

# Zeitschrift für praktische Geologie.

Julii 1913.

## Das Erzvorkommen von Obernberg bei Gries am Brenner in Tirol.

Von

Dr. Richard Canaval.

Über den Bergbau in der Gegend Wildgrube bei Obernberg haben v. Isser<sup>1)</sup> und v. Wolfskron<sup>2)</sup> einige Nachrichten veröffentlicht, und die geologischen Verhältnisse dieses Vorkommens hat Blaas<sup>3)</sup> dargestellt.

Von den alten Gruben, die am Kühberg in der Waldparzelle Nr. 734 der Katastralgemeinde Obernberg liegen, sind in den letzten Jahren mehrere wieder gewältigt und als Blei- und Zinkerzbergbau Obernberg verliehen worden. Dieselben wurden in einem Dolomit aufgeschlagen, welcher dem Trias-Dolomit des Tribulaunstocks angehört, und den Heritsch<sup>4)</sup> in seiner geologischen Kartenskizze der Brennergegend als zentralalpines Mesozoikum ausgeschieden hat.

Der Dolomit besitzt große Ähnlichkeit mit dem erzführenden Dolomit von Schwaz im Inntal, wogegen das Erzvorkommen mit den Schwazer Lagerstätten, noch mehr aber mit gewissen Erzdepots in den Gailtaler Alpen verglichen werden kann.

Die wichtigsten Aufschlüsse über dasselbe geben 2 Einbaue: ein kurzer Stollen in 1510 m und eine ausgedehntere Grube in 1590 m Seehöhe. Am Feldorte des Stollens in 1510 m Seehöhe steht eine Breccie aus recht verschieden großen eckigen Bruchstücken an, welche eine schwarze Masse verkittet, die auch schmale Adern im Nebengestein erfüllt. Das Ortsbild erinnert an den schwarzgeäderten Kalkstein vom Sebastian-Stollen in Raibl, welchen Pošepny<sup>5)</sup> beschrieben hat, und an

ähnliche Breccien der Erzsäulen von Kreuth bei Bleiberg. Die Bruchstücke bestehen zum Teil aus grauem feinkörnigen Kalkstein zum Teil aus weißem Kalzit. Der Kalkstein sieht zwar im Bruch einem zuckerkörnigen Dolomit ähnlich, gibt jedoch mit verdünnter Salzsäure unter Aufbrausen eine Lösung, welche nur schwach auf Magnesia reagiert. Der unlösliche Rückstand ist hauptsächlich Quarz, der zum Teil kleine, gut entwickelte Kryställchen bildet.

Unter dem Mikroskop sieht man das Strukturbild eines feinkörnigen Kalksteins oder das eines grobkörnigen Marmors. Die feinkörnigen Partien sind in der Regel durch feinverteilten Kohlenstoff getrübt oder werden von einem trüben Gemenge kleiner Kalzit- und Quarzkörner gebildet, aus welchem unter + N undeutliche Barytkryställchen hervorleuchten, die grobkörnigen Partien sind dagegen oft ganz farblos und umschließen nicht selten scharf entwickelte hexagonale Quarzdurchschnitte. Spärliche Blendekörner und kleine Pyritkryställchen sind hauptsächlich in den feinkörnigen, haarförmige Antimonitnadeln fast ausschließlich in den grobkörnigen Partien aufzufinden. Die Grenzen zwischen den feinkörnigen und den grobkörnigen Partien sind zum Teil ganz unbestimmt, zum Teil zwar recht deutlich, doch nie so scharf, daß man an Bruchstücke denken könnte, die ohne eine Veränderung erfahren zu haben, von der umgebenden Masse umschlossen wurden. Verschieden von diesem mikroskopischen Bild ist das makroskopische, welches über Tage etwas seitlich von dem Stollen durch die Verwitterung geschaffen wurde. Man glaubt hier anfänglich Gesteinsbruchstücke in einer Masse vor sich zu sehen, aus welcher oberflächlich der Kalk entfernt wurde, so daß manche dieser Bruchstücke jetzt von einem Gewebe kleiner weißer Quarzkryställchen umgeben werden, überzeugt sich aber bald, daß die Flecke, welche Bruchstücken gleichen, im Querbruche kaum zu erkennen sind. Die weiße marmorartige Masse enthält allerdings Fragmente eines rauchgrauen feinkörnigen

<sup>1)</sup> Isser, v.: Die Montanwerke und Schurfbau Tirols der Vergangenheit und Gegenwart. Jahrb. d. k. k. Bergakademien, 36. Bd., 1888, S. 271.

<sup>2)</sup> Wolfstrigl-Wolfskron, v.: Die Tiroler Erzbergbau 1301—1665, Innsbruck 1903, S. 293.

<sup>3)</sup> Blaas: Geologischer Führer durch die Tiroler und Vorarlberger Alpen, Innsbruck 1902, S. 514.

<sup>4)</sup> Heritsch: Fortschritte in der Kenntnis des geologischen Baues der Zentralalpen östlich vom Brenner. I. Die hohen Tauern. Berichte über die Fortschritte der Geologie. 3. Bd., 1912, S. 83.

<sup>5)</sup> Pošepny: Die Blei- und Galmei-Erzlagerstätten von Raibl in Kärnten. Jahrb. d. k. k. Geol. R. A. 23. Bd., 1873, S. 336.

