Zur Theorie der Gang-Bildungen

von

Herrn **Hermann Vogelsang**.

Einleitung.

Das materielle Interesse, welches der Mensch zu jeder Zeit an den Lagerstätten gewisser Mineralien nahm, hat auch dahin geführt, dass jedes Vorkommen derselben, wenn es sich irgendwie, namentlich aber durch eine eigenthümliche Gestaltung charakterisirte, mit einem besondern Worte bezeichnet wurde. So brauchbar ohne Zweifel diese Wörter für den Bergmann sind, um eine bestimmte Lagerstätte und ihr Verhalten vor andern zu kennzeichnen, so schwer hält es doch andererseits bei einer von allgemeinen Gesichtspunkten ausgehenden Betrachtung, jene Ausdrücke gegen einander abzugrenzen, sie einzeln so zu definiren, dass ihre Unterscheidung nicht nur einen rein praktischen, sondern auch einen wissenschaftlichen Werth behält. In der guten Absicht aber, beiden Theilen gerecht zu werden, haben die meisten Naturforscher, welche die Entstehung und Ausbildung jener eigenthümlichen Vorkommnisse zum Gegenstand ihrer Betrachtungen wählten, ein unerreichbares Ziel verfolgt, vergessend, dass die bergmännische Thätigkeit und Sprache zunächst gewiss nicht auf Ausbau der Wissenschaft gerichtet ist, und dass die letzte in freier theoretischer Anschauung der Dinge das vorhandene Sprach-Material zwar oft sehr gut verwenden kann, aber durchaus nicht völlig in sich aufzunehmen gehalten ist. Jeder entlehnte Ausdruck muss in der Wissenschaft vor Allem scharf umgrenzt werden, wenn auch dann in der Praxis das Wort eine etwas andere, engere oder weitere Bedeutung hat.

Gänge sind untergeordnete Gebirgs-Glieder, welche durch

ihre Substanz oder Ausdehnung eine selbstständige, von der Ablagerung der einschliessenden Gebirgs-Massen unabhängige Entstehung beurkunden.

Soweit diese Erklärung des Begriffes der Gänge von den bisher gebräuchlichen abweicht, werde ich sie zu rechtfertigen versuchen. Nur zwei der früheren Definitionen sind übrigens zu berücksichtigen: die eine bekannteste scheint zuerst von Oppel ausgesprochen zu seyn; Gänge sind ausgefüllte Spalten. Das Unlogische dieser Erklärung; die eine bestimmte genetische Hypothese enthält, ist bereits von Charpentier gefühlt und dargethan. Er behält sie aber bei, und täuscht sich selbst, glaubend, sie effektiv modifizirt zu haben *. Werner war vorsichtiger. Er sagt: „Gänge sind Platten-förmige besondere Lagerstätten der Fossilien, welche fast immer die Schichten des Gesteins durchschneiden, und insofern eine von diesen abweichende Lage haben, auch mit einer von der Gebirgs-Art mehr oder weniger verschiedenen Masse angefüllt sind“ **. Wenn man das diplomatische „fast immer“ und »mehr oder weniger“ nicht respektirt, so bleibt von dieser Definition nicht viel mehr übrig, und Werner, der dieses gewiss wohl fühlte, greift zur genaueren Bestimmung denn auch wieder zu der Oppel'schen Erklärung zurück, bemerkt aber ausdrücklich, dass hierin schon eine erst zu erweisende Hypothese ausgesprochen sey. Wenn er im Eingange des dritten Kapitels (l. c. S. 51) seine ganze neue Theorie über die Entstehung der Gänge in einen Satz zusammenfasst, so ist diess keine Definition des Begriffes und wird desshalb mit Unrecht von Beust als solche angefochten ***.

