der Grenze gegen den Graphitphyllit ein zweites, mächtigeres Trum von Blende mit sehr stark verquarzten Bleiglanzbändern vorhanden ist.

Im Max-Lager tritt ebenso wie in seinem Hangend- und Liegendphyllit der Magnetit vollständig zurück. Stufen aus dem Max-Lager, in denen ausschließlich Bleiglanz vorkommt, zeigen, abgesehen vom gänzlichen Fehlen von Magnetit und der Abwesenheit von Baryt keine Strukturunterschiede gegenüber dem Marianne-Lager. Auch hier geht der Bleiglanz mit neugebildetem Quarz zusammen, Pyrit ist in vielleicht etwas geringerem Maße vorhanden. Dieses Bild ändert sich jedoch sofort, wenn sich auch Blende einstellt. In diesem Fall tritt die Quarzausbildung in der Lagerstätte relativ zum Bleiglanz sehr stark zurück, obzwar auch schon mit der Blende zusammen etwas Quarz gebildet worden ist. Auch zeigen hier Liegend- und Hangendphyllit im Gegensatz zum Marianne-Lager keine Verquarzung. Nachstehende Abbildung zeigt den normalen Typus der Blendevererzung im Max-Lager. Der rechte lichtere Teil der Stufe besteht aus Karbonat, welches oft in Form langer, schmaler Linsen den Phylliten eingelagert ist. Dieses Karbonat bot der Blende leichtere Verdrängungsmöglichkeiten und man kann daher überall, wo Karbonat mit Blende in Berührung gekommen ist, ein Vordringen der letzteren in das Karbonat bemerken. An dieser Stufe ist auch die von S a n d e r⁹ beschriebene Umstellung des s in Phylliten zu sehen. Die Schieferung des Phyllites im linken inneren Teil der Faltenumbiegung durchschneidet diese geradlinig. S a n d e r nimmt an, daß bei Faltung auf Druck ungefähr parallel s, Lagen größeren Widerstandes in den Phylliten (in diesem Fall also Blende und Karbonat) zu Falten gestaut werden, wobei es zu Kleinfältelung und einer Zerreißung der Faltscharniere kommt. Das s des Phyllites stimmt dann nicht mehr mit dem der in ihm befind-

⁹ S a n d e r B.: Beiträge aus den Zentralalpen zur Deutung der Gesteinsgefüge. Jahrb. d. Geol. Reichsanstalt, 1914.

lichen Lagen überein. Dieser Umstand beweist auch im vorliegenden Fall, daß die Faltung das bereits gebildete Erzlager betroffen hat. Die Blende obiger Stufe ist ziemlich grobkristallin und sehr rein. Nur in geringem Maße ist als Gangart etwas Quarz mit ihr zusammen, so zum Beispiel in der Mitte der unteren Faltenumbiegung. Eine Umkristallisation der Blende fand nicht statt, wohl aber zeigt die Blende deutliche Züge der Kataklyse. Im Dünnschliff zeigt sich sehr deutlich die Verdrängung von Karbonat durch Blende.

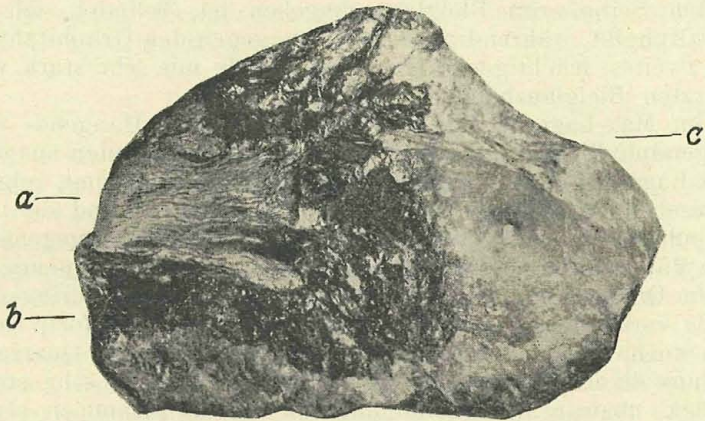


Abbildung 1.

Zinkblendestufe aus dem Max-Lager, ca. $\frac{1}{2}$ nat. Gr.
Das Bild zeigt die gemeinsame Faltung von Erz
und Phyllit; a = Phyllit, b = Blende, c = Karbonat.