Dolomits; die zumeist recht verwaschene Umgrenzung dieser Fragmente fällt jedoch mit den Grenzen der Flecke nicht immer zusammen. In verdünnter Salzsäure löst sich der weiße marmorartige Kalkstein rasch, der graue feinkörnige Dolomit dagegen recht langsam auf. Werden gleichgroße Proben mit Schwefelsäure abgeraucht und dann mit dem gleichen Volumen Wasser ausgezogen, so gibt die Lösung des Dolomits eine kräftige und jene des Kalksteins eine weit schwächere Magnesia-Reaktion. Es liegen daher hier Gebilde vor, die man zwar mit jenen Breccien des Raibler Vorkommens vergleichen kann, welche Pošepny als Typhon bezeichnete, bei denen jedoch neben dem wechselnden Magnesiagehalt auch der wechselnde Quarzgehalt für die Entwicklung der recht auffälligen Verwitterungsformen bestimmend gewesen ist.

Die schwarze Masse unserer Breccie wird, wie das Mikroskop lehrt, hauptsächlich von Kohlenstoff, Antimonitnadelchen, Quarz- und Barytkryställchen gebildet, neben welchen noch kleine Pentagondodekaeder von Pyrit sowie Körner von Bleiglanz, Blende und einem fahlerzähnlichen Mineral auftreten, das nach dem weiter unten zu besprechenden Stück als Bournonit bezeichnet werden muß.

Die dünnen Adern, welche die schwarze Masse im Nebengestein erfüllt, gleichen den von Rothpletz<sup>6)</sup> abgebildeten Drucksuturen und ähnlichen Gebilden, welche ich<sup>7)</sup> von einem Erzvorkommen in den Gailtaler Alpen beschrieben habe. Sie erscheinen zum Teil als unterbrochene schwarze Linien, zum Teil als schmale, wellige und ausgezackte Bänder, deren Begrenzung oft durch die Konturen großer trüber Kalzitkörner vermittelt wird. Kohlenstoff und Antimonit haben sich in denselben hauptsächlich an den Rändern, Quarz und Baryt dagegen vornehmlich im Innern angesiedelt.

Ein Typhon wie jener bei dem tiefsten Stollen erfüllt in 1522 m Seehöhe einen handbreiten Gang, welchem die Alten mit einem nach N eingetriebenen Schrämmstollen nachgingen.

Die Grube in 1590 m Seehöhe und ein 13 m höher gelegener Einbau sind unmittelbar am Ausgehenden eines circa 1,5 m mächtigen steilstehenden und N—S streichenden Erzmittels angesetzt worden, welches die flach nach NO einfallende Bankung des Nebengesteins gangähnlich durchsetzt, und das Zink-

blende mit Baryt, Quarz, Flußspat, Bleiglanz, Pyrit, Antimonit und Bournonit sowie von Quarz, Baryt und Sulfiden durchwachsene Bruchstücke des Nebengesteins führt.

Die Mineralien des Erzmittels bilden ein grobkörniges Gemenge, das dort, wo kleine Quarzkryställchen in größerer Häufigkeit sich einstellen, eine drusige Struktur annimmt.

Die Zinkblende, welche in Obernberg so wie bei den Gailtaler Vorkommen das vorwaltende Erz darstellt, ist hochwachsgelb bis dunkel isabellengelb, nach Liebener und Vorhauser<sup>8)</sup> aber auch öl- bis spargelgrün. Sie gibt vor dem Lötrohr eine deutliche Cd-Reaktion und ist ziemlich arm an Einschlüssen. Am häufigsten sieht man u. d. M. eine dunkle, wolkige Trübung, die sich hier und da bis zur völligen Undurchsichtigkeit verdichtet und Kohlenstoff zu sein scheint, seltener kommen Einschlüsse von Antimonitnadeln, Baryt und Quarz vor.

Manche Zinkblendekörner, deren Grenzen sich nach den benachbarten Barytlamellen bestimmen, werden selbst von Baryt durchwachsen, und manche in Zinkblenden eingeschlossene, krystallographisch umgrenzte Quarze enthalten im Innern selbst wieder Körner von Zinkblende.

Der Baryt kann mit dem krummschaligen Schwespat der älteren Autoren identifiziert werden, welcher nach Hoffmann-Breithaupt<sup>9)</sup> mit Bleiglanz, Blende und Flußspat vergesellschaftet auch anderwärts auftrat — so zu Derbyshire auf ähnlichen Lagerstätten. Im Dünnschliffe bildet er breite, in der Regel fächerförmig gruppierte, oft von Quarz durchwachsene Lamellen, die unter + N, ihrer bogenförmigen Krümmung entsprechend, nicht einheitlich auslöschten. Als Einschlüsse kommen sehr reichlich Antimonitnadeln und winzige, in der Regel erst bei starker Vergrößerung zu erkennende Gasbläschen vor.

Der Quarz tritt zum Teil in kleinen Kryställchen, zum Teil als ein Haufwerk kleiner undulös auslöschender Körner auf. Die Krystalldurchschnitte umschließen Antimonitnadelchen, welche sich vorwiegend am Rande ansiedelten, Blendeknöllchen, farblose, wahrscheinlich einem Karbonat angehörende Körner, Fluidaleinschlüsse und zum Teil auch Gasbläschen. Beträchtlichere solche Bläschen haben sich in größeren Quarztrakunen angesiedelt. Sie machen hier in einzelnen Präparaten den Eindruck von Hohlräumen, deren

<sup>6)</sup> Rothpletz: Ein geologischer Querschnitt durch die Ost-Alpen, Stuttgart 1894, S. 216.