Es gibt aber unzählige Gänge, welche die Schichten des Gebirges nicht durchschneiden, oder überhaupt im ungeschichteten Massen-Gebirge aufsetzen; der Begriff Platten-förmig ist für die Gänge nicht charakteristisch, mit Rücksicht auf die Formen der übrigen Gebirgsglieder kaum eximirend, und die Substanz der Gänge erscheint so verschiedenartig und so wenig eigenthümlich, dass sie in keiner Weise einer allgemeinen Definition zum Anhalts-

---

* Charpentier: Mineral. Geographie d. Churs. Lande. S. 87 ff

** Werner: Neue Theorie von der Entstehung der Gänge. S 2.

*** Freihr. v. Beust: Kritische Beleuchtung der Werner'schen Gang-Theorie. S. 22.

punkte dienen kann. In Form und Substanz suchen wir also vergebens nach einem durchgreifenden Kriterium für jene Lagerstätten, wir finden es allein in ihrer eigenthümlichen Entstehung gegenüber dem einschliessenden Gebirgsgestein; nur dürfen wir keine bestimmte Anschauung in unsere Erklärung aufnehmen, wie diess v. Oppel gethan.

Gang ist Alles, was einmal durch das Gestein hindurch gegangen ist, und die vielen speziellen Bezeichnungen wie Stock, Trum, Kluft, Rücken, Wechsel etc. sind demnach alle unter jenem generellen Ausdruck zu vereinigen, wenn sich die Lagerstätten nur als selbstständige Gebirgs-Glieder darstellen. Wo es Schwierigkeiten hat wegen der Identität der Substanz, wegen der undeutlichen Begrenzung, wegen der konkordanten Lagerung jene Selbstständigkeit zu dokumentiren, da handelt es sich eben um den Nachweis, ob die fragliche Lagerstätte ein Gang sey oder nicht. Untergeordnete Bezeichnungen wie Lagergänge, Kontaktgänge, Gesteingänge sind sehr brauchbar und verständlich; die Erzgänge aber lassen sich nach der eigentlichen Bedeutung des Wortes nicht gut logisch unterordnen. Von den mächtigeren Gängen mögen ebenso wenige gar kein Erz enthalten, als solche nur aus derbem Erz bestehen, und die Bedeutung des Wortes ist an sich eine unwissenschaftliche, zweifelhafte. Bei einer systematischen Eintheilung der Gang-artigen Vorkommnisse nach dem Charakter der Ausfüllung ist vielleicht der allgemeinere Ausdruck Mineralgänge empfehlenswerther, so dass dann zu trennen wären: 1) Gesteinsgänge, und zwar: a) Massige, b) Klastische Gänge; 2) Mineralgänge. Oder dem entsprechend nach der Bildungs-Weise: Homogene, deuterogene, und polygene Gänge. Die Gesteinsgänge bieten rücksichtlich ihrer Ausfüllung entweder keine Zweifel und Besonderheiten, oder dieselben sind nach den allgemeinen Anschauungen über die Bildungs-Weise der Gesteine zu beurtheilen; ebenso ist eine genauere Klassifikation derselben von den Systemen der Petrographie abhängig zu machen. Es werden daher diese Vorkommnisse im Folgenden nur eine untergeordnete Berücksichtigung finden.

Eine systematische Eintheilung der Mineralgänge ist bis jetzt noch nicht gelungen; die meisten Versuche haben mehr Dunkelheit als Licht in die Sache gebracht. Die Eintheilungen Cotta's sind zum Theil völlig unlogisch gebildet; auch die von Weissenbach ist

