

#### 4. Ueber die Bildung von Erzgängen mittelst Auslaugung des Nebengesteins.

VON HERRN F. SANDBERGER in Würzburg.

Dem Wunsche des Herrn STELZNER in Freiberg entsprechend gebe ich hier eine Kritik des von ihm in der allgemeinen Versammlung der Deutschen geologischen Gesellschaft in Baden am 26. September gehaltenen und pag. 644 ff. des XXXI. Bandes dieser Zeitschrift abgedruckten Vortrags, welcher die über die Bildung der Erzgänge aufgestellten Theorien behandelt.

In erster Linie berührt der Verfasser den von mir in der Berg- und Hüttenmänn. Zeitung 1877 (S. 377 — 381 und 389 — 392), in dem Berichte der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte zu München, dann in verschiedenen Notizen in dem Jahrbuch für Mineralogie und den Sitzungsberichten der königl. bayer. Akademie der Wissenschaften zu München besprochenen Nachweis von Baryt, Fluor, Kupfer, Blei, Nickel, Kobalt, Wismuth, Arsen, Antimon, Zinn, Silber u. s. w. in Feldspath, Glimmer, Olivin, Hornblende und Augit aus krystallinischen Gesteinen aller geologischen Perioden. Er meint, dass sich noch bezweifeln lasse, „ob diese Elemente den genannten Silicaten von Ursprung an und als chemische Bestandtheile angehören oder ob sie jüngere Infiltrations-Producte sind, die sich auf Haarspalten angesiedelt haben“. Ich habe als selbstverständlich angenommen, dass zu solchen Untersuchungen nur reines Material verwendet werden dürfe und darum meinen Mittheilungen nicht jedesmal die Bemerkung beigefügt, dass die untersuchten Silicate zwar aus demselben Gesteins-Lager resp. -Stocke entnommen wurden, in welchem die Erzgänge aufsetzen, aber in Entfernungen von  $\frac{1}{4}$  — 2 Stunden von den Gangspalten selbst und dass sie sich bei mikroskopischer und chemischer Prüfung als frei von Kiesen, Zinnstein u. s. w. erwiesen haben. Da ich aber nicht verstanden worden bin, will ich dies hier ein für allemal ausdrücklich hervorheben.

In meinen oben erwähnten Publicationen über diesen Gegenstand hatte ich u. A. die Baryt- und Flussspath-Gänge im Gneiss und Granit des Schwarzwaldes, die Kupfer- und

Nickelerz-Gänge im Diabase und Palaeopikrit Nassau's, die bleifreien Kobalt-Silber-Gänge von Wittichen und Umgegend, die bleiführenden Gänge der Gegend von Schapbach als solche bezeichnet, welche nur Bestandtheile der in ihrem Nebengesteine vorhandenen Primitiv-Silicate enthielten und daher Auslaugungs-Producte desselben sein müssten, deren Fällung lösliche schwefelsaure Salze und organische Substanz bewirkt hätten, welche ich im Gesteine und auf den Gängen ebenfalls nachweisen konnte. Als allgemeine Folgerung stellte sich dar, dass Erzgänge, deren Material sich in Form von Bestandtheilen primitiver Silicate im Nebengesteine nachweisen lässt, Auslaugungsproducte desselben sein müssen <sup>1)</sup> und an diesem Satze halte ich um so mehr fest, als neuere Untersuchungen ihn überall bestätigt haben.

Es sei gestattet, aus diesen zunächst ein Beispiel zu geben, welches sich auf das Zinnstockwerk von Geyer im Erzgebirge bezieht. Ich darf voraussetzen, dass denjenigen, welche sich für Erzgänge interessiren, dieses durch die Schilderungen von J. CHARPENTIER <sup>2)</sup>, STELZNER <sup>3)</sup>, SCHALCH <sup>4)</sup> oder auch die bezüglichen Artikel in v. COTTA's und v. GRODDECK's Werken über Erzlagerstätten hinlänglich bekannt sei. Ich untersuchte von Herrn F. SCHALCH gütigst für mich gesammelte Glimmer aus dem Greisen am Schiesshause bei Geyer und aus dem Stockscheider des Stockwerks, dann kleine Proben aus dem feinkörnigen Granite und aus den sogenannten Imprägnationen neben einem Zinnerz-Gänge, letztere von einem prachtvollen Gangstücke herrührend, welches der Freiburger Sammlung gehört und mir von STELZNER freundlichst zugesendet wurde. Alle Glimmer waren echte Lithionglimmer und färbten die Löthrohrflamme sofort hoch purpurroth. Ein Unterschied zwischen den farblosen Blättchen aus dem Greisen, feinkörnigen Granit und den sogen. Imprägnationen war nicht zu entdecken.

Der Glimmer aus dem Greisen wurde sorgfältig isolirt und auf mikroskopische Einschlüsse geprüft, nur selten zeigte er ein Blättchen Eisenrahm, niemals aber Zinnstein oder Kies.

<sup>1)</sup> Mit Recht hat STELZNER hervorgehoben, dass FORCHHAMMER 1855 (Pogg. Ann. XCV. pag. 60 ff.), was gänzlich vergessen worden war, aus sorgfältigen Analysen von je einem Pfunde verschiedener, hauptsächlich scandinavischer Gesteine ähnliche Resultate erhalten und dieselben Schlüsse gezogen habe, wie ich. Es gereicht mir Das zu besonderer Befriedigung. Einzelne Mineralien hat dieser ausgezeichnete Gelehrte aber niemals isolirt und ist von der rein chemischen, nicht aber von der geologischen Seite her an das Thema herangetreten.

<sup>2)</sup> Mineralogische Geographie der kursächsischen Lande 1778.

<sup>3)</sup> Beiträge zur geognost. Kenntn. d. Erzgebirges Heft 1. 1865.

<sup>4)</sup> Erläuterungen zur geolog. Specialkarte des Königr. Sachsen, Section Geyer 1878.

In 10 Gramm wurde ausser den gewöhnlichen Bestandtheilen der Zinnwaldite gefunden: Zinn, Titan, Arsen, Kupfer und Kobalt, letzteres indess in sehr geringer Menge. Es leuchtet sofort ein, dass mit Ausnahme des Wolframs und Molybdänglanzes, der von STELZNER (a. a. O. pag. 42) als mineralogische Rarität bezeichnet wird, in dem Lithionglimmer die Elemente aller auf dem Stockwerke und analogen Lagerstätten vorkommenden Mineralien vertreten sind, dazu auch noch zwei andere, Titan und Kobalt, welche bisher auf Zinnstein-Gängen nicht beobachtet, eventuell im Zinnstein und Arsenkies nicht gesucht worden sind. Warum auf Zinnstein-Gängen im Lithionit-Granit Arsenkies vorkommt, der nach STELZNER (a. a. O. pag. 57) „unzweifelhaft als ein seiner Genesis nach der Zinnerz-Formation fremdes Product anzusehen ist“, dürfte nun vollständig aufgeklärt sein.

Die „Imprägnationen“ stellen sich an dem oben erwähnten Prachtstücke als Gemenge von viel grauem Quarz mit Lithionglimmer dar, nur hier und da erkennt man auch ein mikroskopisch kleines Körnchen von Zinnerz, was vermuthen lässt, dass der von STELZNER (a. a. O. pag. 39) angegebene Gehalt von 0,38 pCt. Zinn sich auf reichere Imprägnationen als die mir vorgelegenen bezieht. Diese sind also der Hauptsache nach Gemenge von sehr viel Quarz und demselben Lithionglimmer, welcher auch in dem feinkörnigen Granit vorkommt, in den sie unmerklich übergehen. Ich kann diese Imprägnations-Zonen von Geyer, die überdies nach CHARPENTIER (a. a. O. Taf. III.) die Gänge keineswegs ihrem ganzen Verlaufe nach begleiten und die an von STELZNER mitgetheilten Stücken von Altenberg von Quarztrümmern durchsetzt und in Bruchstücken eingeschlossen werden, nicht für Zonen halten, in welche Erze aus den Gängen eingewandert sind, im Gegentheil, ich bin der Ansicht, dass sich in ihnen nur der zinnhaltige Lithionglimmer vielleicht kurz nach Bildung des Granits concentrirt hat.