Vielfach ist die Blendevererzung auch derart, daß entlang der s-Flächen eine Anreicherung der Blende in den Phylliten stattfand. Hierbei kommt es auch zu einer Verdrängung von Phyllitmineralen. Es sind dann auch größere Partien von Phyllit als Verdrängungsreste inmitten der Blende verblieben, wobei die Phyllitreste ihre Längserstreckung immer in der s-Richtung zeigen.

Im Dünnschliff zeigt sich dabei folgendes Bild. Die Ränder der Blende gegen Quarz und Karbonat sind u. d. M. sehr scharf idiomorph. In der rechten obersten Blendepartie sieht man Chlorit (grau) eingeschlossen. Hierauf folgt eine schmale Lage von Quarz mit etwas Chlorit, worauf wieder eine breite Blendezone folgt. An sie grenzt unten ein breites Band, welches der Hauptsache nach aus Quarz mit etwas Restkarbonat sowie aus einer schmalen Zone von Chlorit, durch die ganze Abbildung hindurchziehend, besteht. In diese Zone sind

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
 zahlreiche dünne Blendebänder eingeschoben. Im unteren Teil der Abbildung sieht man wieder reine Blende.

In den Erzstufen, in welchen Bleiglanz und Zinkblende zusammen auftreten, stellt sich mit dem Bleiglanz zugleich reichlich Quarz ein. Aus allen Bleiglanz-Blendeschliffen dieser Lagerstätte konnte festgestellt werden, daß der Bleiglanz das jüngere Erz ist und die Rolle des Verdrängers spielt. U. d. M. sieht man feinkristallinen Bleiglanz in Gängen in der Blende

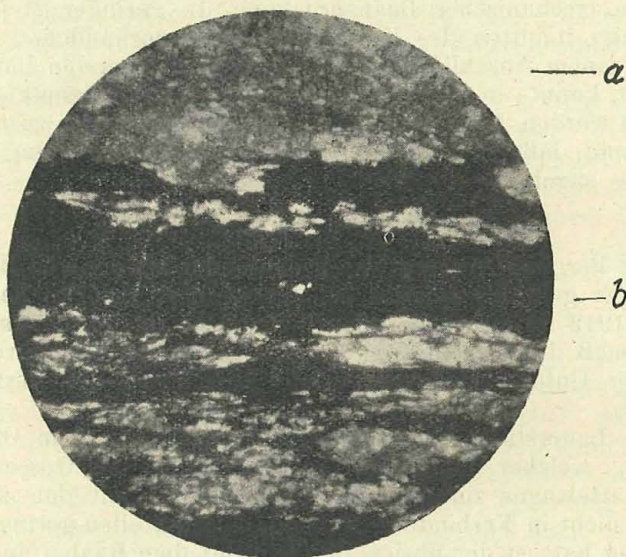


Abbildung 2.

Dünnschliff aus einer Erzstufe des Max-Lagers, ca. 45-fache Vergr. bei gewöhnlichem Licht. Das Bild zeigt die Anreicherung der Blende in den Schieferungsflächen des Phyllits; a = Quarz und Karbonat, b = Blende.

vordringen. Von diesen Gängen aus erfolgt die weitere Verdrängung der Blende, in welche Bleiglanz mit idiomorpher Begrenzung hineinragt. An einem andern Dünnschliff wurden zwei Feldspäte in der Blende beobachtet, welche jedoch sehr klein und nicht näher bestimmbar waren (Adular?). In einen dieser Feldspäte dringt längs einer ihn durchsetzenden Karbonatkluft Blende ein, während der zweite deutlich ausgebildete Kristallkanten zeigt. Diese Feldspäte müssen also älter als das Erz sein. Außerdem finden sich kleine Quarzindividuen mit vollkommen regelmäßiger, sechsseitiger Kristallbegrenzung

in der Blende vor. Sie zeigen auffallenderweise keine undulöse Auslöschung. Meist sind die Quarze jedoch allotriomorph ausgebildet und zeigen sowohl undulöse Auslöschung wie auch meist Böhmische Streifung. In einer Stufe vom ersten Lauf konnte Bleiglanz in dichter Imprägnation mit Karbonat und Quarz beobachtet werden. Der Bleiglanz zeigt hier besonders schöne idiomorphe Ausbildung sowohl gegen das Karbonat als auch gegen den Quarz. Der Quarz weist gegen alle übrigen Minerale allotriomorphe Begrenzung auf und zeigt keine Zeichen mechanischer Beanspruchung. In geringer Menge ist auch hier inmitten des Karbonates Pyrit vorhanden.