mangelhaft, aber durch Cotta ist sie wenig verbessert*. Eine weitläufige Polemik über diesen Punkt erscheint mir wenig Fruchtbringend; was aber die Klassifikation der Gänge nach Formationen betrifft, so will ich mich begnügen das Urtheil Weissenbach's zu wiederholen. „Wäre über die Art und den Hergang der Entstehung der Erzgänge bereits vollkommene Gewissheit vorhanden, legten ihre dermaligen Erscheinungen zugleich allemal die Gründe und den Ursprung derselben in völlig unzweifelhafter Weise vor Augen, so würden durch Erkenntniss der Bildungs-Epochen und Entstehungs-Verschiedenheiten bestimmte Merkmale für die Eintheilung in Gang-Formationen gewonnen werden. Die Wissenschaft vermag nicht einmal die Entstehungs-Art der Erzgänge überhaupt mit Evidenz nachzuweisen, noch viel weniger daher die Anlasse zu den als Gang-Formationen bezeichneten, verschiedenen Gruppen oder Familien unter ihnen"**. Leider hält es so sehr viel schwerer, ein Wort aus der Wissenschaft hinaus-, als hundert neue herein-zubringen. Werner hat die Eintheilung in Gang-Formationen aufgebracht, aber obgleich sie bei seiner Theorie am ersten durchführbar erscheint, so ist er selbst doch schon bei der Anwendung auf die *Freiberger* Gegend häufig genug in Verlegenheit gerathen. Mit der Werner'schen Theorie mussten die Gang-Formationen unbedingt fortfallen, oder man kann höchstens z. B. die Herder'sche Eintheilung in der *Freiberger* Gegend benutzen, um gewisse lokale Ähnlichkeiten oder Verschiedenheiten im mineralischen Charakter der Lagerstätten zu bezeichnen. Nun hat man aber dem Worte um jeden Preis einen allgemeinen Begriff beilegen wollen, man hat Gang-Formationen nach bestimmten Gegenden, nach dem Vorkommen bestimmter Mineralien gebildet, und Weissenbach's Schuld ist es nicht, wenn man in seinem Vaterlande Leute findet, die den Silber-Gehalt eines Bleiglanzes prüfen, und darauf schwören, das Stück sey von einem Gange dieser oder jener Formation.

Indem ich also die Klassifikation nach Formationen mit jenem Vorurtheils-freien Sächsischen Forscher auf einen reiferen, kaum zu hoffenden Standpunkt der Geogenie verschiebe, will ich den folgenden Betrachtungen über die Genesis der Gang-Gebilde lieber über-

* Cotta, Gangstudien. I., S. 12, 79.

** Gangstudien, I., S. 14.

haupt keine objektive Eintheilung zu Grunde legen, sondern die verschiedenen theoretischen Momente andeuten, welche nach den bisherigen auf bestimmte Beispiele zurückzuführenden Erfahrungen bei der Naturgeschichte der Gänge in Betracht kommen, und eine Erklärung derselben versuchen, soweit eine solche nach dem heutigen Standpunkte der Physik und Chemie möglich erscheint. Was unvollständig bleibt, ist meinem Mangel an Erfahrungen und Kenntnissen zuzuschreiben, indessen die Hauptsache ist, auf diesem Gebiete der Geologie den Weg zu suchen, auf welchem die Fortschritte der Erfahrung in fruchtbarster Weise der Wissenschaft zu Gute kommen können.

Wo es im Folgenden auf die Darstellung und Erklärung allgemeiner Charaktere ankommt, kann ich mich natürlich nur auf bewährte Autoritäten und, soweit es geht, auf eigene Anschauung berufen; meistentheils aber wird es sich um solche Erscheinungen handeln, die, wenn gleich oft in grossem Maasstab auftretend, doch an Handstücken wohl wahrzunehmen oder erschöpfend zu studiren sind. Diese Vorkommnisse sind grösstentheils der Art, dass jeder praktische Bergmann sich ihrer vielfach erinnern wird; zur konkreten Beweisführung aber ist eine Sammlung derselben wünschenswerth. Eine solche ist in grösster Vollkommenheit von Ch. L. Schmidt in *Siegen* zusammengestellt. Durch Aufhebung des dortigen Bergamtes ist dieselbe in den Besitz des Königl. Oberbergamtes in *Bonn* übergegangen und im naturhistorischen Museum zu Schloss *Poppelsdorf* aufgestellt. Sie ist geordnet nach dem Systeme, welches Schmidt in seinen „Beiträgen zu der Lehre von den Gängen“ (*Siegen 1827*) veröffentlicht, und wodurch er zuerst die verschiedenen Erscheinungen auf den Mineralgängen unter allgemeine Gesichtspunkte gebracht hat. Diese Sammlung und die vielen interessanten Gangstücke, welche, zum Theil auch von Schmidt geordnet, sich schon früher in dem reichhaltigen akademischen Museum befanden, haben der folgenden Abhandlung zum Anhaltspunkte gedient; ich erlaube mir, dem Herrn Geheimen Bergrath Prof. Dr. Nöggerath, Direktor des Museums, meinen herzlichsten Dank auszusprechen, für die freundliche Zuvorkommenheit, mit welcher er mir nicht nur jene Sammlungen zu benutzen gestattete, sondern überhaupt meine Studien durch Rath und That unterstützte.

