

Die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Rabenstein bei Frohnleiten im Murtales.

Post- und prätektonische Erzlagerstätten in den Ostalpen.

Von A. T o r n q u i s t, Graz.

(Mit vier Textabbildungen.)

1. Einleitung. Post- und prätektonische Lagerstätten.
2. Allgemeiner Vergleich der Bleiberger mit der Rabensteiner Lagerstätte.
3. Die Rabensteiner Lagerstätte:
 - a) Die Form der Lagerstätte;
 - b) Die Merkmale prätektonischer Bildung;
 - c) Der Vererzungsvorgang.
4. Vergleich der Genesis der Bleiberger und der Rabensteiner Lagerstätte und ihrer Lagerstätten-Charaktere.
5. Das Alter der Lagerstätte.

1. Einleitung.

Im folgenden werden die Resultate der mikroskopischen Untersuchung der Erzstufen des Rabensteiner Blei-Zink-Bergbaues bei Frohnleiten in Steiermark mitgeteilt. Die Veranlassung zu dieser Untersuchung war die Absicht, die Genesis dieser Lagerstätte mit jener von Bleiberger-Kreuth in Kärnten zu vergleichen. Die letztgenannte Lagerstätte ist von mir in einer soeben veröffentlichten Arbeit¹ besonders in Bezug auf die Klarstellung des Vererzungsvorganges behandelt worden. In Bleiberger-Kreuth konnte der Vererzungsvorgang als ein recht komplizierter erkannt werden. In fünf Phasen von Mineralneubildung unter gleichzeitiger Resorption von Mineralien aus jeweils älteren Phasen sind die Erzkörper in Bleiberger-Kreuth aufgebaut worden. Jede dieser Phasen entspricht der Äußerung jeweils chemisch verschiedener aus der Tiefe aufgedrungener juveniler Mineralisatoren. Der gleiche Charakter der Bleiberger-Kreuther Erzkörper und der fünfphasige Verlauf ihrer Bildung konnte von mir der Hauptsache

¹ A. T o r n q u i s t, Die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Bleiberger-Kreuth in Kärnten. Wien 1927, bei Julius Springer.

nach auch in den übrigen, bisher durch Bergbau aufgeschlossenen Blei-Zinkerz-Lagerstätten der Gailtaler Alpen und der nördlichen Karawankenkette wiedererkannt werden. In allen diesen Lagerstätten vom Ursulaberge im Osten über die Petzen, den Obir, den Bleiberger Erzberg bis zum Kolm bei Oberdrauburg, das heißt über 140 *km* Längserstreckung, ist die Vererzung in ähnlicher geologischer Position und durch in ihrer Reihenfolge übereinstimmende, wenn auch in ihrer Ergiebigkeit wechselnde Vererzungsvorgänge zustande gekommen, so daß die Verhältnisse in Bleiberg-Kreuth als der Typus dieser großen Erzzone angesehen werden können.

Die geologische Position und die morphologische Ausbildung der Bleiberg-Kreuther Erzkörper konnte vollkommen auf die heute in diesem Teil der Gailtaler Alpen bestehende Gebirgstektonik und die in diesem Bild flach oder steil gelagerten Erzkalke zurückgeführt werden, so daß die Bleiberger Erzkörper als posttektonisch, als jünger als der in den Gailtaler Alpen festzustellende Gebirgsbau erscheinen.

Dieser posttektonische Charakter der Bleiberger Lagerstätte erscheint noch bestimmter, wenn wir mit ihr die Mineralausbildung in den Blei-Zinkerz-Lagerstätten, wie sie in Steiermark im Grazer paläozoischen Gebirge auftreten, vergleichen. Die im folgenden behandelte Lagerstätte von Rabenstein bei Frohnleiten, nördlich Graz, läßt der Bleiberger gegenüber bei ähnlicher Metallführung alle Merkmale prätektonischer Vererzung erkennen und beweist zugleich, wie empfindlich die Erzlagerstätten auf tektonische Bewegungen im Gebirge reagieren.

Die Alpen mit ihren jungen und jüngsten tektonischen Bewegungen stellen in Europa naturgemäß in erster Linie ein Gebiet dar, in dem die Charaktere prätektonischer Erzkörper, das heißt die Einwirkung starker tektonischer Bewegung auf vorbestandene Erzlagerstätten studiert werden können.

Die Struktur der Blei-Zinkerz-Lagerstätten des Grazer paläozoischen Gebirges ist noch zu wenig bekannt, als daß wir die folgend behandelte Rabensteiner Lagerstätte als Typus aller dieser Lagerstätten ansprechen können. Durch die wissenschaftlichen Hilfskräfte meines Institutes ist die eingehende Untersuchung aller dieser Lagerstätten, soweit sie heute durch Bergbau aufgeschlossen sind, in der Arbeit. Die folgenden Beobachtungen über die Rabensteiner Erzkörper dürfen demnach in ihrer Bedeutung für dieses gesamte Erzrevier vorerst nicht verallgemeinert werden und sind lediglich als erste Mitteilung anzusehen. Es handelt sich zunächst um einen Vergleich einer dieser Lagerstätten in Steiermark mit der Bleiberger in Kärnten.

2. Allgemeiner Vergleich der Bleiberger mit der Rabensteiner Lagerstätte.

Die beiden ostalpinen Lagerstättentypen, welche wir im nachstehenden miteinander vergleichen, die Blei-Zinkerzlagerstätte von Bleiberg-Kreuth in Kärnten und die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Rabenstein bei Frohnleiten nördlich Graz in Steiermark sind äußerlich dadurch voneinander unterschieden, daß der erste Typus in triadischen und der letztere in paläozoischen Gesteinen auftritt, ein Altersunterschied des Vererzungsvorganges kann daraus natürlich nicht abgeleitet werden. Beide sind ferner als metasomatisch anzusprechen. Dagegen erscheinen die Unterschiede, welche die Mineralfüllung der Erzlager beider Typen zeigt, schwerwiegend und sprechen mindestens für die Herkunft der beiderseitigen Mineralisatoren aus Magmen von verschiedener Zusammensetzung. Die Blende erscheint in Bleiberg-Kreuth in bedeutendem Ausmaß ursprünglich als kolloidale Schalenblende, in Rabenstein stets primär als reguläre körnige Zinkblende, der Bleiglanz ist in Bleiberg-Kreuth praktisch silberfrei, in Rabenstein silberhältig (im Blei sind 0,125% Ag.), in Bleiberg-Kreuth spielt der Flußspat eine wichtige Rolle, während er in Rabenstein fehlt. In Bleiberg-Kreuth tritt neugebildeter Kalzit, in Rabenstein neben Breunerit vor allem reichlich Quarz auf, welcher in Bleiberg ganz fehlt, dagegen findet sich in beiden Typen mit den Erzen Baryt. Diese Unterschiede in der Mineralfüllung beider Lagerstättentypen sind, wie es die mikroskopische Untersuchung ergibt, von einem in beiden Fällen vollständig anders verlaufenden Vererzungsvorgang begleitet. Dem für die 140 km lange Erzzone vom Ursulaberg in den östlichen Nordkarawanken bis zum Kolm am Westende der Gailtaler Alpen nachgewiesenen analogen Verlauf der Vererzung durch eine für diese gesamte Zone gleiche chemische Veränderungen der aus der Tiefe aufdringenden juvenilen Mineralisatoren steht im gesamten weiten Gebiet des Grazer paläozoischen Gebirges ein völlig anderer Verlauf der Vererzung und eine andere Abwandlung der aus der Tiefe während der Vererzung aufsteigenden juvenilen Mineralisatoren gegenüber. Aus diesem Umstand allein sind wir gezwungen, beide Blei-Zinkerz-Lagerstättentypen als Bildungen verschiedener Art anzusehen. Daß aber auch die Zeit der Vererzung in beiden Fällen eine voneinander verschiedene gewesen sein muß, das ergibt sich aus den Bildern, welche die Erzkörper in beiden Fällen bieten. Im ersteren Fall, in Bleiberg, ist in der Erzlagerstätte keinerlei Beeinflussung durch spätere tektonische Bewegung festzu-

stellen, während im zweiten Fall, in Rabenstein, die spätere Beeinflussung der Lagerstätte durch tektonische Bewegungen des die Lagerstätte einschließenden Schichtsystems sehr deutlich sichtbar ist. Bedenken wir, daß die Karawanken und ihre westliche Fortsetzung, die Gailtaler Alpen, ihre letzte tektonische Erhebung im mittleren Miozän erfahren haben, daß also ihre Vererzung nach dieser Zeit, wahrscheinlich bis in das Pontikum², erfolgt sein muß, und daß so ausgiebige miozäne Bewegungen im Grazer paläozoischen Gebirge nicht erfolgten. So folgt hieraus, daß die tektonischen Bewegungen, welche die bereits vorbestandene Rabensteiner Erzlagerstätte strukturell verändert haben, älter sein müssen als die Bildung der Bleiberger Lagerstätte. Um so vielmehr muß die Rabensteiner Lagerstätte selbst älter sein als die Bleiberger.