Ist diese Auffassung richtig, so erklärt sich sogleich, warum in Geyer und Zinnwald (STELZNER a. a. O. pag. 47) der Glimmer veredelnd, d. h. anreichernd auf die Zinnerz-Gänge wirkt, was sonst unerklärlich ist. Da er indess in Geyer nicht wie in Zinnwald auch auf den Gängen selbst<sup>1)</sup> vorkommt, so ist nicht anzunehmen, dass er bei der Ausfüllung der Gangspalten unzersetzt gelöst und erst später in neue Producte umgewandelt wurde, sondern dass sich nur seine Zersetzungs-Producte, Zinnstein, Arsenkies, Gilbertit, Flussspath,

<sup>1)</sup> Jedoch mit höherem Zinngehalte 0,1 pCt.  $\text{SnO}_2$ , so dass schon 2 Gramm farblosen Zinnwaldits sehr deutliche Zinnkörnchen liefern.

Kupferkies u. s. w. in den Gängen und auf Klüften des Granits angehäuft haben.

Der braune Lithionglimmer des Stockscheiders (Riesen-Granits) von Geyer enthält dieselben Bestandtheile, wie der lichte des Greisens, allein Zinn konnte in 10 Gramm nicht nachgewiesen werden, ist also, wenn überhaupt nur in minimalster Quantität vorhanden. Zinnstein und Arsenkies sollen indess auch im Stockscheider gefunden worden sein (NAUMANN, Erläut. zu Section XV. der geogn. Karte von Sachsen p. 490), der schliesslich auch nur eine ebenso auffallende Varietät des Lithionit - Granits ist, wie der Greisen. Die Mehrzahl der Zinnerz-Gänge ist an solchen Granit gebunden und man glaubte daher früher auch, dass alle Zinnerz-Gänge von Geyer ihre Endschaft auf der Scheide des Granits und Glimmerschiefers erreichen. STELZNER hat aber Fortsetzungen im rothen Gneisse<sup>1)</sup> und Glimmerschiefer nachgewiesen. Schon vorher waren sie in anderen Theilen des Erzgebirges in letzterem und auch im „grauen“ Gneisse z. B. bei Marienberg bekannt. Seitdem ich in je 10 Gramm erzgebirgischer Glimmer aus grauem und rothem Gneiss, dunklem und hellem Glimmerschiefer Zinn, zuweilen von Wolfram begleitet, sehr deutlich nachweisen konnte, wundert mich das Fortsetzen von Zinnerz-Gängen aus Granit in Gneiss und Glimmerschiefer durchaus nicht mehr und ebenso wenig das sporadische Auftreten von Zinnstein, Wolfram, wolframsaurem Bleioxyd und zinnhaltiger Blende auf Freiburger Gängen.

Während STELZNER die Gänge im Granite des Stockwerks von Geyer stets, die im Glimmerschiefer (a. a. O. S. 39) aber nur selten von Imprägnationen begleitet fand, bemerkt er (S. 40), dass sich im rothen Gneiss ihre Physiognomie in auffälligster Weise ändert. „Die Concentration zu einem scharfbegrenzten Gangindividuum hört auf und statt derselben stellt sich ein Netzwerk von feinen Klüften ein.“<sup>2)</sup> Von diesen letzteren aus ist das Nebengestein mit Erz imprägnirt. Der Feldspath von jenem verschwindet, mit ihm die Schieferstructur. Die ursprünglich fleischrothe oder röthlichbraune Farbe des Gesteins wird schwarz oder blaugrau.<sup>3)</sup> Diese dunkle Färbung geht aber, weil die Imprägnation immer schwächer wird, je

<sup>1)</sup> H. CREDNER, Zeitschr. d. d. geolog. Ges. Bd. XXIX. S. 757 ff. Ganz so wie im Erzgebirge verhält sich der sogen. rothe Gneiss auch im Spessart.

<sup>2)</sup> Wie zu Altenberg! (SANDB.)

<sup>3)</sup> D. h. von Chlorit gefärbt, wie in Altenberg, wo der „Zwitter“ von leicht durch Salzsäure zersetzbarem Chlorit dunkel gefärbt erscheint, welcher aber hier aus eisenreichem, dunklem Lithionglimmer hervorgeht. (SANDB.)

weiter sie sich von der Kluft entfernt, ganz allmählich wieder in die ursprüngliche Gesteinsfarbe über.“

Was kann klarer für Auslaugung aus dem Nebengesteine sprechen, als diese Schilderung? Dass das Nebengestein bei Zinnerz-Gängen nicht aufgelöst, sondern verkieselt ist, beweist gar nichts gegen seine Zersetzung, sondern nur, dass die von kohlenurem Alkali neben Zinnsäure in Lösung gebrachte Kieselsäure in den schmalen Gangspältchen nicht Raum genug fand, um sich in ihnen selbst vollständig abzusetzen.

Schon BREITHAUPT<sup>1)</sup> sagt sehr bezeichnend: „Es scheint, dass eine Zuwanderung desselben (des Zinnerzes) nach den Gängen und in dieselben stattgefunden habe, denn man findet es oftmals in der Nähe der meist ganz ausgefüllten Gänge als starke Imprägnation des Nebengesteins, gleichsam als hätten die schmalen Gänge nicht Alles aufnehmen können.“

Soviel über die Zinnerzformation von Geyer. Es scheint mir überflüssig, frühere Theorien, insbesondere die BEAUMONT'schen „Granit-Fumarolen“ (sic!) zu widerlegen, sie dürften von allen Unbefangenen längst als chemische Unmöglichkeiten erkannt sein und waren überdies, wie oben nachgewiesen, ausser Stande, das Vorkommen arsen- und kupferhaltiger Erze auf den Zinnstein-Gängen zu erklären. Auf weitere Ausführungen über Zinnstein-Gänge verzichte ich hier einstweilen, da sich anderweit Gelegenheit finden wird, weiter auf sie einzugehen.

Ich komme nun zu einem zweiten Falle, welchen STELZNER<sup>2)</sup> als Beweis dafür ansieht, dass die „Gangflüssigkeit“ von der Spalte aus in das Nebengestein eingedrungen sei und dieses imprägnirt habe, nämlich die Ansammlung von Arsenkieskrystallen in demselben neben Gängen der kiesigen Blende-Formation bei Freiberg. Auf meine Erkundigung erfuhr ich, dass damit in erster Linie ein von VOGELGESANG<sup>3)</sup> meisterhaft beschriebenes Vorkommen am Dittrich-Stehenden gemeint sei. Gangausfüllung und die auf den Haupt-Schichtungs-Klüften nach VOGELGESANG am intensivsten und reichsten auftretende Imprägnation werden von demselben Materiale gebildet, nämlich von gelblichweissem, kaolinartigem Letten und aufgelöstem Gneiss mit zahllos eingemengten Krystallen von Arsenkies. Ich kann nicht einsehen, warum hier die totale Auflösung des Nebengesteins anderen Ursachen zugeschrieben werden soll, als der Auslaugung durch kohlenurehaltige Gewässer, die bis zu bedeutender Entfernung von der Gangspalte reichte. Diese konnte den Gneiss allmählich in ein breiartiges Gemenge von

<sup>1)</sup> Paragenesis S. 121 (Capitel: Lateral-Secretion).

<sup>2)</sup> Zeitschr. d. d. geol. Ges. Bd. XXXI. S. 645.

<sup>3)</sup> v. COTTA's Gangstudien II. S. 23, 50 und a. a. O.