<sup>7)</sup> Canaval, R.: Bemerkungen über einige Erzvorkommen am Südabhange der Gailtaler Alpen. Carinthia II, 1906, Nr. 3.

<sup>8)</sup> Liebener und Vorhauser: Die Mineralien Tirol's, Innsbruck 1852, S. 54.

<sup>9)</sup> Hoffmann-Breithaupt: Handbuch der Mineralogie, Freiberg 1816, 3. Bd. 1. Abt., S. 164.

Wände mit einer feinverteilten Substanz bedeckt sind, und lassen sich mit den getrüben Gasporen vergleichen, die ich<sup>10)</sup> aus dem Gangquarz der Siglitzgänge beschrieben habe.

Besonders bekannt unter den Mineralien Obernbergs war der Flußspat, welcher nach Liebener und Vorhauser<sup>11)</sup> in blaß-violetten Krystallen „bis zu 1 Zoll Größe“ einbrach. Im Dünnschliff füllt der Flußspat die Räume zwischen den Quarzdurchschnitten aus, wird andererseits aber auch von Quarzkrystallen durchwachsen. Größere Flußspatdurchschnitte, die zum Teil violettrot gefärbt sind, umschließen Blendekörner und Antimonitnadelchen. Kleinere solche Durchschnitte sind oft fast ganz von Antimonit durchwachsen.

Der Pyrit kommt ausschließlich in kleinen Pentagonododekaedern vor, deren Querschnitte zwar unter dem Mikroskop eine körnige Beschaffenheit erkennen lassen, die jedoch nicht von Rissen durchsetzt werden wie die meisten Pyrit-Würfel der Kieslager.

Die Pyritkryställchen sind fast in allen anderen Mineralien als Einschlüsse beobachtet worden.

Liebener und Vorhauser<sup>12)</sup> bemerken, daß in Obernberg auch Fahlerz mit Bleiglanz vorgekommen sei, „und dieses muß dem Arsenikfahlerz zugezählt werden“. Auf einer alten Erzhalde fanden sich denn auch Stücke eines sehr quarzigen Kalkes mit spärlichen Schmitzchen eines eisenschwarzen, von grünen und gelben Verwitterungsprodukten begleiteten Minerals, das man als Fahlerz ansprechen könnte. Das Verhalten vor dem Lötrohr sowie die mikrochemischen Reaktionen verweisen jedoch auf Bouronit, dessen Auftreten aus paragenetischen Gründen wahrscheinlicher ist. Das Erzvorkommen von Obernberg sowie die Bleiglanz-Blende-Lagerstätten in den triassischen Kalken der Ostalpen sind nach Breithaupt<sup>13)</sup> der barytischen Blei- und Zink-Formation zuzuzählen. Da nun einzelne Lagerstätten der Ostalpen, so nach Sußmann<sup>14)</sup> das Vorkommen des Carolistollens am Kolm, als Seltenheit auch Kupfererze beherbergen, in Obernberg aber Antimonit einbricht, kann hier das Auftreten einer Blei, Kupfer und Antimon enthaltenden Verbindung kaum auffallen. Das Vorkommen von Arsenfahlerz wäre dagegen auf die klinoedritische

Blei- und Zink-Formation Breithaupts zu beziehen und müßte das Mitauftreten der gelbroten Blende ausschließen. Kupferkies, der nach v. Isser<sup>15)</sup> gleichfalls in Obernberg vorhanden sein soll, konnte von mir nicht aufgefunden werden.

Eine besondere Besprechung erfordern noch recht auffällige Stücke, die aus der Grube in 1590 m Seehöhe stammen und welche aus einer schwarzen feinkörnigen Substanz mit unebenem, splitterigem, zum Teil erdigem Bruch und größeren Einsprenglingen bestehen. Unter dem Mikroskop sieht man eine schwarze opake Grundmasse, in der Durchschnitte von Quarz, Blende, Flußspat und Pyrit liegen. Nach ihrem Verhalten im reflektierten Licht scheint diese Masse vorwiegend aus Kohlenstoff gebildet zu werden, dem feinverteilter Bleiglanz und Antimonit beigemischt sind.

Um Näheres über ihre Zusammensetzung zu erfahren, wurde durch Zerkleinern, Sieben und Ausklauben eine Isolierung versucht, dann das isolierte Material pulverisiert und auf einer Saxe verwaschen. Der hierbei gefallene schwarze Schlamm gibt vor dem Lötrohr auf Kohle einen Antimon- und Blei-Beschlag und reagiert mit antimonsaurem Kali auf Kohlenstoff. Der Kohlenstoff, welcher sich schon auf der Saxe durch ein geringes spezifisches Gewicht bemerklich macht, geht mit chlorsaurem Kali und rauchender Salpetersäure behandelt rasch in Lösung, ist daher kein Graphit. Ein Salzsäure-Auszug enthält gallertige Kieselsäure, die sich unter dem Mikroskop durch Versetzen der Probe mit einer alkoholischen Lösung von Anilinblau gut erkennen läßt, ferner neben Pb, Sb und S noch Al, Fe, Mn, Spuren von Ca und Mg sowie eine mikrochemisch recht gut nachweisbare Menge von K. Der in HCl unlösliche Teil des Schlammes besteht, wie das Mikroskop lehrt, aus zahlreichen Mineralsplittern, von welchen jedoch nur die Rutilkörner, Turmalinsäulchen und farblosen Glimmerblättchen sicher festzustellen sind. Der Turmalin ist so gut erhalten, daß man veranlaßt wäre, an seine Bildung an Ort und Stelle zu denken, wenn nicht gleich frische Turmalinkryställchen auch in manchen tertiären Sedimenten, z. B. dem Hangendton des Braunkohlenflözes von Lobnig bei Eisenkappel in Kärnten vorkämen. Der Glimmer, welcher ab und zu größere, gut isolierbare und dann in der Regel Rutilnadeln umschließende Schuppen bildet, läßt im Konoskop ein ziemlich undeutliches Achsenbild erkennen, das auf einen großen Achsenwinkel verweist. Er