An einem Anschliff, welcher ebenfalls dem ersten Lauf entstammt, konnte in einer karbonatreichen Lage Magnetkies festgestellt werden. Da jedoch sonst kein Erz mit diesem zusammen vorkommt, läßt sich über die Zeit seiner Ausscheidung nichts Näheres sagen.

4. Die Lager von Arzberg.

Der Bergbau Arzberg war bedeutender als der von Haufenreith. Er geht bis auf das 17. Jahrhundert zurück. Seit dem Jahre 1912 ist dieser Bergbau nicht mehr in Betrieb und sind demgemäß die Strecken im Bergbau nicht mehr befahrbar, so daß der Untersuchung nur wenig Aufschlüsse zur Verfügung standen.

Die Lagerstätte liegt hier unmittelbar unter dem Graphitphyllit, welcher längs der ganzen Flanke des Gösser- und Lärchsattelzuges zutage tritt. Während der mit den übrigen Bauen nicht in Verbindung stehende Josef-Stollen geringe Ausdehnung hat, ist der übrige Bergbau mit dem Raab-, Mariahilf- und Josef-Stollen sehr weitläufig. Im Josef-Stollen treten in dem hier sehr stark gefalteten grauen Phyllit einige allerdings nur wenige Zentimeter mächtige Bleiglanzzüge und teilweise auch Bleiglanz-Blendezüge auf. Trotz der starken Faltung der Phyllite streichen alle Lager gleichmäßig nach N 50° O, was auch mit dem Streichen ober Tag recht gut übereinstimmt. Der Erbstollen, welcher vom Raabtal in ungefähr nördlicher Richtung vorgetrieben ist, hat kurz nach seinem Mundloch ein kleines Lager von Magnetkies angefahren. Der Phyllit streicht hier N 30° W, Einfallen nach SO. Erst gegen das Ende des Erbstollens beginnen die Bleiglanzaufschlüsse. Sowohl Bleiglanz wie Blende kommen hier mit Baryt zusammen vor. Nun wären noch die beiden parallel in östlicher Richtung vorgetriebenen und mit dem Erbstollen in Verbindung stehenden Mariahilf- und Raab-Stollen zu erwähnen. In diesen beiden Stollen wurde ein Lager von Bleiglanz mit Quarz als Gangart und einem Streichen von etwa N 45° O und W-Fallen

angefahren. Weiter gegen den Erbstollen tritt wieder Baryt zur Lagerstätte. In den Lagern des Raab- und Mariahilfer-Stollens tritt fast keine Blende auf. In Arzberg zeigen sich genau die gleichen Bilder der Vererzung wie in den Lagern von Haufenreith, nur ist die Lagerstätte hier stärker gefaltet. Ortsbild Nr. 4 aus den Abbauen des Mariahilfer-Stollens nahe dem Erbstollen zeigt eine besonders intensiv gefaltete Stelle der Lagerstätte. Die Höhe dieses Ortsbildes beträgt ungefähr 1 m. Die große, sichtbare Bleiglanz Doppelfalte führt auch ziemlich viel Quarz, während die im linken Teil des Bildes sichtbare Faltenbiegung lediglich aus in Baryt feinverteiltem Bleiglanz ohne Quarz besteht. Soweit es aus den heute vorhandenen Aufschlüssen zu beobachten ist, scheint im allgemeinen die mit dem Bleiglanz gehende Verquarzung etwas geringer als in Haufenreith zu sein, während hier die Barytausbildung wesentlich mächtiger ist. Sehr häufig ist die Ausbildung der Lagerstätte derart, daß der Bleiglanz von blaugrauem Baryt, der eine dem Lager parallele Bänderung aufweist, begleitet ist. In dem Baryt sind nun ebenfalls sehr fein verteilte kleine Bleiglanzfalter vorhanden, welche eine unregelmäßige Begrenzung aufweisen. Es ist also auch noch während der Barytbildung, wenn auch in wesentlich geringerer Menge wie vorher zu einem Bleiglanzabsatz gekommen. Die Beobachtung der im Baryt vorhandenen dunklen Bänder hat ergeben, daß sie zum Teil aus Schieferfragmenten bestehen, wobei oft nur mehr Magnetit und Pyrit als letzte Reste aus dem Phyllit vorhanden sind. Dies läßt schließen, daß Baryt bei der Vererzung auch Phyllit verdrängte, in ähnlicher Weise, wie dies auch bei der Blende im Max-Lager in Haufenreith beschrieben wurde. Dabei sind die am schwersten zu resorbierenden Minerale, wie der Magnetit und der Pyrit im Schwerspat zurückgeblieben. In den Dünnschliffen zeigt sich der Baryt mechanisch gestört und ist teilweise zu einer Breccie von ganz feinen Körnern vermörtelt, in welchen wieder einzelne größere Individuen sitzen. Bei einigen von diesen konnte beobachtet werden, daß die Spalt- risse durch den Druck gebogen worden sind. Im Baryt ist auch noch etwas Karbonat vorhanden, welches ich als Verdrängungsrest deuten möchte. Im Erbstollen liegt nahe des Mundloches als konkordante Einlagerung in dem Phyllit ein kleines Lager von Magnetkies. Es liegt abseits von den Blei-Zinklagern und die Magnetkiesvererzung ist hier in eine im Phyllit befindliche Kalzitpartie eingedrungen. Auch hier erscheint der Magnetkies in kleinen Klüften im Karbonat, von denen aus er metasomatisch in den Kalzit vordringt. In dem Magnetkies liegen Züge von Markasit. Der Magnetkies und der Markasit sowohl als auch das in ihm vorhandene Karbonat sind sehr

© Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark; download unter www.biologiezentrum.at
 stark verdrückt und die Klüfte sind wieder mit jungem Kalzit ausgefüllt. In dem Magnetkies kommt außerdem noch Kupferkies, und zwar als gleichzeitige Bildung vor. Leider kommt weder Bleiglanz noch Blende mit dem Magnetkies in Berührung und es ist deshalb in Arzberg schwer, ihm eine genau fixierte Stellung in dem Vererzungsvorgang anzuweisen.

Deformation der Lagerstätte.

Aus den angeführten Beobachtungen geht hervor, daß die Bergbaue von Haufenreith und Arzberg derselben Lagerstätte, also auch demselben Vererzungsvorgang angehören. Es ist ihre Lage in geologischer Beziehung dieselbe, beide liegen in den gleichen Phylliten und in beiden Fällen ist das Hangende der Lagerstätte der Graphitphyllit. Auch ist die Ausbildung und das Vorkommen der Erze das ganz gleiche. Es kommen ja Unterschiede vor, wie sie auch bei der Beschreibung der einzelnen Lager erwähnt wurden, aber sie sind nur lokaler Natur und solcher Art, wie sie immer und in jeder Lagerstätte zu finden sind. Der Umstand, daß die Lager von Haufenreith und Arzberg immer im Liegenden des Graphitphyllites auftreten und dieser selbst wieder das Liegende des Schöckelkalkes bildet, führt zu dem Schluß, daß der Graphitphyllit die Lage der Erzlagerstätten bedingt hat. Man wird um so mehr zu diesem Schlusse gedrängt, als auch andere in diesen paläozoischen Schiefen und Phylliten auftretenden Blei-Zinkerz-Lagerstätten die gleiche geologische Position einnehmen¹⁰. Der Graphitphyllit ist bei der Überschiebung des Schöckelkalkes entstanden. Aus diesem Grund wie durch den Umstand, daß die Vererzung auch in dem in Form von Schuppen im Phyllit vorhandenen Schöckelkalk eingedrungen ist, kann man das Alter der Lagerstätte bis zu einem gewissen Grad angeben, und zwar muß sie nach der Überschiebung des Schöckelkalkes entstanden sein. Andererseits zeigen sich aber die Spuren starker mechanischer Beanspruchung. Besonders deutlich kann man dies am Quarz erkennen, welcher sich Druckwirkungen gegenüber als recht empfindlich erweist. Die während der Vererzung entstandenen Quarze zeigen meist starke undulöse Auslöschung sowie Böhmische Streifung, welche als

¹⁰ A. Tornquist: Die Blei-, Zinkerz-Lagerstätte von Rabenstein bei Frohnleiten im Murtales. Mitteilungen des Naturwissenschaftlichen Vereines für Steiermark, 1927. Während der Drucklegung der vorliegenden Arbeit erschien A. Tornquist: Das System der Blei-Zinkerz-Pyrit-Vererzung im Grazer Gebirge. Sitzungsbericht der Akademie der Wissenschaft. Wien, 1928. Bd. 137. S. 383.