Kaolin und Pinitoidkörpern umwandeln, welches die sich nach der Gangspalte bewegendes metallischen Lösungen nicht mehr durchliess. Organische Substanzen waren dann im Stande, sie in seiner ganzen Masse vertheilt niederzuschlagen, und der allseitig gleiche geringe Widerstand brachte hier ebenso schön ausgebildete Krystalle zu Stande, wie sie in Chloritschiefern, Talkschiefern, Schieferthonen u. s. w. so häufig vorkommen. VOGELGESANG vergleicht (a. a. O. S. 26) diesen Process mit einer Eisenvitriol-Lösung, die mit irgend einem feinen zähen Schlamm angeführt, den Vitriol zu den schönsten Krystallen anschliessen lässt. Sind nicht die Haupt-Schichtungs-Klüfte hier, wie überall die natürlichsten, nach der Gangspalte führenden Wasserwege und ist es denkbar, dass eine Flüssigkeit von der Gangspalte aus, in deren fast wasserdichten Gneissmassen sie schon gar nicht ungehindert hätte aufsteigen können, auch noch durch die Schichtungs-Klüfte in das Nebengestein eingepresst worden wäre? Ich glaube es nicht und da Sublimation bei Arsenkies, wie bei Kiesen überhaupt noch weniger möglich ist, so bleibt nur Auslaugung übrig, für diesen Fall, wie für alle analogen, die mir in grosser Zahl bekannt sind. Arsen ist im schwarzen Glimmer des grauen Gneisses von Freiberg <sup>1)</sup> ebenso reichlich vorhanden, wie in den Glimmern der hellen und dunklen Glimmerschiefern und den Lithionglimmern (s. oben) des Erzgebirges, die Herleitung des Arsenkieses aus Silicaten des Nebengesteins hat also gar keine Schwierigkeit.

Man wird aus den bisherigen Ausführungen erkennen, dass ich an in der Gangspalte aufsteigende Flüssigkeiten, welche in ihr Erze absetzen, überhaupt nicht glauben kann und der Natur der Erze (Kiese) nach noch weniger an Sublimation. Lösungen von secundären Producten verbreiten sich freilich von Gängen auch in das Nebengestein, wie z. B. kohlen-saures Bleioxyd in den devonischen Schiefern der Grube Friedrichsseggen bei Oberlahnstein, Chlorsilber bei Caracoles in Bolivia in den neben den Erzgängen liegenden Jurakalk; aber das sind von den bisher erörterten Imprägnationen ganz verschiedene und auf die Oxydations-Zone von Gängen beschränkte Fälle.

Sind nun die von STELZNER als Einwanderer von den Gängen in das Nebengestein betrachteten Erze und Kiese vielmehr umgekehrt als Auswanderer aus dem Nebengestein in die Gänge anzusehen, so fällt vollends jeder Grund zu der Behauptung weg, dass die von mir in Silicaten entdeckten Gehalte an schweren und edlen Metallen, Arsen und Antimon

<sup>1)</sup> Weiteres über diesen Glimmer wird später mitgetheilt werden.

auf mikroskopische Kieseinmengen zurückgeführt werden könnten, denn die Kiese bilden sich ja erst aus diesen Silicaten und sind sicher nur in wenigen Fällen primitive Körper.

Einen weiteren Einwurf gegen die Auslaugungs - Theorie präcisirt STELZNER dahin, dass die geringen Mengen von Metalloxyden in den Silicaten nicht hinreichen sollen, um Gangspalten anzufüllen. Ganz abgesehen davon, dass solche Gangspalten fast niemals vollständig erfüllt, sondern gar häufig auf grosse Strecken zusammengedrückt oder taub sind, steht diese Ansicht in schroffem Widerspruche mit der für zahllose Erzlagerstätten erwiesenen und noch neuerdings von v. GRODDECK<sup>1)</sup> mit Recht besonders betonten Thatsache, „dass die Natur mittelst äusserst verdünnter Lösungen in langen Zeiträumen<sup>2)</sup> den in den Gesteinen fein vertheilten Metallgehalt zu sammeln und local abzulagern vermag.“ Aber nicht bloss Erze, sondern auch alle möglichen anderen Mineralkörper, die in Wasser löslich sind und unzersetzt ausgeschieden oder durch andere gefällt werden können, werden in dieser Weise in den Gängen und Erzlagern concentrirt.

Ein Beispiel aus meiner Erfahrung möchte hier am Platze sein. Die Analysen des körnigstreifigen (a) und des schieferigen Gneisses (b) von Schapbach haben ergeben<sup>3)</sup>, dass:

von a 1 Kubikmeter = 2720 Kilogr. die Elemente von

92,49	Grm.	Bleiglanz,
388,96	„	Kupferkies,
10,608,00	„	Schwerspath,
1,959,60	„	Flussspath;

von b 1 Kubikmeter = 2760 Kilogr. die Elemente von

133,17	Grm.	Bleiglanz,
564,62	„	Kupferkies,
9,384,00	„	Schwerspath,
1,959,60	„	Flusspath

enthält. Das genügt vollkommen, um das am Zusammenflusse zahlreicher Trümer beobachtete Vorkommen von z. Th. 4 Lachtern mächtigen Erzmitteln zu begreifen, welche bis in die grösste bis jetzt zu Schapbach erreichte Teufe von 40 Lachtern hinabreichen. Wenn einmal andere Nebengesteine, z. B. solché aus

<sup>1)</sup> Lagerstätten der Erze S. 299, 307, 324.

<sup>2)</sup> Ohne diese Voraussetzung ist gar Vieles, vor Allem das Vorkommen so vieler Pseudomorphosen z. B. auf den Gängen von Schneeberg, Wolfach, Schapbach, Schemnitz u. s. w. ganz unerklärlich!

<sup>3)</sup> KILLING, Ueber den Gneiss des nordöstlichen Schwarzwaldes, Würzburg 1878, S. 27 ff.

der Gegend von Freiberg, ebenfalls nicht nur durch Bausch-Analysen bekannt sind, deren hohen Werth für andere geologische Zwecke ich durchaus anerkenne, so wird es leicht sein, für solche ebenfalls Berechnungen anzustellen, die jedenfalls einen nicht bloss theoretischen Werth haben.

STELZNER verlangt demnächst (pag. 646) für Gänge, die als Auslaugungsproducte aus dem Nebengestein angesehen werden dürfen, dass „gewöhnlich alle Spalten, die das betreffende Gestein durchsetzen oder alle Schichtungsfugen und alle etwa vorhandenen Blasen- und sonstigen Hohlräume mit den Secreten des Nebengesteins bedeckt sein sollen“. Das ist wohl schon deshalb nicht immer der Fall, weil, wie die Erfahrung zeigt, die Bildung von Spalten und Spältchen im Gesteine bei Erstarrung, aus Schmelzfluss, Austrocknung oder Pressung desselben durchaus nicht so gleichmässig erfolgt, dass die Gewässer auf allen eindringen und auf allen gleich tief zersetzend wirken können. STELZNER scheint an diese ihm keinenfalls unbekanntes Thatsache gedacht zu haben, denn sein Zusatz „gewöhnlich“ enthält offenbar eine Milderung seiner Forderung. Indessen giebt es Erzlagerstätten, wo auch diese weitgehende Forderung erfüllt ist, z. B. die Kupfererz-Lagerstätten am Oberen See nach den Schilderungen amerikanischer Geologen, H. CREDNER's und den mir zu Gebote stehenden Suiten. die Gänge von Wittichen, Schapbach, Altenberg in Sachsen und viele Netz- und Strahlengänge in den verschiedensten Ländern. Ich kann nicht einsehen, warum grosse Gangspalten der Ausscheidung von Bestandtheilen des Nebengesteins und ihrer Ansammlung ungünstiger sein sollen als eine Anzahl kleinerer Spalten, im Gegentheil! Ich nehme auch gar keinen Anstand, die Gänge neben ihrem Nebengesteine oder ihren Nebengesteinen in grosse Teufen hinabreichen zu lassen, natürlich aber nur in solche, in welchen Gangarten z. B. Kalkspath, Braunspath, Schwerspath, Flusspath, Quarz und Erze noch nebeneinander bestehen können, ohne zusammenzuschmelzen. Das ist freilich nicht die „ewige Teufe“, aber dieser Bergmanns-Ausdruck ist überhaupt nicht ernst zu nehmen und wird auch von v. GRODDECK<sup>1)</sup> mit Recht für „mehr poetisch, als wahr“ erklärt. Er sollte schon deshalb möglichst vorsichtig gebraucht werden, weil hinlänglich bekannt ist, welche Vorurtheile und rein pecuniären Gründe so häufig von Tiefbauten abgehalten haben und noch abhalten. Es ist ja von den meisten Gängen, um nicht zu sagen, von allen, keineswegs mit Sicherheit festgestellt, in welche Teufe

<sup>1)</sup> Lagerstätten der Erze S. 44.



sie hinabreichen und besteht auch wenig Aussicht, dass dies jemals vollständig ermittelt wird.

