

Ueber die Entstehung der Blei- und Zinklagerstätten in auflöslichen Gesteinen.

Vortrag, gehalten auf dem allgemeinen Bergmannstag in Klagenfurt von
F. Pošepný.

(Hiezu Tafel III und IV.)

A. Einleitung.

Von allen Erzlagerstätten ist es die Kenntniss der Erzgänge, welche ziemlich hoch entwickelt ist, aber in Bezug auf die Lager- und stockartigen Lagerstätten sind wir noch weit zurück, wie die einander oft diametral entgegengesetzten Ansichten über ihre Verhältnisse und über ihre Entstehung andeuten. Die ganz eigenthümliche Gruppe von Erscheinungen, die wir bei den Blei- und Zinklagerstätten im Kalksteine zu beobachten Gelegenheit haben, dürfte dazu berufen sein, einen Beitrag zur besseren Erkenntniss der Lager und stockförmigen Erzvorkommen zu bieten, und der Umstand, dass heuer der allgemeine Bergmannstag in der Hauptstadt des Landes tagt, in welchem gerade diese Art von Lagerstätten gewissermaassen zur classischen Entwicklung gelangt, veranlasste mich, das mir über diesen Gegenstand Bekannte zu einem Vortrage zusammenzufassen.

Meine specielle Auffassung der Genesis der Erzlagerstätten habe ich vor Kurzem in übersichtlicher Weise zur Publication gebracht, wobei es mir darum zu thun war, auch die wichtigsten amerikanischen Aufschlüsse zu berücksichtigen.¹⁾

¹⁾F. Pošepný, The Genesis of ore deposits. Transactions of the American Institute of Mining Engineers. 1893, XXII.

Wie es den Fachgenossen bekannt sein dürfte, unterscheide ich bei diesen genetischen Fragen die gleichzeitig mit dem Gesteine gebildeten Mineralgruppen von den nachträglich in dasselbe eingedrungenen, den sogenannten Minerallagerstätten oder Xenogeniten. Diese letzteren haben entweder den zu ihrer Ansiedelung nothwendigen Raum bereits vorgefunden und erscheinen in, die Hohlraumswände mehr oder weniger regelmässig bedeckenden Krusten, oder sie haben sich den Raum durch Verdrängung der ursprünglichen Substanz Molecül zu Molecül durch Metamorphie und Metasomasis erst schaffen müssen, wobei natürlich keine Anordnung in Mineralkrusten, also keine Crustification beobachtet werden kann. Die Entstehung der Hohlräume in den Gesteinen hat man bisher vorwaltend mechanischen Kraftäusserungen zugeschrieben.

Es muss aber hervorgehoben werden, dass es mir bei dem Studium der Erzlagerstätten eines Kärntner Vorkommens, nämlich jenes von Raibl, vor etwa 25 Jahren gelang, einen neuen, bisher nicht berücksichtigten wichtigen Factor der Erzführung zu constatiren, nämlich die erzige Füllung von durch Auflösung des Gesteines entstandenen Hohlräumen, die ich zum Unterschiede von durch mechanische Kraftäusserung entstandenen Spalten und anderen, von mir im Allgemeinen so genannten Discissionsräumen, mit dem Namen Dissolutionsräume bezeichne.

Bei den Erzgängen liegt die Füllung zwischen den Spaltenwänden also im Spaltenraum, bei unseren Lagerstätten greift sie aber in das auflösliche Nebengestein, und diese Erzkörper haben in der Regel eine sehr unregelmässige Gestalt und eine von dem etwa angrenzenden Gangraume oft gänzlich abweichende Lage. Zuweilen sind es nur einzelne Mugeln oder Erzgeoden, die in einer gewissen Zone des Kalksteines oder Dolomites sich fortziehen, oft treten diese zu beträchtlichen Erzkörpern, zu förmlichen Erzschläuchen zusammen, welche allerdings häufig unförmlichen Klumpen gleichen, zuweilen aber einen linearen Verlauf erkennen lassen.

Die in den Kalksteinen und Dolomiten auftretenden Discissionsfactoren sind entweder echte Spaltenräume oder sogenannte Blätter. Letztere sind feinen Schnitten durch das Gestein vergleichbar, in denen kaum ein Discissionsraum entdeckt werden kann; doch haben an diesen Trennungsflächen bedeutende Bewegungen der Gesteinswände stattgefunden, wie man aus den Spiegeln und Furchen, sowie aus den Zermalmungserscheinungen an ihren Wänden schliessen muss. Desto ungeachtet repräsentiren die Blätter die Canäle, durch welche die Erzlösungen durchpassiren konnten und haben somit trotz ihrer Unscheinbarkeit eine grosse praktische Bedeutung. Sie haben in der Regel ein steiles Verflachen, sind aber zuweilen auch ganz flach, sie schneiden die Schichten entweder direct durch oder schleppen sich mit der Schichtung; daraus geht wohl die grosse Mannigfaltigkeit ihres Auftretens hervor, welche oft Complicationen erzeugt, deren richtige Auffassung zuweilen sehr schwierig ist.

Wie wir sehen werden, geht die Auflösung des Gesteines meistens von diesen Discissionsfactoren aus. Sie ergreift entweder die unmittelbaren Spaltenwände und weitert den ursprünglichen Spaltenraum zu einem Dissolutionsraume aus, oder die Auflösung beschränkt sich vorwaltend auf eine gewisse Zone des Gesteines, respective auf einzelne Schichten desselben. Liegt nun ein mächtiger Complex von Gesteinen nahezu gleicher Auflösungsfähigkeit vor, so wird sich die Auflösung nicht auf eine Schichte beschränken, sondern den ganzen Schichtencomplex durchzubohren trachten.

Ueber diese Verhältnisse gibt uns die Beobachtung der noch actuell wirksamen Vorgänge in der Natur mannigfache Anhaltspunkte. Wir finden, dass sich die auflösenden Gesteine wie Steinsalz, Gyps, Kalkstein und Dolomit in Bezug auf die unterirdische Wassercirculation ganz analog verhalten. In Bezug auf diese müssen aber zwei Regionen scharf auseinandergehalten werden, die durch den Grundwasserspiegel von einander getrennt werden, nämlich die der seichten oder vadosen und jene der tiefen oder profunden unterirdischen Circulation.

In der vadosen Region vermögen wir die Höhlenbildung in, aus auflösliehen Gesteinen bestehenden Landschaften, so besonders in jenen von karstartigem Typus, direct zu beobachten, so die Einbruchshöhlen, wo die oberirdischen Gewässer in's Gestein versinken, den an dem Grundwasserspiegel gebundenen unterirdischen Verlauf derselben und die Ausbruchshöhlen. In einem noch viel auffallenderen Maasse lassen sich die Erscheinungen im Salzgebirge verfolgen, ja sogar auch künstlich in einer Salz- oder Zuckermasse nachahmen, und durch Veränderung der Lage des Einfluss- und Ausflussspunktes mannigfach modificiren. Die Höhe und die horizontale Entfernung dieser beiden Punkte bestimmen gleichzeitig mit der Beschaffenheit des auflösliehen Gesteinsmediums die Grundwassercurve, welche wohl einer Parabel gleichen muss, und die an ihr stattfindenden Hohlraumbildungen.

In der profunden, unter dem Grundwasserspiegel liegenden Region ist die Beobachtung dieser Verhältnisse unmöglich, denn selbst in direct gegen die Tiefe geführten Bergbauen, aus denen wir die zusitzenden Wässer continuirlich heben, treffen wir gänzlich veränderte Verhältnisse, da wir uns hier an einem künstlich deprimirten Grundwasserspiegel, also noch immer im Bereiche der vadosen Region befinden.

Auf Grund der Existenz von zahlreichen, aus der profunden Region aufsteigenden Mineralquellen müssen wir uns vorstellen, dass das Wasser unter dem Grundwasserspiegel und auf grossem Areal langsam capillar niedersteigt, in der Tiefe erwärmt wird und die Tendenz des Aufsteigens bekommt, vermöge welcher es durch offene Canäle zur Oberfläche aufsteigen kann. Nachdem aber substanzarmes, kaltes und nur unter dem Einfluss der Schwere stehendes Grundwasser in der vadosen Region die auflösliehen Gesteine anzunagen vermag, so kann man diese destomehr von substanzreichen warmen, und unter einem grösseren Drucke stehenden aufsteigenden Mineralwässern erwarten. So fand z. B. Nöggerath bei, in der Nähe des Bades Burtscheid vorgenommenen Grundaushubungen im Devonkalksteine cylindrische Canäle, die offenbar

durch das aufsteigende Thermalwasser zu Stande gebracht worden sind. Man muss also folgern, dass das aufsteigende Mineralwasser auch da, wo ein offener Discissionsraum nicht existirt, sich selbst einen Canal auszunagen vermag, und zwar auf dieselbe Art, wie wir dies in der vadosen Region beobachten können. Nachdem die Interstitien des Gesteines sämmtlich mit gesättigter Flüssigkeit erfüllt sind, entsteht zwischen dem Einfluss- und Ausflusspunkte eine Linie der regsten Circulation, welche ungesättigte Lösungen in Berührung mit der auflösliehen Gesteinssubstanz bringt, und schliesslich die Auslaugung eines Canals bezweckt.

Was nun die Füllung dieser Dissolutionsräume betrifft, so ist dieselbe gleich jener der Discissionsräume, und wir haben bei den durch die vadosen Circulation entstandenen mehrfach die Gelegenheit, dieselbe thatsächlich beobachten zu können. Allerdings treffen wir in dieser Region meistens auch Luft in den ausgelaugten Räumen, wodurch die Verhältnisse der Füllung sich ganz anders gestalten als bei Canälen, deren ganzes Profil von der in ihnen circulirenden Flüssigkeit eingenommen wird.

Wo eine substanzabsetzende Flüssigkeit in Röhrenleitungen das ganze Profil ausfüllt, findet bekanntlich der Absatz an den Wandungen ganz gleichförmig statt; wenn aber Luft oder Gas in den Röhrenraum eintritt, macht sich die Gravitation sofort bemerkbar und der Absatz erfolgt nur an dem unteren Theile des Profiles. In den, in auflösliehen Gesteinen befindlichen Räumen drängen sich aber auch Flüssigkeiten in der oberen mit Luft oder Gas gefüllten Profilpartie durch und bilden hier an der First und an den beiden Ulmen ganz eigenthümliche Absätze, welche durch ihre Stalaktitenstructur charakterisirt sind.

Es ist ganz richtig, dass diese Verhältnisse in der vadosen Region ziemlich allgemein vertreten sind, allein sie fehlen auch in der profunden Region nicht gänzlich, denn auch da kann besonders in den oft sehr unregelmässig gestalteten Dissolutionsräumen Gas sich ansammeln und zu der Bildung

von Stalaktiten Veranlassung bieten, wie es das Vorkommen der sogenannten Röhrenerze von Raibl repräsentirt ¹⁾

In der profunden Region ist es Regel, dass die einzelnen Mineralkrusten sich an die Wandungen des Hohlraumes ansetzen und denselben successive bis auf die sogenannte Centraldruse erfüllen, sei der Raum wie immer gestaltet, sei es ein Spalten- oder ein unregelmässiger Geodenraum. Beim ersteren kann dann von einer sogenannten symmetrischen Füllung gesprochen werden, beim letzteren, sowie überhaupt bei den häufig vorkommenden sogenannten umkrusteten Kernen, kann dies viel allgemeiner unter einer concentrischen Ausfüllung verstanden werden. Diese Gebilde können offenbar nicht anders entstanden gedacht werden, als durch Absätze aus einer das ganze Profil des Hohlraumes ausfüllenden Flüssigkeit.

Berücksichtigen wir aber die Schwerlöslichkeit dieser Präcipitate und ihre verhältnissmässig grosse Masse, so können wir uns nicht vorstellen, dass sie aus einer in dem Hohlraume stagnirenden Flüssigkeit in ähnlicher Weise, wie aus einer verschlossenen Mineralwasserflasche entstanden sein können, sondern aus einer in diesen Hohlräumen circulirenden, continuirlich sich erneuernden Flüssigkeit.

Was nun die chemische Beschaffenheit der Erze betrifft, so sind es vorzugsweise Schwefelverbindungen des Bleies, Zinkes und des Eisens, die wir auf unsern Lagerstätten antreffen. Ihr Absatz ist jedenfalls unter Ausschluss von Luft und anderen der vadosen Region eigenthümlichen Verhältnissen vor sich gegangen, also ganz unzweifelhaft in der profunden Region. Wo aber diese Erze nachträglich der vadosen Region nahegekommen sind, also vorwaltend an ihren Ausbissen, machen sich die ihr eigenen oxydirenden und chlorisirenden Einflüsse geltend und man findet die ursprünglichen Erze mehr oder weniger vollständig in Carbonate, Silicate, Sulphate und Chlorverbindungen umgewandelt, so Bleiglanz in Cerusit, An-

¹⁾ J. Pošepný, Ueber die Röhrenerze von Raibl. Verhandl. d. k. k. geolog. Reichs-Anstalt. 1873, S. 54. Jahrb. d. k. k. geolog. Reichs-Anstalt. 1873, XVIII, S. 372.

glesit und Chlorblei, die Blende in Carbonate und Silicate, in sogenannten Galmei, und Eisenkies in den schliesslichen Rest seiner Oxydation in Limonit.

In dieser Beziehung verhalten sich sämmtliche Erzlagerstätten gleich, aber speciell in unserem Falle entsteht ober dem Grundwasserspiegel die praktisch wichtige Gruppe der Galmeilagerstätten, welche somit gegen die Tiefe der Zinkblende Platz machen müssen.

B. Beschreibung einiger Vorkommen.

Wir wollen nun die Analogien der Hohlraum-Bildung, der ursprünglichen Füllung und nachträglichen Umbildung derselben an verschiedenen Lagerstätten in's Auge fassen. Vor Allem muss aber bemerkt werden, dass die Unregelmässigkeit der Erzkörper die Verständigung sehr erschwert, ja zuweilen sogar ohne umständlichere Darstellung unmöglich macht. Was letztere betrifft, so muss eingestanden werden, dass, wenn mehrere Erzkörper vorhanden sind, die übliche Darstellung mit Zuhilfenahme der Auf- und Kreuz-Risse Vieles zu wünschen übrig lässt. Nachdem die Erzkörper gewöhnlich vorwaltend nach einer Richtung hin ihre grösste Ausdehnung haben, so würden nach dieser Richtung gerichtete Profile am zweckmässigsten sein, aber ein ganzer Complex von solchen Erzkörpern kann nicht zweckmässiger zur Darstellung gelangen, als dass man die Höhengöten in die Situation einschreibt, und derselben statt den Auf- und Kreuz-Rissen eine ganze Reihe von Parallelprofilen beigibt.

Alle durch die Erzkörper dieser Lagerstätten gelegten Profile sind also keineswegs Normalprofile, die auf eine grössere Entfernung von der Profilebene noch ihre Giltigkeit hätten, sondern nur Darstellungen der Verhältnisse an dieser Ebene selbst.