Die Bildung der Kärntner Lagerstätte ist demnach eine jüngere als die steirische. Beide entstammen nicht nur Mineralisatoren verschiedener Zusammensetzung und damit Magmen verschiedener Aktivität, sondern auch verschiedenen Erdzeiten.

3. Die Rabensteiner Lagerstätte.

a) Die Form der Lagerstätte.

Die Veranlassung zur Untersuchung der Rabensteiner Lagerstätte war, wie im vorstehenden auseinandergesetzt worden ist, ein Vergleich mit der Bleiberger Blei-Zinkerz-Lagerstätte durchzuführen. Es mußte leider auf die ins einzelne gehende Betrachtung der in der Lagerstätte vorhandenen Tektonik vorläufig verzichtet werden, da die Besitzerin, die „Bergbau A.-G. Lothringen in Letmathe in Westfalen“, mir wegen der derzeit beim Bergbau vorhandenen außergewöhnlichen Verhältnisse die Befahrung der Stollenbaue nicht gestatten konnte. Ich kann daher nur aus der Erinnerung auf Grund einer Befahrung vor etlichen Jahren und sodann auf Grund der eingehenden Schilderung des Bergbaues, welche der frühere Bergwerks-Direktor W. Setz³ im Jahre 1902 gegeben hat, eine allgemeine Schilderung der Lagerstättenform geben, welche durch eine Begehung über Tage wesentlich ergänzt werden konnte.

Die Lagerstätte befindet sich inmitten des folgenden Schichtenprofils. Das Hangendste bildet der blaue kristalline Kalk, auf dessen Schroffen sich das kleine, malerische Schloß Rabenstein befindet. Im Liegenden dieses Kalkes treten schwarze,

² Vgl. A. Tornquist, Die Blei-Zinkerz-Lagerstätte von Bleiberg-Kreuth in Kärnten. Wien 1927, Julius Springer. S. 190.

³ Die Erzlagerstätten der Gegend von Deutschfeistritz-Peggau, Frohnleiten usw. Zeitschr. f. prakt. Geologie, 1902, S. 357.

geschieferte, graphitische Kalke auf, welche allmählich in tief-schwarze Graphitschiefer übergehen, in denen die dunkeln Kalke in Zügen und Linsen noch eingebettet sind, daneben aber auch später gebildete, verfaltete kristalline schneeweiße Kalzitschnüre auftreten. Der lichte Marmorkalk des Schloßfelsens wird als Schöckelkalk (silurischen Alters) aufgefaßt und die in ihrer Mächtigkeit stark wechselnden Graphitschiefer mit ihren vorerwähnten Einschüben stellen einen Diaphthorit dar, welcher seinen Ursprung der Deckenbewegung des Marmorkalkes über das basale Gebirge verdankt.

Dieses basale Gebirge besteht normal aus phyllitischen, auf den Schieferflächen Serizit führenden milden Grünschiefern, in denen reichlich Steatiteinschlüsse sichtbar sind. Die Grünschiefer sind in den Aufschlüssen im Bergbau, das heißt in jenem Teil, welcher die Rabensteiner Erzlagerstätte einschließt, grau und teilweise gelblich gefärbt und enthalten reichlich lichtweisen und grauen Kalk und Dolomit, teilweise in lichten Zügen, teilweise fein verteilt. Sie brausen häufig schon mit kalter Salzsäure. Dieser Kalkgehalt verliert sich aber nach dem Liegenden zu und ist schon in den lichtgrünen milden Grünschiefern im Liegenden der Erzzone kaum noch nachweisbar. In den oberen zirka 150 m erscheint dieser graue Grünschiefer außerdem stark verquarzt, teilweise ist auch der Quarz in feinen Schichten und teilweise in von Grünschiefer eingeschlossenen Quarzlinsen ausgebildet. Wie die Aufschlüsse im Wege am Eingang des bei Rabenstein in das Murtal mündenden Seitentales erkennen lassen, enthält der nicht verquarzte Grünschiefer aber auch schichtenförmig verkalkte Partien, welche ihn sehr unregelmäßig durchziehen und welche sich teilweise in spitze Partien auskeilen. Diese kalkreichen Züge im Grünschiefer sind in den vorerwähnten Wegen in das Seitental dadurch sehr scharf von den nicht verkalkten Grünschieferlagen zu unterscheiden, da sie im Gegensatze zur letzteren dunkelblau gefärbt sind. Es erscheint mir wahrscheinlich, daß der in dem hangenden Grünschiefer enthaltene Kalk kein ursprünglicher ist, sondern aus dem Hangenden der Kalkschiefer zur Zeit der Überschiebung der Grünschiefer durch eben diese Kalkschiefer eingewandert ist.

Die Erzlagerstätte befindet sich in den oberen karbonatreichen, verquarzten Partien der Grünschiefer, teilweise unmittelbar im Liegenden der graphitischen Zone, in den derzeitigen Bauen 1 bis 3 m unter derselben. Die Erfahrung hat gezeigt, daß an allen jenen Stellen, an denen die graphitische Zone zwischen den vorerwähnten dunklen, geschieferten Kalken im Hangenden und den Grünschiefern im Liegenden fehlt, auch die Vererzung verschwindet.

Die aus diesen Beobachtungen zu ziehenden Schlüsse sind die folgenden:

1. Die Art der Vererzung und damit die geologische Position der Rabensteiner Erzkörper in der hangenden Partie der Grünschiefer ist durch die in ihrem Hangenden vorhandene graphitische Zone bedingt. Die Vererzung folgte dabei in den in den Grünschiefern vorhandenen kalkreichen Zonen.

2. Die Vererzung muß daher nach der Überschiebung des Rabensteiner Kalkes auf die Grünschiefer erfolgt sein.

3. Im Verlauf dieses Aufschubes sind innerhalb der graphitischen Zone schneeweiße, kristalline Kalzitschnüre und innerhalb der später vererzten Grünschieferzone in Räumen der Aufblätterung dieser Schiefer Kalkschnüre und untergeordnet Gangausfüllungen entstanden. Die vererzte Partie der Grünschiefer zeigt aber auch einen besonderen Quarzreichtum. Wenn auch der im Grünschiefer auftretende Quarz zum Teil ein primärer war, so erscheint der größere Quarzgehalt der von der Erzlagerstätte durchzogenen Grünschieferpartie als ein mit dem Vererzungsprozeß zusammenhängender Propylitisierungsvorgang des Gesteins.