Ich komme nun zu einem weiteren Einwurfe STELZNER's, nämlich „dass sich Erzgänge keineswegs nur in zersetzten, sondern oftmals auch in sehr frischen Gesteinen finden und dass sie in Kalksteinen und anderen Gebirgsarten vorkommen, in denen bis jetzt noch keine Spur von metallischen Beimengungen hat nachgewiesen werden können“.

Ob sich der Ausdruck „sehr frische Gesteine“ auf verkiesselte bezieht, weiss ich nicht, ist es der Fall, so könnte ich ihn natürlich nicht für identisch mit „unzersetzt“ anerkennen, da ein Zerbröckeln und Zerfallen bei Gesteinen erst bei vollendeter Zersetzung eintritt, die durchaus nicht bei allen Erzgängen stattzufinden braucht und auch nicht stattgefunden hat. Wenn nur ein oder zwei Bestandtheile des Nebengesteins und diese nicht erschöpfend ausgelaugt wurden, so kann ein Gestein den Eindruck eines frischen machen, bis Mikroskop und Säure dennoch die schon erfolgte Bildung von Kiesen, Oxyhydraten oder kohlen-sauren Salzen nachweisen.

Die Gänge in Kalksteinen verlangen eine ausführlichere Besprechung, da hier verschiedene Punkte in Frage kommen, welche getrennt gehalten werden müssen.

Zunächst ist es nicht richtig, dass in Kalksteinen noch gar keine Spur von metallischen Beimengungen hat nachgewiesen werden können. Ich weiss von sehr vielen durch eigene Untersuchung das Gegentheil, will aber nur ein und zwar das mir nächstliegende Beispiel anführen. Gelegentlich sehr sorgfältiger Analysen, welche Herr HILGER für sämtliche Schichten des fränkischen Muschelkalks ausgeführt hat, wurde in fast allen Niveaus desselben Blei, Kupfer und Zink in geringer Menge nachgewiesen. Diese Körper concentriren sich hin und wieder z. B. im Wellenkalke, wo bei Neustadt a. d. Saale kopfgrosse Bleiglanzester in der Nähe der unteren Terebratel-Bank gefunden wurden, in den Hornstein-Bänken bei Würzburg, wo sehr häufig Hornsteinknauer von hellbrauner Blende umhüllt sind, dann in einer Septarien-Bank des oberen Muschelkalks, die auf weite Strecken unter dem Trigonodus-Kalkstein fortläuft und schwarze Blende und Kupferkies (oder prächtige Pseudomorphosen von Ziegelerz und Malachit nach ihm) in Begleitung von fleischrothem Baryt auf den Klüften der Septarien enthält.<sup>1)</sup> Alle diese Vorkommen stehen ausser jeder Verbindung mit Gangklüften, auf welchen etwa die Erze aufgestiegen sein könnten. Nicht minder bemerkenswerth ist eine constant Bleiglanz führende Bank im Wellenkalke des

<sup>1)</sup> F. SANDBERGER, Würzb. naturw. Zeitschr. VI. S. 178 und a. a. O.

südöstlichen Schwarzwaldrandes <sup>1)</sup> und vollends gar die Bleiglanz, Kupferkies und Baryt von Erfurt bis nach Rottweil in Württemberg enthaltende Bleiglanz-Bank des Keupers. <sup>2)</sup> Wären diese Gesteine von Gangspalten durchsetzt, so würden sich auf diesen die Erze gesammelt haben.

Das Vorkommen von Bleiglanz, Weissbleierz, Kupferglanz, Blende und Kupferkies als Versteinerungsmittel in Kalksteinen ist längst bekannt und kann ja auch nur von Concentration und Ausfällung von im Kalkstein fein vertheilten Erzen oder Metallsilicaten herrühren.

In körnigen Kalken der Gneiss- und Glimmerschiefer-Gebiete der verschiedensten Länder sind Erze, z. B. Kupferkies, Kobaltarsenikkies, Magnetkies ebenfalls längst bekannt und liegt in vielen Fällen kein Grund vor, diese als spätere Einwanderer anzusehen. Silicate aus dem gleichen Gesteine, z. B. schwarze Hornblende von Pargas, enthalten nach meinen Untersuchungen Kupfer, Kobalt und Antimon, andere Arsen, auch Magneteisen z. B. von Schelingen am Kaiserstuhl und Gottmannsgrün im Fichtelgebirge Kupfer neben Magnesia und Thonerde und ein Spinell von Tiriolo in Calabrien gar 21,28 pCt. Zinkoxyd und 0,35 antimonige Säure <sup>3)</sup>!

In den meisten Fällen aber glaube ich das Auftreten von Erzgängen im Kalkstein nicht durch Auslaugung aus ihm selbst, sondern durch Infiltration von Auslaugungsproducten von Gesteinen erklären zu müssen, welche ihn bedecken, umhüllen oder durchsetzen. Ich halte nicht für überflüssig, auch diese Fälle durch Beispiele zu erläutern.

Bekanntlich bedeckt den triassischen Kalkstein von Raibl in Kärnthen, dessen Hohlräume in der Nähe von Verwerfungs-Klüften durch stalaktitische und in Schalen mit einander wechselnde Ablagerungen von Zinkblende und Bleiglanz und ihrer Zersetzungsproducte charakterisirt sind <sup>4)</sup>, ein schwarzer Mergel mit fossilen Fischen, Mollusken und Pflanzen, welche s. Z. von KNER, SÜSS und SCHENK beschrieben worden sind. Die Mergelschiefer, welche die Zone des *Trachyceras aonoides* vertreten, erweisen sich der Erzführung günstig und wo Verwerfungen fehlen, finden sich Erze an der Grenze von Mergelschiefer und Kalk und z. Th. schon in der untersten Region der Mergelschiefer selbst. Es war mir von Interesse, die Zusammensetzung dieser Mergelschiefer aus erzfreien höheren

<sup>1)</sup> F. SCHALCH, Beitrag zur Kenntniss d. Trias am südöstl. Schwarzwald 1873. S. 30 ff.

<sup>2)</sup> F. SANDBERGER, Jahrb. f. Miner. 1866. S. 36 ff. — NIES, Keuper im Steigerwald S. 33 ff.

<sup>3)</sup> Bolletino del reale com. geol. d'Italia 1879. S. 81.

<sup>4)</sup> POSEPNY, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Bd. XXIII. S. 317 ff.