Die Erzscläuche folgen entweder den Discissionsfactors, Klüften u. dgl., oder einer gewissen Kalksteinschichte. Sie treten oft am Durchschnittspunkte beider auf und nachdem die Klüfte die Kalksteinschichte häufig verwerfen, zuweilen an

beiden Durchschnittspunkten auf. Sie folgen entweder diesen Durchschnittslinien oder nehmen eine zwischen beiden Factoren liegende Richtung ein, also im sogenannten falschen Verflächen, und repräsentiren sodann dasjenige, was man sonst den Adelsvorschub einer Erzlagerstätte nennt. Die genaue Constatirung dieser Verhältnisse ist natürlich sehr schwierig, wenn mehrere ungleich streichende Klüfte dazutreten oder die Schichtung undeutlich wird, wie dies häufig der Fall ist. Daraus folgt, dass die Erkenntniss dieser Verhältnisse in verschiedenen Revieren eine äusserst ungleiche ist, und dies umso mehr, als die räumliche Darstellung dieser Verhältnisse ziemlich schwierig ist. Allerdings trachtet man sich dadurch zu helfen, dass man für einzelne Fälle eine locale Bezeichnung wählt, und diese zur Uebertragung der Erkenntniss an Andere verwendet, allein in diesen Termina birgt sich in der Regel nur eine subjective Ansicht.

Kärnten.

In Kärnten sind derartige Lagerstätten in einer breiten, das ganze Land von Osten nach Westen durchziehenden Zone repräsentirt, und treten in der Regel in dem, davon den Namen tragenden erzführenden Kalke, im Liegenden einer Schiefer- schichte auf, dem Hauptschiefer, Bleiberger oder Raibler Schiefer. Es sind aber auch einige Erzvorkommen ober- und unterhalb dieses geologischen Horizontes bekannt, und einige davon, die bereits in Steiermark liegen (Rasswald, Schönstein, Wacher), scheinen den tiefsten Triaskalken oberhalb des Werfener Schiefers anzugehören, nämlich den Guttensteiner Schichten. Meiner Ansicht nach ist es nicht das geologische Niveau, sondern die physikalische Beschaffenheit desselben, seine Impermeabilität und seine Schwerlöslichkeit gegenüber dem leichtlöslichen Kalk- steine, welche diesen Schiefern einen Einfluss auf die Erzführung vindicirt.

Man unterscheidet gewöhnlich drei Gruppen von Lager- stätten: Raibl, Bleiberg und Unter-Kärnten, wovon sich die letzteren über eine grosse Fläche ausdehnen und sehr ver- schiedene geologische Typen aufweisen.

In Raibl sind jedenfalls die einfachsten und klarsten Verhältnisse repräsentirt, die ich in meiner Monographie umständlicher beschrieben habe.¹⁾

Der erzführende Kalk des Königsberges wird ganz concordant von Schiefeln, die wegen ihrer Petrefactenführung einen sehr wichtigen geologischen Horizont bilden, überlagert, und von einer Suite von Verwerfungsklüften, d. h. den hier sogenannten Blättern mit vorwaltendem Nordstreichen und steilem Verfläachen durchgesetzt. Der Schichtenfall ist regelmässig ein flach südlicher; nur unmittelbar an den Blättern finden Abweichungen statt, indem das flexible Schiefermedium den Blättern zu folgen bestrebt ist. Die Kalksteinschiefergrenze biegt in der unmittelbaren Nähe des Blattes ab und stösst an der einen Blattseite unter spitzem Winkel an demselben ab; in gleicher Art entfernt sich die Gesteinsgrenze jenseits des Blattes von demselben und biegt ziemlich plötzlich wieder in die normale Ostwestrichtung ein. Die Schichtung ist natürlich beim Schiefer stets deutlich ausgesprochen; wenn dies aber auch nicht der Fall wäre, so würde die erfolgte Verwerfung aus dem Verlaufe der Gesteinsgrenze hervorgehen.

Diese Klüfte haben in der Regel keinen Discissionsraum, und die Erzführung tritt an denselben im Dissolutionsraume, also im Gesteine selbst auf, in einzelnen an der einen oder der anderen Seite anliegenden Geoden, die sich stellenweise anhäufen und Erzschläuche von ganz ansehnlichen Dimensionen bilden; Fig. 1 und Fig. 2 (Taf. III) geben ein beiläufiges Bild von der Form, Lage und Ausdehnung dieser Erzschläuche, wobei man sich vorstellen muss, dass die dargestellten Objecte nicht in der Profilebene liegen, sondern in dieselbe projicirt sind. Im ärarischen Grubenfelde erstrecken sich diese Erzschläuche vorwaltend nach drei Richtungen, entsprechend dem Johann-Abend- und Morgenblatt, und verfläachen parallel der Schichtung gegen Süden. Im Allgemeinen lassen sich drei Stufen erkennen: die

¹⁾ F. Pošepný, Die Blei- und Galmeierzlagerstätten von Raibl. Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1873, XXIII.

oberste, dem Johannblatt entsprechende Stufe liegt etwa 300 m, die mittlere, dem Abendblatt entsprechende, etwa 150 m im Liegenden der Kalksteinschiefergrenze, welcher sich die tiefste Stufe bereits nähert, so dass man schliessen muss, dass sich die Erzführung in grösserer Tiefe an diese Grenzfläche anschliessen wird.

An einzelnen Partien kann man eine ziemlich geradlinige Erstreckung und eine Continuität des Erzschlauchprofiles (das zuweilen bis 500 m² beträgt) beobachten; im Allgemeinen ist aber die Form des Erzcanales sehr unbeständig, man bemerkt häufig ein Zerzweigen, ein Anschwellen und eine Verengung und zuweilen sogar eine Endschaft der Erzscläuche. Im Ganzen betrachtet ist hier die Erzlagerstätte auf etwa 1000 m flacher Länge und auf etwa 600 m verticaler Höhe verfolgt worden, wovon etwa 200 m unter der Thalsohle, die mit circa 990 m Seehöhe angenommen werden kann, liegen.

Was die innere Beschaffenheit der Lagerstätte betrifft, so kann ich mich auf deren eingehende Beschreibung und Darstellung in meiner Monographie berufen, um aber die besondere Klarheit der Structur hervorzuheben, gebe ich unter Fig. 13 ein möglichst objectives Bild, welches eine einzelne Geode der sogenannten langen Zeche repräsentirt, und unter Fig. 15 die Abbildung eines Handstückes vom Barbaraschlage am Sebastianstollen. Eine Mineralkruste folgt ganz regelmässig auf die andere und die Centraldruse erscheint meist mit feinkrystallinischem Dolomitspathe erfüllt.

Das Nebengestein ist ein dolomitischer feinkörniger Kalkstein, der mit einer Unzahl von Dolomitspathadern durchzogen ist. Der Erzabsatz erfolgte entschieden in offenen Hohlräumen, welche, wie dies ihre Gestalt und Lage zeigt, durch Dissolution des Gesteines entstanden sind. Hie und da bemerkt man allerdings auch eine Structur, ähnlich einer Breccie mit zusammengehörenden Bruchstücken (wie sich W. Haidinger ausdrückte) und was ich mit „Typhon“ bezeichne, allein aus den isolirten einzelnen Fragmenten könnte man, da die Ränder derselben abgenagt und zu Dolomit umgewandelt sind, doch nicht das

ursprüngliche Gesteinsmedium zusammensetzen. Ursprünglich mag hier die Auslaugung gewissen, hiezu vorzüglich geeigneten Schichten nachgegangen sein, so dass die Hohlräume vorwaltend die Gestalt sehr flacher Linsen bekamen, in denen die Decke häufig stellenweise einbrach und die typhonartigen Discissionserscheinungen hervorbrachte.

Aehnliche Verhältnisse beobachtete ich auch in den Gruben des Strugglischen Feldes in Raibl; auch hier lagen die Erze ausserhalb des Discissionsraumes der Blätter im Gesteine.

Etwas abweichend sind die Verhältnisse im Bleiberger Districte, wo die Erzscläuche auch mehrfach den Klüften folgen und sich die Erze häufig im, durch Dissolution erweiterten Discissionsraume vorfinden.

Das Bleiberger Thal bezeichnet die Linie einer geologisch wichtigen Verwerfung, die sich von hier in westlicher Richtung über 30 *km* über Hermagor hinaus verfolgen lässt, an welcher die obersten Triasschichten mit den untersten und sogar mit deren Basis dem Grödner Sandstein, den Gailthaler Schichten und mit Phyllit zusammenstossen. Während nördlich von der Bleiberger Hauptverwerfung nur Triasgesteine zu treffen sind, finden wir südlich von derselben am West- und Südfusse der Dobračalpe die erwähnten Gesteine der Triasbasis, so dass der Dobrač die Entwicklung der ganzen Suite vom Phyllite bis über die Trias hinaus repräsentirt.

Eine zweite ähnliche Verwerfungsspalte verläuft von Villach an in nordwestlicher Richtung am Südgehänge des Drauthales, mit der ersteren einen Winkel von etwa 40 Grad bildend. In der keilförmigen Scholle zwischen den beiden Verwerfungslinien liegt eine grosse Anzahl von Erzvorkommen im Kalksteine, welche, wie mir aus literarischen Quellen und aus den freundlichen Mittheilungen des k. k. Oberbergcommissärs Dr. R. Canaval bekannt geworden ist, eine grosse Analogie mit den in Behandlung stehenden Lagerstätten haben.

Der Bleiberger Erzdistrict liegt an der Nordseite der erwähnten Hauptverwerfung und hat, wenn man die Gruben vom östlichen Theile von Heiligen Geist dazurechnet, eine

Ausdehnung von etwa 10 *km*. Die wichtigsten Gruben von Bleiberg im Osten und Kreuth im Westen nehmen eine Zone von circa 7 *km* ein.

Das Terrain besteht hauptsächlich aus drei im Allgemeinen südfallenden Gesteinen, dem Stinkkalksteine, dem sogenannten Bleiberger, durch seine Petrefactenführung ausgezeichneten Schiefer und dem sogenannten erzführenden Kalksteine, in welchem nämlich, im Liegenden des Schiefers, die Erze hauptsächlich vorkommen.

An dem Grubengehänge, in welches an 800 verschiedene Stollen eingetrieben sind, kommt entweder der Stinkkalkstein oder, wenn derselbe erodirt ist, der Schiefer und der erzführende Kalk zur Oberfläche. Eine Unzahl von Verwerfungsklüften der verschiedensten Streichungsrichtungen und verschiedenen Einfallens durchsetzt die ganze Gesteinssuite, und complicirt ungemain die Lagerungsverhältnisse, so dass es derzeit sehr schwer ist, eine Gesetzmässigkeit derselben zu erkennen.

Die hauptsächlichlichen Factoren der Erzführung sind hier wieder die Klüftung und die Schichtung, d. h. eine gewisse Zone im Liegenden des Schiefers, in welcher die Klüfte erzführend werden und in welchen sich auch Erzschläuche finden, die sich von der Kluftebene entfernen und in der Richtung des falschen Verflächens flach in die Tiefe setzen. Diese Verhältnisse sind hier seit jeher bekannt, sind aber vielfach missverstanden worden. Ein Anonymus bemerkt in einer Schrift vom vorigen Jahrhundert¹⁾: „Die Eigenschaft, dass die Gänge nicht ihrem Streichen, sondern nur streifenweise ihrem Verflächens nach edel sind, ist den meisten Kalkgebirgen gemein, und man hat sie nicht allein hierlands (d. h. in Bleiberg), sondern auch in Steiermark und zu Annaberg in Oesterreich beobachtet.“

Um nun überhaupt einen Anhaltspunkt über die Lagerungsverhältnisse zu geben, habe ich in Fig. 3 (Taf. III) ein Idealprofil

¹⁾ Fragmente zur mineralogischen und botanischen Geschichte Steiermarks und Kärntens. I. Stück. Klagenfurt und Laibach. 1783, S. 54.

durch das Erzberggehänge, durch den Rudolfschacht, beigefügt und bemerke ausdrücklich, dass es ja kein Normalprofil ist, und dass ein solches für Bleiberg überhaupt nicht gegeben werden kann.

Um einen Begriff von der Complication der Erzführungsverhältnisse zu geben, greife ich zur Publication von zwei Partien des Districtes, in denen in Bezug auf die Lage und Richtung der Erzscläuche abweichende Umstände zu beobachten sind. Sie sind der Uebersichtskarte des Bleiberger Districtes im Maassstabe von $1:8640 = 0,000.115.74$ entnommen, welche ich, ebenso wie die Benützung der 30 Ortsbilder bei diesem Vortrage, der Güte des Directors der Bleiberger Union, Herrn E. Makuc, verdanke und dem ich dafür den innigsten Dank darbringe.

Fig. 7 und 8 (Taf. III) bringen den 1 km breiten Streifen des Kreuther Grubencomplexes, Fig. 9 und 10 jenen etwa 2 km breiten Streifen des Bleiberger Reviers im Grund- und Aufrisse zur Darstellung. Die beiden Bilder sind etwa $1\frac{1}{2}\text{ km}$ auseinander gelegen, und in diesem Zwischenraum liegt die nordoststreichende Rauter-Riesenkluft, die von der Josefbis zur Marie-Hoffnungsgrube auch am Tage erkennbar ist und welche für die Scheidung der Bleiberger Verhältnisse von jenen von Kreuth angesehen wird.

In Kreuth sehen wir die Erzscläuche steil nach Südost, in Bleiberg aber flach nach Südwest fallen. Im ersteren Falle liegen dieselben an der Durchschnittslinie der ziemlich steil südfallenden Schichten mit nordstreichenden und steil nach Ost fallenden Kreuzklüften. Im zweiten Falle fallen sie nahezu mit den steilen Ostgängen zusammen, die hier die flach nach Südwest fallenden Schichten schneiden und von nordoststreichenden und steil südostfallenden Kreuzklüften verworfen werden. Allein auch diese Angaben können nicht für eine Norm angesehen werden, denn es treten auf verschiedenen Orten verschiedene abnorm streichende Klüfte auf, welche die Sache derart compliciren, dass man ohne eine eingehende Beschreibung der Grubenaufschlüsse, die leider noch fehlt, nicht klar sehen kann.

Im ganzen Districte herrscht die schlauchförmige Form der Erzlagerstätten, wie sie meines Wissens nur in Monteponi auf der Insel Sardinien ein Analogon findet; sie folgt, wie erwähnt, theils dem Lager-, theils dem gangförmigen Factor, entfernt sich streckenweise aber auch von beiden. An einigen Stellen ist das eine, auf anderen das andere Verhältniss vorherrschend. Am sogenannten Labyrinth in der Umgebung des Rudolfschachtes liegen die Schläuche in flacher Lage und folgen vorwaltend einer Schichte. Am Maschinenschachte folgen sie hingegen vorwaltend Klüften und stehen sehr steil. Es hängen hier mehrere Erzschläuche zusammen und bilden ein Maschenwerk. Bei ersterem kommt diese Form im Grundrisse, bei letzterem im Aufrisse zum Vorschein, während sie sich im ersten Falle im Aufrisse, im letzteren Falle im Grundrisse als einfache Schläuche projiciren. Trotz dieser Verschiedenheiten bleibt aber die Erstreckung dieser Schläuche nach einem und demselben Ziele gerichtet, und wenn man die steil südostfallenden Schlauchsysteme von Kreuth mit jenen flach südwestfallenden von Bleiberg vergleicht, so erhält man den Eindruck, als wenn sich die beiden Systeme in grösserer Tiefe, und zwar an der Hauptverwerfung, vereinigen müssten.

Der Ramser- und Antoni-Tiefbau von Kreuth drang bisher circa 320 m, der Romuld- und Friedrich-Tiefbau von Bleiberg circa 75 m unter den Erbstollen (dessen Mundloch etwa 822 m Seehöhe hat) vor. An der Stelle in der Gegend des Theresienhofes, wo sich die beiden Schlauchsysteme zu vereinigen scheinen und neue Erzmittel erwartet werden dürften, ist ein Tiefbau noch nicht eingeleitet.