<sup>10)</sup> Canaval, R.: Die Erzgänge der Siglitz bei Böckstein in Salzburg. Z. f. prakt. Geol. 1911, S. 270.

<sup>11)</sup> a. a. O. S. 100.

<sup>12)</sup> a. a. O. S. 92.

<sup>13)</sup> Breithaupt: Die Paragenesis der Mineralien, Freiberg 1849, S. 242.

<sup>14)</sup> Sußmann: Zur Kenntnis einiger Blei- und Zinkerz-Vorkommen der alpinen Trias bei Dellach im Oberdrautal. Jahrb. d. k. k. Geol. R. A. 1901, 51. Bd., S. 288.

<sup>15)</sup> a. a. O.

liefert im Kölbchen gegläht etwas Fl-haltiges Wasser und gibt mikrochemisch nach Aufschließen mit PbO eine kräftige K- und eine geringe Mg-Reaktion. Es liegt daher Muscovit vor.

Die von der Grundmasse umschlossenen Mineralien bieten mit Ausnahme der Zinkblende nichts Bemerkenswertes. Die größeren Zinkblendedurchschnitte zeichnen sich durch einen breiten, wahrscheinlich kohlenstoffhaltigen Rand aus, der nach innen sich aufhellt, so daß seine anfänglich schwarze Farbe erst dunkel isabellengelb und dann wachsgelb wird; die kleineren Zinkblendekörner sind ganz dunkelgelb.

Ungefähr 4 m tiefer als die Grube, in 1590m Seehöhe, liegt ein alter Schrämmstollen, an dessen Mundloch netzförmig verzweigte Trümmer von Erz zu sehen sind. Die Form dieser Trümmer, der weiße, grobspätige, Nester und Trümmer im Nebengestein erfüllende Kalzit, eine fast gleich aussehende Zinkblende, ungefähr derselbe Baryt und gleichfalls viel Flußpat charakterisieren auch gewisse Erzvorkommen in den Gailtaler Alpen, von welchen bereits oben die Rede war.

Die Erzvorkommen von Bleiberg in Kärnten, Tarnowitz, Wiesloch u. dgl., hat schon Cotta<sup>16)</sup> in eine Gruppe zusammengefaßt, und fast gleichzeitig mit Cotta hat Grimm<sup>17)</sup> darauf hingewiesen, daß bei manchen „als Erzlager angesprochenen Lagerstätten“ sich „eine Bildung auf eine solche Art, wie man sie in der Regel nur auf Gängen antrifft,“ nicht verkennen läßt, „so z. B. bei den Bleierzlagern im Kalkstein und Dolomit in Kärnten“. Die Ausfüllung derselben scheint „in bestandenen hohlen Räumen lager- oder schalweise übereinander vor sich gegangen zu sein“. Grimm<sup>18)</sup> betrachtet daher „die als Lager bekannten Erzmassen“ von Bleiberg als „Gangstöcke“, d. i. als „ausgefüllte Kalkhöhlen“, und sah als Typus solcher Gangstöcke den Kupfererzstock Reichenstein in Valesaka bei Rézbanya an. Der Reichensteinstock ist denn später auch für Pošepny<sup>19)</sup> bei der Deutung von Raibl und der metasomatischen Blei- und Zinkerzlagerstätten überhaupt mitbestimmend gewesen.

Wie gleichfalls schon Grimm<sup>20)</sup> vermutete und von mir<sup>21)</sup> bereits an anderer Stelle hervorgehoben worden ist, können an diese Lager-

stätten die Fahlerzvorkommen im Schwazer Dolomit angeschlossen werden. Die von v. Gumpenberg beschriebenen „Rinner im Alpengkalk“ von Schwaz hat denn auch schon Cotta<sup>22)</sup> hierher gestellt, und der schlauchförmige Charakter der Schwazer Vorkommen überhaupt erhellt aus den Angaben Waldau's v. Waldenstein<sup>23)</sup> und Trinkers<sup>24)</sup>, sowie aus dem Umstande, daß viele Ortsbilder am Falkenstein Ortsbildern im Bleiberg-Kreuther Reviere gleichen. Die Lagerstätten am Kleinkogel bei Brixlegg besitzen allerdings einen gangartigen Charakter, v. Groddeck<sup>25)</sup> bemerkt aber mit Recht, daß sie wenigstens zum Teil den Charakter „metamorphischer Lagerstätten“ an sich tragen.