Regionen in ganz frischen, tiefschwarzen Stücken kennen zu lernen. Ich verwendete daher 50 Grm. zu eingehender Untersuchung. In dem salpetersalzsauren Auszuge wurde nur Arsen und wenig Molybdän gefunden. Ich ging daher zur Aufschliessung von 20 Grm. des schwarzen Rückstandes mit kohlensaurem Natron-Kali über, wobei Blei und Zink in erheblicher Quantität, dann Lithion und ausserdem Spuren von Chrom und Kupfer entdeckt wurden, welche also ganz oder grösstentheils in Form von Silicaten vorhanden sein mussten. Man hat es daher statt mit Kupferschiefer, dem das Gestein täuschend ähnlich sieht, mit einem schwach blei- und zinkhaltigen, bituminösen Mergelschiefer zu thun. Was ist natürlicher, als anzunehmen, dass diese Schiefer ausgelaugt und die Lösungen von Bleiglanz und Blende in die Hohlräume des unter- und nebenliegenden Kalkes eingesickert sind, wo diese Mineralien z. Th in Zapfen von der Decke herabhängen. Das ist ein Tropfapparat (QUENSTEDT, Epochen der Natur pag. 265) im vollsten Sinne des Wortes!

Der Bleiglanz enthält Arsen und liefert Bleivitriol, Weissbleierz und Molybdänbleierz, wenn auch letzteres nur in geringer Menge <sup>1)</sup>, die Blende enthält Lithium, wie v. KOBELL <sup>2)</sup> entdeckt hat, letzteres geht, wie ich mich überzeugt habe, auch in das aus der Blende entstandene Kieselzink über. Auf gleiche Weise wie die Raibler mögen noch manche Bleizink-Lagerstätten im Kalkstein entstanden sein, deren Ursprung jedoch natürlich nicht mehr sicher zu ermitteln ist, wenn die den erzführenden Kalk bedeckenden Schichten durch Erosion entfernt worden sind.

In ähnlicher Art möchte ich mir die Entstehung der merkwürdigen Trümer erklären, welche STELZNER <sup>3)</sup> aus dem körnigen Kalke von Miltitz bei Meissen beschreibt, der zwischen Hornblendeschiefer und Thonschiefer (?Phyllit) eingelagert ist. Da diese nach ihm nicht im Zusammenhange mit benachbarten Gängen stehen und Eisenkies, Nickel- und Kobalterze führen, so möchte ich in Folge des von mir in sehr vielen Hornblenden beobachteten Arsen-, Nickel- und Kobaltgehaltes diese Erze auch hier aus dem Hornblendeschiefer ableiten, aus welchem sie in Lösung in die Klüfte des Kalksteins eingeführt sein können. Das Vorkommen von Silberglanz und Silber auf diesen Trümmern vermag ich aber nicht ohne Weiteres zu erklären und muss wünschen, dass grosse Mengen der Gesteine

<sup>1)</sup> v. ZEPHAROVICH, Min. Lexic. f. Oesterreich I. S. 182.

<sup>2)</sup> Sitzungsber. d. math.-phys. Cl. d. k. b. Acad. d. Wissensch. 1878. S. 552.

<sup>3)</sup> Berg- und Hüttenm. Zeitung 1877. S. 258.

von Miltitz auf alle drei Metalle geprüft werden möchten. Aehnliche ausser jeder Verbindung mit Gängen stehende Trümmer finden sich in verschiedenen Gebirgen, z. B. Erzgebirge, Schwarzwald, rheinischem Schiefergebirge, in sehr grosser Zahl, sie können überhaupt nur durch Auslaugung aus dem Nebengesteine erklärt werden.

Ganz anders als in den eben erwähnten Fällen liegt die Sache für die berühmten Gänge von Chanarcillo in Chile, deren Mineralien erst kürzlich von STRENG <sup>1)</sup> geschildert worden sind. Hier sind die den Kalkstein durchsetzenden oder in horizontaler Richtung in ihn eindringenden sogen. Grünsteine (?Propylite) offenbar die Erzbringer, d. h. sie und nicht der Kalkstein enthalten die metallführenden Silicate, da die Erzmittel durchweg an sie gebunden sind. Ganz analog scheinen auch die Gänge von Caracoles in Bolivia zu sein, in dem von ihnen durchsetzten Kalksteine wurden vor Kurzem in Chlorsilber und Gediegen Silber umgewandelte Ammoniten (*Amm. plicatilis* und *perarmatus*) gefunden <sup>2)</sup>, ein deutlicher Beweis nicht etwa dafür, dass sublimirtes Silber in sie eingedrungen ist, sondern, dass sich Auslaugungs-Producte des Eruptivgesteins in Lösung in ihnen verbreitet haben. Diese Beispiele werden genügen, um zu zeigen, dass es zwar nicht schwierig ist, das Auftreten von Erzgängen im Kalkstein zu erklären, dass aber für jeden einzelnen Fall die vorliegenden Umstände genau erwogen werden müssen. Ausser den Lagerungsverhältnissen und vorkommenden Mineralien wird auch die chemische Beschaffenheit derselben genau bekannt, d. h. durch sorgfältige Analysen mit grossem Material untersucht sein müssen.

Ein neuer Einwurf gegen die Auslaugungs-Theorie wird von STELZNER dahin formulirt, dass dieselbe nicht zureiche, „wenn in einem und demselben Bezirke und in einem und demselben Gesteine sehr zahlreiche Gänge aufsetzen und diejenigen von gleicher oder ähnlicher Streichrichtung auch gleiche, diejenigen ungleicher Streichrichtung aber ungleiche Ausfüllung zeigen und dass diese Thatsache selbst dann beobachtet werden kann, wenn, wie im Freiburger Revier, die Schichtung des Nebengesteins eine sehr flach kuppelförmige, also den im Gestein circulirenden Gewässern nach allen Richtungen hin gleiche Beweglichkeit gestattet ist. Die verschiedenen streichenden Gänge sind in solchen Fällen zwar verschieden alt, aber es ist keineswegs zu erkennen, dass sich in den älteren Gängen etwa die Elemente

<sup>1)</sup> Jahrb. f. Min. 1878. S. 897 ff.

<sup>2)</sup> Bulletin soc. géol. de France III. sér. VII. pag. 102.

des Nebengesteins fänden, welche zu den am Leichtesten extractiven gehören.“ Da ich natürlich nicht in der Lage war, zu beurtheilen, welchen Fall STELZNER im Auge hatte, bat ich, mir diesen genau zu bezeichnen und erhielt als Antwort eine Abhandlung von WENGLER<sup>1)</sup> nebst mehreren Karten und Profilen des Grubenfeldes von Himmelfahrt. Auf der Karte ist eine grosse Anzahl von Erzgängen der kiesigen Blei-Blende-Formation<sup>2)</sup> (in h. 12—6 streichend) neben einer kleineren von barytischen Gängen<sup>3)</sup> (h. 6—12 streichend) eingetragen, welche erstere durchsetzen, also jünger sind. Das Nebengestein besteht im ganzen Grubenfelde aus dem gewöhnlichen grauen Freiburger Gneiss mit schwachen Einlagerungen von rothem. Fast durch die Mitte desselben setzt ein schmaler Porphyrgang hindurch. Von den beiden Gneissen sind Bauschanalysen von RUBE angeführt, in welchen weder schwere Metalle noch Baryt erwähnt werden. Als Bestandtheile des grauen Gneisses fand ich schwarzen Glimmer, viel weissen, sehr frischen Orthoklas, wenig ebenfalls weissen Oligoklas und Quarz. Der Glimmer wurde zunächst isolirt und in 10 Grm. desselben Arsen, Blei und Zink reichlich, Antimon und Kupfer aber nur in geringerer Menge gefunden. Der Orthoklas ergab einen sehr deutlichen Barytgehalt. Wie man sieht, sind die sämtlichen Elemente der auf den älteren Gängen auftretenden Erze, Arsenkies, Bleiglanz und Blende im Glimmer enthalten; das in diesen Erzen ebenfalls auftretende Silber, von welchem der reine Bleiglanz nur 0,2 pCt. enthält, liess sich in 10 Grm. Glimmer natürlich nicht nachweisen, mehr reines Material stand aber nicht zur Verfügung. Es wird Aufgabe der Freiburger Chemiker sein, diese Lücke auszufüllen, an dem Vorhandensein des Silbers zu zweifeln habe ich keinen Grund, da alle in Menge vorkommenden Gangbestandtheile gefunden sind.