Die Form der Erzlagerstätte von Rabenstein ist eine schichtige, lagerförmige. Sie wird von W. Setz zutreffend als Erzlager bezeichnet, und zwar stellt sie auf Grund der nachstehenden Untersuchung keinen Lagergang dar, sondern eine schichtenförmige metasomatische Bildung. Die Lagerstätte ist in den verkalkten Zügen des Grünschiefers durch Verdrängung des Kalkes ausgebildet worden. Zeitweise ist die Zufuhr von SiO_2 eine so intensive gewesen, daß die Quarzausscheidung nicht nur auf die Lagerstätte selbst beschränkt war, sondern auch in dem Grünschiefer erfolgte, allerdings wie oben hervorgehoben wurde, nur bis zu einer gewissen Entfernung von dem hangenden Graphithorizont. Es sind bei Rabenstein ein hangendes Hauptlager und drei Liegendlager bekannt, in denen die durch den Vererzungs Vorgang neu ausgeschiedenen Mineralien, Breunerit, Zinkblende, Quarz, Bleiglanz und Baryt sowie Pyrit in der Regel zu einem Erzlager zusammentreten, welches in den Schieferungsflächen der Grünschiefer liegt. Nur sehr selten sind kleine Trüms meist von Quarz quer zur Schieferung wahrnehmbar. Es können auch nahe gelegene, schmale Züge der Lagerstätte in der Nähe des Salbandes durch zusammenhängende schmale Schiefer einschaltungen getrennt sein, sowie auch isolierte Schieferflaser in der Lagerstätte eingeschlossen angetroffen werden. Die Grenze zwischen dem begleitenden Quarzgrünschiefer und dem Erzlager ist meist sehr scharf. Dieses Bild der Lagerstätte entspricht durchaus dem Bild, welches die vorerwähnten unver-

erzten Kalkeinschübe in den normalen Grünschiefern bieten, wodurch die Auffassung, daß sich der Vererzungsvorgang durch metasomatische Verdrängung ebensolcher am heutigen Ort der Erzlagerstätte vorbestandener Kalkzüge abgespielt hat, bestärkt wird. In geringem Ausmaß ist die Vererzung im weiteren Ausmaß auch in Form einer geringen Eisenzufuhr in die begleitenden Schiefer eingedrungen, denn es gilt im Rabensteiner Bergbau als alter Erfahrungssatz, daß die Schiefer in der Umgebung der Lagerstätte gelb gefärbt erscheinen (durch einen geringen Gehalt von Breunerit, Limonit), während die Schiefer in weiterer Entfernung von der Lagerstätte eine lichtgraue Färbung aufweisen.

Im unteren Stollen, dem Murstollen, von Rabenstein sind nach Setz ein Haupt-, das Hangendlager, und drei Liegendlager aufgeschlossen worden, die letzteren im Abstand von zirka 30 m voneinander, das Hauptlager zirka 90 m senkrecht zur Schieferungsfläche des Grünschiefers oberhalb des I. Liegendlagers. Die Mächtigkeit des Hangendlagers, in welchem alle vorbenannten Mineralien auftreten, schwankt zwischen mehreren cm bis 0,5 m, diejenigen des I. Liegendlagers zwischen 0,5 bis 1 m. Das II. Liegendlager enthält vorwiegend Blende, nur wenig Bleiglanz und Quarz und schwankt zwischen 0,05 bis 0,3 m, das III. Liegendlager enthält vorwiegend Bleiglanz mit Quarz und besitzt die größte Unregelmäßigkeit. Das Hangendlager ist heute zirka 1800 m streichend aufgeschlossen und die Lager sind bis zum 96 m über dem Murstollen geschlagenen, alten Maierhofer-Stollen in Verflächen verfolgt worden. Außer diesen beiden Stollen ist heute nur noch 140 m über dem Maierhofer-Stollen der Dreierstollen offen.

Die Lagerstätte ist mit allen hangenden und liegenden Gesteinsschichten bei Rabenstein steil aufgerichtet und streicht im allgemeinen von NO gegen SW mit einem meist steil in NW gerichteten Verflächen, jedoch ist ihr Verlauf keineswegs eben, sondern sowohl im Streichen als auch im Verflächen stark gewunden. Diese Aufrichtung des gesamten Deckensystems bildet einen Teil einer energischen Faltungstektonik dieses Teiles des Grazer paläozoischen Gebirges, welcher erheblich jünger als die Deckentektonik ist. Auf diese Faltungs-, Aufrichtungs- und Verwerfungstektonik führe ich die tektonische Beeinflussung der Erzlagerstätte zurück.

b) Die Merkmale der prätektonischen Bildung der Lagerstätte.

Die Auswirkung starker tektonischer Druckwirkung auf die Rabensteiner Lagerstätte ist in der mechanischen Beeinflussung

der Mineralien, welche in dieser Lagerstätte auftreten, deutlich zu erkennen. Wir können die Einwirkung des Gebirgsdruckes als Mylonitisierung der Lagerstätte und ihrer Komponenten bezeichnen, da es sich teilweise um eine plastische Deformation bestimmter Mineralien, teilweise um einen Zerbruch, um eine „Vergrusung“ anderer Mineralien handelt. Es sind das Erscheinungsformen, welche den gleichen in der Bleiberger

Bild einer prätektonischen Erzlagerstätte.

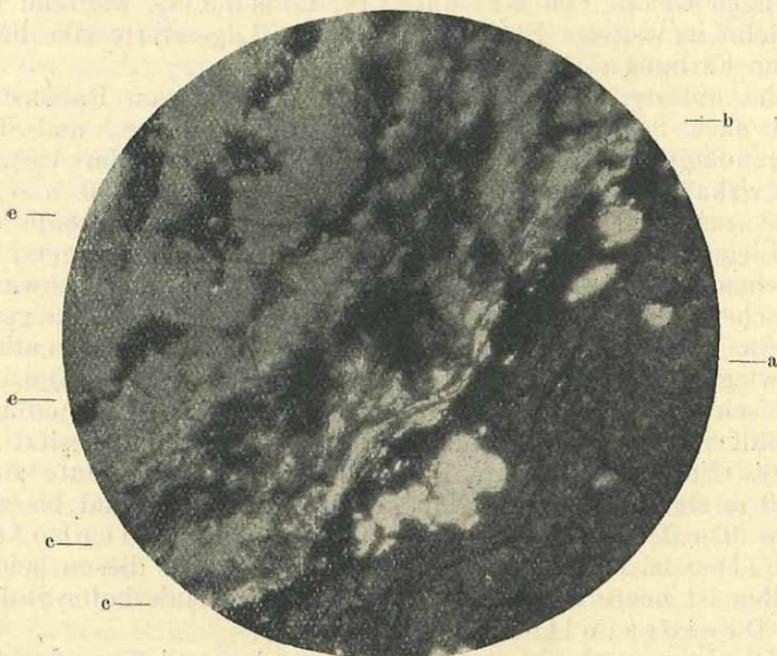


Abbildung 1. Dünnschliff aus Erzstufe des Murstollens in Rabenstein, 24fache Vergrößerung bei gewöhnlichen durchfallenden Licht. a = körnige Blende mit Breunerit- und Quarzeinschlüssen, am Außenrand mit feinem Bleiglanzsaum (b) besetzt; c = flaserig verquetschte Breuneritzone, in welche ein sehr feinkörniger Quarz vordringt; e = in einem sehr feinkörnigen Gemenge von Quarz und Breunerit schwimmende Blende partien.

Lagerstätte auftretenden Mineralien völlig fehlen. Die nachfolgenden Gegenüberstellungen lassen das klar erkennen. Die Mylonitisierung ist sowohl bei dem Bleiglanz als auch besonders bei den Karbonaten der Rabensteiner Erzstufen in Gestalt einer starken mechanischen Deformation ausgebildet. Der Baryt, dem man ebenfalls eine solche Deformation zugestehen könnte, hat dagegen auf den Druck mit Kataklyse reagiert. Ebenso ist sowohl der Quarz als auch die Zinkblende von Ra-

benstein frei von Deformation, beide sind zerbrochen und in eine heterogene Breccie umgewandelt.

Da die primäre Struktur der Rabensteiner Lagersätze erst dann verstanden werden kann, wenn die sekundären Veränderungen der Lagerstätte durch den Druck erkannt sind, so werden zunächst die letzteren betrachtet.

Bei der Betrachtung der nebenstehenden Abbildung 2 von Kalzit in der Bleiberg und von Abbildung 1 von Breu-

Bild einer posttektonischen Erzlagerstätte.