Die Erzfüllung der Schläuche ist zwar, insofern dieselben der Schichtung folgen, jener von Raibl analog, doch waltet, da viele davon den Klüften nachgehen, eine Füllung der durch Dissolution erweiterten Gangräume vor. Ueber diesen Gegenstand gibt die Sammlung von Ortsbildern, welche Herr Director E. Makuc am Klagenfurter Bergmannstag ausgestellt hatte und mir zur Einsicht überliess, eine ziemlich vollständige Aufklärung, und es wäre zu wünschen, dass diese

Bilder zur Publication gelangen würden. Ihre Zahl beträgt bisher 30 und ich habe davon unter Fig. 25 und 26 (Taf. IV) jene von lagerartigem Typus in die Tafeln aufgenommen, und ferner in Fig. 22 und 23 eine in der Bleiberger Sammlung vorgefundene grössere Erzstufe abgebildet, welche geeignet sind, das lagerartige Vorkommen zu illustriren.

In Fig. 25 erscheint eine aus Lagen von dunklem Kalk, Blende und Bleiglanz, sowie von Baryt bestehende Füllung in ziemlich linearer Ausdehnung, die den Eindruck einer ursprünglichen Ablagerung erweckt; gleich darunter ist aber eine aus denselben Substanzen bestehende Füllung von welliger Gestalt sichtbar, welche an einer Seite am Kalksteine absetzt. Eine Kluft verschiebt beide Lagen in gleichem Sinne, in der einen ist aber Bleiglanz, in der anderen der Baryt auch längs der Kluft, die abgetrennten Theile verbindend, repräsentirt, was auf eine metamorphische, nach der Bildung des verwerfenden Sprunges gebildete Erzablagerung schliessen lässt.

In Fig. 26 ist die Füllung nach zwei Richtungen in gewundenen Lagen von dunklem Kalksteine, Baryt, Blende und Bleiglanz repräsentirt, während in entgegengesetzter Richtung einzelne einander kreuzende dunkle Kalklagen mit einer unregelmässigen Imprägnation von denselben Substanzen verzeichnet sind. Beide Bilder stammen vom Dreier-Schachtel, alte Mannsfahrt unter dem VI. Lauf des Antonstollens in Kreuth.

Die grosse Stufe in Fig. 23 stammt aus derselben Grube von einem nicht näher bestimmten Platze; man bemerkt an derselben eine aus dichtem weissen Kalkstein bestehende Breccie mit zusammengehörenden Bruchstücken, die in einem Schiefermedium eingewickelt sind, deren eine Seite aber deutlich geschiefert ist und auch einzelne Blendeschnüre, sowie eine Bleiglanzschnur zwischen den Schieferlamellen einschliesst. Gegen oben zu stösst die geschieferte Partie mit den Erzschnüren an eine Blende- und Bleiglanzmasse, welche nachträglich in das Schiefermedium hineingebrochen zu sein scheint.

Es war mir darum zu thun, die Erzschnüre genauer zu untersuchen und ich erbat mir die Erlaubniss, von der untersten

Partie der Stufe ein Stückchen abzubrechen, dessen Anschliff Fig. 22 (Taf. IV) wiedergibt. Es kam hierbei ein Quersprung zum Vorschein, welcher die Erzschnürchen nicht nur verwarf, sondern auch knickte, zum Beweise, dass dieser Sprung erst nach der Bildung der Erzschnüre entstand.

Wir treffen hier zum ersten Male mit einer complicirten und noch nicht aufgeklärten Erscheinung, nämlich mit dem sogenannten Kreuzschiefer, zusammen; von Mehreren, die über das Revier geschrieben haben, wird bereits diese Erscheinung erwähnt.²⁾ Man bezeichnet nämlich den dem Kalksteine regelmässig eingelagerten Schiefercomplex mit dem Namen Haupt- und Lagerschiefer und unterscheidet davon Schieferpartien, die in ganz unregelmässiger Gestalt mitunter in dem Kalksteine angetroffen werden, welche häufig eine Schieferung der Schichtung in's Kreuz erkennen lassen und darum Kreuzschiefer genannt werden.

Es drängen sich nun Fragen auf: Ist die Schieferung der im Kalkstein eingeschlossenen Schiefermassen identisch mit der ursprünglichen Schichtung, sind die Kreuzschiefer also Fragmente der Schieferschollen, oder ist die Schieferung dieser Fragmente eine Druckschieferung oder Clivage? Ist die Schiefermasse in der Form von feinem Schlamm nachträglich in den Hohlraum eingedrungen, darin horizontal abgelagert und später erst in die steile Lage gekommen, oder hat die Schlammmasse erst nachträglich eine Druckschieferung erhalten?

Ich bin vor der Hand nicht im Stande, diese Fragen zu beantworten, da ich mich nicht eingehend mit der Sache beschäftigt habe und in Raibl keine derartigen Erscheinungen antraf. In Bezug auf das in Fig. 23 dargestellte Vorkommen bemerke ich, dass mir die ursprüngliche Lage der Stufe in der Grube in der Art, wie sie dargestellt ist, von Herrn Director E. Makuc angegeben wurde, dass die Schichtung, respective Schieferung steil ist, und dass der weisse Kalkstein nachträglich in die Schiefermasse eingedrungen zu sein scheint.

²⁾ Dr. C. F. Peters, „Oesterr. Zeitschrift f. Berg- u. Hüttenw.“ XI, S. 187 etc.; P. Potiorek, *Ibid.*, S. 373 etc.

Die sämmtlichen angeführten Erscheinungsformen des lagerartigen Vorkommens zusammengehalten, wird man wohl nicht auf eine Gleichzeitigkeit der Erzablagerung mit dem Gesteine, sondern auf eine nachträgliche Verdrängung gewisser Gesteinspartien durch die Erze schliessen müssen. Noch deutlicher geht dies aus einigen Ortsbildern der Bleiberger Sammlung hervor, wo die Erze in länglichen und dunkleren Kalkschichten parallel verlaufenden Partien erscheinen. Diese Erzstreifen halten nicht dasselbe Niveau an den dunklen Kalkschichten ein, sondern springen von einer solchen Schichte zur anderen, wobei dieselben Erzspuren an der die Schichtung durchsetzenden Verbindungslinie zu beobachten sind, Anzeichen, dass die Erze nachträglich in das Gestein gelangt sind.

Die meisten Ortsbilder der Sammlung illustriren aber das ader-, respective gangartige Erzvorkommen, ähnlich den in Fig. 24 dargestellten Verhältnissen eines Unterkärntner Bergbaues. Es sind vorwaltend geradlinige, einander unter den verschiedensten Winkeln kreuzende Erzadern, also offenbar Discissionsraumfüllungen. Einige Eigenthümlichkeiten habe ich an einem aus dem Antonstollen in Kreuth stammenden, in Fig. 14 (Taf. III) im halben Maassstabe der Natur dargestellten Handstücke beobachtet.

Ein dichter gelbgrauer Kalkstein ist hier von einem unregelmässigen Adernetz einer fein- oder grobkrySTALLINISCHEN Substanz durchschwärmt, welche mit Salzsäure lebhaft braust und mithin nicht Dolomit, sondern Calcit sein dürfte. Die Configuration des Gesteines zu dieser Substanz ist eine solche, dass man aus derselben darauf schliessen muss, dass die letztere eine Metamorphose der ersteren ist. Nachdem aber die Begrenzungsflächen oft mit feinen Bleiglanzpartikelchen markirt sind, gewinnt es den Anschein, als wenn hier der Bleiglanzabsatz gleichzeitig mit der Metamorphose vor sich gegangen wäre. Partien des Ganzen werden nur von stärkeren Bleiglanz- und Blendeschnüren umkrustet und bilden auf den ersten Anblick eine Anhäufung von an anderen Orten entstandener Umkrustung, die nachträglich hereingefallen sind. Es bedingen dies

unter Anderem auch linsenförmige Körper, die im Innern eine wellige Structur, gleichsam den Rest der Schichtung erkennen lassen. Bei aufmerksamer Betrachtung zeigen sich aber zwischen den einzelnen für umkrustete Kerne gehaltenen Partien von der weissen Substanz umgebene, mitunter sehr enge Streifen von dichten Kalksteinen, die kaum als hereingefallen betrachtet werden können. Das Ganze ist zum Ueberflusse noch von einer Kluft durchsetzt, welche die einzelnen Bleiglanzkrusten verwirft, und an der selbst wieder ein Bleiglanzabsatz zu beobachten ist.

Die an diesem Handstücke beobachtbaren Complicationen sind allerdings zu gross, um darauf eine endgiltige Erklärung anschliessen zu können, zumal ich gestehen muss, dass mir hier Derartiges zum ersten Male vor die Augen gekommen ist. Es scheinen diese Beobachtungen anzudeuten, dass mit der Bildung des Dissolutionsraumes gleichzeitig auch metamorphische Prozesse verbunden waren.

Die Bleiberger Erzfüllung ist auch durch das Vorkommen von Anhydrit als Mineralkruste ausgezeichnet. Es ist dies in der Regel eine feinkrystallinische milchblaue, zuweilen etwas durchscheinende Masse, welche natürlich mitunter in Gyps übergeht. Ich sah dieselbe eine Breccie von heterogenen Kalkfragmenten cementirend, und die Centraldrusen von Bleiglanzkrusten ausfüllend, vermag aber nichts Näheres über ihre genetischen Beziehungen anzugeben. In dieser Beziehung gibt auch das in Fig. 6 dargestellte Anhydrit- und Gypsvorkommen von der Herz Jesu grube bei Miess keine anderen Anhaltspunkte, als dass dasselbe jedenfalls die jüngste Bildung repräsentirt.

Die nördlich von der Bleiberger Hauptverwerfung liegenden Erzlocalitäten kenne ich nicht aus eigener Anschauung, sie sind aber Gegenstand sorgfältigerer Studien des Herrn Dr. R. Canaval, der grosse Analogien mit den Bleiberger Lagerstätten zu constatiren in der Lage ist. Ihm zufolge ist die Trias dieser Gegend in einer eigenen Facies ausgebildet, indem der Bleiberger Hauptschiefer meistens fehlt, dafür

sich aber mehrere Bänke von grauen bituminösen Kalksteinen einstellen, welche in Bezug auf die Erzführung die Rolle des Schiefers übernehmen.

Die Erzlagerstätten (Rubland, Brand und Zebar, Burg und Pöllanberg, Bleiriesen, Matschiedleralpe, Tschökl, Golsernok, Jauken etc.) sind theils gang-, theils lagerförmig, bieten abermals die mannigfaltigsten Beziehungen zwischen Schichtung und Klüftung und sind vielfach in Erzschläuchen ausgebildet, deren Lage von der nahezu horizontalen bis zur verticalen wechselt.

Einige, wie z. B. Rubland, sind vorwaltend Blendelagerstätten mit sehr wenig Bleiglanz, und die meisten führen in der oberen, ober dem Grundwasserspiegel gelegenen Region Galmei. In Rubland und Zebar sind steilstehende ziemlich regelmässige Erzschläuche in steilfallenden dunklen Kalksteinen repräsentirt etc.

In Unterkärnten, respective in dem die östliche Partie des Landes von West nach Ost durchziehenden Kalkalpenzuge sind an vielen Punkten mit Bleiberg Analogie zeigende Lagerstätten bekannt, welche ziemlich allgemein im Liegenden einer ähnlichen Schiefereinlagerung liegen, und mithin auch im grossen Ganzen betrachtet, trotz der Absätzigkeit der Lagerstätten, eine gewisse Continuität zeigen. Wenn Karten vorliegen würden, in welchen die Ausbisse der Schiefer dieses geologisch wichtigen Niveaus sorgfältig eingetragen sein würden, gleichzeitig mit den das Gebirge durchsetzenden Verwerfungsspalten, so hätte man dadurch auch Anhaltspunkte über die Verbreitung der Erzführung gewonnen.

Allein die Störungen in diesem Gebirgszuge sind äusserst mannigfaltig; von ihrer Grossartigkeit bekommt man einen Begriff, wenn man bedenkt, dass die ganze Kette zwischen zwei grossen Verwerfungsspalten verläuft und dass die Erosion zu beiden Seiten kilometermächtige Schichtencomplexe beseitigt hat. So ist dieses, was wir vor uns sehen, gewissermassen ein Rest der einstigen, über weite Gegenden ausgebreitet gewesenen mächtigen Triasablagerung.

Wo man den Versuch gemacht hat, die Schieferausbisse auf einer Karte darzustellen, wie in der Gegend von Miess und Schwarzenbach, hat man erkannt, dass der Schiefercomplex zahlreiche isolirte Mulden und Sättel darstellt, häufig auch gänzlich fehlt, und dass besonders das flexible Schiefermedium zahlreiche Unregelmässigkeiten der Lagerung aufweist.

Nicht nur ist es der eigentliche Hauptschiefer, der die unglaublichsten Positionen und die bizarrsten Gestalten annimmt, sondern auch die in Bleiberg Kluft oder Kreuzschiefer genannte Erscheinung, welche die richtige Auffassung der Lagerungsverhältnisse erschwert. Die in Fig. 5 (Taf. III) dargestellten zwei Umbilder des Helenastollens bei Schwarzenbach sind noch verhältnissmässig einfache Beispiele. Ein complicirteres repräsentirt Fig. 6, das Schiefer- und Anhydritvorkommen am I. Lauf der Herz-Jesugrube bei Miess vorstellend, welche ich der Gefälligkeit des Herrn Bergverwalters Th. Glantschnig verdanke. Um über diese Dinge in's Klare zu kommen, müsste man eine Reihe von parallelen Profilbildern zur Verfügung haben, denn jedes Profil durch diese Verhältnisse ist sehr fern davon, ein Normalbild zu sein. Ich wiederhole somit, was ich bei der Besprechung des Bleibergger Vorkommens aussprach, dass ich derzeit nicht im Stande bin, eine plausible Erklärung dieser Verhältnisse zu geben.

Um aber doch einen beiläufigen Anhaltspunkt über die Lagerungsverhältnisse dieser Reviere zu geben, habe ich in Fig. 4 (Taf. III) eine Profilskizze durch das westliche Thalgehänge zwischen Miess und Schwarzenthal beigegeben, die keinen Anspruch auf Genauigkeit macht, sondern nur den ungefähren Eindruck zu geben bestimmt ist, welchen eine flüchtige Bereisung dieser Gegend in mir erweckte.

Wir finden hier sowohl im Norden an dem Erbstollen, der seinerzeit alle Reviere unterfahren soll, als auch im Süden den Schiefer unter die Thalsole fallen. Ueber ihm liegt der Stinkkalkstein, in dem sich eine Schichte zur hydraulischen Cementbereitung eignet; unter ihm der sogenannte erzführende Kalkstein, in dessen oberen Horizonten sich die Erze anzu-

setzen pflegen. Es fallen die Erzvorkommen von Friedrich, Herz Jesu, Igertsberg und Mušenik ungefähr in die Profilebene; letzteres reicht unter die Thalsohle herab, während die Uebrigen in ganz namhaften Höhen über der Thalsohle liegen. Diese einzelnen Grubencomplexe sind miteinander noch nicht in Verbindung gebracht und ihre Erzlagerstätten erscheinen vorläufig für sich selbst abgeschlossen.

Hinter der Profilebene liegen die Grubencomplexe von Helena, Theresia und Richelsberg etc., vor derselben am rechten Ufer des Miessflusses die Grubencomplexe von Mutz, Maria vom guten Rath und Oswald des Graben-Reviers.