Nun ist aus zahllosen sonstigen Beobachtungen bekannt, dass von den Mineralien der Gneisse und anderer Gesteine die schwarzen eisenreichen Glimmer zuerst durch kohlenensäurehaltige Wasser angegriffen werden, was augenscheinlich auch hier der Fall war, und es lässt sich daher sehr wohl begreifen, dass auf den älteren Gängen nur Auslaugungs-Producte des Glimmers auftreten. Die barytischen Gänge sind nach WENGLER (S. 101) nur bauwürdig, wo sie sich mit solchen der kiesigen Blei-Blende-Formation kreuzen und auch hier nur an einigen Stellen des Grubenfeldes. Ihr Barytgehalt rührt aus

<sup>1)</sup> Jahrbuch für Berg- und Hüttenwesen im Königr. Sachsen 1873 S. 98 ff.

<sup>2)</sup> BREITHAUP, Paragenesis S. 157 ff.

<sup>3)</sup> Ebendas. S. 199 ff.

dem Orthoklas her, welcher erfahrungsgemäss viel schwerer als der Glimmer zersetzt wird und tritt deshalb auf vielen Gängen entweder als jüngere Lage auf oder auf eigenen jüngeren Gängen, welche die barytfreien älteren durchsetzen. Die Schwerspathgänge sind daher für mich das Product einer zweiten Auslaugung des Gesteins, welche den Glimmer schon erschöpft vorfand und darum sehr arm an Erzen resp. unbauwürdig. Es ist also in der That vollständig nachzuweisen, was STELZNER in Abrede stellt, nämlich dass auf den älteren Gängen die Producte des am Leichtesten zersetzbaren Silicats des Gneisses, auf den jüngeren aber die des schwerer zersetzbaren auftreten. Man wird nun fragen, woher kommt dann der auf einigen Kreuzen von älteren und jüngeren Gängen beobachtete Silberreichthum, veranlasst durch das Auftreten der Formation der edlen Geschicke? Dass die arsen- und antimonhaltigen Erze (Arsenrothgültigerz, auf Himmelfahrt besonders schön und häufig, Polybasit und Sprödglasserz), wie der aus ihnen hervorgehende Silberglanz und das metallische Silber sehr junge Gebilde sind, hat schon BREITHAUP<sup>1)</sup> hervorgehoben und ist auch von mir auf den badischen Gängen von Wittichen, Wolfach und Münsterthal und von Markkirch im Elsass ausser Zweifel gesetzt worden. Aber ausserdem konnte ich auch zu Wolfach direct beweisen, dass solche edle Geschicke Auslaugungsproducte älterer silberhaltiger Gangglieder sind, nicht aber neue Gangglieder selbstständigen Ursprungs. Wenn man die Paragenesis der Gänge von Freiberg, Andreasberg, Bräunsdorf, Schemnitz u. a. genau würdigt, wird man wohl auf das Resultat kommen, dass es sich auch dort so verhält und dass vielleicht zu Schwefelbaryum reducirter Schwerspath dabei eine Rolle spielt. Ist dies der Fall, so ist nur noch der Nachweis des Silbers in grossen Massen des Freiburger Glimmers nöthig, um auch dieses scheinbare Räthsel zu lösen.

STELZNER fährt nun fort (pag. 647): „Endlich lässt die Lateral-Secretions-Theorie die Thatsache völlig unerklärt, dass sich die meisten und reichsten, vielleicht kann man sogar sagen, alle Erzgänge nur da finden, wo die Erdkruste starke gebirgsbildende Dislocationen erlitten hat und wo wegen der hierbei aufreissenden Spalten den abyssodynamischen Kräften die mannigfaltigste Entwicklung gestattet war. Das sächsische Erzgebirge, der Harz, die Karpathen und als grossartigstes Beispiel die Cordilleren Nord- und Südamerika's, sind durch derartige Dislocationen entstanden und in allen diesen Gebirgen stossen wir auf die bedeutungsvolle Vereinigung

<sup>1)</sup> Paragenesis S. 251. - Jahrb. f. Min. 1869. S. 309, 324.

von allerhand Eruptivgesteinen, von Erzgängen und von Thermen, vielleicht auch auf ausgebrannte oder noch thätige Vulkane.“

Hierauf ist zunächst Folgendes zu erwidern. Die Aufspaltung des Gesteins, welche erst Räume zum Absatz von Erzen schafft, ist ein rein mechanischer Process, welcher von jeder Gangtheorie vorausgesetzt werden muss, er beweist oder widerlegt keine derselben. Man kann nun weiter fragen, warum sollen zahlreiche Spaltensysteme, welche Raum im Ueberflusse zum Absatz von Auslaugungsproducten bieten, gerade der Auslaugungs-Theorie ungünstig sein? Ich weiss es nicht und habe gute Gründe das Gegentheil anzunehmen, sobald nicht der Beweis geliefert werden kann, dass das Nebengestein solcher Erzgänge die auf diesen auftretenden Stoffe nicht enthält. Nur darauf kommt es an, wenn es sich um Widerlegung der Auslaugungs-Theorie handelt.

Bezüglich des Erzgebirges kann ich bereits in den Silicaten fast aller in demselben in einiger Verbreitung vorkommenden Felsarten, z. B. Hornblende-Gesteine, Gneisse, Glimmerschiefer, Granite, Greisen u. s. w., die wichtigsten Elemente jener Erze, die auf seinen Gängen in Menge vorkommen, vollständig nachweisen. Dasselbe gilt für die Gänge im Porphyrit, Diabas und Granit des Harzes, welche indess meines Wissens in gar keiner Beziehung zu Mineralquellen und erloschenen Vulkanen stehen.

Was die Gänge betrifft, welche im Bereiche der Karpathen auftreten, so habe ich einstweilen nur die Silicate des Propylits untersucht und wähle daher die Gänge von Schemnitz als Beispiel für die Richtigkeit der Auslaugungs-Theorie.

Es war nicht leicht, unzersetzten Propylit aus dieser Gegend zu erhalten. Unter 40 Stücken, welche mir durch die Güte der Herren WOLF, v. HANTKEN und v. SZABÓ zugekommen waren, enthielt nur ein von letzterem mitgetheiltes von Drienova in der Nähe des SCHULZ'schen Maierhofes gänzlich frischen, tiefschwarzen Glimmer und daneben wenig frische Hornblende. Im Ganzen konnten leider nur 4 Grm. reines Material aus demselben gewonnen werden. Trotzdem wurde dieses mit kohlen-saurem Natronkali aufgeschlossen und untersucht. Mit voller Sicherheit konnte nachgewiesen werden: Blei, Zink, Kupfer, Arsen, Antimon, Kobalt, Mangan, Titan und Zinn. Der Glimmer ist also sehr reich an schweren Metallen, während die Hornblende des Quarz-Diorits (sog. Syenits) von Hodritsch weit ärmer daran ist und namentlich kein Blei enthält. Dass die Versuche auf Silber und Gold kein Resultat ergaben, wird sehr begreiflich, wenn man sich erinnert,

dass der Bleiglanz von Schemnitz nach BEUDANT 7 pCt. Silber und das aus verschiedenen Erzen dargestellte Feinsilber von dort nach B. WINKLER, höchstens 0,016 pCt. Gold enthält. Hätten mir statt 4 Grm. 20—30 Grm. Glimmer zur Verfügung gestanden, so wären mir beide Metalle wohl nicht entgangen. Es wird auch hier Sache der einheimischen Forscher sein, meine Untersuchung zu ergänzen.

Bemerkenswerth ist ferner, dass der Feldspath aus demselben Stücke neben überwiegendem Kalk auch Baryt sehr deutlich zu constatiren gestattetete.