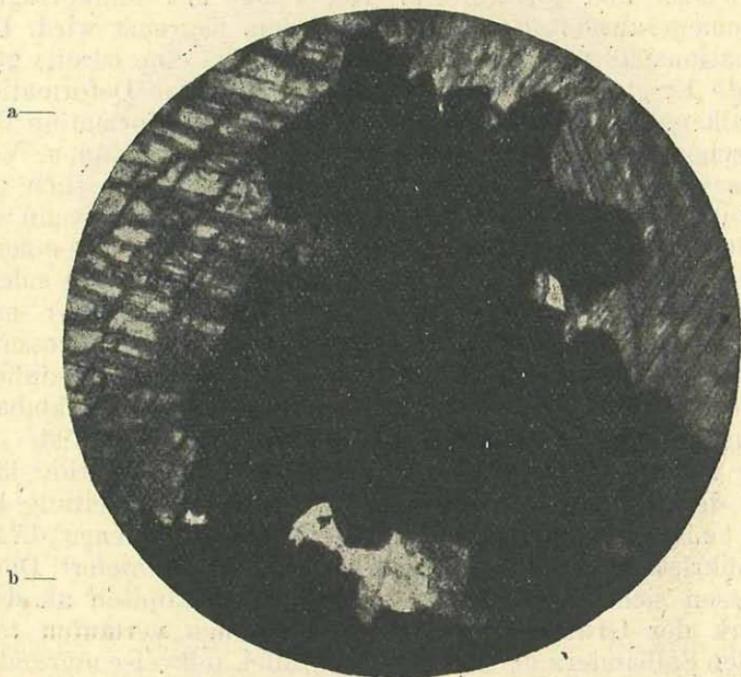


Abbildung 2. Dünnschliff aus einer Erzstufe von Bleiberg in Kärnten, 45fache Vergrößerung bei + Nikols. Das Bild zeigt im Gegensatz zu dynamisch zerquetschten (in Abbildung 1) oder mindestens zerdrückten Karbonaten (Breunerit) von Rabenstein Kalzit (a), welcher keinerlei dynamische Einwirkung erkennen läßt; in diesem Kalzit dringt kristalliner Fluorit (b. dunkel) metasomatisch vor.

nerit in der Rabensteiner Lagerstätte tritt der Unterschied in der normalen kristallinen Ausbildung eines Karbonates in der posttektonischen Lagerstätte von Bleiberg und der deformierten Gestalt eines Karbonates in der prätektonischen Lagerstätte von Rabenstein deutlich hervor. In der ersteren erkennen wir ein, vielleicht selten, reines Bild der metasomatischen Verdrängung von rhomboedrisch zerklüftetem⁴ Kalzit

⁴ Bei Herstellung des Schliffes erfolgt.

durch Flußspat, welcher in idiomorph begrenzten Würfeln in den Kalzit vordringt. Keines der beiden Mineralien zeigt eine Druckwirkung. Die Stufe, aus welcher dieser Dünnschliff stammt, ist dem Kreuther Tiefbau in zirka 400 m Tiefe unter dem Bleiberger Talboden entnommen. In der Abbildung 1 aus einer Rabensteiner Stufe aus dem Murstollen ist eine Karbonatzone dagegen zu einem schlierigen, überaus stark deformierten Band ausgequetscht, welches einerseits von einer dichten gelben Blendezone mit einem sehr feinen Saum von Bleiglanz mit Quarz und andererseits von einer mit feinkörnigem Quarzement ausgefüllten Karbonatbreccie begrenzt wird. Die Deformationsfähigkeit der Karbonate ist dabei eine bereits gutbekannte Erscheinung. Schon E. Kick hat eine Deformation von Kalkspat beschrieben und Rinne⁵ eine Deformation des isländischen Doppelspates künstlich herbeiführen können. Von Interesse ist es, daß Rinne beobachtete, daß künstlich gepreßte und deformierte Kalzite stets trübe werden, wenn sie zur Zeit des auf sie ausgeübten Druckes unter einer Temperatur von jedenfalls unter 300° C gestanden sind. Da eine solche Temperatur einer Erdtiefe von zirka zehn Kilometer entspricht, in welcher sich die Erzzone zur Zeit ihrer Pressung keinesfalls befunden haben dürfte, so ist es wahrscheinlich, daß die in den Erzstufen von Rabenstein stets wahrnehmbare Trübung auf die Beobachtung Rinnes zurückzuführen ist.

Die gleiche Erscheinung der plastischen Deformation läßt sich in den Rabensteiner Erzstufen in großer Verbreitung bei dem Bleiglanz verfolgen. In allen Fällen, in denen dieser ein grobkristallines Gefüge zeigt, erscheint er geschiefert. Deutlich lassen sich die s-Flächen bereits makroskopisch an dem Hauwerk der Grube erkennen. Die s-Flächen verlaufen teilweise den Salbändern der Erzkörper parallel, teilweise umranden sie größere und kleinere Partien von Zinkblende und Quarz. Daß es sich dabei lediglich um eine plastische Deformation und nicht um eine Umkristallisation handelt, ist gut an polierten Anschliffen zu erkennen. Diese zeigen bei auffallendem Licht nicht die von Schneiderhöhn beschriebenen rechtwinkelig ausgesprungenen Würfecken, sondern verzerrte, verdrückte spitz- oder stumpfwinkelige Aussprünge. Die Würfelstruktur des Bleiglanzes, welche als solche bestehen blieb, ist lediglich verdrückt, der Bleiglanz ist nur plastisch deformiert. Das Strukturbild, welches der Bleiglanz durch diese Umformung bei auffallendem Licht unter dem Mikroskop zeigt, ist dabei ein strähniges, je nach den im Bleiglanz eingelagerten Par-

⁵ Neues Jahrb. f. Min., Geolog., Pal., 1903, I, S. 160 ff.

tien zäher Mineralien und je nach der Gestalt der die Bleiglanzzone seitlich begrenzenden zähen Mineralpartien. Wie die Abbildung 3 erkennen läßt, kann sich die Deformation des Bleiglanzes zwischen Quarz- und Blendepartien bis zu einer völligen Zerfetzung steigern. Derartige Bildungen sind von mir an keiner der zahlreichen Erzstufen von Bleiberg auch nur im leichtesten Ansatz wahrgenommen worden.

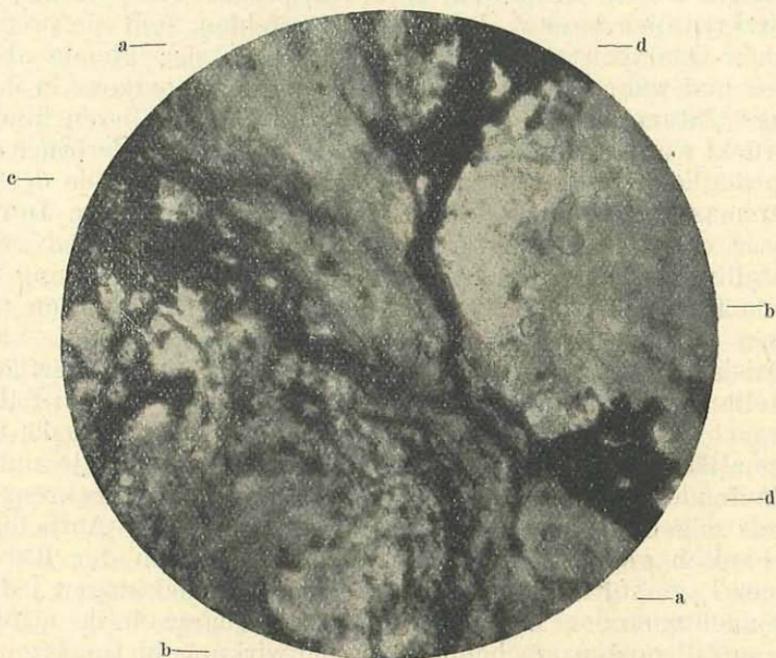


Abbildung 3. Dünnschliff aus einer Erzstufe des Dreierstollens von Rabenstein, 24fach vergrößert, in gewöhnlichem Licht. Zone a—a dynamisch gepreßtes Karbonat (Breunerit) mit zerdrückten Bleiglanzzügen. Beiderseits b—b-Zonen teils gröber — teils feinstkörnigen Quarzes mit unzerdrücktem idiomorphen Bleiglanz (c) und Blende (d).