Andererseits ist zu Ende des vorigen Jahrhunderts am Ringenwechsel bei Schwaz ein lagerartiges Fahlerzvorkommen abgebaut worden, so daß sich auch bei den Vorkommen im Schwazer Dolomit dieselben Ausbildungsformen wie bei den metasomatischen Blei- und Zinkerzlagerstätten Kärntens unterscheiden lassen. Radnig bei Hermagor, von dem weiter unten noch die Rede sein wird, repräsentiert hier den lagerartigen, die Grube Christoph und Anton in Kreuth mit ihren zum Teil ganz dem Reichensteinstock gleichenden, im Querschnitte runden Erzscläuchen, den schlauchförmigen, und die Grube Stephanie in Bleiberg den gangartigen Typus. Mit dem erstgenannten Vorkommen kann Ringenwechsel, mit dem zweiten die Rinner am Falkenstein bei Schwaz und mit dem dritten Kleinkogel verglichen werden. An Kleinkogel können dann Obernberg und vielleicht auch die im Pferschtal gelegenen, schon seit langer Zeit aufgelassenen Bergbaue: Ast, Gemeinde Pfersch und Steckholz, Gemeinde Gossensaß angeschlossen werden, welche sich nach v. Isser<sup>26)</sup> auf Bleiglanz, Blende und Flußpat führenden gangförmigen Klüften und Spalten im dolomitischen Kalk<sup>27)</sup> bewegten. Am wichtigsten von ihnen waren die Gruben am Nordgehänge des Pferschtales zwischen den Ortschaften Ast und Schlag, welche v. Isser als „die Hauptlokalität des einst hochberühmten, umfangreichen Bergbaus von Gossensaß“ ansieht.

Nach Liebener und Vorhauser<sup>28)</sup> sind

<sup>16)</sup> a. a. O. S. 195.

<sup>17)</sup> Waldau v. Waldenstein: Die besonderen Lagerstätten der nutzbaren Mineralien, Wien 1824, S. 104.

<sup>18)</sup> Trinker: Der Adelsvorschub am Heinzenberg und Klemkogel. Jahrb. d. k. k. Geol. R. A. 1850, 1. Jahrg., S. 219.

<sup>19)</sup> v. Groddeck: Die Lehre von den Lagerstätten der Erze, Leipzig 1879, S. 235.

<sup>20)</sup> a. a. O. S. 287.

<sup>21)</sup> Blaas: a. a. O. S. 550, „angeblich gangförmig in den Schiefen“.

<sup>22)</sup> a. a. O. S. 49.

<sup>16)</sup> Cotta: Die Lehre von den Erzlagerstätten, Freiberg 1855, S. 194.

<sup>17)</sup> Grimm: Grundzüge der Geognosie für Bergmänner, Prag 1856, S. 358.

<sup>18)</sup> a. a. O. S. 358.

<sup>19)</sup> Pošepny: Über die Genesis der Erzlagerstätten. Jahrb. d. k. k. Bergakademien 1895, S. 134.

<sup>20)</sup> a. a. O. S. 296.

<sup>21)</sup> Öst. Z. f. Berg- u. Hw. 1908, Nr. 12.

im „ehemaligen Bergbau zu Gossensaß“ nicht selten große Bleiglanzwürfel „in den dortigen Tonlagern, welche den Kalkstein durchsetzen“, angetroffen worden. Diese etwas sonderbar klingende Angabe wird recht gut verständlich durch die Annahme, daß es sich hier um die in geringer Teufe gelegenen, sekundär umgewandelten Partien metasomatischer Erzlagerstätten gehandelt haben dürfte.

In Bleiberg werden der Haupt- oder Lagerschiefer und die Kreuzschiefer unterschieden. Der Hauptschiefer bildet ein den Cardita-Schichten angehöriges Gebirgsglied, welches den erzführenden Kalk überlagert, die Kreuzschiefer dagegen Kluffüllungen.

Pošepny<sup>29)</sup> hat angenommen, daß die Impermeabilität des Hauptschiefers im Vergleich zur Solubilität der Kalksteine bei der nachträglich erfolgten Erzbildung eine Rolle spielte, die Frage der Entstehung und genetischen Bedeutung der Kreuzschiefer aber offen gelassen<sup>30)</sup>. Dagegen glaubt Brunlechner<sup>31)</sup> und mit ihm Hupfeld,<sup>32)</sup> daß auf Verwerfungsclüften, welche den Hauptschiefer durchsetzen, Teile desselben in tiefere Schichtenniveaus gelangten und dadurch zur Bildung des Kreuzschiefers Anlaß geben konnten, „dessen Vorkommen mit zunehmender Tiefe seltener wird“.

Der Kreuzschiefer in Bleiberg wäre demnach ähnlicher Entstehung wie z. B. in Schwazer von Rothpletz<sup>33)</sup> beschriebene 200 m lange Schieferkeil, welcher in der Richtung der Kienburger Gangkluff in den Dolomit hineingepreßt wurde.