Es mag nun ein Blick auf die Beschaffenheit des Propylit's<sup>1)</sup> geworfen werden, wie er als Nebengestein der Gänge, z. B. im Stephansschachte und an anderen Orten der Gegend vorkommt.

TSCHERMAK, VOM RATH und BLUM haben bereits ausführlich nachgewiesen, dass der Glimmer des Propylits in eine chloritische Substanz umgewandelt worden ist, dasselbe gilt auch für die Augite und Hornblenden des Gesteins, wie ich mich überzeugt habe. Alle drei Mineralien sind unter Lupe und Mikroskop in diesem Stadium oft überfüllt mit neugebildeten Kiespartikeln und Kalkspath, wie schon BLUM<sup>2)</sup> bemerkt hat. Aber letzterer ist auch durch das ganze Gestein vertheilt, wie man leicht nachweisen kann, wenn man Splitter desselben in kalte Salzsäure wirft. Die Zersetzung des Propylits liefert also die gewöhnlichen Producte, Chlorit und kohlen saure Salze und daneben scheiden sich Eisen und schwere Metalle aus den Silicaten unter Einwirkung löslicher schwefelsaurer Salze und organischer Substanz als Kiese aus, ganz so, wie in irgend einem Diabase, Diorite oder ähnlichem Gesteine älterer Perioden auch. Ein mit kohlen sauren Salzen in solcher Weise getränktes Gestein kann niemals mit so hohen Temperaturen in Berührung gekommen sein, wie sie Sublimationen von Gold und Silber als Metall<sup>3)</sup> oder auch nur als Chlorverbindungen erfordern.<sup>4)</sup>

Es ist immerhin nicht ohne Interesse, im Anschlusse an obige Bemerkungen die Ausfüllungsweise eines der Schemnitzer Gänge zu verfolgen. Dank den reichlichen Geschenken an

<sup>1)</sup> Ich gebrauche diesen Namen so lange, als die Discussion über die Nomenclatur der Schemnitzer Gesteine noch nicht zum Abschlusse gelangt ist.

<sup>2)</sup> Jahrb. f. Min. 1865. S. 269 ff.

<sup>3)</sup> Ich darf als selbstverständlich voraussetzen, dass ich metallisches Gold und Silber stets nur als Zersetzungsproduct von Schwefelmetallen resp. Tellurmetallen ansehe, welche beide enthalten.

<sup>4)</sup> Selbst v. COTTA (Gangstudien IV. S. 208) hat sich schon sehr energisch gegen solche Sublimationen ausgesprochen.



schönen ungarischen und siebenbürgischen Gangstücken, welche der ehemalige Grossherzog FERDINAND von Würzburg (1806 bis 1814) und später Prof. ZIPSER u. A. der Universitäts-Sammlung zu Theil werden liessen, verfüge ich in dieser Richtung über ein grosses Material. Es kann nicht in meiner Absicht liegen, dieses hier in grösserer Ausdehnung vorzuführen, ich beschränke mich vielmehr auf das lehrreichste Gangstück vom Spitaler Gange zu Schemnitz. Dieses lässt folgende Paragenesis erkennen: 1. dünne Schicht von schuppig-strahligem Chlorit mit fein eingesprengtem Eisenkies und Bleiglanz, 2. sogen. Zinopel, schmutzig graulichroth gefärbter, feinkörniger Quarz, an der Grenze gegen 1 mit reichlich eingesprengten Kiesen und Bleiglanz, 3. Chlorit, sehr dünne Lage, 4. feinkörniger Kalkspath, sehr dünner, nicht durchsetzender Streifen, 5. Amethyst<sup>1)</sup> mit grob eingesprengter Blende und Bleiglanz (hin und wieder mit Eindrücken von verschwundenem Baryt), 6. Kalkspath, oben in kugelige Aggregate von Rhomboëdern auslaufend, 7. Braunspath, häufig den Kalkspath umhüllend und z. Th. verdrängend. Also, wenn man von den Erzen absieht, dieselbe Reihenfolge, Chlorit, Amethyst und Kalkspath, wie in den Mandeln von Oberstein, oder, diese mitgerechnet, dichter Quarz mit eingesprengten Kiesen, grobkrySTALLINISCHER Quarz, der z. Th. Baryt verdrängt hat, mit derben Erzen und zuletzt die Hauptmasse der Carbonate, wie an zahllosen anderen Orten, z. B. in Schapbach, Schneeberg u. s. w.<sup>2)</sup> Diese Erörterungen werden genügen, um zu zeigen, dass die Schemnitzer Gänge nur mit Zersetzungs- und Auslaugungs-Producten des Nebengesteins gefüllt sind.

Leider sind die Propylite und sonstigen vulkanischen Gesteine Süd- und Nord-Amerika's noch nicht auf schwere Metalle und ihre Begleiter untersucht, es ist mir daher unmöglich, ein Urtheil über sie abzugeben, ich kann nur nach der von allen Seiten anerkannten Analogie mit Schemnitz vermuthen, dass sich auch in ihren Hornblenden, Augiten und Glimmern die Bestandtheile ihrer Erzgänge finden werden und wäre für jedes frische Stück aus diesen Gegenden mit genauer Angabe des Fundorts und seiner Entfernung von Erzgängen sehr

<sup>1)</sup> Derselbe ist auch hier, wie überall, durch organische Substanz gefärbt, die bei Rothgluth vollkommen zerstört wird.

<sup>2)</sup> Es ist ein Verdienst v. GRODDECK's, die grosse Beständigkeit dieser Aufeinanderfolge auf Erzgängen der verschiedensten Gegenden hervorgehoben zu haben (Lehre v. d. Erzlagerst. S. 80); ich stimme auch seiner Folgerung durchaus bei, dass sich alle diese Hohlraum-Ausfüllungen demnächst von einem gemeinschaftlichen chemischen Gesichtspunkte betrachten lassen werden.

dankbar. Für den Comstock-Lode muss ich schon jetzt im Hinblick auf CL. KING'S Schilderung seiner Ausfüllung und Structur Ascension und Sublimation aus denselben Gründen ausschliessen, welche oben für den Freiburger Dittrich Stehenden geltend gemacht worden sind.

Ich komme nun zu einem zweiten von STELZNER in dem obigen Satze hervorgehobenen Punkte, nämlich zu der Association von Erzgängen mit Mineralquellen. Diese besteht unzweifelhaft in Böhmen, Sachsen, Oberfranken, den Vogesen, Schwarzwald und Rheinischen Schiefergebirge in der Weise, dass aus Erzgängen vielfach Mineralquellen hervortreten. Ausser den von H. MÜLLER<sup>1)</sup> angeführten aus Sachsen und Böhmen gehören dahin mehrere Quellen im Fichtelgebirge, Plombières in den Vogesen, Badenweiler, Rippoldsau und Schapbach im Schwarzwalde, Ems in Nassau, Berncastel a. d. Mosel u. a. In allen angeführten Landstrichen giebt es aber auch ganz ähnlich oder gleich zusammengesetzte Quellen, welche mit Erzgängen in gar keine Berührung kommen, sie bilden sogar überall die überwiegende Mehrzahl. Es fragt sich nun, in welcher Beziehung stehen solche Mineralquellen überhaupt zu den Erzgängen, auf welchen sie entspringen? Benutzen sie nur die einmal vorhandenen Canäle, um zur Oberfläche aufzusteigen, wie jede andere durch Verwerfungen und sonstige Ursachen geöffnete Kluft, oder stehen sie mit ihnen in einem näheren Zusammenhange und setzen gewissermaassen die „Gangthätigkeit“ fort? Ich habe Letzteres früher selbst geglaubt und wiederholt Quellen, welche auf Erzgängen oder in deren Nähe entspringen, z. B. die Josephs- und Leopolds-Quelle in Rippoldsau, Salzquelle in Petersthal und Löwenquelle in Baden vollständig auspumpen lassen und dann die Felsklüfte sorgfältig auf neugebildete Erzabsätze untersucht. Sie zeigten zu meiner Ueberraschung keine Spur davon, sondern nur Ockerabsätze von dem Punkte an, wo sie zuerst mit der Luft in Berührung kamen. In grösserer Tiefe waren die Quellenspalten ganz frei von diesen und bedurften nach Aussage der Wärter niemals einer Reinigung. Ich hätte das wohl vorher wissen können, wenn ich schon vor 19 Jahren die schlagenden Gründe erwogen hätte, welche G. BISCHOF<sup>2)</sup> für die Unmöglichkeit des Absatzes der Bestandtheile aufsteigender Quellen in ihren Kanälen anführt. Aber so lange ich nicht wusste, dass die Elemente der Erze und Gangarten der Erz-

<sup>1)</sup> v. CORTA'S Gangstudien Bd. III. S. 262 ff.