Völlig anders hat der Druck auf den Quarz und auf die Blende der Rabensteiner Lagerstätte eingewirkt. Der Quarz kommt verbreitet in derben Massen vor, ebenso häufig tritt er aber in feiner Verteilung mit Breunerit vermengt auf. In letzterem Fall zeigen die Schriffe ein Stadium der Verdrängung des Breunerits durch Quarz. Dieser Vorgang kann recht verschiedene Bilder zeigen, entweder ist eine Breccie von unregelmäßig begrenzten, meist eckig zerfallenen, selbst im Dünnschliff nur grau durchsichtigen Breuneritbrocken durch ein Quarzement verkittet, oder der Breunerit ist zonenweise durch Quarz verdrängt. In beiden Fällen zeigt der

Quarz niemals eine kristalline Begrenzung, sondern er besteht aus sehr kleinen, unregelmäßig gegeneinander begrenzten Fragmenten, welche bei der Verdrängung des Karbonates in den gequetschten Karbonatenzonen auch eine Längsentwicklung in der s-Richtung annehmen. (Abbildung 1.) Betrachtet man die Grenze der gequetschten Karbonatzone gegen die benachbarte Blende genauer, so erscheint dieser Rand stellenweise von senkrecht zur Grenze gestellten, größeren, prismatisch verlängerten Quarzkristallen besetzt. Dort, wo diese fehlen, sind die prismatischen Quarzkristalle von der Oberfläche der Blende abgerissen und während der Deformation der Karbonatzone in ihrer Längsrichtung in die Richtung der Karbonatschlieren hineingedrückt worden. Dabei ist es zu einem ausgiebigen Zerbruch der ursprünglich größeren Quarzindividuen gekommen. Die derben Quarzmassen in den Rabensteiner Erzstufen, welche Durchmesser von 10 cm und darüber erreichen können, sind grobkristalliner, auch in ihnen ist die gegenseitige Begrenzung unregelmäßig. Sie sind stets von sehr zahlreichen Spalten und Rissen durchzogen und erscheinen im durchfallenden, nicht polarisierten Licht durch diese teils flach zur Schliffoberfläche gestellten Spaltungsebenen sehr stark getrübt. In einigen Fällen läßt sich feststellen, daß die Richtung der Rißflächen nach den Prismaflächen verlaufen, es sind daneben aber auch viele anders verlaufende Trennungsebenen vorhanden. Unter gekreuzten Nikols zeigen die Quarze die äußerst starke, wolkige Aufhellung mechanisch gepreßter Kristalle. Die Deformation der Rabensteiner Lagerstätte ist nach allen diesen Beobachtungen jedenfalls auch nach dem Absatz des gesamten Quarzes in ihr erfolgt. Am auffallendsten erscheint die Druckwirkung in Quarzonen, welche eine „Mörtelstruktur“ zeigen, wie sie R i n n e in seiner oben zitierten Abhandlung auf seiner Textabbildung VII (S. 172) beim Marmor beschrieben hat. Größere unregelmäßig begrenzte Quarzkristalle liegen in einer aus kleinen bis feinsten, unregelmäßig voneinander abgegrenzten und orientierten Quarzindividuen.

Die geringste Druckwirkung läßt die auch in Dünnschliffen dunkelgelb gefärbte Blende erkennen. Im Gegensatz zur Bleiberger körnigen Blende, fällt die Rabensteiner lediglich durch ihre durchaus dichtere Struktur auf. Die dicht aneinander sitzenden Blendekörper zeigen keine kristalline Begrenzung, es erscheinen in dichter Packung etwas dunkler gefärbte Blendefragmente in einer lichter gefärbten, gelben, feinkörnigeren Grundmasse. Eine Aufhellung in polarisiertem Licht ist nicht wahrnehmbar.

Der B a r y t, welcher in dem Rabensteiner Erz in Partien, häufig in Zügen auftritt, läßt eine Einwirkung durch Pressung

nicht in dem Maße erkennen, als man sie erwarten soll. Die Barytpartien zeigen in bestimmten Partien eine langprismatische normale Struktur, sie werden von parallel miteinander verlaufenden langen Rissen durchzogen, welche von in den einzelnen Säulen gegeneinander abgesetzten Querspalten begleitet sind. In diesen Barytpartien ist keine Biegung dieser gradlinig verlaufenden Kluftgesteine wahrnehmbar. Allermeist zeigt der Baryt aber ein völlig anderes Bild. Die Struktur erscheint völlig brecciös. Sehr kleine, zu rechtwinkliger Begrenzung neigende Barytteile liegen völlig ungeordnet und gegeneinander ganz unregelmäßig verschoben nebeneinander. Diese die Regel bildenden Barytpartien zeigen das Bild einer durch Druck vollständig zerrissenen Struktur.

c) Der Vererzungsvorgang.

Unter Berücksichtigung der vorbetrachteten Störung des ursprünglichen Bildes des Erzkörpers durch starken tektonischen Druck, läßt sich die Sukzession des Absatzes der bei dem Vererzungsvorgang neu gebildeten Mineralien im Bilde gut erkennen. Eine Abweichung von den in Bleiberg gemachten Beobachtungen ist insofern vorhanden, daß die Resorption von ursprünglich gebildeten Mineralien in der Rabensteiner Lagerstätte eine weit geringere Rolle spielt. Dieser Umstand ist darauf zurückzuführen, daß sich die Vererzung in Rabenstein vorwiegend durch die während des gesamten Erzabsatzes andauernd weiter erfolgte Verdrängung der Karbonate vollzogen hat. Und zwar erfolgte diese von den Salbändern der Erzzone, von der Grenze der grünlich gefärbten Quarzschiefer aus gegen die Karbonate. Da auf diese Weise die Vererzung von beiden Flanken des Erzlagers aus unter Änderung der Mineralisatoren gegen die Mitte erfolgte, so resultiert vielfach ein annähernd symmetrisches Bild, in dem die Blende an den Salbändern und der Quarz mit Bleiglanz in der Mitte des Erzkörpers ausgebildet erscheint. Durch diesen symmetrischen Aufbau des Erzkörpers, welcher die schönen, aber ganz unsymmetrischen Bilder der Schichtungsmetasomatose in Bleiberg vermissen läßt, ähnelt der Rabensteiner Erzkörper stellenweise einem normalen symmetrischen Gangvorkommen. Er unterscheidet sich von diesem aber schon im äußeren Anblick dadurch, daß das symmetrische Bild, soweit es überhaupt auftritt, dadurch gestört erscheint, daß die Mächtigkeit der randlich erscheinenden Blende außerordentlichen Schwankungen unterworfen ist, welchen dann im umgekehrten Sinne die Mächtigkeit der die mittlere Partie der Erzzone erscheinenden Quarzes mit dem Bleiglanz entspricht. Dort, wo die metasoma-

tische Ausbreitung der Blende an den Salbändern weit in das Karbonat hinein erfolgte, ist die Quarz-Bleiglanz-Partie in der Mitte des Erzkörpers nur schmal und umgekehrt. Dort, wo das ganze Karbonatlager bereits zur Zeit der Blendenvererzung aufgezehrt worden war, fand später überhaupt kein Absatz des

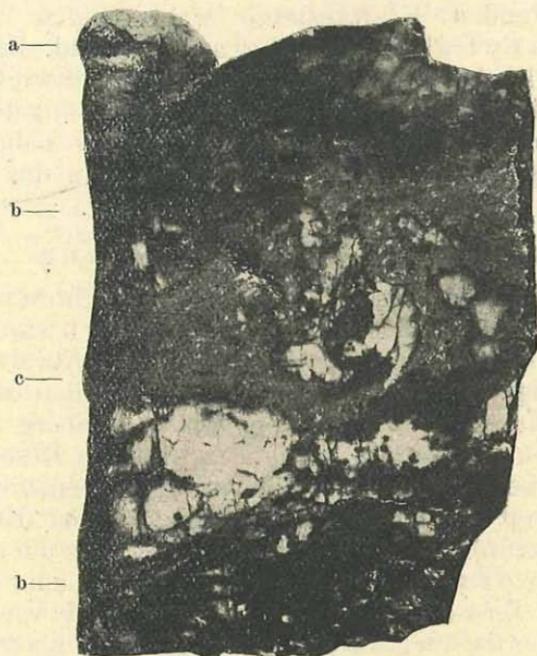


Abbildung 4. Erzstufe aus dem Bergbau vom Thalgraben bei Frohnleiten, auf $\frac{1}{4}$ verkleinert; a = chloritischer Quarzschiefer; b = Blende (dunkel); c = Bleiglanz-Quarz-Region. Das Ab- und Anschwellen der Bleiglanzregionen im umgekehrten Verhältnis zur Mächtigkeit der Blenderegionen.

Quarzes und des Bleiglanzes statt, während in jenen Fällen, in denen das vorhandene Karbonatlager durch die Blendevererzung nicht angegriffen worden war, nur die Verdrängung durch Quarz und Bleiglanz erfolgte.

Die Lagerstätte von Rabenstein zeigt daher ein sehr wechselndes Hauwerk und die Lagerstätte ist auch sehr absätzig. Der Grad der Vererzung hing zunächst von der Mächtigkeit der primären Karbonatpartie ab und die spätere dynamische Auswirkung hat eine lokal beträchtliche Zerreissung verursacht.