Die eigentümliche Erscheinung, daß im Hangenden der Erzzone Schiefer oder doch minder permeable Sedimente auftreten, wiederholt sich in Raibl und auch bei Vorkommen, welche weit tieferen Triashorizonten angehören, so bei der von Sußmann<sup>34)</sup> eingehend beschriebenen im Muschelkalk befindlichen Erzlagerstätte am Kolm. In manchen Fällen, z. B. bei dem lagerartigen Vorkommen von Radnig, liegt der Schiefer

allerdings parallel der Erzlagerstätte und steht von ihr außerdem so weit (79 m) ab, daß die Annahme Sußmanns<sup>35)</sup>: „Die Schiefer stauten die nach oben drängenden Erzsolutionen hinter sich auf und bewirkten dadurch an diesen Stellen eine stärkere Ansammlung derselben“, kaum mehr gemacht werden kann. Bei dem die Schichten durchquerenden Vorkommen von Obernberg würde zwar dieses Bedenken weniger ins Gewicht fallen, leider ließ sich jedoch die Frage, ob auch hier die Erzzone von Schiefer oder, wie z. B. am Kolm, von schieferigen dolomitischen Mergelkalken mit dünnen Schieferblättern überlagert werde, nicht sicher beantworten. Die oben beschriebene, schwarze, feinkörnige Substanz aus dem Erzmittel der Grube in 1590 m Seehöhe kann aber wohl nur dem Kreuzschiefer von Bleiberg zur Seite gestellt werden; als Ganggestein im Sinne von Stelzner-Bergeat<sup>36)</sup> läßt sich dieselbe darum kaum ansprechen, weil sie ihrer ganzen Zusammensetzung nach nicht aus dem Nebengestein entstanden sein kann.

Stelzner-Bergeat<sup>37)</sup> sowie Beyschlag, Krusch und Vogt<sup>38)</sup> heben bei der Besprechung der metasomatischen Blei- und Zinkervorkommen die Beziehungen zwischen der Erzbildung und der Dolomitierung hervor.

In dem ärrialen Bau von Raibl wird zwar das sogenannte Sulfureterzvorkommen vorwiegend von Dolomit begleitet<sup>39)</sup>, die Galmeivorkommen liegen aber hauptsächlich im Kalkstein, und die metasomatischen Blei- und Zinkervorkommen der Gailtaler Alpen bevorzugen gleichfalls kalkige Gesteine, treten daher vornehmlich im „erzführenden Kalk“ (Wettersteinkalk) auf, der, wie Brunlechner<sup>40)</sup> hervorhebt, (im allgemeinen) arm an Magnesia ist. Dieser Vergesellschaftung entsprechend, läßt sich hier auch in manchen normalen Dolomiten eine Anreicherung an Kalk nächst den Erzen beobachten. Ein Analogon zu dieser Erscheinung bildet Obernberg, dem von den Erzvorkommen im Schwazer Dolomit Kleinkogel zur Seite gestellt werden kann. Die Gangmasse besteht am Kleinkogel nach Trinker aus Schwerspat, Quarz und Kalk-

<sup>29)</sup> Pošepny: Über die Genesis der Erzlagerstätten. Jahrb. d. k. k. Bergakademien 1895, S. 137

<sup>30)</sup> Pošepny: Über die Entstehung der Blei- und Zinklagerstätten in auflöselichen Gesteinen. Jahrb. d. k. k. Bergakademien 1894, 92.

<sup>31)</sup> Brunlechner: Die Entstehung und Bildungsfolge der Bleiberger Erze und ihrer Begleiter. Jahrb. d. Naturhist. Landes-Museums von Kärnten, 25. Heft, 1899, S. 65.

<sup>32)</sup> Hupfeld: Der Bleiberger Erzberg. Z. f. prakt. Geol. 1897, S. 236.

<sup>33)</sup> Rothpletz: Ein geolog. Querschnitt durch die Ostalpen, Stuttgart 1894, S. 135.

<sup>34)</sup> Sußmann: Zur Kenntnis einiger Blei- und Zinkvorkommen der alpinen Trias bei Dellach im Oberdrantal. Jahrb. d. k. k. Geol. R. A. 1901, 51. Bd., S. 265.

<sup>35)</sup> O. a. a. S. 629.

<sup>36)</sup> Stelzner-Bergeat: Die Erzlagerstätten, Leipzig 1904—1906, S. 1012.

<sup>37)</sup> a. a. O. S. 1012.

<sup>38)</sup> Beyschlag, Krusch und Vogt: Die Lagerstätten der nutzbaren Mineralien und Gesteine. Stuttgart 1912, 2. B., 1. Hälfte, S. 211.

<sup>39)</sup> Göbl: Geologisch-bergmännische Karten mit Profilen von Raibl, Wien 1903, S. 25; vgl. Beck: Lehre von den Erzlagerstätten, Berlin 1909, 2. Bd., S. 288.

<sup>40)</sup> a. a. O. S. 93.

<sup>41)</sup> a. a. O. S. 47 u. 92.

spat, wogegen am Falkenstein nach Liebener und Vorhauser<sup>41)</sup> als Gangmasse Dolomit auftritt und Schwespat fehlt. Auf die Umsetzung von Dolomit durch eine Gipslösung in Kalk bei gleichzeitiger Ausscheidung von Bittersalz führt v. Morlot<sup>42)</sup> die Entstehung der Rauchwacke von Niederberg bei Kapfenberg in Steiermark zurück, und Roth<sup>43)</sup> bemerkt, daß Magnesiakarbonat und Gips bei Gegenwart von Kochsalz Chlormagnesium, Kalkkarbonat und schwefelsaures Natron bilden. Ähnliche Vorgänge können aber auch in Obernberg mitgespielt haben. Wir kommen weiter unten noch hierauf zurück.