<sup>2)</sup> Chemische Geologie I. Aufl. Bd. II. S. 814., II. Aufl. Bd. I. S. 527.

gänge als Silicate im Nebengesteine enthalten sind, gab es eben keine andere halbwegs plausible Erklärung als die Ascension.

Im rheinischen Schiefergebirge zeigen viele Mineralquellen, namentlich Natronquellen (Fachingen, Ems, Selters u. s. w.) so intime Beziehungen zu Basalt-Eruptionen, dass man an einem Zusammenhange mit diesen nicht wohl zweifeln kann. Basalte aber durchsetzen vielfach, namentlich zwischen Siegen und dem Rhein, z. B. auf Grube Alte Birke, Luise bei Hohausen, Virneberg bei Rheinbreitbach, Erzgänge, deren Eisenspath dabei in Magneteisen umgewandelt wird, sind also weit jünger als diese. Wenn ich recht unterrichtet bin, verhält es sich auch in Sachsen und Böhmen nicht anders und existirt dort kein tertiäres Eruptiv-Gestein, welches zu Erzgängen, wohl aber solche, die zu Mineralquellen in directer Beziehung stehen. Auch in der Auvergne ändert sich das nicht. Dagegen sind die ungarischen, siebenbürgischen und viele nord- und südamerikanischen goldführenden Gänge, worunter der Comstock, ja ganz unzweifelhaft in der Weise an ein tertiäres vulkanisches Gestein, den Propylit, gebunden, dass sie nur in diesem erzführend auftreten. In demselben Landstriche kommen nun auch Solfataren und Geysir vor, die in anderen, Island und Neuseeland, noch von Niemand in Beziehung zu Erzgängen gebracht worden sind. Aber auch in Amerika ist kein Beweis geführt, dass diese Solfataren und Geysir vor den Durchbrüchen der auf die Propylite folgenden Trachyte und Basalte schon vorhanden waren und also als Nachwirkungen der Propylit-Eruptionen angesehen werden müssen. Wenn sie es aber auch wären, so hätten sie, wie schon oben ausgeführt, niemals Erzgänge von der Beschaffenheit des Comstock oder der Schemnitzer Gänge liefern können.

Als Gesamt-Resultat ergibt sich, dass die vulkanische Thätigkeit zwar nicht in der von STELZNER verfochtenen Weise bei der Erzgang-Bildung betheilt gewesen sein kann, wohl aber 1. durch Aufreissen von Spalten, die aber selbstverständlich keineswegs immer durch vulkanische Kräfte gebildet worden sein müssen, 2. durch Massen-Eruptionen von feuerflüssigen Gesteinen, welche metallführende Silicate als wesentliche Gemengtheile enthalten. Dass diese in bestimmten Eruptiv-Gesteinen, z. B. Lithionit-Graniten, Diabasen, Paläopikriten, Porphyriten, Propyliten, stets dieselben sind, ist der einfache Grund, warum in den in ihnen aufsetzenden Erzgängen sich dieselben Erze wiederholen. Es dürfte einstweilen, vielleicht immer, ein vergebliches Bemühen sein, zu erforschen, aus welcher Teufe des uns nur in Bezug auf specifisches Gewicht bekannten Erdinnern die einzelnen

Eruptivgesteine kommen. Man wird daher besser thun, vorerst nur mit bekannten Grössen zu rechnen, und das sind eben die metallführenden Silicate in den krystallinischen und ihre Reste in den Sedimentär-Gesteinen.

Wenn ich nun auch genöthigt war, in dem Vorstehenden jeden unmittelbaren Zusammenhang der Erzgänge mit vulkanischer Thätigkeit abzulehnen, so bin ich doch keineswegs der Ansicht, dass sich die Mehrzahl derselben unter gewöhnlicher Temperatur und gewöhnlichem Drucke gebildet hätte und zwar aus dem folgenden Grunde. Es ist in Süddeutschland, Frankreich und England nach den Lagerungsverhältnissen und z. Th. nach in den Erzgängen getroffenen Versteinerungen sicher constatirt, dass viele Gänge in der Periode des Lias und manche in noch älteren, in Ungarn und Amerika aber in der weit jüngeren miocänen Tertiär-Zeit entstanden sind. In diesen Perioden hatte die Erdoberfläche und um so mehr das Erdinnere noch eine weit höhere Temperatur als jetzt und mag diese die Auslaugung der Gesteine kräftig befördert haben. Die obere Grenze dieser Temperatur ist aber durch eine Thatsache bestimmt, nämlich dadurch, dass sich niemals auf Gängen mit Schwefelmetallen zusammen gleichalter Aragonit vorfindet, sondern nur Kalkspath. Siedhitze ist hiernach bei Erzgangbildung ausgeschlossen.

Man könnte glauben, es sei ganz gleichgiltig, ob das Material der Erzgänge aus unbekannter Tiefe und unbekanntem Gesteinen in Form aufsteigender Quellen producirt worden sei oder mit seinem Nebengesteine in dem von mir vertretenen causalen Zusammenhange stehe. In letzterem Falle ergibt es sich als nothwendig, dass die Erzgänge mit ihrem Nebengestein in die Teufe setzen und man wird nicht nur empirisch, sondern aus guten wissenschaftlichen Gründen in dem gleichen Nebengesteine auch nach weiteren Erzgängen ähnlicher Art, wie die schon bekannten, suchen dürfen. Dass dies volkswirtschaftlich wichtig ist, wird kein Unbefangener leugnen wollen. Es ist darum gewiss der Mühe werth, die hier vorgeführten Untersuchungen weiter fortzusetzen, und ich halte das direct für Pflicht der Berg-Akademien, bei denen die Hülfsmittel dafür in so reichem Maasse vorhanden sind, vor Allem auch Aufbereitungs-Apparate und chemische Laboratorien. Dass noch jahrelang Versuche über die Löslichkeit der einzelnen Gangminerale in den auf Gängen überhaupt früher wahrscheinlich vorhandenen Flüssigkeiten und mikroskopische Untersuchungen über die Entwicklung derselben aus den Primitiv-Silicaten nothwendig sind, ist sicher, schon meine vorläufigen Arbeiten in dieser Richtung haben sich sehr

gelohnt. Ich schliesse, wie ich glaube, am Passendsten mit einem Spruche J. CHARPENTIER's<sup>1)</sup>: „Man erlaube mir zu erinnern, dass ich nicht um des Vergnügens willen, eine Hypothese auf die Bahn zu bringen, auf die Gedanken gefallen bin und dass meine Meinung nicht auf der Stube, bloss durch Hülfe des Witzes ausgedacht worden ist, sondern, dass ich von der Natur selbst dahin geführt zu werden glaube.“

---

<sup>1)</sup> Mineralogische Geographie der kurhess. Lande 1878. S. 426 ff.

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1880

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Sandberger Carl Ludwig Fridolin

Artikel/Article: [Ueber die Bildung von Erzgängen mittelst Auslaugung des Nebengesteins. 350-370](#)