Wenn die Gänge nicht älter sind als das Nebengestein, und wenn auch diejenige Anschauung, welche einst von CHARPENTIER, dem berühmten Forscher auf diesem Gebiete, aufgestellt, und noch von MOHS ernstlich vertheidigt worden ist, nämlich die Hypothese einer gleichzeitigen Bildung mit dem Nebengestein, wenn auch diese in unserer Zeit kaum widerlegenswerth genannt werden darf, so hinterbleibt nur die Möglichkeit einer späteren Bildung. Die Gänge sind jünger als das Nebengestein. Diesen Satz, welcher in jedem einzelnen Momente über die Bildungs-Art der Gänge eine Bestätigung findet, müssen wir zum Ausgangspunkt unserer Betrachtungen nehmen. Dass es einzelne Fälle gibt, die sich der Anschauung noch nicht recht fügen, diess wird dieselbe nimmermehr umstürzen, besonders so lange eine andere Hypothese uns nicht weiter, gewöhnlich nicht einmal so weit bringt. Das merkwürdige Phänomen an dem Basaltgange bei *Wannow* in *Böhmen* ist bekannt; es erscheint gleichsam dem Streichen nach ein parallelepipedisches Stück aus dem Gange herausgeschnitten, und das sitzt ein Fuss weit daneben in Sandsteine! MOHS führt dieses Vorkommen zur Stütze der von ihm verfochtenen Theorie an, allein die letzte erklärt so wenig das Beispiel, als dieses genutzt hat, jene aufrecht zu erhalten. Es sind in der Natur noch viele Räthsel der Zukunft zur Lösung aufbewahrt.

Wenn wir sagen die Gänge sind jünger als das Nebengestein, so bezieht sich diess zunächst auf ihre Substanz, auf die Gang-Masse im weiteren Sinne; da aber jedes Ding zu seiner Entstehung das Vorhandenseyn eines Raumes voraussetzt, wo es sich bilden soll, so liegt auch in jenem Satze, dass die Räume, welche jetzt mit Gangmasse erfüllt sind, zu gewissen Zeiten nicht damit erfüllt, dass sie leer oder mit anderen Substanzen ausgefüllt waren. Denken wir uns nun aus einem beliebigen Gange die Ausfüllung einmal ganz hinweg, und der ganze Gang ist ja jünger als die Massen, welche ihn umschliessen, so wird wohl in allen Fällen ein leerer Raum hinterbleiben, welchen wir, wenn wir ihn offen sähen, seiner Dimensions-Verhältnisse wegen eine Spalte nennen würden. In diesem Sinne ist mithin jeder Gang ohne Zweifel die Ausfüllung einer Spalte. Es würde aber sehr irrig seyn, wenn wir die Raum- und Massen-Bildung in der Weise trennen wollten, dass wir annähmen, es habe einmal bei jedem Gange ein der jetzigen Gangmasse genau entsprechender offener Raum existirt. Viele Thatsachen deuten darauf

hin, dass im Laufe der Zeiten Veränderungen der Gangräume, theils in naher Beziehung zur Massen-Bildung, theils unabhängig von derselben durch bewegende Gewalten stattgefunden haben.

Demnach ergibt sich für theoretische Betrachtungen über die Genesis der Ganggebilde folgende einfache Eintheilung:

Erster Theil. Die Gangräume.

1) Die ursprüngliche Spalten-Bildung.

2) Veränderungen in der Gestalt der Gangräume.

Zweiter Theil. Die Ausfüllung der Gänge.

Der zweite Theil wird, wie schon angedeutet, hier ausschliesslich mit Rücksicht auf die Mineralgänge behandelt werden.

Erster Theil. Die Gangräume.

1) Die ursprüngliche Spalten-Bildung.