Die Erze treten hier wie in Bleiberg sowohl auf Klüften, als auch auf gewissen Schichten und an der Durchschnittsline beider auf. Gleichviel, ob es also gang- oder lagerförmige Lagerstätten sind, haben dieselben immer die Form von sehr unregelmässigen Erzschläuchen, die selten einen Parallelismus unter einander zeigen, wohl aber die Tendenz, nach ungefähr derselben Richtung einzufallen.

Zahlreiche solche Erzschläuche wurden bereits ganz abgebaut und deren Endschaft in der Tiefe bereits erreicht, desto ungeachtet wurden die Gruben nicht aufgelassen, sondern nach neuen Erzlagerstätten und nach Auffindung von Fortsetzungen der alten beschürft, und vielfach mit grossem Erfolge. Die Erzvorkommen sind allerdings nicht grossartig zu nennen, doch ist es ihre Mehrfachheit, welche eine ziemlich beträchtliche Production des Districtes ermöglicht.

Ich hatte Gelegenheit, eine noch nicht gänzlich abgebaute Erzpartie im Helenenstollen zu sehen; welche etwa 20 m breit, circa 6 m mächtig war und sich auf etwa 4 m steil in die Tiefe zog. Eckige Kalksteinblöcke waren hier mit der Erzmasse, die beinahe aus reinem Bleiglanz bestand, cementirt (die wohl ursprünglich vorhanden gewesene Blende war bereits zersetzt zu einer galmeiähnlichen, rostfarbigen, das Gestein imprägnirenden Masse, welche hier mit dem Namen Brandten bezeichnet wird). Erfahrungsgemäss ergibt die Lagerstättenmasse etwa 60% Bleiglanz.

Wenn man nun annimmt, dass diese Masse ringsum von ganz taubem Kalksteine umgeben wird, so fragt es sich, wie das scheinbar von allen Seiten abgeschlossene Kalkmedium zu einer Breccie mit mehr oder weniger zusammengehörigen Bruchstücken zertrümmert werden konnte. Offenbar durch laugende Flüssigkeiten (die durch eine ganz unscheinbare Spalte, an welcher eben der Erzstock liegt, eingedrungen sind), die einen weiten Dissolutionshohlraum gebildet haben, dessen Dach und Wände einbrachen.

In Fig. 24 (Taf. IV) ist ein Ortsbild des Erzstockes am Theresiastollen dargestellt, welches ich ebenfalls der Freundlichkeit des Herrn Bergverwalters Th. Glantschnig verdanke, das aber eine viel bescheidenere Erzführung zeigt. Es sind nämlich ziemlich unregelmässige Erzadern wahrnehmbar, und trotzdem das ursprüngliche Gestein nicht von den gewiss auch hier vorkommenden feinkrystallinischen Metamorphosen desselben abgegrenzt erscheint, so kann man doch erkennen, dass die Discissionserscheinungen vorgeherrscht haben dürften. Auch hier ist die Blende bereits in Galmei und in Brandten umgewandelt, und zwei mit „festem angeschwemmtem Letten“ gefüllte Hohlräume deuten auf die mit dieser Zersetzung verbundenen secundären Dissolutionserscheinungen.

Im Grabenreviere wurde im Oswaldstollen ein ganz eigenthümliches Erzvorkommen angetroffen, welches von Herrn A. Brunlechner als Sphärenerz von Miess beschrieben wurde.¹⁾ Meiner Ansicht nach sind dies einfach mit Bleiglanz und Dolomitspath umkrustete Gesteinskerne, wie man sie auch auf anderen Erzlagerstätten findet. Man muss aber das lose Vorkommen von dem eingewachsenen unterscheiden. In Bezug auf ersteres habe ich zahlreiche Exemplare in Händen gehabt und mich überzeugt, dass der Kern ursprünglich ein Gesteinsbruchstück war, auf welches sich zuerst die Bleiglanz- und sodann die Dolomitkruste ringsherum ansetzte. Letztere zeigt stets nach auswärts gerichtete Krystallspitzen und nach

¹⁾ A. Brunlechner, Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt. 1888, XXXVIII, S. 311.

ihrer Beseitigung bemerkt man dies, allerdings in einem minder deutlichen Grade, auch an der Aussenfläche der Bleiglanzkruste.

Der Kern ist häufig sehr angegriffen, porös und in einzelnen Partien bis auf einige Reste ganz aufgelöst. In diesen Hohlräumen des Gesteinskernes beobachtete Herr A. Brunlechner krystallinische Gyps-, Cerusit- und Galmeiaggregate als Neubildungen.

Auch die Erscheinung, dass Klüfte den ganzen umkrusteten Gesteinskern durchsetzen und derartig verwerfen, dass nicht nur die beiden Mineralkrusten, sondern auch der Gesteinskern entblösst sind, habe ich an meinen Exemplaren beobachtet, hingegen nicht den Fall, dass kein Gesteinskern, sondern nur ein centraler Bleiglanz vorliegt, der von der Dolomitkruste bedeckt wird. Herr A. Brunlechner bemerkt allerdings, dass der Bleiglanz kern selten ganz compact, sondern meist porös ist und nebst den Neubildungen Dolomitpartikelchen einschliesst. Es scheint somit in diesen Fällen der Gesteinskern nachträglich theilweise aufgelöst worden zu sein.

In Bezug auf das eingewachsene Vorkommen kann ich aber der Auffassung Herrn A. Brunlechner's noch weniger zustimmen. In seiner Fig. 6 (l. c. S. 317) erscheinen die umkrusteten Kerne in eine krystallinische Masse eingeschlossen und im Texte nennt er dieselbe festen späthigen Dolomit. In meinem Exemplare ist das Cement entschieden Dolomitspath. Man hat es also keineswegs mit Dolomitgestein, sondern mit Dolomitspath zu thun, die Sphärenerze sind also nicht in einem Gesteine eingewachsen, sondern von einem krystallinischen Krustenminerale umhüllt, welches auch anderweitig, meist als letzte und jüngste Mineralkruste oder als Erfüllung der Centraldruse auftritt. Gegenwärtig ist allerdings das Erzmittel am Oswaldstollen, welches Sphärenerze führte, ganz abgebaut, aber Herr Bergverwalter Th. Glantschnig war so freundlich, über meine Bitte ein Bild anzufertigen, in welchem die Position der eingewachsenen und der losen Sphärenerze nach seiner Erinnerung angedeutet war. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die letzteren durch Auflösung der sie einschliessenden

Mineralkruste entstanden sind; indem sie aus einem höher gelegenen eingewachsenen Vorkommen isolirt wurden, konnten sie in die nächste tiefer gelegene Höhlung gleiten und die Ansammlungen verursachen, welche dem obigen Bilde entsprechen.

Herr A. Brunlechner hat irrthümlich die die Sphären-erze umschliessende Substanz für ein Gestein gehalten und musste deshalb zu einer verwickelten Erklärung, zur Annahme von Metamorphie, Wachsthum der Substanz von aussen nach innen etc. greifen; so konnte er die ganz deutlich ausgesprochene Erscheinung der umkrusteten Kerne gänzlich verkennen. Diese findet überall da statt, wo Gesteins- oder ältere Mineralkrustenfragmente in den Canal, in welchem Minerallösungen circuliren, hineingelangen, nicht sofort fixirt werden, sondern Aenderungen in ihrer Lage erfahren, so dass sich das Mineral-Präcipitat ringsherum ansetzen kann.¹⁾

Das Auftreten der Sphärenerze, respective der umkrusteten Kerne, beweist, dass ähnliche Vorgänge auch in unseren Erz-lagerstätten stattgefunden haben, dass also dieselben keine Ausnahme von der Regel bilden.

Uebrigens scheinen auch in Unter-Kärnten, nach einer in der gelegentlich des Bergmannstages in Klagenfurt ausgestellt gewesenen Stufe zu urtheilen, auch Röhrenerze nach dem Muster jener von Raibl repräsentirt zu sein, doch hatte ich nicht Gelegenheit, die Sache genauer zu untersuchen.

Die Unter-Kärntner Erzvorkommen sind zu zahlreich und vielfach in entlegenen und schwer zugänglichen Gegenden situirt und haben ausser einigen gelegenheitlichen, vorwaltend flüchtigen Beschreibungen noch keinen Monographisten gefunden, der sich mit ihnen eingehend beschäftigt hätte, was umsomehr zu bedauern ist, als die Erzkörper von verhältnissmässig geringem Umfang bald abgebaut, und die Aufschlüsse daran bald unzugänglich werden.

¹⁾ Vergl. F. Pošepný, The genesis of Ore-Deposits. Crusted rock-kernels, S. 48, 58 etc. — Transact. of the Amer. Inst. of Mining Engineers. 1893, XXII.

Ich lasse die mir bekannt gewordenen Literaturquellen folgen:

- A. v. Morlot, Ueber Obir und Petzen. Haidinger's Bericht d. F. d. N. 1849, V, S. 214.
 B. v. Cotta, Freiburger Zeitschr. 1863.
 M. V. Lipold, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1856, S. 332, 1856, S. 369, 1863, Verh. 7. April.
 J. Hillinger, Jahrb. d. national-historischen Landesmuseums. Klagenfurt 1863, VI.
 A. Gobanz, Ibidem. 1868, VIII.
 A. Brunlechner, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1888.

Sardinien.

Im Südosttheil der Insel Sardinien finden wir in der Umgegend von Iglesias eine Gruppe von Lagerstätten im Kalksteine, die mit den hier in Behandlung stehenden eine grosse Analogie haben. Diese Kalksteine, deren geologisches Alter wegen ihrer Petrefactenarmuth noch nicht genau bestimmt wurde, sind jedenfalls paläozoisch und treten in unmittelbarer Nachbarschaft von paläontologisch bestimmten cambrischen und Silurgesteinen auf.

Leider ist in diesen Kalksteinen die Schichtung zuweilen undeutlich, woraus mehrfach eine Unklarheit in den Lagerungsverhältnissen resultirt, die sogar auch die auf die Erzführung bezughabenden Schlüsse beeinträchtigt.

G. Zoppi, dem wir eine Monographie dieses Erzdistrictes verdanken ¹⁾, unterscheidet unter den Blei- und Zinklagerstätten im Kalksteine echte Gänge, Lagerstätten am Contacte und in Erzsäulen (giacimenti in colonna). Die ersteren, die wohl häufig Erzablagerungen in durch Dissolution erweiterten Gangräumen repräsentiren dürften, übergehend, bemerke ich, dass die Erze der beiden anderen Gruppen zwar nicht unmittelbar am Gesteinscontacte auftreten, aber diesem, wie in Kärnten, immer nahe stehen.

¹⁾ G. Zoppi, Descrizione geologico-mineraria dell' Iglesiente. Pubblicata a cura del R. Ufficio Geologico. Roma 1888. Referat Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1892, XL, S. 277.

Fig. 20 (Taf. IV) repräsentirt das Vorkommen von S. Giovanni in der Nähe von Iglesias. Steilgeschichtete Silurschiefer stossen an den erzführenden Kalkstein, dessen Schichtung hier ebenfalls steil und der Gesteinsscheidung parallel sein soll. Die Erze verlaufen in einer gewissen Distanz von der Gesteinsscheidung, zu dieser ebenfalls parallel. In der Nähe bei S. Giovanni sollen auch Erzsäulen, respective unsere Erzschläuche repräsentirt sein.

Aehnliche Profile bieten nach Zoppi die Bergbaue von Nebida und von Masua mit dem Unterschiede, dass sich die Contactfläche beim ersteren steil gegen den Kalkstein, beim letzteren steil gegen den Schiefer neigt.

Nicht so einfach sind die Verhältnisse in Monteponi, einem der productivsten Bergbaue Sardinien, welcher für uns wegen der Ausbildung der Erzschläuche und einer gewissen Analogie mit Bleiberg ein grosses Interesse hat.

Zwei Kalksteinrücken, der von Monteponi im Norden und jener von S. Giorgio im Süden, sind durch eine Thal-depression getrennt, welche aus steil fallenden Silurschiefern besteht. An einer Stelle haben sich auch im Thale horizontale Bänke von Eocängesteinen erhalten, zum Zeichen, dass diese Depression ein vortertiäres Alter hat, und dass hier grosse vor- und nachtertiäre Erosionswirkungen stattgefunden haben. An beiden Seiten dieser Depression existiren Bergbaue, doch will ich nur den nördlichen etwas näher in's Auge fassen, soweit dies die Ergebnisse meines flüchtigen Besuches in diesem Frühjahr möglich machen.

Die erzeichsten Lagerstätten wurden am Südabhange dieses Rückens in der unmittelbaren Umgegend von Monteponi aufgeschlossen, ein bescheideneres Vorkommen existirt in nordwestlicher Richtung bei S. Marco. Erstere wurden durch successive, immer tiefer angesetzte Stollen bis unter den Horizont des Thales verfolgt, wobei auf grosse Wassermengen gestossen wurde. Nachdem die stärksten Wasserhebmaschinen die Wässer nicht gewältigen konnten, entschloss man sich zu der Anlage eines in der Nähe der Meeresküste angesetzten

Erbstollens, der etwa in 6 km die Hauptschächte erreichen und die Wässer um etwa 60 m deprimiren würde. Während die im Schiefer getriebene Stollenstrecke nahezu trocken war, stellte sich plötzlich mit der Anfahrung des Kalksteins ein ungeheurer Wasserzufluss ein, und die Wässer sanken in allen umliegenden Bergbauen. Daraus sieht man, dass das Kalkgebirge hier sehr wasserlässig ist, und dass der Schiefermantel diesen Wässern keinen Abfluss gestattet.

Ich verdanke der Freundlichkeit des Herrn Bergdirectors E. Ferraris eine Uebersichtskarte, in welcher der Verlauf des Contactes zwischen dem Kalksteine und Schiefer verzeichnet ist. Derselbe ist keineswegs geradlinig, sondern bildet ganz ansehnliche Ein- und Ausbuchtungen. Oestlich von den Hauptschächten Vittorio Emmanuele und Sella erstreckt sich eine Schieferzunge ziemlich weit in das Kalkgebirge, aber in den unterirdischen Schlägen am Pellegrini- und Albasinihorizonte verquerte man in der Nähe dieser Zone meist nur Schieferthone.

In der Nähe der Mundlöcher des Vesme- und S. Severinostollens verquerte man ebenfalls Schieferthone, und zwar in einer nabezu ostwestlich streichenden Zone, welche die südwestliche Spitze der Kalksteinmasse abschneidet, und Kohlenstücke enthalten haben soll, welche Aehnlichkeit mit der in der Nähe abgebauten Eocänkohle hatten.

Kohlenähnliche, im Schieferthone eingewickelte Fragmente zeigte mir Herr Director E. Ferraris auch an einigen Stellen am Horizonte Cavour, ferner sah ich am Tage Hohlräume im Kalkstein mit einem rothen Thone voll von Knochen kleiner Säugethiere ausgefüllt. Diesen Anhaltspunkten zufolge dürfte in die Spalten der paläozoischen Gesteine mehrfach auch neozoisches Material hineingekommen sein, worüber allerdings nähere Daten fehlen.