1. Die erste Phase der Vererzung stellt die Bildung des meist grau bis bräunlich erscheinenden Breunerits dar. Die Breuneritbildung vollzog sich in bestimm-

ten Zügen des im Grünschiefer in Form von Zonen und von einzelnen Linsen eingeschalteten Kalzits. Man kann diese metasomatische Umsetzung des Kalzits in Breunerit im Schiefer unter dem Mikroskop gut verfolgen. Die Kalzitlinsen werden von ihrer Oberfläche aus in sphäroidischen Zonen in Breunerit umgewandelt. Es entstanden aus den lichten, grauen Schiefen die gelben Schiefer, an denen nach Erfahrungen des Rabensteiner Bergbaues auch alle späteren Vererzungsvorgänge gebunden erscheinen. An den Breunerit grenzen sämtliche andere Mineralien, welche im Erzkörper vorkommen, sie erscheinen alle als jüngere Bildungen, als gleichzeitige Bildung sind in ihm nur spärliche Pyritkristalle eingesprengt. Der Breunerit der Lagerstätte besitzt eine lichtbräunlichgraue Färbung, jedoch kann er, wie Stufen aus dem Dreierstollen (s. o. S. 9) beweisen, auch in dunkelrotbraunen grobspätigen Siderit übergehen. An Schliften ist diese Umwandlung von feinen Klüften aus gut zu verfolgen. Da dieser hoch im Gebirge gelegene Stollenbau die Lagerstätte in verhältnismäßig geringer Überlagerung aufgeschlossen hat, so handelt es sich um einen Zementationsvorgang, bei welchem eine nachträgliche Anreicherung an Eisen erfolgte. Mit dem Breunerit ist spärlicher Pyrit gebildet worden, welcher meist in isolierten Würfeln, seltener in Kristallaggregaten im Karbonat eingeschlossen auftritt. Es ist dieses die ältere Pyritbildung der Rabensteiner Lagerstätte.

Im mikroskopischen Bild lösen sich die graubraunen Breuneritzüge meist in eine bereits durch die spätere Vererzung (III. Phase) umgewandelte Breccie auf, in welcher lediglich eckig und scharfkantig begrenzte Breuneritbrocken von einem Quarzement verbunden sind. Breunerit kann über die Menge des Quarzes überwiegen, es können aber auch Quarzmassen auftreten, in denen nur noch geringe Reste des Karbonates und noch Feldspat vorhanden sind. Die Masse zeigt dann makroskopisch einen matten Glanz und eine Neigung zum unregelmäßig polygonalen Zerfall (bei Setz als Schiefer beschrieben), während die mit wenig Quarzement verkitteten Breuneritpartien noch makroskopisch die rhomboedrische Spaltbarkeit deutlich erkennen lassen. Unter dem Mikroskop sind die Breuneritpartien in der Breccie von zahllosen feinsten Druckspalten durchzogen und erscheinen bei durchfallendem Licht stark getrübt und besitzen wolkige Auslöschung im polarisierten Licht. Auf die mylonitische Deformation von Breuneritzonen, welche zwischen Blende und Quarz gelagert sind, wurde bereits oben hingewiesen.

2. Die folgende Vererzungsphase hat zur Blendeauscheidung geführt. Es kann als Regel gelten, daß die Blendebildung an der Grenze des zuerst gebildeten Breunerit und der benachbarten Quarzgrünschiefer begonnen hat und dann in den Breunerit hinein vorgedrungen ist. Wo die Blende auf der Lagerstätte zusammen mit Quarz und Bleiglanz auftritt, erscheint sie auch heute noch an den beiderseitigen Salbändern. Die Blende bildet dabei seltener Züge von gleichbleibender Mächtigkeit, sie stellt auf kürzester Erstreckung an- und abschwellende Züge dar. Die Einschlüsse in der Blende bestehen fast ausnahmslos aus Breunerit, Quarzeinschlüsse sind selten und wenn vorhanden, meist als Resultat der Verdrängung ursprünglich vorhandenen Karbonats erkennbar. Die Grenze der Blende gegen Breunerit ist im mikroskopischen Bild sehr deutlich als eine Verdrängungsgrenze zu erkennen. Der Breunerit wurde vor dem Absatz des Zinksulfits gelöst, das Kalzium fortgeführt, während der ziemlich hohe Eisengehalt der Blende (über 7%) von Rabenstein wahrscheinlich aus dem Eisengehalt des verdrängten Breunerit herzuleiten ist. In der Regel tritt an der Grenze der Blende gegen das Karbonat ein häufig nur mikroskopisch sichtbarer, sehr feiner Saum von Bleiglanz auf, dem dann gegen das Karbonat eine Zone intensiverer Verdrängung durch Quarz folgt. Aus diesen Bildern, welche auch genau in derselben Weise an der Grenze von im Schriff in Blende eingeschlossenen Breuneritpartien erscheinen, ist die jüngere Bildung des Bleiglanzes gegenüber der Blende klar ersichtlich. In den zahlreichen Dünnschliffen sind Stellen, an denen die Blende mittelbar, das heißt ohne den vorgeschriebenen Bleiglanzzaum und ohne zwischengelagertem Quarz an den Breunerit grenzt, selten. An diesen Stellen greift die Blende stets idiomorph begrenzt mit Oktaeder-Ecken in den Breunerit ein. Die in den Breunerit einspringenden Oktaeder sind meist regelmäßig so zur Grenze orientiert, daß zwei Achsen in der Grenzebene gelegen sind, so daß die Oktaeder mit einer Ecke senkrecht in den Breunerit hineinragen. Die Höhe der Oktaeder beträgt anscheinend recht gleichmäßig 0,6—1 mm. In diesem Bild erscheint der Verschub vollkristalliner Blende in bei ihrem Absatz verdrängtem Breunerit.

In anderen Partien der Lagerstätte grenzt die Blende an Bleiglanz, vielfach ist ein feinkörniges Gemenge beider Erze vorhanden. In diesen ist die Begrenzung des Bleiglanzes idiomorph nach den Würfelflächen ausgebildet und die Blende erscheint an den mehrere Millimeter langen, gradlinigen Grenzflächen schief zu ihrer kristallinen Struktur

resorbiert. Die Einschlüsse in der Blende bestehen allermeist aus Breuneritresten. Im Gegensatz zum Bleiglanz tritt Quarz in der Blende nur selten als Einschluß auf.

3. Als dritte und in Rabenstein als Hauptvererzungsphase tritt die Bildung von Bleiglanz und Quarz auf. Sowohl makroskopisch als auch immer wieder im mikroskopischen Bild ist das Zusammengehen dieser beiden Mineralien zu erkennen. Beide durchsetzen in einem Gemenge, wiederholt unter stärkerem Vorwiegen des Bleiglanzes, aber wenn auch seltener mit vorwiegendem Quarz in Zügen, welche an Klüfte gebunden sind, den Breunerit. Bleiglanz und Quarz treten aber auch in reinen Trümmern nach den Flächen im Schiefer auf und am häufigsten sehen wir den Bleiglanz in dünnem Saum die Grenzen der Blende überziehen und dann erst Quarz auftreten. Das innige Gemenge von Quarz und Bleiglanz tritt besonders deutlich im mikroskopischen Bild auf. Der Bleiglanz enthält stets zahlreiche große oder kleine Quarzeinschlüsse, seltener auch in vorgeschrittenem Maße verquarzte Breuneritpartien. Bei reinen grobkristallinen Quarzeinschlüssen ragt der Bleiglanz an Würfelflächen in den Quarz hinein, die Hohlräume scheinen zunächst im Bleiglanz bestanden zu haben und dann von Quarzmasse ausgefüllt zu sein. Dort, wo Bleiglanzzüge und Quarzzüge abwechseln, besteht weder von dem einen noch von dem anderen Mineral eine kristalline Abbildung. Der Bleiglanz und auch der Quarz dringen stellenweise in feinsten Klüften in die Blende ein. Diese Erscheinung sowie das Auftreten der vorerwähnten Bleiglanzsäume an der Blende und die idiomorphe Ausbildung des Bleiglanzes gegen die Blende offenbart die jüngere Bildung des Bleiglanzes und des Quarzes gegenüber der Blende und lassen eine teilweise Resorption der Blende erkennen.