Wir können uns in Bezug auf die ursprüngliche Bildung der Gangspalten die Fragen vorlegen: Wie können überhaupt Spalten in der Erdrinde entstehen, und wodurch kann die Richtung und Ausdehnung derselben bedingt seyn?

Eine Spalte ist wesentlich etwas Negatives, ein Ding, dessen Entstehung sich nicht auf irgend etwas Materielles, sondern nur auf ein Ereigniss zurückführen lässt. Welcher Art dieses Ereigniss gewesen sey, das können wir nur durch bestimmte historische Zeugnisse beweisen, oder durch Analogieen, welche dem betreffenden Fall am nächsten liegen, mehr oder weniger wahrscheinlich machen.

Wenn eine feuchte Masse, Lehm, Thon etc. austrocknet, so nimmt durch die Verdunstung der Flüssigkeit ihr Volumen ab; und wenn die Adhäsion an der Unterlage und den Seitenwänden stärker ist als die Kohäsion der Masse selbst, so müssen von Aussen nach Innen Risse, Spalten in derselben entstehen. Es ist das eine Volum-Verminderung, eine Kontraktion der Masse durch Austrocknung. In ähnlicher Weise können in einem Körper Spalten entstehen durch blosen Wärmeverlust, wenn er beim Übergang aus dem heiss-flüssigen in den festen Zustand sein Volumen vermindert, — Kontraktion durch Erstarrung. Bei Massen, welche zugleich erstarren und austrocknen, die also auch beim Festwerden noch Gas-förmige Substanzen ausscheiden, ist das doppelte Moment zur Spalten-Bildung gegeben.

Es ist aber nach den Grundsätzen der Geologie unzweifelhaft, dass der eine oder der andere dieser Zustände bei allen Gebirgs-Massen, welche unsere Erdrinde zusammensetzen, eintreten konnte; es ist mithin in jedem Gebirgs-Gliede die Möglichkeit einer Bildung von Kontraktions-Spalten gegeben. Werner legte bekanntlich allen Gängen eine solche Spalten-Bildung vornehmlich durch Austrocknung zu Grunde; es wird unnöthig seyn die Argumente hier zu wiederholen, welche schon v. Beust gegen die Verallgemeinerung dieser Theorie aufgestellt hat, dagegen mag es gestattet seyn, zu untersuchen, in wie weit dieselbe Geltung haben kann.

Wenn wir, wie es sich gebührt, alle Gänge, grosse wie kleine, von einem Gesichtspunkte aus betrachten, so müssen wir es als höchst wahrscheinlich ansehen, dass ungleich mehr Gangräume durch Kontraktion, als durch irgend eine andere Kraft entstanden sind. Dem einfachen Gesetze ihrer Bildung entspricht auch gewiss die Häufigkeit ihres Vorkommens, und in der That, wir sehen in allen Gesteinen, sedimentären wie eruptiven, eine Menge von Gang-Gebilden, die sich ohne jede Schwierigkeit auf jene Vorstellung zurückführen lassen. Die Erscheinungen, welche unter den Namen von Adern, Klüften, Absonderungen etc. bekannt sind, mögen die Entstehung ihres Raumes grossentheils einer Kontraktion des Gesteines durch Austrocknung oder Erstarrung verdanken. Es fehlt auch weder die Möglichkeit, noch die Thatsache, dass solche Kontraktions-Spalten des Gesteines später mit nutzbaren Mineralien angefüllt sind, allein nur selten lohnt es sich der Mühe, sie bergmännisch zu gewinnen; sie müssen dann entweder massenhaft an einem Orte auftreten, oder mit Lagerstätten anderer Art in direkter Verbindung stehen; und der Tauschwerth des betreffenden Erzes kommt natürlich noch besonders in Betracht.

Bei *Altenberg* in *Sachsen* wird eine Porphyr-Masse von unzähligen kleinen Zinnstein-Gängen durchschwärmt, und das Gestein ist derart mit dem Erze imprägnirt, dass die ganze Masse abgebaut wird. Es ist gewiss nicht unwahrscheinlich, dass die Räume solcher feinen Gänge eines Stockwerkes nichts weiter als Kontraktions-Spalten sind. * Dasselbe mag von den *Tin-Floors* zu *St. Yves* und *St. Austle* in *Cornwall* gelten. ** In *Derbyshire* ist der Kohlen-Kalkstein vielfach von Kontraktions-Klüften durchzogen, welche

---

* Gangstudien II, 463.