Schon Waldauf v. Waldenstein<sup>44)</sup> hat in einem Kapitel seiner Lagerstättenlehre Angaben über das Auftreten brennbarer Substanzen auf Gängen mitgeteilt, und in neuester Zeit wurde diese Frage von v. Höfer<sup>45)</sup> erörtert, der hierbei auch auf die Blei- und Zinkerzlagerstätten in den triassischen Ablagerungen Kärntens Bedacht nahm. Durch einen zum Teil recht beträchtlichen Gehalt an Bitumen zeichnen sich unter den letzteren jene am Süd-Abhange der Gailtaler Alpen<sup>46)</sup> aus, von welchen die meisten an Kalksteinbänke in den Cardita-Schichten gebunden zu sein scheinen. Gangstücke von Radnig bei Hermagor mit Flußspat, Baryt und Zinkblende in einem fast schwarzen, sehr bituminösen Gestein sehen ähnlich aus wie die oben beschriebenen Kreuzschiefer von Obernberg. In Radnig umschließen die Kalzit- und Barytkörner solcher Gangstücke opake Pigmentknöllchen, die in Obernberg fehlen, wogegen im Innern der Zinkblende-Einsprenglinge verwaschene Flecke ähnlich jenen von Obernberg auftreten, deren dunkle Färbung gleichfalls von Bitumen herzurühren scheint.

Das Bitumen von Radnig steht wahrscheinlich dem „plastischen Bergpech“ nahe, das nach Reuß<sup>47)</sup> auf der Bleigrube Odin in Derbyshire von Flußspat, Bleiglanz, Blende und Baryt begleitet, sonach unter ganz analogen paragenetischen Verhältnissen vorkam. In Obernberg scheint dagegen der Kohlenstoff

in einer Modifikation vorhanden zu sein, welche auf Lagerstätten vorkommt, die, wie jene von Trens bei Sterzing<sup>48)</sup>, von hochkrystallinen Gesteinen begleitet werden. Welche besonderen Umstände diese Verschiedenheit bewirkten, bleibt fraglich. Hatschek und Simon<sup>49)</sup> erhielten bei der Einwirkung von Leuchtgas auf goldsalzhaltige Kieselsäuregelee Liesegangsche Schichtungen mit Abscheidungen von Gold und Kohle; möglicherweise war daher in Obernberg die Anwesenheit kolloidaler Kieselsäure eine der Ursachen, daß die Kohlenwasserstoffe, welche in Radnig und Derbyshire erhalten blieben, in eigentümlicher Weise zersetzt wurden.

Breithaupt<sup>50)</sup> hat die in Kupferkies schwebenden Pyritkrystalle für älter als den Kupferkies angesprochen, wogegen André<sup>51)</sup> es in diesem Falle für unwahrscheinlich hält, daß der Pyrit älter als der Kupferkies ist, der letztere „scheint sich vielmehr bei der Ausscheidung mit seiner Krystallform dem Kupferkies gegenüber durchgesetzt zu haben.“ Hinsichtlich der Kieslager trifft diese Anschauung, wie aus den einschlägigen Angaben von Stelzner-Bergeat<sup>52)</sup> und meinen Ausführungen über Altersverschiedenheiten bei Mineralien der Kieslager<sup>53)</sup> erhellt, wohl nicht zu. In den Kieslagern und auf gewissen Erzgängen, welche, wie jene der Siglitz<sup>54)</sup>, wahrscheinlich in ähnlicher Weise wie die Kieslager entstanden, ist der Pyrit bereits deformiert gewesen, als er von Kupferkies und anderen jüngeren Sulfiden umwachsen wurde; er kann daher hier nicht gleich alt oder jünger als diese Sulfide sein. Eine wesentliche Änderung dieser Schlußfolgerung dürfte aber auch dann kaum nötig sein, wenn mit Doß<sup>55)</sup> angenommen wird, daß der Pyrit aus Melnikowit hervorgegangen ist.

Das Erzvorkommen von Obernberg ist zwar gewiß ganz anderer Entstehung als die Kieslager, bemerkenswert bleibt aber auch

<sup>42)</sup> Haidinger: Berichte über Mitteilungen von Freunden der Naturwissenschaften in Wien. 1847, 2. Bd., S. 394; 1848, 3. Bd., S. 97.

<sup>43)</sup> Roth: Allgemeine und chemische Geologie, Berlin 1879, 1. Bd., S. 195; vgl. Doelter: Physikalisch-chemische Mineralogie, Leipzig 1905, S. 212.

<sup>44)</sup> a. a. O. S. 94.

<sup>45)</sup> Engler und Höfer: Das Erdöl. Leipzig 1909, 2. Bd., S. 14 und 30; v. Höfer: Das Erdöl und seine Verwandten, Braunschweig 1912, S. 200.

<sup>46)</sup> Vgl. R. Canaval: Die Blei- und Zinkerz-lagerstätte des Bergbaues Radnig bei Hermagor in Kärnten. Carinthia II, 1898, Nr. 2; Bemerkungen über einige Erzvorkommen am Süd-Abhange der Gailtaler Alpen. Carinthia II, 1906, Nr. 3.

<sup>47)</sup> Reuss: Lehrbuch der Mineralogie, Leipzig 1803, 2. Teil, 3. Bd., S. 112.

<sup>48)</sup> Vgl. R. Canaval: Das Magnesitvorkommen von Trens bei Sterzing in Tirol. Z. f. prakt. Geol. 1912, S. 320.