Die reichsten Lagerstätten werden von Erzscläuchen oder Erzsäulen gebildet, die eine flache Neigung gegen Süd haben und meist durch Projectionen in die Westostebene zur Darstellung gelangen. Die Besucher der Weltausstellungen

werden sich dieser Bilder, die übrigens den meisten über *Monteponi* handelnden Abhandlungen beigegeben sind, erinnern. Auch ich lege unter Fig. 18 ein solches Bild im Aufrisse vor, füge aber unter Fig. 19 den entsprechenden, der Abhandlung von *Sella*¹⁾ entnommenen Grundriss hinzu, in welchem die Erzscläuche nicht ihrer ganzen Erstreckung nach eingezeichnet sind, sondern mit Zuhilfenahme des Aufrisses hinzugedacht werden müssen.

Ich will zuerst berichten, wie man sich die Erzlagerungsverhältnisse bisher vorgestellt hat, und dann einige meiner eigenen Beobachtungen hinzufügen. Ueber den Gegenstand äussern sich alle Berichterstatter: *Q. Sella*, *E. Ferraris* und *G. Zoppi* ziemlich gleichförmig.

Sie nehmen an, dass der aus Kalkstein mit untergeordneten Schieferbänken (*piccoli banchi subordinati di scisto argilloso*²⁾ bestehende Schichtencomplex steil nach Osten fällt, dass die Erzsäulen einzelnen Schichten folgen, und an den Contactflächen von Kalk und Schiefer besonders erreich sind.

Um möglichst genau in diese Auffassung einzudringen, gebe ich einiges Detail, welches *G. vom Rath*³⁾ aus der Abhandlung von *E. Ferraris*⁴⁾ hervorhebt:

„Die Erzsäulen sind einer gewissen Anzahl von Schichtenflächen des Kalksteins angeordnet, so zwar, dass eine jede dieser Flächen eine bis fünf bauwürdige Säulen birgt. Die Säulen einer und derselben Schichte sind einander parallel, sie verbinden sich in Fällen grossen Reichthums auch wohl, wenn gleich selten, miteinander. Die Ausdehnung der Säulen in der Richtung des Streichens schwankt zwischen 1 und 40 *m*. Quer gegen die Schichtflächen kann die Mächtigkeit der Säulen auf

¹⁾ Relazione del Deputato *Sella* sulle Condizioni dell' Industria mineraria nell' isola di *Sardegna*. 1871, Tav. B.

²⁾ *Cenni sulla miniera di Monteponi*. Roma 1881.

³⁾ *G. vom Rath*, Reisebericht. Sitzungsberichte der Niederrheinischen Gesellschaft für Naturkunde zu Bonn. 1883, S. 40.

⁴⁾ *E. Ferraris*, Memoria geognostica della miniera di *Monteponi*. Torino 1882.

10 m steigen, während sie gewöhnlich $1\frac{1}{2}$ m beträgt. Ihre verticale Ausdehnung ist sehr bedeutend, meist noch unbekannt. Ihre Neigung ist in den verschiedenen Schichtflächen eine etwas verschiedene, wenngleich alle in Südost einfallen. Jede bewahrt mit grösster Regelmässigkeit ihre Richtung in jeder Teufe, so dass es möglich ist, mit Genauigkeit den Durchschnittspunkt irgend einer Säule mit einer beliebigen Ebene anzugeben. Die Neigung der Säulen scheint im Zusammenhang zu stehen mit der Richtung der nächsten Contactfläche zwischen Kalk und Schiefer, denn sie folgen dieser Fläche. Während die Achse jeder Säule als vollkommen geradlinig betrachtet werden darf, wechselt die relative Stellung der Säulen für jede Horizontalebene, welche die Säulenbündel schneidet.“

Das herrschende Erz, Bleiglanz, ist in Körnern dem Kalksteine beigemennt; nur in der Mitte der Säule verbinden sich die Erzkörner zu einem geschlossenen, ganz ähnlichen Erzkörper, welcher von Thon, Eisenocker, Baryt oder sandigem Quarz begleitet ist. Häufig treten, durch Zersetzung von Bleiglanz entstanden, bedeutende Massen von Weissblei auf, gewöhnlich begleitet von eisenschüssigen Thonen. Die Säulen weisen häufig tiefgreifende Zersetzungen durch Tagwasser auf, sind zuweilen in kaminähnliche Räume umgewandelt; auch finden sich secundäre Ausfüllungen von Thon oder bleihaltigen Sanden, oder auch von grossblockigem Schutt, dessen Theile mit Kalk cementirt sind. Der Adel einer Säule ist höchst schwankend, so dass selbst eine solche von grossem Reichthum in einer bestimmten Tiefe vollkommen erzfrei sich darstellen kann. Dieser Wechsel im Adel steht im Zusammenhange mit der Beschaffenheit des Nebengesteins. Am günstigsten wirkt auf den Adel der Säule der Contact von Kalk und zu weissem Thon zersetzter Schiefer; das Erz bildet zusammenhängend mächtige Körper. Weniger günstig wirkt ein mittelfester, röthlicher Kalk, indem in ihm das Erz zwar noch ansehnliche Knauer, doch keine geschlossenen Körper mehr bildet. Harter löcheriger Kalk bedingt, dass die Lagerstätte fast immer taub

ist. Zerreiblicher Thonkalk und röthliche, plastische Thone führen, gleichsam zufällig, Bleiglanzknauer, die zuweilen zu colossalen Dimensionen anwachsen. Sandiger Quarz und Thon sind vorzugsweise Begleiter des Erzes in den reichen Säulen; es folgen in Hinsicht des Adels die Säulen ohne Gangart, dann diejenigen mit eisenschüssiger Ausfüllungsmasse (solche Säulen nehmen im nördlichen Felde Zinkerze auf), endlich pflegt der Schwerspath die ärmsten Säulen zu erfüllen. Das letztgenannte Mineral tritt in den Säulen von bedeutender Ausdehnung und geringem Silberhalt auf. Das Bleierz ist dann innig mit dem Schwerspath verwachsen. Der Halt an Silber überschreitet nicht 10 g im Quintale (100 g pro Tonne), während der Bleiglanz in den reicheren Säulen, welche eine eisen- und zinkhaltige Gangart führen, bis auf 50 g (500 g pro Tonne) steigt. Die Bleiglanzknauer im festen Kalke enthalten etwa 20—30 g (200—300 g pro Tonne) Silber.

Locale Veredlungen der Säulen wurden namentlich unter folgenden Bedingungen beobachtet: wenn das Erz die Achse einer Säule verlässt und auf einer benachbarten Schichtfläche ihre parallele Richtung wieder aufnimmt; das die beiden Säulentheile verbindende Knie pflegt dann mit einer compacten, sehr reichen Erzmasse erfüllt zu sein. Ferner können auch zwei benachbarte Säulen in der Weise sich zu einer einzigen verbinden, dass der sie trennende Zwischenraum sich mit Erz anreichert. Diese Vereinigung zweier Säulen liefert die allerreichsten Erzanbrüche etc.

Ich muss gestehen, dass ich Einiges dieser hier wörtlich mitgetheilten Auffassung nicht recht verstehe. Wenn der Ausdruck *Banchi* dem deutschen Begriff *Bänke* entspricht und nicht *Schichten* bedeutet, so kann man sich leicht den Fall vorstellen, dass zwei Säulen quer durch die *Bänke* verbunden sein können. Schwieriger wäre dies bei der Annahme, dass die Säulen streng auf eine Schichte gebunden wären.

Zur Zeit meiner Anwesenheit waren die Erzsäulen nicht im Abbaue und in den Querstrecken vermochte ich die Schichtung nicht deutlich wahrzunehmen, sondern konnte nur hie und da das

Gestein in Bänke zertheilt bemerken. Wenn nicht in mehreren Berichten von einer deutlich wahrnehmbaren Schichtung gesprochen würde, müsste ich annehmen, dass man hier eine parallele Zerklüftung irrthümlich für die Schichtung ansah.

Einige Erzvorkommen, die ich zu sehen Gelegenheit hatte, lagen auf Klüften und die Erze in einem ganz ausgesprochenen Dissolutionsraume im Gestein ausserhalb der Kluft, respective Gangspalte.

Es wird angenommen, dass der ganze Kalkrücken aus einem steil nach Ost fallenden Schichtencomplexe besteht; ich traf aber am Tage an mehreren Orten eine abweichende Schichtung, so an dem Wege gegen S. Marco eine flache Neigung der Schichten nach Westen, und am Sattel zwischen der eigentlichen Kuppe von Monteponi und dem Rücken oberhalb S. Marco sogar eine horizontale Schichtung. Obzwar hier das untrügliche Criterium der Schichtung nicht durch einen Wechsel von verschiedenen Gesteinsarten vertreten war, so glaube ich doch nicht, dass ich mich täuschte, und würde also dem Kalkrücken einen welligen Schichtenbau vindiciren. Dies hätte aber die Folge, dass die Partie, in welcher die Erzsäulen auftreten, viel eher unter steilem Falle nach Ost zerklüftet als geschichtet ist, und dass sich die Säulen eigentlich auf Klüften ausgebildet haben.

Dann wäre es auch leichter zu begreifen, warum sich in einer und derselben Gesteinsbank mehrere Erzsäulen finden, umso mehr, wenn man annimmt, dass die Lagerung der Kalksteinschichten die Klüftung kreuzt; dann würde auch ein Grund für den verschiedenen Neigungswinkel der Säulen vorliegen.

Fig. 21 (Taf. IV) repräsentirt einen Durchschnitt der reichen Partie von Monteponi in der Richtung der Säulen; er ist der Abhandlung von Zoppi (l. c. Taf. XVII) entnommen und gibt dreierlei Neigungswinkel derselben an. Die Gesteinsgrenze zwischen dem Kalkstein und dem Schiefer ist aber von Zoppi in der Form einer krummen Linie gezeichnet worden, so dass der Silurschiefer den erzführenden Kalkstein unterteuft. In Uebereinstimmung mit Herrn Director E. Ferraris glaube

ich aber, dass die Gesteinscontactfläche von dem Kalksteine steil abfällt.

Aus diesem Bilde geht auch eine Analogie der Verhältnisse mit den Contactlagerstätten nach dem Muster von S. Giovanni hervor; statt einer continuirlichen, der Contactfläche parallelen Erzzone ist hier eine Reihe von Erzsäulen entwickelt, welche eine entschiedene Neigung zu der Contactfläche haben, und sie in grösserer Tiefe auch erreichen dürften. Bei der Beschreibung des Erzvorkommens hat man diese der Contactfläche nächsten und reichsten Säulen vorwaltend vor Augen gehabt; aus einigen Andeutungen in dieser Beschreibung scheint hervorzugehen, dass sich im Liegenden dieser Säulen mehrere andere an einer und derselben Bank oder Kluft einstellten, welche vorwaltend Blende- und nachdem dieselbe meistentheils bereits zersetzt ist, Galmeilagerstätten repräsentiren.

In den Aufrissen des Grubencomplexes, wie Fig. 18 zeigt, ist die Schichtung mit geraden Linien offenbar nur schematisch gezeichnet und darunter einige angebliche Schieferbänke, denen ich eigentlich bei der allerdings nur flüchtigen Befahrung der Grube gar nicht begegnete, sondern vielmehr zersetzten Schieferthonen, die vielleicht viel jüngere Spaltenausfüllungen sind, so dass ich an der Richtigkeit dieser Aufrisse zu zweifeln in der Lage bin.

Uebrigens wurde bisher auch ein geologisch sehr wichtiger Factor des Revieres übersehen, nämlich das Vorkommen von dioritartigen Eruptivgesteinen. Eine ansehnliche Partie davon ist am westlichen Abhange des Berges entblösst und eine zweite Partie hat man eben zur Zeit meines Besuches am Südabhange bei der Anlage einer neuen Bremsbahn angetroffen.

Erst eine genauere, objective geologische Aufnahme der Tag- und Grubenaufschlüsse, wie sie vor Kurzem angegriffen wurde, kann uns über den eigentlichen Stand der Dinge belehren.

Eureka in Nevada.

In den Vereinigten Staaten von Nordamerika finden wir an zahlreichen Orten unsere Erzlagerstätten vertreten, und zwar mitunter auch silber- und goldführend. Ich will an dieser Stelle bloss das Vorkommen von Eureka in Nevada anführen. Es ist hier ein ziemlich mächtiger cambrischer Kalkstein, in welchem an einer Seite einer namhaften Verwerfungsspalte die Erze aufsetzen.

Das Profil in Fig. 12 (Taf. III) soll die Lagerungsverhältnisse des Vorkommens andeuten. Es ist der mit vielen Karten und Profilen illustrierten Monographie von J. S. Curtis¹⁾ entnommen, respective aus mehreren Profilen schematisirt. Das Liegende des Kalksteins bildet ein Quarzit (Prospect Mountain Quarzite), wobei an der Contactfläche trotz ihres sehr unebenen Verlaufes mehrfache Rutscherscheinungen zu beobachten sind. Darauf folgt ein vielfach zertrümmerter Kalkstein, der gegen das Hangende von einer steilen Verwerfungskluft begrenzt und gegen die Tiefe ausgeschnitten wird. Im Hangenden der Verwerfungskluft kommt unzertrümmerter geschichteter Kalkstein und weiter einige schieferige und sandige Glieder des cambrischen Schichtencomplexes vor.

Die Erze kamen in dem zertrümmerten Kalksteine und ober dem Grundwasserspiegel vor, der hier erst in einer namhaften Tiefe angetroffen wurde; es herrschten Oxydations- und Chlorisationsproducte vor, tiefer stellten sich aber Schwefelverbindungen ein. Der Metallinhalt war durchschnittlich 150 kg Blei, 790 g Silber und 25 g Gold pro Tonne. In der oberen Region herrschte Bleicarbonat mit Chlorsilber und Gold. Hie und da liess sich noch ein Kern von Bleiglanz unterscheiden als Beweis der erfolgten Zersetzung.

Das Erz bildete vorwaltend eine gelbliche, poröse Masse und hatte die Gestalt von Nestern verschiedenster Grösse, zuweilen aber auch stockartiger Räume von bedeutendem Raum-

¹⁾ J. S. Curtis, Silver Lead Deposits of Eureka N. S. Geolog. Survey Monograph. VII. Washington 1884.

inhalte und langgestreckten Erzsclhäuchen, welche im Allgemeinen dem Fallen der Verwerfung, häufig aber im falschen Verfläichen derselben niedergingen. In unserem Profile sind zwei dieser horizontal ziemlich weit auseinanderliegenden Erzsclhäuche combinirt, und erscheinen als ein einziger im wahren Verfläichen verlaufender Erzscllauch.

J. S. Curtis wollte an diesen Erzmitteln keine Crustification erkennen, glaubte nicht, dass sie eine Ausfüllung von Hohlräumen darstellen, sondern nahm an, dass sie durch Verdrängung des Kalksteins, durch Metasomatie entstanden. Ich habe aber 1876 schon in den oberen zersetzten Regionen der Richmondgrube eine allerdings undeutliche Crustification beobachtet, und bin überzeugt, dass sich dieselbe in der tieferen Region an aus Schwefelverbindungen bestehenden Erzen deutlicher gezeigt haben wird, besonders wenn die Erzstücke angeschliffen wurden.

Meiner Auffassung zufolge haben wir hier Erzstöcke und Erzsclhäuche vor uns, welche dieselbe Structur zeigen müssen, wie die Kärntner Vorkommen, welche sich aber natürlich durch den Silber- und Goldhalt sehr wesentlich unterscheiden. Auch der Kalkstein unserer und, wie wir sehen werden, auch der nordenglischen Lagerstätten ist zuweilen zertrümmert.