In die Phase der Bleiglanz-Quarz-Vererzung fällt teilweise wenigstens auch die in Rabenstein stets spärliche zweite Bildung von Pyrit, welcher meist in isolierten Würfeln, aber auch in deutlichen Pentagondodekaedern erscheint. Im Hauwerk des Murstollens fand ich eine Stufe, in welcher neben einer normalen Zone von Bleiglanz und Quarz eine teilweise noch gelbe Schieferfetzen einschließende lichte Quarzzone verläuft, in welcher reichlich isolierte Pyritkristalle auftreten. Pyrit tritt aber auch im Schiefer selbst auf und findet sich in scharfen Würfeln ebenfalls im Karbonat. Da sich aber nach dem Mikroskop Breuneritreste in den Pyritwürfeln eingeschlossen finden, so dürfte seine Bildung auch wohl in diesen Fällen eine späte sein, das heißt mit der des Bleiglanzes zusammenfallen. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß sein

Eisen aus resorbiertem Breunerit stammt. Dieser jüngere Pyrit ist von dem schon vorher beschriebenen also zu unterscheiden.

4. Als jüngste Phase erscheint die Bildung von Baryt, welche in einigen Teilen der Lagerstätte, so in dem durch den Maierhofer-Stollen aufgeschlossenen sehr reichlich erfolgt sein kann. Die Mächtigkeit der Barytlager kann bis über 20 cm anschwellen. Im Murstollen wechselt die Anteilnahme des Baryts an der Lagerstätte außerordentlich, sie kann auf größere Erstreckung ganz fehlen. Die Erscheinungsform des Baryts auf der Lagerstätte unterscheidet sich wesentlich von derjenigen der Bleiglanz-Quarz-Zonen. Erscheinen die letzteren stets in Form von Imprägnationen und metasomatischer Durchdringung, so tritt der Baryt geschlossen auf und ist an scharfen Flächen sowohl gegen den Quarz-Bleiglanz, auch gegen den Schiefer und die Blende abgesetzt. Sein Auftreten in der Lagerstätte macht den Eindruck, als wäre die Lagerstätte bei seiner Bildung zerbrochen. Verbreitet setzen auch Quarzzüge in den Baryt hinein, in ihm treten ferner derbe, breite Blendestreifen und Blendelinsen auf und kann der Baryt auch durch viele feine, an Bleiglanz angereicherte Zonen gebändert erscheinen. Die Schiffe zeigen aber, daß lediglich eine metasomatische Verdrängung gegen den Breunerit durch den Baryt erfolgte. Anscheinend derbe Barytzüge aus dem Maierhofer-Stollen enthielten sehr reichlich eingeschlossene Reste von Karbonat, während andere Barytpartien aus dem Maierhofer-Stollen auch keine Karbonate mehr enthalten. Es scheint die Zersetzung des Karbonates in starkem Maße bei seinem Eintritt erfolgt zu sein, so daß der Zerfall der Lagerstätte wohl auf diesen Zerfall des noch angetroffenen reichlichen Karbonates zurückzuführen ist. Auf diese Weise sind derbe, von noch Schieferteile enthaltendem, verquarztem Karbonat umrandete Blendepartien (Maierhofer-Stollen) mitten in eine derbe Barytmasse gelangt. Auf die nämliche Art dürften vielleicht auch die dunklen Blendezüge in den Baryt eingebettet sein, dagegen ist der in ihm fein verteilte Bleiglanz, welcher so häufig seine Bänderung verursacht, wohl kaum auf diese Weise zu erklären. Dieser Bleiglanz, mit welchem kein Quarz zusammen vorkommt, erscheint als Neubildung, das heißt als zweiter Bleiglanz. Die Bleiglanzbildung erreichte wohl in der dritten Vererzungsphase ihren Höhepunkt, setzte sich aber, wenn auch bedeutend schwächer, während der Barytbildung fort.

Die Barytausscheidung hat sich demnach in der Lagerstätte zunächst durch die weitere Verdrängung der noch vorhandenen Karbonate vollzogen. Sie erfolgte dort am intensivsten, wo die

vorangegangene Erzausscheidung, sowohl der Blende als auch des Bleiglanzes, gering gewesen war. Wo sie dann mit diesen Erzen in Berührung gekommen ist, wurde eine teilweise, wenn auch anscheinend wenig ergiebige Resorption bewirkt. Bei der metasomatischen Verdrängung des Karbonates, dessen Lösung teilweise der Ausscheidung des Baryts etwas voranging, kam es zum teilweisen Zusammenbruch der vorbestehenden Lagerstätte, so daß gewisse Teile der Barytregion eben begrenzte Bruchstücke derselben brecciös umschließen.

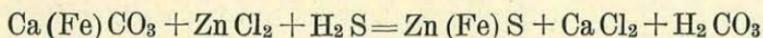
Nach der Bildung des Baryts lassen sich keine Mineralneubildungen innerhalb der Rabensteiner Lagerstätte mehr erkennen. Die dynamische Einwirkung, welche die Lagerstätte zeigt, erfolgte jedenfalls nach der Barytausscheidung, da die Barytregion allermeist die auf Seite 15 erwähnte, zerrissene Feinstruktur aufweist.

Zusammenfassung.

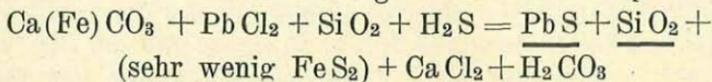
Die Vorgänge, welche sich bei dem Vererzungsvorgang der Rabensteiner Lagerstätte abgespielt haben, lassen sich demnach folgendermaßen zusammenfassen:

	Zutritt in die Lagerstätte	während der Vererzung		Charakter des Mineralisators	
		resorbiert	neugebildet		
I. Phase: Zufuhr von Eisen in die Kalzit-Schnüre des Grünschiefer	Eisenhydrokarbonat +H ₂ S	<u>Kalzit</u>	<u>Breunerit</u> wenig <u>Pyrit</u>	alkalisch niedrig temperiert	<u>Breunerit</u> und erste <u>Pyrit-Bildung</u>
II. Phase der Chloride. Blende-Bildung	Zn Cl ₂ + H ₂ S	<u>Breunerit</u>	<u>Blende</u> (eisenreich)	niedrig temperiert	<u>Blende-</u> <u>Vererzung</u>
III. Phase der Chloride. Bleiglanz-Quarz-Bildung	Pb Cl ₂ + Si O ₂ + H ₂ S	<u>Breunerit-</u> <u>Blende</u>	<u>Bleiglanz</u> <u>Quarz</u> wenig <u>Pyrit</u>	hoch- temperiert	<u>Haupterz-</u> <u>bildung</u> <u>Bleiglanz-</u> <u>Vererzung</u>
IV. Phase der Chloride Baryt-Bildung	Ba Cl ₂ + H ₂ SO ₄ + H ₂ S + wenig Pb Cl ₂	<u>Breunerit</u> <u>Blende</u> <u>Bleiglanz</u>	<u>Baryt</u> wenig <u>Bleiglanz</u>	niedrig temperiert	<u>Baryt-</u> <u>Bildung</u>

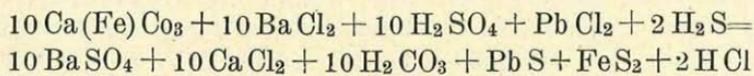
Die II. Phase mag sich nach der folgenden Formel abspielen haben:



Der III. Phase würde die folgende Formel entsprechen:



Der IV. Phase würde unter Berücksichtigung der geringen Menge des gebildeten Bleiglanzes ungefähr die folgende Formel entsprechen:



Die durch diese chemische Umwandlung in der Lagerstätte verbliebenen Verbindungen sind die unterstrichenen.