<sup>49)</sup> Hatschek und Simon: Die Reduktion von Gold in Kieselsäuregelees und die Entstehung von Goldlagern. Kolloid-Ztschrift. X, 1912, S. 266.

<sup>50)</sup> Breithaupt: Die Paragenesis der Mineralien. Freiberg 1849, S. 20.

<sup>51)</sup> André: Die geologische Bedeutung des Wachstumsdrucks krystallisierender Substanzen. Berichte über die Fortschritte der Geologie, 1912, 3. Bd., S. 3.

<sup>52)</sup> a. a. O. S. 272

<sup>53)</sup> Z. f. prakt. Geol. 1910, S. 181.

<sup>54)</sup> Canaval, R.: Die Erzgänge der Siglitz bei Bockstein in Salzburg. Z. f. prakt. Geol. 1911, S. 274.

<sup>55)</sup> Doß: Melnikowit, ein neues Eisenbisulfid und seine Bedeutung für die Genesis der Kieslagerstätten. Z. f. prakt. Geol. 1912, S. 478.

hier, daß der Pyrit, welcher selbst keine Einschlüsse enthält, doch in fast allen anderen Mineralien als Einschluß auftritt. Pyrit hat sich daher zuerst verfestigt, wogegen die anderen Gangminerale nach Pyrit, und zwar ungefähr gleichzeitig zur Ausscheidung kamen.

Eine Veränderung von Baryt durch Quarz, wie sie Delkeskamp<sup>56)</sup> von den Quarzgängen des Odenwalds beschrieben hat, ist in Obernberg nicht nachweisbar.

Pyrit sowie Quarz, Antimonit und Bournonit fehlen den metasomatischen Blei-Zink-Erzlagerstätten der Gailtaler Alpen. An Stelle von Pyrit erscheint in Bleiberg Markasit, dessen Bildungsfolge nach Brunlechner<sup>57)</sup> jedoch eine ganz andere ist. Wenn daher auch gewisse Prozesse in beiden Fällen fast dieselben Ergebnisse hatten, so müssen doch die chemischen Vorgänge bei Bildung dieser nahe verwandten Erzlagerstätten nicht unerheblich voneinander verschieden gewesen sein.

Nach einem von Nernst<sup>58)</sup> ausgesprochenen Satz vermindert sich die Löslichkeit, wenn der Lösung eines Salzes ein anderes zugesetzt wird, das mit dem ersteren ein Ion gemeinsam hat, wogegen nach einem Satz von Noyes der Zusatz eines Salzes, das kein Ion gemeinsam hat, die Löslichkeit erhöht.

Brauns<sup>59)</sup> wies auf die genetische Wichtigkeit dieser Sätze hin, welche hinsichtlich des Verhaltens der Bariumsalze durch die sehr eingehenden Zusammenstellungen bestätigt

werden, welche Trener<sup>60)</sup> veröffentlicht hat. Schwerspat ist zwar in reinem Wasser außerordentlich schwer löslich, es wird ihm aber schon in sehr verdünnten Kochsalzlösungen eine Löslichkeit zuteil, welche jener des Kalziumkarbonats gleichsteht. Die Löslichkeit des Bariumsulfats wächst ferner rasch mit zunehmender Temperatur, wogegen jene des Kalziumkarbonats anfangs sehr träge steigt, bei höherer Temperatur aber abnimmt und außerdem in Alkalichloridlösungen nicht größer als im reinen Wasser ist.

Eine Kochsalz und Gips führende Lösung, welche die Umsetzung von Magnesiakarbonat in Kalkkarbonat zu bewirken vermag, kann daher auch Schwerspat gelöst enthalten und diesen bei sinkender Temperatur, Verdünnung oder Beimengung eines Überschusses von löslichen Sulfaten wieder absetzen.

In Obernberg wird der Baryt von Flußspat begleitet, als Zuführungsmittel des Bariums kann daher mit Trener<sup>61)</sup> das leichtlösliche und von Kalziumsalzen leicht zersetzbare Bariumfluorid angenommen werden. Da endlich nach Zsigmondy<sup>62)</sup> sowohl aus dem Hydrosol wie aus dem Gel der Kieselsäure Krystalle von Kieselsäureanhydrid erhalten werden können und nach Bruhns<sup>63)</sup> die Gegenwart von Fluor auf die reichliche Ausscheidung von Quarzkrystallen hinwirkt, wäre auch die oben ausgesprochene Vermutung, daß im vorliegenden Falle kolloidale Kieselsäure mitspielte, kaum unbegründet.

<sup>56)</sup> Delkeskamp: Die Quarzgänge des Odenwaldes. S. A. aus: „Der Steinbruch“. (Ohne Jahrzahl.)

<sup>57)</sup> a. a. O. S. 75.

<sup>58)</sup> Rothmund: Löslichkeit und Löslichkeitsbeeinflussung, Leipzig 1907, S. 167.

<sup>59)</sup> Brauns: Chemische Mineralogie, Leipzig 1896, S. 92.

<sup>60)</sup> Trener: Die Barytvorkommnisse vom Monte Calisio bei Tient und Dorzo in Judikien usw. Jahrb. d. k. k. Geol. R. A. 58. Bd., 1908, S. 450.

<sup>61)</sup> a. a. O. S. 460.

<sup>62)</sup> Zsigmondy: Kolloidchemie, Leipzig 1912, S. 148.

<sup>63)</sup> Brauns a. a. O. S. 267.