durch Druck hervorgerufene Translationsflächen angesehen werden. Der Baryt zeigt ebenfalls die mechanische Beanspruchung sehr deutlich und an ihm wurden außer der auch hier auftretenden sehr stark undulösen Auslöschung beobachtet, daß einzelne Individuen im Dünnschliff gebogene Spaltrisse aufweisen. Meist ist der Baryt in eine Art Breccie von lauter kleinen Körnern umgewandelt, in welcher nur vereinzelt größere Individuen sitzen. Auch am Bleiglanz kann manchmal ein fast schieferiges Aussehen bemerkt werden und im Anschliff zeigt es sich, daß die dreieckigen Spaltausbrüche stellenweise gebogen angeordnet sind. Dagegen zeigt die Blende nur Kataklyse. Aus zahlreichen Beobachtungen ergab sich, daß die Faltung die Lagerstätte selbst noch betroffen hat, daß wir die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Haufenreith und Arzberg in diesem Sinne also als eine prätektonische bezeichnen müssen.

Wie bereits bei der Beschreibung der Lagerstätte gesagt wurde, ist ihre Gestalt eine lagerförmige. Ferner hat sich auch gezeigt, daß die Vererzung, wenn auch nicht vollständig, so doch zum größten Teile metasomatisch erfolgt ist. Es finden sich hiefür in den Dünnschliffen immer wieder Belege, welche sehr deutlich die Verdrängung von Karbonat zeigen. Es ist jedoch bemerkenswert, daß die Vererzung in der Weise vor sich gegangen ist, daß sie lagerförmig im Phyllit vorgedrungen und die demselben eingelagerten Kalkschuppen nicht vererzt hat. Man sieht oft die Lagerstätte in einer Mächtigkeit von nur 1 bis 2 cm auf lange Strecken im Phyllit hinziehen, während große in der Nähe befindliche Kalkmassen vollständig unvererzt geblieben sind. Die genaue Untersuchung sowohl der Lagerstätte selbst als auch einer großen Anzahl von Erzschliffen haben auch hiefür eine Erklärung geliefert. Sehr häufig sieht man in der Lagerstätte Brocken von Phyllit sowie auch Karbonat, oder der Phyllit zeigt gegen die Lagerstätte hin ein zerfranstes Aussehen. Auch ist die Lagerstätte oft in Form einer Breccie von Phyllit, Karbonat und Bleiglanz ausgebildet. Dieses sowie der früher erwähnte Umstand haben zu folgender Erklärung geführt. In den Phylliten war, wahrscheinlich durch die Überschiebung hervorgerufen, eine Störungszone vorhanden, welche schon vor der Vererzung wieder durch Karbonat verkittet gewesen sein mag. Längs dieser Störungszone sind die Erzlösungen schichtig metasomatisch vorgedrungen und haben der Lagerstätte das heutige Bild gegeben. Ein Kluftsystem, aus welchem die Mineralisatoren aus der Tiefe in die Erzlager eingedrungen sind, also eigentliche Zubringer, haben sich nicht feststellen lassen. Daß die Vererzung überall ausschließlich in der Störungszone erfolgt ist, trifft aber keineswegs zu.

Der Vererzungsvorgang.