Die Betrachtung dieser Zusammenstellung zeigt das bei der Untersuchung der Lagerstätte immer wieder festzustellende Resultat, daß die Vererzungsvorgänge der II. bis IV. Phase sich im wesentlichen so abgespielt haben, daß in ihrem Verlauf immer fortschreitend der in der I. Phase gebildete Breunerit verdrängt worden ist. Daß er selbst nach dem Abschluß der IV. Phase immer noch nicht vollständig verdrängt worden ist, beweist sein auch heute noch verbreitetes Vorkommen in der Lagerstätte. Die Blendebildung setzte dabei an den Grenzen der Breuneritregionen am Schiefer ein und erfolgte von dieser in stark wechselndem Maße in die Breuneritzone hinein unter Aufnahme des aus dem Breunerit frei werdenden Eisens in die Blende. Die Bleiglanz-Quarz-Vererzung setzte sodann an der Grenze der jüngst an dem Breunerit gebildeten Blende ein, und zwar zunächst unter Bildung eines feinen Bleiglanzsaumes an der Blende und erfolgte dann unter weiterer metasomatischer Verdrängung des Breunerits durch Bleiglanz und Quarz, wobei das Eisen des Breunerits als Pyrit niedergeschlagen wurde. Stellenweise ging die Bleiglanz-Quarz-Vererzung aber auch in Karbonatzügen vor sich, welche bisher von der Blende verdrängung verschont geblieben waren. Auch die Baryt bildung ging wieder den Karbonatzügen nach und ergriff nun sogar ursprüngliche Kalkanreicherungen im Schiefer, welche durch die I. Phase nicht in Breunerit verwandelt worden waren. Durch eintretende H_2SO_4 in die Lagerstätte ging nunmehr eine Lösung der Karbonate dem Absatz des Barytes voraus, wodurch ein teilweiser Zusammenbruch der Lagerstätte und der Absatz des Barytes als Zement von Breccienbildung eintrat.

4. Vergleich der Genesis der Rabensteiner Lagerstätte und der Bleiberg-Kreuther Lagerstätte und ihrer Lagerstätten-Charaktere.

Die folgende Zusammenstellung zeigt den völlig anderen Verlauf der Vererzungsvorgänge, welche sich in Bleiberg und in Rabenstein abgespielt haben:

Bleiberg-Kreuth	Rabenstein
I. Phase: <u>Kalzit</u> Bildung mit ganz untergeordneter <u>Breunerit</u> -Bildung	I. Phase: <u>Breunerit</u> -Bildung
II. Phase: <u>Bleiglanz</u> -Bildung wenig <u>Baryt</u>	II. Phase: <u>Blende</u> -Bildung
III. Phase: <u>Blende-Flußspat</u> -Bildung <u>Blende-Baryt</u> -Bildung	III. Phase: <u>Bleiglanz-Quarz</u> -Bildung
IV. Phase: <u>Anhydrit</u> -Bildung	IV. Phase: <u>Baryt</u> -Bildung mit wenig
V. Phase: <u>Kalzit</u> -Bildung	<u>Bleiglanz</u>

Die Unterschiede, welche zwischen der Genesis beider Lagerstättentypen bestehen, sind demnach trotz der teilweisen Übereinstimmung ihrer Mineralfüllungen grundsätzlich. Ihrem Lagerstätten-Charakter nach unterscheiden sich diese beiden Blei-Zinkerz-Lagerstätten vor allem durch den Ag-Gehalt und durch die Quarzföhrung der Rabensteiner Lagerstätte. Die Rabensteiner Lagerstätte entspricht durch diesen Charakter dem verbreiteten Typus der Blei-Zinkerz-Lagerstätten. Beide sind hydrothermal, die juvenilen Mineralisatoren der Rabensteiner Lagerstätten dürften aber — wenigstens zur Zeit der Bleiglanz-Quarz-Bildung in der III. Vererzungsphase höher temperiert gewesen sein als während der Bleiglanzbildung in der II. Vererzungsphase in Bleiberg. Dem Rabensteiner Typus gehören die mediterranen Blei-Zinkerz-Lagerstätten (Sevilla, Sardinien) und eine Anzahl ähnlicher Stätten Nordamerikas (Leadville) an. Der seltene Bleiberger Typus ist unter anderem im nordwestlichen Illinois und teilweise im südwestlichen Wisconsin in den Vereinigten Staaten, östlich des Mississippi, vorhanden, wo besonders in Illinois die silber- und

quarzfrie aber fluor-barytische Blei-Zink-Formation und nach Grant anscheinend auch eine mit Bleiberg ähnliche Phasenvererzung vorliegt.⁶ Ausführlicher kann auf eine gewiß Interesse und Resultate versprechende Besprechung der Beziehung von metasomatischen Blei-Zink-Lagerstätten der Erde erst nach der genauen Kenntnis sämtlicher Blei-Zink-Lagerstätten der Alpen eingegangen werden.

Ein Zusammenhang mit einem Magma ist bei der Rabensteiner Lagerstätte nicht sichtbar, sie ist telemagmatisch. Da die Lagerstätte diese Eigenschaft mit den übrigen entsprechenden teilt und wir bei ihnen nicht einmal wissen, ob sie mit basischem oder sauerem Magma verknüpft zu sein pflegen (apomagmatisch), so ist die Herkunft der juvenilen Mineralisatoren, welche die Rabensteiner Lagerstätte gebildet haben, vorläufig unbekannt.

5. Das Alter der Lagerstätte.

Lediglich aus der Bestimmung der Zeit der Bildung der Lagerstätte könnte vielleicht, ebenso wie ich es für die Blei-Zinkerz-Lagerstätten der Gailtaler Alpen und der Karawanken durchführen konnte (Zusammenhang mit jungtertiären Basalten, welche im oberen Pontikum etrudierten), auch bei Rabenstein der Zusammenhang mit einem Muttermagma gefolgert werden. Nach den bisher vorliegenden Daten ist aber die Zeitbestimmung der Bildung der Erzlagerstätte von Rabenstein noch nicht so sicher festzulegen, wie es für Bleiberg-Kreuth möglich war. Für die Altersbestimmung der Vererzung ergeben sich heute lediglich die Anhaltspunkte, daß die Vererzung jünger ist als die Bildung der graphitischen Zone im Hangenden der Erzkörper, welche wiederum ihre Entstehung der Überschiebung altpläozoischer Kalke auf die Grünschieferzone verdankt. Ich⁷ habe im Jahre 1924 den inneren Deckenbau im Grazer altpläozoischen Gebirge als mittelkretazisch angesprochen, weil sich im Semmeringgebiet und mindestens bis zur Nordflanke des Rennfeldes auch zentralalpine Trias an diesem Deckenbau beteiligt. Von anderer Seite wird aber noch an dem varistischen Bau dieses Teiles der Alpen festgehalten. Nach meiner Auffassung müßte die Bildung der Rabensteiner Lagerstätte demnach jünger sein als die Mittelkreide. Der prätektonische Charakter der Lagerstätte ergibt andererseits, daß die Lagerstätte bereits bestanden hat, als sie in Rabenstein ihre saigere Aufrichtung erfahren hat, das heißt, daß sie älter ist als das

⁶ H. F. Bain, Zinc and Lead deposits of northwestern Illinois. Bull. u. S. geolog. survey, Nr. 246, 1905.

⁷ Intrakretazische und alttertiäre Tektonik der östlichen Zentralalpen. Geolog. Rundsch., XIV, 1924.

Faltenbild, in welchem uns heute das intrakretazische Deckensystem erscheint. Diese Faltung muß älter sein als das gesamte Jungtertiär wahrscheinlich samt der aquitanischen Stufe. Sie kann nur im Alttertiär, wahrscheinlich vor Oberoligozän, entstanden sein. Für die Zeit der Bildung der Rabenstein Lagerstätte liegt daher vorläufig nur die Möglichkeit eines oberkretazischen bis mitteloligozänen Alters vor.

Den obermiozänen bis altplozänen Blei-Zinkerz-Lagerstätten vom Typus Bleiberg in den Karawanken und den Gailtaler Alpen steht daher der Typus Rabenstein von oberkretazischem bis mitteloligozänem Alter gegenüber. Die Unterschiede beider sind trotz der ähnlichen Metallführung grundsätzliche und genau definierbare.

Für diese Feststellung hat das mir zugänglich gewesene Beobachtungsmaterial ausgereicht. Eine monographische Bearbeitung des Bergbaues Rabenstein und aller Einzelheiten seiner Lagerstätte kann erst erfolgen, sobald die Grubenaufschlüsse wieder zugänglich sein werden. Unterdessen versprechen die im Zuge befindlichen Bearbeitungen der Blei-Zinkerz-Lagerstätten von Haufenreith—Arzberg und von Stübing im Grazer Gebirge weitere Ergebnisse.

Juni 1927.

**Institut für Geologie und Mineral-Lagerstättenlehre an der
Technischen Hochschule zu Graz.**