Wenn es erlaubt war, die erwähnten zwei zwar nicht in ein Profil fallenden, doch gleichgerichteten Erzsclhäuche zu verbinden, so sehen wir abermals, dass dieser Schlauch zwar ungefähr an eine Schichte gebunden ist, in derselben aber gewissermaassen einen diagonalen, von der Hauptverwerfung ausgehenden Canal repräsentirt.

In Bezug auf die sonstigen Verhältnisse verweise ich auf mein bezügliches Referat. ¹⁾

Nord-England.

Bisher haben wir die besprochenen Lagerstätten in mächtigen Kalksteinen auftreten sehen und müssen wohl auch

¹⁾ F. Pošepný, Die Erzlagerstätten von Eureka in Nevada. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1885, XXXIII.

einen Fall betrachten, wo sich dieselben in verhältnissmässig schmalen, mit anderen Sedimentschichten wechsellagernden Kalkbänken finden. Es ist dies vielfach der Fall in Nord-England, in den Grafschaften Northumberland, Durham, Cumberland und Westmoreland.

Ich will nur den Alston-Moordistrict in Cumberland als Beispiel anführen, wo verschiedene Gesteine der Kohlenformation miteinander wechsellagern. In einer Gesamtmächtigkeit von 316 *m* haben Kalksteine einen Antheil mit 56, Sandsteine mit 106 und Schiefer mit 154 *m*, und jede Schichte führt bei den Bergleuten einen eigenen Namen, darunter die circa 22 *m* mächtige Kalksteinschichte den Namen Great Limestone.

Zwei Systeme von Erzgängen, wovon das eine ungefähr nach Ost, das andere ungefähr nach Nord gerichtet ist, durchsetzen den District, verwerfen die Schichten, so dass dieses Terrain ein classischer Boden für das Studium der Verwerfungserscheinungen ist. Jedes Gestein hat seine Eigenthümlichkeiten in Bezug auf die Bildung des Spaltenraumes, und der Kalkstein als auflösliehes Gestein muss natürlich vielfach auch Dissolutionserscheinungen wahrnehmen lassen, und ist überhaupt für die Erzführung das günstigste Gestein.

Hie und da bricht aber die Füllung des Spaltenraumes auch in den Kalkstein und bildet hier Erzsclläuche von oft grossem Erzreichthum und ganz ansehnlicher Längenerstreckung, die sogenannten Flats. Eine solche Erscheinung stellt Fig. 27 in der Situation dar, nämlich einen Theil des Nent-Headrevieres mit einem an der Handsome Mea Cross Vein liegenden flachen Erzscllauch. Es pflegen in den Fachschriften verschiedene Bilder davon vorzukommen, die meist den Erzscllauch ganz isolirt zur Darstellung bringen. Ich ziehe es vor, denselben mitten in dem Netze von Erzgängen aus einer Revierkarte von W. Wallace¹⁾ darzustellen.

¹⁾ W. Wallace, The laws which regulate the deposition of lead ore in veins of Alston Moor. London 1861.

Im Original sind die Ausbisslinien zahlreicher Gesteinsschichten eingezeichnet, ich habe aber nur jene der *Great Limestone* ausgeschieden. Die erreichsten Partien der Gänge sind durch Kreuze an der Trace hervorgehoben und da bemerkt man, dass hier, sowie überhaupt in dem ganzen Districte von *Alston Moor* die diesen Kalkstein durchsetzenden Erzgänge die erreichsten sind, was wohl auch mit ihrer grösseren Mächtigkeit, die aus der Erweiterung des Spaltenraumes durch Dissolution hervorgegangen sein dürfte, zusammenhängt.

Es ist auch eine reiche Partie des *Handsome Mea Crossganges* bemerkbar gemacht, an welcher wahrscheinlich die Erzführung mit dem Erzschnauche communicirte. *W. Wallace* legt in seiner Abhandlung das Hauptgewicht auf die erzführenden Gänge und die durch sie veranlassten Verwerfungserscheinungen; er erwähnt die *Flats* überhaupt nur nebenbei. Seine Ansicht geht aus einem Bilde hervor, welches ich unter Fig. 28 (Taf. IV) wiedergebe. Er stellt sich nämlich vor, dass schon der Spaltenraum des Ganges im Bereiche des *Great Limestone* so gross war, dass sich das Hangende ablösen, in Form einer Scholle einbrechen und so Veranlassung dazu geben konnte, dass sich das Erz in einen Raum ausserhalb seiner Gangspalte begab.

Ich glaube aber nicht, dass diese Erklärung zutrifft, denn eine Unzahl von verschiedenen kleinen Klüften verkreuzt den Erzschnauch, der denselben aber nicht folgt, sondern trotz vielfacher Windungen seine Richtung im Streichen der Schichtung beibehält.

Es darf nicht vergessen werden, dass die Erscheinung von Erzen in einem Dissolutionsraume zur Zeit *W. Wallace's* noch nicht nachgewiesen war und dass man damals für die Auffassung der Erzlagerstätten nur die Discussion in Anspruch nahm.

In England spielen die Eruptivgesteine keine besondere Rolle; es kommen zwar auch Tuffbänke in der Kohlenformation vor, gelten aber für nichtgünstig in Betreff der Erzführung, indem sich in ihnen die Gangspalten zu verengen oder ganz zu schliessen pflegen.

Leadville in Colorado.

Um ein von Eruptivgesteinen beeinflusstes ähnliches Vorkommen vorzuführen, will ich die Erzlagerstätte von Leadville in Colorado kurz beschreiben. Es ist dies ein sehr productiver Erzdistrict, der vor Kurzem aufgeblüht ist, über welchen wir eine grosse Monographie von S. F. Emmons besitzen, so grossartig, wie sie wohl kein Revier sonst besitzt. ¹⁾

An dem westlichen Abhange des Mosquito-Gebirgsrückens erscheint in welliger Lage eine Reihe von paläozoischen Schichten und darunter auch Kalksteinen mit intrusiven mächtigen Eruptivgesteinsmassen. Diese breiten sich über eine grosse Fläche aus; aber auf einem verhältnissmässig beschränkten Raume in der Umgebung von Leadville erscheinen darin, und zwar am Contacte zwischen Porphyry im Hangenden und Kalkstein im Liegenden reiche Blei-Silberlagerstätten, welche in der ober dem Grundwasserspiegel liegenden Bergbauregion vorwaltend aus Bleicarbonat bestanden, in grösserer Tiefe aber aus Schwefelverbindungen, analog dem Verhältnisse der Erze von Eureka, nur mit dem Unterschiede, dass sie hier goldarm waren.

Anfangs wurde diese Erzlagerstätte für ein Lager gehalten, wobei man allerdings nicht auf eine Gleichzeitigkeit der Erze mit dem Gesteine denken konnte, sondern eine nachträgliche Entstehung der Erze in Dissolutionsräumen des Kalksteines oder nachdem eine Crustification in ihrer Structur nicht bemerkt wurde, eine metasomatische Bildung durch Verdrängung des Kalksteins annahm.

Im weiteren Fortschritt des Betriebes zeigte sich aber, dass die Erze keine lagerartige, sondern eine schlauchförmige Gestalt haben und sich die einzelnen, miteinander zuweilen verbundenen Erzschläuche mit wenigen Ausnahmen an dem Contacte zwischen Porphyry und Kalkstein befinden. Fig. 11 (Taf. III) repräsentirt ein Profil durch den Mc Keanschacht des Iron Hillrevieres von Leadville nach A. A. Blow. Von oben

¹⁾ Emmons, Geology and Mining Industry of Leadville. N. S. Geol. Survey Monograph. XII. Washington 1886.

nach unten werden da folgende einzelne Gesteinslager unterschieden, deren Namen in der Figur mit Anfangsbuchstaben gekürzt erscheinen: W. P. = White porphyry, B. L. = Blue limestone, G. P. = Grey porphyry, W. L. = White limestone, L. Q. = Lower Quarzite, G. = Granit.

Der ganze Erzdistrict ist von zahlreichen Verwerfungsclüften durchsetzt, die aber wenig Beziehungen zu der Erzführung haben und für später als diese entstanden betrachtet werden.

Auf die genetischen Verhältnisse der Erzlagerstätte komme ich noch zu sprechen; hier war es mir darum zu thun, die Analogie der Form anzuführen.

Oberschlesien.

Die bisherigen Beispiele waren dem Vorkommen in tectonischen Gebirgslandschaften entnommen, wo die Gebirgsschichten aufgerichtet, gefaltet und mannigfach gestört erscheinen; allein es sind analoge Erzvorkommen auch in den tectonischen Plateaulandschaften vertreten, wo die ursprünglich horizontale und flache Lagerung der Schichten verhältnissmässig wenig verändert ist.

Dies ist unter Anderen in Oberschlesien und in den angrenzenden Theilen von Polen und Galizien der Fall, wo die Blei- und Zinklagerstätten hauptsächlich in den unteren Gliedern der Triasformation auftreten, und zwar im Wellenkalk und in den darauf ruhenden, in der erzführenden Region bereits dolomitisirten Schichten des erzführenden Kalkes. Diese Glieder werden seit jeher nach ihren relativen Lagen zu dem häufigsten Erzvorkommen als Hangenddolomit und Sohlkalkstein bezeichnet.

Der ganze Schichtencomplex mochte ursprünglich eine Mächtigkeit von etwa 1000 *m* gehabt haben, ist aber durch spätere Erosionsvorgänge auf ein Viertel dieser Mächtigkeit reducirt und in einzelne Mulden zertheilt worden, die jetzt durch das Liegende der ganzen Kalkablagerung, durch den bunten Sandstein und die productive Steinkohlenformation von einander getrennt werden.

Die Erkenntniss der Erzführungsverhältnisse wird auch hier durch die Zersetzung, welche die ursprünglichen Erze

durch die vadoso Circulation erlitten, sehr erschwert, indem die Blende zu Galmei geworden ist, und dieser häufig die angrenzenden Kalksteine derart imprägnirt, dass sie abbauwürdig werden und man vielfach in die Lage kommt, das primitive Erzvorkommen von dem secundären nicht leicht unterscheiden zu können.

Die Erze treten vom Keuper angefangen in verschiedenen Triasgliedern bis zum Sohlkalkstein auf, und zwar, wie bereits Pusch bemerkt hat, in Polen in etwas abweichender Art von jenen in Oberschlesien. Die durch den Bergbau an meisten aufgeschlossenen Vorkommen concentriren sich besonders auf drei Horizonte. Auf den Sohlkalkstein, auf den Contact dieses mit dem Dolomite und auf ein unbeständiges Niveau von 20 bis 30 m über dem Contacte.

Diese Erzhorizonte, von welchen in einigen Mulden der eine oder der andere auch fehlt, nehmen nicht etwa die ganze, dem Horizonte entsprechende Lagerfläche ein, sondern nur einzelne Partien derselben, d. h. sie bilden wieder die uns bekannten Erzschläuche, nur haben dieselben nicht eine steile, sondern eine flache, der Schichtung ungefähr entsprechende Lage. In den Werkskarten werden diese Schläuche wahrscheinlich eingetragen sein, sie fehlen aber in den, den District behandelnden Publicationen.

Der Dolomit enthält häufig einige thonige und kohlige Schichten; eine davon am Contacte oder nahe demselben auftretende führt den Namen Vitriollette, und es wird derselben vielfach eine ähnliche Rolle zugetheilt, wie den Schieferlagen in unseren alpinen Districten.

Während wir in den zwei oberen oberschlesischen Erzhorizonten uns schon bekannte Erscheinungen treffen (denn Alle, welche diese Vorkommen beschrieben haben, stimmen darin überein, dass diese Erze in präexistirenden Hohlräumen abgesetzt worden sind), zeigt der dritte tiefste Horizont manche Abweichungen. Der Sohlkalkstein ist nämlich häufig mit einer Lage von sogenanntem weissem Galmei bedeckt; dieser ist aber, wie bereits Krug v. Nidda hervorgehoben hat, nicht

immer der Schichtung conform, sondern diese greift häufig in die Galmeilage ein. Unveränderte Sohlkalksteinkerne, sowie in Galmei umgewandelte Petrefacten des Sohlkalksteins lassen auf metasomatische Verdrängung des Kalksteins durch den weissen Galmei schliessen. Diese weisse Galmeilage findet sich häufig auch da, wo die Sohlkalksteinmasse durch Dissolution angegriffen wurde; so füttert sie auch die beinahe cylindrischen verticalen Schlünde aus, welche Krug v. Nidda für die Mineralwassercanäle hält, welche die Erze abgesetzt haben.¹⁾ Wo rother Galmei gleichzeitig vorkommt, liegt er über der weissen Galmeilage.

Fig. 16 (Taf. IV) stellt einen Durchschnitt durch die ganze Beuthner Mulde vor, Fig. 17 ein Partialprofil durch die Scharleygrube, wo sich die zwei Erzhorizonte vereinigten und am Ausgehenden ein Galmeilager erzeugten, welches sammt der bei der Zersetzung des ursprünglichen Erzes entstandenen Imprägnation an 20m Mächtigkeit hatte. Diese beiden Profile haben nur den Zweck, die Lagerartigkeit des Erzvorkommens augenfälliger zu machen, sie sind beide dem neuesten, diese Verhältnisse behandelnden Werke von R. Althanns entnommen.²⁾

Plateaulandschaft des östlichen Nordamerika.

Aehnlichen Verhältnissen begegnen wir in den Plateaulandschaften des östlichen Nordamerikas, wo flachliegende cambrische, silurische und carbonische Kalksteine über colossale Strecken ausgebreitet sind, und an unzähligen Punkten dieselben oder analoge Erze führen, wie die früher behandelten Lagerstätten. Es fehlt nicht an Publicationen über diese Erzvorkommen, wohl ist aber die Tendenz zu bemerken, den Beobachtungen einen möglichst grossen territorialen Umfang zu geben, wobei die Anführung der Details oft zu kurz kommt.

In Wisconsin, Missouri und den angrenzenden Staaten sind in der Plateaulandschaft einzelne flache Erhebungen der

¹⁾ Zeitschr. der deutschen geol. Gesellsch. 1850, II, S. 220.

²⁾ Die Erzformation des Muschelkalkes in Oberschlesien. Jahrb. der kgl. preuss. geol. Landesanstalt und Bergakademie. 1891, XII, T. XV u. XVI.

Schichten zu bemerken und in diesen antiklinalen Zonen concentrirt sich die Erzführung, welche theils einzelnen Zerklüftungssystemen, theils einzelnen, hiezu besonders geeigneten Kalkschichten folgt, zuweilen aber besonders in die Intersection der beiden Factoren auch Erzsclläuche hervorbringt.

In dieser Beziehung hat J. R. Gage einige interessante Details aus Südost-Missouri geliefert ¹⁾, wo in den Vallégruben flachliegende, nahezu horizontale Canäle von beinahe kreisförmigem Querschnitt mit sehr gewundenem Verlaufe mit Bleiglanz und den Zersetzungsproducten der ursprünglichen Erzfüllung ausgefüllt waren. Aehnliche Phänomene beschreibt W. P. Jenney ²⁾ aus den Wisconsin- und Ozarkerhebungen unter dem Namen „Runs“, womit die Bergleute diese offenbaren Erzsclläuche bezeichnen. Es sind ungefähr der Schichtung entsprechende, sehr flache oder nahezu horizontale, beinahe cylindrische Canäle, dadurch entstanden, dass eine Kalksteinschichte zu beiden Seiten der sie durchsetzenden Kluft durch Dissolution ausgegagt wurde. Gelegentlich eines Referats über diese Publication macht A. Schmidt ³⁾ darauf aufmerksam, dass er seinerzeit in Südwest-Missouri, und zwar besonders im Joplinthale, solche Erzablagerungen in der Form von Ringen, die bis 30m im Durchmesser hatten, und welche die Bergleute „Circle“ nannten, beobachtet habe. „Der Erzring umgibt eine kreisförmige oder elliptische Bodeneinsenkung, verursacht durch das Absinken einer besonderen, am Umfang stark zerklüfteten Gesteinsscholle von cylindrischer oder conischer Gestalt, ohne Zweifel in Folge von Unterwaschung oder von Auflösung des Kalksteinmediums in einiger Tiefe.“

Diese Erzringe, über deren Verhältnisse und über deren innere Structur einige Aufklärungen sehr wünschenswerth wären,

¹⁾ J. R. Gage, Lead Mines of S. E. Missouri. Geolog. Survey of Missouri. 1873—4, S. 603, und Transactions of the Amer. Inst. of Mining Engineers. III, S. 116.