Von den in der Lagerstätte vorkommenden Erzen sind Magnetit und Pyrit schon in den Phylliten, also auch vor der Bildung der Blei-Zinkerz-Lagerstätte vorhanden gewesen. Es ist allerdings möglich, daß es im Vererzungsvorgang zu einer abermaligen Pyritbildung gekommen ist. Da aber die allgemeine Verbreitung und der unzweifelhaft primäre Charakter des Pyrites in dem Phyllit erkannt wurde, ist es schwer, dem in der Lagerstätte vorhandenen eine andere Entstehung zuzuschreiben, um so mehr, als man wohl Anhaltspunkte für ein Zurückbleiben des alten Pyrites in der Lagerstätte hat, aber nirgends einwandfrei die Anzeichen einer Neubildung während der Vererzung bemerken kann. Ferner hat sich gezeigt, daß die Lagerstätte eine metasomatische ist. Das verdrängte Karbonat ist in den meisten Fällen Breunnerit und Kalzit, wobei man die Beobachtung machen kann, daß die beiden ineinander überzugehen scheinen. Es dürfte sich hier um eine Umwandlung des Kalzites in Breunnerit handeln, welcher Vorgang die erste Phase der Vererzung darstellt. In der zweiten Vererzungsphase dringt die Zinkblende in Breunnerit und Kalzit vor. Es hat auch eine Verdrängung von Phyllitmineralien stattgefunden. Dies zeigt sich darin, daß oft Mineralreste des Phyllits in der Blende vorhanden sind, wobei insbesondere der Glimmer der Verdrängung den größten Widerstand entgegengesetzt hat. Mit der Blende zusammen und mit ihr gleichzeitig gebildet kommt in geringer Menge auch Quarz vor. Vielfach tritt Blende mit Bleiglanz in inniger Vermengung auf und aus den Anschliffen gewinnt man den Eindruck, daß an dieser Stelle beide gleichzeitig entstanden sind. Es hat also ein langsamer Übergang von der Blende zur Bleiglanzbildung stattgefunden. Als dritte Phase der Vererzung kommt die Bildung von Bleiglanz. Sie nimmt in Arzberg und in den Haufenreither Lagern, mit Ausnahme des Max-Lagers, den größten Raum ein. Mit dem Bleiglanz gleichzeitig erfolgt die Hauptquarzbildung. Nur in geringem Maße ist der Quarz vor dem Bleiglanz gebildet worden und es erscheinen des öfteren solche ältere Quarze abermals von Bleiglanz resorbiert. Die jüngste Bildung in der Lagerstätte ist der Baryt, dessen Auftreten die vierte Vererzungsphase bildet. Zum Teil erreicht die Barytbildung eine bedeutende Mächtigkeit, so zum Beispiel im Marianne-Lager in Haufenreith und besonders aber in Arzberg. Der Baryt schließt meist noch Bleiglanz in sich ein, welcher mit ihm gleichzeitig gebildet wurde. Auch die Barytvererzung ist dem Karbonat gefolgt, hat dieses verdrängt und die Karbonatklüfte als Vordringungsbahn benützt. In den Barytdünnschliffen zeigen sich

immer wieder Verdrängungsreste von Karbonat. Nun bleibt noch die Frage offen, in welche Phase der Vererzung die Magnetkies-Markasit-Kupferkiesbildung zu stellen ist. Die Eingliederung der Bildung des Magnetkies-Markasit-Kupferkieses in die vier gut charakterisierten Phasen des Vererzungsvorganges konnte nicht in vollständig befriedigender Weise vorgenommen werden. In der Arzberger Lagerstätte erscheinen Magnetkies und Kupferkies als gleichzeitige Bildung; ferner ist die Verdrängung von Breunnerit durch Kupferkies im Marianne-Lager von Haufenreith nachweisbar. Man wird daher, solange nicht ergänzende Beobachtungen an neuen Aufschlüssen angestellt werden können, diese beiden Sulfide der Breunneritbildung gegenüber als jünger ansehen müssen. In Haufenreith erscheint ferner der Magnetkies unter Vorbehalt im Kontakt mit Bleiglanz als ältere Bildung. Diese Sulfide dürften daher vielleicht beim Beginn der dritten Vererzungsphase gebildet sein. Im nachfolgenden sei eine kurze Übersicht der Vererzungsphasen gegeben.

	Während der Vererzung	
	resorbiert	neugebildet
I. Phase Breunneritbildung	Kalzit	Breunnerit
II. Phase Blendebildung	Kalzit Breunnerit	Zinkblende mit wenig Quarz
III. Phase Bleiglanzbildung	Kalzit Breunnerit Blende	Magnetkies-Kupferkies? Bleiglanz Quarz
IV. Phase Barytbildung	Kalzit Breunnerit Phyllitminerale	Baryt wenig Bleiglanz

An dieser Stelle sei mir auch gestattet, Herrn Hofrat Prof. Dr. A. T o r n q u i s t, dem ich die Anregung zu vorhergehender Arbeit und viele wertvolle Ratschläge danke, sowie Herrn Bergdirektor Ing. G. G r u n d i g, der meine Arbeiten in freundlichster Weise unterstützt hat, meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Institut für Geologie und Minerallagerstättenlehre der Technischen Hochschule zu Graz, Februar 1928.