²⁾ W. P. Jenney, The Lead and Zinc-Deposits of the Mississippi Valey. Transactions of the Amer. Inst. of Mining Engineers. XXI.

³⁾ Zeitschr. f. prakt. Geol. 1893, I, S. 401.

sind durch eine Anzahl auf einer Kreislinie angesetzter Schächte bis auf 20—30 *m* Tiefe abgebaut worden. In grösserer Tiefe nimmt in der Regel die Zerklüftung und damit auch die Erzführung ab, und die Lagerstätte wird unbauwürdig.

Ausser gang-, lager- und schlauchförmigen Formen müssen selbstverständlich auch die Erzimprägnationen angeführt werden, die in ihrem Gesamtverlaufe allen diesen Formen entsprechen. Am häufigsten folgen sie der Schichtung, allein der erste Anblick zeigt schon, dass es keine ursprünglichen Bildungen sein können.

In Mine la Motte, welche an einer Antiklinalen situiert ist, in deren Fortsetzung auch krystallinische Schiefer zum Aufbruche gelangen, kommen in einem cambrischen Dolomite mit Sandstein- und Schiefereinlagerungen Erzimprägnationen vor, welche neben Blei und Zink namhafte Mengen von Kobalt und Nickel ergeben. Hier glaube ich an einem Tagbaue beobachtet zu haben, dass die Imprägnation unter einem sehr spitzen Winkel die Schichtung schneidet, so dass ich fast unwillkürlich auf den Gedanken verfiel, ob nicht die, für die Erzpartikelchen nöthigen Hohlräume durch eine Art von Grundwasserströmung gebildet worden wären.

C. Genetische Folgerungen.

Nachdem ich die Lagerungsverhältnisse der verschiedenen Arten des Vorkommens unserer Erzlagerstätten vorgeführt habe, kann ich wohl zur Discussion über ihre Genesis übergehen. Die Meisten, welche Gelegenheit hatten, ein diesbezügliches Untersuchungsfeld zu überblicken, mag dasselbe einer räumlich oder qualitativ abgegrenzten Gruppe von Erscheinungen angehört haben, konnten nicht umhin, darauf genetische Schlussfolgerungen zu basiren. Am häufigsten war es die locale Ausbildung der Erscheinungen, auf welche das Hauptgewicht gelegt wurde und gerade diesem engeren Standpunkte suchte ich dadurch auszuweichen, dass ich die Verhältnisse der verschiedensten Localitäten nebeneinander stellte, insoferne es sich um eine analoge Erzführung in analogen Gesteinen handelt.

Es ist für das Niveau unserer diesbezüglichen Kenntnisse sehr bezeichnend, dass auf diesem Gebiete diametral entgegengesetzte Ansichten zur Behauptung gekommen sind und auch noch gegenwärtig kommen. Vor gar nicht langer Zeit war das Lagerungsverhältniss für genetische Ansichten allein maassgebend, und was z. B. der Schichtung folgte, oder den Anschein davon hatte, wurde ohne weiteres Kopfzerbrechen für ein Lager von mit dem Nebengesteine gleichzeitiger Entstehung erklärt, selbst wenn es Schwefelmetalle waren.

Gegenwärtig weiss man aber, dass es nicht gut möglich ist, anzunehmen, dass sich die Schwermetallverbindungen unmittelbar aus denselben Seebecken präcipitirt hätten, aus denen sich früher und später nur Sedimente abgelagert haben. Wenn wir auch annehmen, dass Flüsse fortwährend exile Metallmengen in die Seen tragen, so können wir uns doch nicht denken, dass sie sich im Seewasser derart concentriren können, um, und zwar auf einmal, durch irgend einen kataklysmatischen Vorgang niedergeschlagen zu werden.

Viel eher müsste man annehmen, dass die eingeführten Metallsalze durch die organische Substanz, respective durch den aus ihrer Zersetzung hervorgehenden Schwefelwasserstoff, continuirlich niedergeschlagen, also in exilen Mengen den Sedimenten beigemischt wurden.

G. Bischof hat sogar, die Tangenanschwemmung an den Meeresküsten vor Augen habend, es vom teleologischen Standpunkte für eine sehr weise Einrichtung angesehen, dass die Salze sofort bei ihrem Erscheinen selbst in den geringsten Minima in der Nähe der Küste niedergeschlagen werden, um so die allmähliche Anhäufung dieser den Thieren feindlichen Substanzen zu verhindern.¹⁾ Von diesem Standpunkte wären also exile Metallpräcipitate aus Seebecken nur in der Küstennähe möglich.

A. v. Groddeck hielt bekanntlich den Absatz von Schwefelmetallen aus dem Meere für möglich und war bestrebt, derartige jetzt noch thätige Vorgänge als Beweis für die Richtig-

¹⁾ G. Bischof, Chemisch. physik. Geol. 2. Aufl. I, S. 836.

keit dieser Ansicht vorzuführen.¹⁾ Allein die von Forchhammer beobachteten Schwefelkiesüberzüge an den Geröllen der Küste von Bornholm lagen in der Nähe einer eisenhaltigen Quelle. Die durch die Verwesung der Fucusanhäufung reducirte Metallbasis, und um diese handelt es sich bei dieser Frage, stammte also nicht aus dem Meere, sondern kam vom Lande. Die Actualität des Vorganges lässt sich also nicht zu Gunsten dieser Ansicht verwerthen.

Unsere Erze erscheinen aber entweder als Absätze in präexistirenden Hohlräumen oder als metasomatische Verdrängungen des Gesteins, also als offenbar nachträgliche Bildungen, und selbst in Oberschlesien, wo die Ablagerung einen lagerartigen Charakter hat, ist dies von Allen, die sich mit dieser Frage beschäftigt haben, zugestanden; darum sind die Anhänger der Gleichzeitigkeit der Erzablagerung mit dem Gesteine darauf verfallen, zu erklären, dass dessen ungeachtet ursprünglich dennoch eine mit dem Gesteine gleichzeitige Metallablagerung stattfand, später aber eine Concentration der den Sedimenten in exilen Mengen beigemischten Metalle in den offenen Hohlräumen erfolgte, oder, wie sich H. Höfer²⁾, der jüngste Adept dieser Theorie, ausdrückt, dass eine Umlagerung der primären Erzablagerung stattgefunden habe.

Diese Auffassung setzt also voraus, dass die Erze ursprünglich in dem Kalksteine in exiler Menge enthalten waren, nachträglich aber durch eine Art von Lateralsecretion in die Hohlräume desselben Gesteins gelangten. Das erste Stadium konnte aber denn doch nicht den Analytikern entgehen und es sind in keiner der Tausenden von Analysen von Kalksteinen, die fern von den Erzlagerstätten genommen wurden, so auch nicht durch die sorgfältigsten diesbezüglichen Untersuchungen im Eureka reviere, exile Metallmengen nachgewiesen worden.

¹⁾ A. v. Groddeck, Die Lehre von den Lagerstätten der Erze, S. 286 und 302.

²⁾ Die Entstehung der Blei-, Zink- und Eisenerzlagerstätten in Oberschlesien. Eine Besprechung von H. Höfer. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1893, XLI, Nr. 6 u. 7.

Selbst Dr. v. Sandberger traute sich nicht in Raibl die Erzführung aus dem Kalksteine abzuleiten, sondern untersuchte den Hangendschiefer, behauptete darin Metallspuren gefunden zu haben und kam dabei zu der für die Lateralsecretionstheorie gewiss ungünstigen Schlussfolgerung, dass die Erze da durch Descenz in ihre gegenwärtigen Lagerstätten gebracht worden seien.¹⁾ Hätte er die im Liegenden des erzführenden Kalkes befindlichen silicatreichen Schichten von Kaltwasser untersucht und darin Metallspuren gefunden, so hätte er ganz folgerichtig eine Entstehung der gegenwärtigen Lagerstätten durch Ascendenz annehmen müssen.

Wenn wir nun das abstracte Feld verlassend zu der Betrachtung der factisch beobachtbaren Verhältnisse zurückkehren, so finden wir unsere Erze in dreierlei Erscheinungsformen: 1. in Gängen, welche gewiss eine analoge Entstehung haben wie jene in unlöslichen Gesteinen, 2. in, gewissen Kalkschichten folgenden Dissolutionsraumausfüllungen und 3. in Räumen letzterer Art, wo wir nicht deutlich sehen, ob sie Klüften oder Lagern folgen.

Die Form dieser Erzkörper wechselt von einer einfachen Geode bis zu einer fortlaufenden Folge derselben, von einem isolirten Erzneste bis zu einem ausgedehnten Erzschlauche. Wo wir Gelegenheit haben, eine Crustification zu beobachten, ist der Vorgang bei der Füllung ganz klar.

In einigen Fällen, z. B. an dem Handstücke von Kreuth, Fig. 14, ist nicht die Regelmässigkeit der Ausfüllung von Raibl vertreten, und es scheint hier theilweise die Hohraumbildung auch gleichzeitig mit dem Erzabsatze stattgefunden zu haben, aber echte metasomatische Verdrängungsprocesse sind doch nicht deutlich zu bemerken. Hieher sind weder die Erzansätze im Lithodendrodolomite von Raibl, noch die Bleiglanzansätze im Schalenkörperraume der Megalodonten von Bleiberg zu rechnen.

¹⁾ F. Pošepný, Ueber die Anwendbarkeit der Lateralsecretion zur Erklärung der Erzgangfüllung. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1882, XXX, S. 607.

In verschiedenen Districten sind je nach dem jeweiligen Entwicklungsstadium der Wissenschaft, nach der subjectiven Vorbildung des Beobachters und je nach der Klarheit der Aufschlüsse auch verschiedene genetische Erklärungen gemacht worden.

Für die Kärntner Lagerstätten, beziehungsweise für jene von Bleiberg, erklärte Mohs, allerdings in einer Zeit, da die Geologie noch in den Kinderschuhen steckte und das abstracte Feld mit Vorliebe betreten wurde, die Klüfte des Kalksteins für eine Art Krystallflächen und konnte sogar wagen, trotzdem eine gleichzeitige Bildung der Erze mit dem Nebengesteine zu behaupten.¹⁾ Noch vor Kurzem glaubte man, dass die Kärntner Lagerstätten vorwaltend Lager seien und M. V. Lipold behauptete von ihnen, dass sie eine ursprüngliche, mit dem Gestein gleichzeitige Bildung repräsentiren, ja sogar, dass die dieselben durchsetzenden Gangräume gewissermaassen auf mechanischem Wege von den Lagern aus gefüllt wurden.²⁾ Er stützte sich auf die unrichtige Erklärung von Niederrist, „dass alle Raibler Gänge nur dort erscheinen, wo und weil sie die Hauptmasse der Lager durchsetzen oder berühren“, und auf seine Beobachtungen in Unter-Kärnten. Es ist der Ort in Unter-Kärnten, wo er diese Beobachtungen machte, gar nicht angegeben und dieser Ausspruch von grosser Tragweite mit keinem Detail belegt. Jedenfalls dürfte er diese gewiss unrichtige Beobachtung in einem zersetzten Erzmittel, wie sie in der obersten Region dieser Reviere sehr häufig anzutreffen sind, gemacht haben und keinesfalls in einem unzersetzten Vorkommen der profunden Region. Diese Folgerung wurde auf das ganze Land ausgedehnt und die Wahrscheinlichkeit eines hypothetischen Lagers in Aussicht gestellt, welches sich über die ganze mit Erzindicien bedeckte Fläche des Landes erstrecken sollte.

Auf die Richtigkeit dieser Ansicht vertrauend, liess sich Dr. Peters sogar zu einem, die damalige Bergbauführung

¹⁾ Ueber die Erzlagerstollen im Erzberge der Villacher Alpe. Moll's Annalen der Berg- und Hüttenkunde. 1807, VI, S. 201.

²⁾ Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1856, VII, S. 369.

compromittirenden Urtheile hinreissen ¹⁾ und erfuhr eine entschiedene Zurechtweisung von P. Potiorek, damaligen k. k. Bergverwalter in Bleiberg ²⁾, in der auf das gänzliche Fehlen dieses bloss hypothetischen Erzlagers und auf die völlige Grundlosigkeit der den Kärntner Bergleuten gemachten Vorwürfe hingewiesen wurde.

In meiner Monographie über Raibl war ich, wie bereits erwähnt, in der Lage, das typische Erzlager Lipold's ³⁾ auf einen Erzschlauch zu reduciren.

In Raibl, Bleiberg und in Monteponi reichen die Erzschläuche in ansehnliche Tiefen unter die nächste Thalsohle, und bestehen da aus unzersetzten, offenbar in der tiefen Region gebildeten Erzfüllungen, welche von der jetzigen Gestaltung der Oberfläche ganz unabhängig ist. In Eureka und Leadville reicht aber der oxydirende Einfluss der vadosen Circulation in eine ansehnliche Tiefe unter die nächste Thalsohle, welcher Umstand damit erklärt werden kann, dass diese Gegenden einst eine Gebirgslandschaft bildeten, deren Flüsse einen Abfluss zum Meere hatten, und deren Thäler tief erodirt waren. Gegenwärtig sind die Thäler mit recentem Detritus hoch angefüllt und die Flüsse haben keinen Abfluss zum Meere, sondern, wenn sie nicht auf dem Wege gänzlich austrocknen, zu den centralen Salzseen des abflusslosen Gebietes.

In Nord-England und speciell im Alston Moor-districte hat W. Wallace, trotzdem hier tief unter die Thalsohlen und sogar unter die Meeresfläche abgebaute Erzgänge herrschen, dieselben durch von der Oberfläche nach der Tiefe circulirende Wässer zu erklären gesucht, und zwar durch Auslaugung aus dem Nebengestein, in welchem die Metalle in exilen Mengen ursprünglich vorhanden gewesen sein sollen. Er erwartete von genauen Analysen dieses Nebengesteins, be-

¹⁾ Freiburger Berg- u. Hütten-Ztg. XXII, Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. XI.

²⁾ Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw., XI, S. 373, 382.

³⁾ Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanstalt. 1862, XII, S. 292.

sonders des Kalksteins des Great limestone, die Bestätigung seiner Ansichten, natürlich vergebens.

Ganz analoge Ansichten hat mein hochverehrter Freund J. D. Whitney geäußert in Bezug auf die Entstehung der Bleilagerstätten von Wisconsin.¹⁾ Er glaubt ihre Entstehung ebenfalls Oberflächenwässern durch lateralsecretionelle Thätigkeit zuschreiben zu müssen, und stützt sich vorzüglich auf den Umstand, dass von den beiden cambrischen Dolomiten (upper and lower Magnesian limestone), die durch einen Sandsteincomplex von einander getrennt werden, die Erze sich vorzüglich bloss in dem oberen Dolomite finden. Wären die Metalllösungen von unten nach oben gestiegen, so müssten sich die Erze auch in dem tieferen Dolomite finden.

Zu ganz gegentheiligen, mit meinen Ansichten übereinstimmenden Schlussfolgerungen kommt W. P. Jenney.²⁾ Er meint, dass das locale Auftreten der Erzführung innerhalb einer und derselben Kalksteinschichte durch die lateralsecretionelle Thätigkeit nicht zu erklären sei. Die Kalksteine bedecken in dem von ihm studirten Gebiete Tausende von Quadratmeilen, aber die Erzführung ist auf verhältnissmässig ganz kleine Flächen beschränkt, wo eben Störungen der Schichtung existiren, welche den Zutritt der Erzlösungen aus der Tiefe vermittelt haben.

Die das Erz begleitenden Mineralien entsprechen nicht den im Nebengestein factisch vorhandenen Substanzen, sie sind, wie bei einer lateralen Secretion erwartet werden könnte, nicht Calcit oder Dolomit, sondern Hornstein, Baryt etc. Ferner kann bei dieser Annahme nicht erklärt werden, warum bei sonst identischen Lagerungsverhältnissen an einem Punkte diese, auf einem anderen jene Metalle und Mineralien erscheinen oder vorherrschen u. dergl.

¹⁾ Report of a geological Survey of the Upper Mississippi Lead-Region Albany. 1862.

²⁾ The Lead and Zink-Deposits of the Mississippi valley. Transactions of the Amer. Inst. of Mining Engineers. 1893, XXII.

Wie bereits erwähnt, findet sich die Erzführung in Missouri nach W. P. Jenney an den antiklinalen sanften Rücken der Plateaulandschaft, wo tiefgehende Zerklüftungen auftreten, an denen eben die Erzlösungen aus der Tiefe hinaufgestiegen sind. Oberschlesien bildet allerdings auch eine Plateaulandschaft, hat aber wenig solche Zerklüftungen aufzuweisen, wesshalb man, durch die lagerartige Ausbildung der Erzlagerstätten bestochen, mehrfach eine ursprüngliche, gleichzeitig mit dem Gesteine erfolgte Ablagerung am liebsten angenommen hätte, daran aber durch den Umstand verhindert wurde, dass das Erz nur als Ausfüllung von Hohlräumen auftritt; man musste das abstracte Feld betreten, und eine spätere Umlagerung der gänzlich hypothetischen und noch nie nachgewiesenen primären Erzablagerung im Kalksteine plausibel zu machen trachten. Die Theorie hat in Carnall, F. Bernhardt, R. Althanns und seit Kurzem in H. Höfer ihre Vertreter, während Krug v. Nidda und Dr. Kosmann die Herkunft der Erze aus der Tiefe annahmen.

Krug v. Nidda wies besonders auf die Flächen hin, wo Sohlkalkstein herrscht, ohne vom Dolomite bedeckt zu sein, und wo er häufig mit einer ungleichmässigen und in alle Unebenheiten reichenden Schichte von weissem Galmei bedeckt ist. Dieser Sohlkalkstein zeigt oft spalten- und röhrenförmige Schlünde, die ebenfalls mit der weissen Galmeischichte ausgefüllt sind und weiter mit Dachletten und Brauneisenstein erfüllt sind.¹⁾ An der Severin-Galmeigrube bei Bobrek hat man einen solchen circa 16 m im Durchmesser haltenden Schlund, der gegen die Tiefe keine Verengung zeigte, mit mehreren Strecken umfahren und circa 14 m tief abgebaut, soweit es der grosse Wasserandrang gestattete. An der Hugo-Galmeigrube bei Radzionkau verfolgte man circa 42 m tief einen ähnlichen Schlund, ohne sein Ende erreicht zu haben. Krug v. Nidda erwähnt auch einiger mächtigerer Spalten, deren seigere

¹⁾ Krug v. Nidda, Ueber Erzlagerstätten des oberschlesischen Muschelkalkes. Zeitschr. d. deutschen geol. Gesellsch. 1856, II, S. 220.

Wände mit der weissen Galmeischichte bedeckt waren. Er hält diese Erscheinungen für Quellschlünde und die Erze für Quellenabsätze, welche durch die reducirende Wirkung des Gesteines niedergeschlagen wurden.

R. Althanns (l. c. S. 78) hält diesem entgegen: „Wenn auch bei einigen Schloten in Folge zu grosser Wasserzuflüsse das untere Ende nicht erreicht wurde, so ist es doch bei vielen anderen derartigen, sonst sehr ähnlichen Bildungen geschehen“ und schliesst daraus, dass die Deutung Krug v. Nidda's unrichtig sei. Dazu ist zu bemerken, dass dies keineswegs aus dem obigen Wortlaute hervorgehe, denn „derartige, sonst sehr ähnliche Bildungen“ beweisen noch nicht die Identität.

Dr. B. Kosmann¹⁾ erwähnt diesbezüglich, dass neuesten Aufschlüssen zufolge derartige trichter- oder sackförmig dem Sohlenkalkstein eingelagerte Galmeinester auf Peter und Regina-Rolloch bis unter die 74 m-Sohle, auf Idaschacht bis zu 75 m Teufe hinuntersetzen, so dass man diese, wahrscheinlich der Tertiärzeit angehörenden Bildungen mit den in anderen Kalksteinformationen ohne Erzfüllung auftretenden Strudellöchern vergleichen kann. Er scheint damit sagen zu wollen, dass diese Hohlraumbildung in der Richtung von oben nach unten, gleich den beobachtbaren Erscheinungen der vadosen unterirdischen Circulation stattfand, und nicht durch aufsteigende Mineralquellen. Man braucht aber nur diesen, nach dem Muster von Burtscheid, dieselbe Wirkung einzuräumen, und es fallen sämtliche Bedenken gegen ihre Entstehung in der profunden Region hinweg.

Es hat nun F. Bernhardt²⁾ und R. Althanns³⁾ auf die neuesten Aufschlüsse im Liegenden der oberschlesischen Triasablagerung hingewiesen und besonders hervorgehoben, dass man in dem Falle, wenn durch diese sogenannten Schlünde

¹⁾ Dr. B. Kosmann, Ueber Erzgänge und Gangmineralien in dem Steinkohlengebirge Oberschlesiens. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1883. XXXI, S. 259.

²⁾ F. Bernhardt, Zur Karte der Beuthner Erzmulde. Kattowitz 1892.

³⁾ l. c. S. 78.

die Erzlösungen aus der Tiefe gegen die oberen Regionen geführt worden wären, man dieselben bei dem in neuerer Zeit bis unter die Triasmulde reichenden Abbau der Steinkohlenflötze angetroffen haben müsste. Diesem Einwurfe ist entgegenzusetzen, dass man die tiefere Fortsetzung der Schlünde als eines Dissolutionsraumes in der productiven Kohlenformation, der doch soluble Gesteine fehlen, nicht erwarten könne, dass man aber, wie Dr. B. Kosmann berichtet, trotz des Umstandes, dass man sich mit Ausnahme von den Gruben am Karstencentrum mit dem Abbaue der Kohlenflötze noch nicht unter der eigentlichen Beuthner Mulde befinde, doch bereits in einigen Verwerfungsspalten des Kohlengebirges Spuren von Bleiglanz, Schwefelkies und Baryt angetroffen hat, und ebenso in früherer Zeit ein Vorkommen von Zinkblende in der Charlottegrube bei Czernitz.¹⁾ Die von Dr. B. Kosmann angeführten Fälle stammen zunächst aus Gruben am südlichen Rande der Beuthner Mulde und es steht zu erwarten, dass sie sich, wenn der Abbau der Kohlenflötze unter die Mulde selbst gelangen und man die Verwerfungsklüften nicht nur als unliebsame Störungen des Abbaues unbeachtet lassen, sondern aufmerksam weiter verfolgen wird, stetig vermehren werden, so dass schliesslich auch abbauwürdige Partien daran angetroffen werden könnten.

Wenn H. Höfer geltend zu machen sucht (l. c. 71), dass die Verwerfungsspalten des Steinkohlenegebirges „fast nie“ in die Trias hinaufreichen, so verweise ich auf die Angabe R. Althanns (l. c. S. 49), derzufolge nebst mehreren unbedeutenden Sprüngen am Südabhange des Sattels, welcher die Beuthner Mulde in zwei Specialmulden theilt, auch ein fast seigerer Sprung von 42m Höhe bekannt ist. Man wird ja erst in der Zukunft, wenn der Abbau der Kohlenflötze unter die Triasmulde reichen wird, über diesen Gegenstand urtheilen können, und da ist wohl zu erwarten, dass sich die tiefere Fortsetzung dieses so namhaften Sprunges wird auffinden lassen.

¹⁾ F. Römer, Geologie von Oberschlesien. Breslau 1870, S. 71.

Trotzdem Oberschlesien bereits einige Aufschlüsse im Bereiche der Basis, worauf die erzführenden Kalksteine lagern, zur Verfügung hat, und sich dadurch vor allen anderen ähnlichen Erzdistricten auszeichnet, so sind diese Aufschlüsse noch nicht so klar, wie sie die Gegner der Ascensionstheorie darstellen, denn man sieht, dass sich ein und dasselbe Factum contra von einem anderen Gesichtspunkte als ein Factum pro verwenden lässt.

In Oberschlesien hat man auch die sogenannte Niveaubeständigkeit der Erze als Beweis für deren lagerartige Natur zu Hilfe genommen. Eine solche ist aber in Wirklichkeit gar nicht vorhanden, sondern wird erst durch den Gesichtspunkt, den man bei Beurtheilung des Gegenstandes einnimmt, künstlich construirt. R. Althanns führt an, dass in Oberschlesien die Erzführung vom Sohlkalkstein bis in den Keuper hinaufreiche und ebenso hat schon M. V. Lipold darauf hingewiesen, dass die Blei- und Zinkerze Kärntens vom Bleiberger Schiefer abwärts bis in den Gutensteiner Kalk herabreichen. Einige bergmännisch nicht unwichtige Vorkommen Kärntens sind sogar im bituminösen Kalkstein im Hangenden des Hauptschiefers gelegen. Wenn man schliesslich die sämmtlichen von mir hier angeführten analogen Vorkommen in Bezug auf ihr geologisches Niveau untersucht, so sieht man, dass dieses den verschiedensten Kalksteinen, von der cambrischen Zeit angefangen bis zur Trias, angehört, und dass die Formationsreihe bis in die Gegenwart verlängert werden könnte, wenn man ausser den Blei- und Zinkerzen auch die Erze der anderen Metalle in Betracht ziehen würde. Es ist also nicht die Kraft eines geologischen Niveaus, welche die Erze angezogen hat, sondern das Resultat von ausserhalb desselben gelegenen physikalischen Erscheinungen. Die Anwendung des Ausdruckes Niveaubeständigkeit ist überhaupt bei genetischen Fragen nicht empfehlenswerth, weil er ja die Annahme einer gleichzeitigen Bildung von Erz mit dem Nebengesteine, um deren Beweis es sich eben handelt, bereits in sich schliesst. Man beachte, wie der Schöpfer dieses Begriffes A. v. Groddeck

denselben definirt und in welcher Weise er ihn verwendet, so wird man finden, dass es sich ihm nicht um eine empirische Schlussfolgerung, sondern mehr um einen nachträglichen Beweis eines früher aufgestellten Dogmas handelte.

Vollständig unberechtigt ist aber die Anwendung dieses Ausdruckes da, wo, wie es bei H. Höfer¹⁾ der Fall ist, von einer nachträglichen Umlagerung der angeblich ursprünglich in exilen Mengen gleichzeitig mit dem Kalksteine präcipitirten Erze die Rede ist.²⁾

Was die in unseren Erzlagerstätten auftretenden verschiedenen Metalle betrifft, so finden wir die Füllung in Kärnten beinahe silberfrei, in Nordengland silberarm, während in Sardinien und Oberschlesien das Silber in abtreibwürdiger Menge vorhanden ist. Leadville ist reich an Silber, Eureka reich an Silber und Gold und in Minelamotte ist Cobalt und Nickel in ganz ansehnlicher Menge vertreten; allen gemeinsam ist aber das Vorwalten des Bleiglanzes in einem noch höheren Maasse, als bei den meisten anderen Erzlagerstätten. Ist es möglich anzunehmen, dass die ganz stattliche Reihe von Metallen, welche wir hier vor uns sehen, Pb, Zn, Ag, Au, Cd, Fe, Mn, Co, Ni, etc. aus einer anderen Quelle stammen und aus einer anderen Richtung gekommen sein könnte, wie die Metalle der übrigen Erzniederlagen?

Die Frage nach der Herkunft der Metalle ist also allen Erzlagerstätten gemeinsam, und es ist wohl nicht möglich, dass dieselben Metalle in einem Revier von unten, in einem anderen von oben und in einem dritten von seitwärts gekommen wären. Fassen wir aber speciell die Schwefelverbindungen, die primitivsten Erze unserer Erzlagerstätten in's Auge, so können sie von oben nicht gekommen sein, denn die Gewässer der vadosen Circulation können sie unmöglich abgesetzt haben, ja sie zerstören dieselben vielmehr überall, wo sie ihnen begegnen, durch ihren Sauerstoffgehalt. Sie müssen im Gegentheile aus sauerstofffreien Flüssigkeiten, wie es jene der profunden

¹⁾ Die Lehre von den Erzlagerstätten der Erze, S. 301, 311.

²⁾ l. c. S. 81.

Circulation sind, stammen und aus der profunden Region aufgestiegen sein.

Die Schwefelmetalle sind jedenfalls der äusseren Lithosphäre fremd, man trifft sie nur da, wo entweder deutliche, oder wenigstens Spuren von Communicationen mit der tieferen Region vorhanden sind, seien es Discissions-, seien es Dissolutionsräume.

Eine Lateralsecretion ist, wie ich an anderen Orten nachgewiesen habe¹⁾, eigentlich nur in der vadosen Region, wo die Flüssigkeiten den Hohlräumen zufallen, denkbar und aus derselben werden vorwaltend oxydische Absätze und nur ausnahmsweise durch Reductionswirkungen der organischen Substanz Schwefelverbindungen entstehen. Lateralsecretion in der profunden Region ist hingegen nur in der Tiefenstufe denkbar, wo die Flüssigkeiten bereits überhitzt sind und dann den nächsten offenen Canälen zustreben, welche ihnen einen Ausweg zur Oberfläche eröffnen.

Die Schwermetalle stammen offenbar aus der Barysphäre und werden erst in einer Tiefe zur Auflösung und Circulation gebracht, die unseren Beobachtungen unzugänglich ist.

In Anbetracht der Allgemeinheit, welche die Erscheinungsform aller hiehergehörigen Erzlagerstätten bildet, muss man auch für alle eine gleiche Entstehungsweise annehmen; sie sind das Resultat aufsteigender Mineralquellen, deren Substanzen in der profunden Region zur Ablagerung und in der vadosen Region zur secundären Umbildung kamen.

¹⁾ Pošepný, Ueber die Anwendbarkeit der Lateralsecretion zur Erklärung der Erzgangfüllung. Oesterr. Zeitschr. f. Berg- u. Hüttenw. 1882, XXX, S 607. — Derselbe, Ueber die Bewegungsrichtungen der unterirdisch circulirenden Flüssigkeiten. Comptes rendus de la 3ième session du Congrès géologique international. Berlin 1885, S. 71.