** Cotta, die Erz-Lagerstätten *Europa's* §. 233 ff.

in der Nähe von Erzgängen auch häufig so Metall-führend werden, dass sich der Abbau lohnt. * In kleinem Maassstabe finden sich solche Erscheinungen sehr häufig. Dass auch die leeren oder ausgefüllten Querklüfte in den Gängen ihre Entstehung wahrscheinlich einer Kontraktion der Gangmasse verdanken, diess hat schon Weissenbach hervorgehoben. ** Als bekanntes Beispiel mag der von vielen solchen jüngeren Bildungen durchsetzte Gangstock des *Stahlberges* bei *Müssen* genannt seyn. — Auch die Raumbildung für die Platten-förmigen Sekretions-Bildungen in den *Melaphyren* ist durch Kontraktion erfolgt. *** Über die Absonderungs-Formen der Basalte, Trachyte etc. herrscht in dieser Beziehung gewiss kein Zweifel.

Man muss sich indess hüten, der Kontraktions-Kraft mit Rücksicht auf die Spalten-Bildung der Gänge nicht eine zu grosse Bedeutung beizulegen. Die Kraft liegt immer in der betreffenden Gesteins-Masse, und ist daher nicht vorauszusetzen, wo ein Gang aus einem Gestein in's andere übersetzt. Bei Lentikular-Gängen, die sich bald nach allen Seiten hin auskeilen und in einer Gesteins-Masse ausgebildet sind, hat jene Anschauung zwar im Allgemeinen Vieles für sich; allein man bedenke, wie selten eine solche Thatsache absolut festzustellen, wie gewöhnlich es ist, dass man die Formen der Erz-Massen für die Formen der Lagerstätten hält, da mit den ersten auch die bergmännische Thätigkeit und hiermit die Kenntniss von den letzten aufhört. Vielfach mag in solchen Fällen die ursprüngliche Spalten-Bildung eine grossartigere, zusammenhängendere gewesen seyn, als die spätere Erz-Bildung.

In der Regel liegt indess die Ursache einer Spalten-Bildung nicht in einer Veränderung der Masse oder des Zustandes eines Körpers, sondern erfolgt vielmehr durch eine fremde an ihn herantretende Kraft, welche bewegend und zerreissend auf ihn einwirkt. Jede Kraft also, welche eine Bewegung, ein Heben oder Senken unserer Erdrinde veranlasst, kann auch als Ursache von Spalten-Bildungen auftreten.

Es hat in neuester Zeit die Ansicht viel Wahrscheinlichkeit erlangt, dass gewisse nicht unbedeutende Dislokationen der Erdrinde durch innere Auflösungen und Auswaschungen, dadurch bewirkte Einstürze etc. veranlasst wurden. Die Möglichkeit solcher Phänomene zu bestreiten wäre ebenso thöricht, wie der Versuch sie in

---

* Cotta, E. E's. §. 242.

** Gesammte Naturwissenschaften; Nöggerath, Geognosie S. 226.

*** Naumann, Lehrb. d. Geognosie. 2. Aufl. I, 425.

allgemeiner Weise zur Erklärung der Erdbeben benutzen zu wollen. Wenngleich nun derartige Vorgänge für die ursprüngliche Bildung der Gang-Spalten, wie wir dieselben hier vorzüglich im Auge haben, gewiss nicht sehr thätig waren, da der Charakter der Gebirgs-Massen sowohl als der Spalten dieser Hypothese meistens widerspricht, so ist sie doch zu erwähnen der Vollständigkeit wegen, und weil solche oder ähnliche Ereignisse für spätere Veränderungen der Gangräume von nicht geringem Einflusse gewesen seyn mögen. Es kann auch, wenn auf irgend eine Weise eine Dislokation der Massen stattgefunden hat, ihre Lagerung gegen einander eine solche werden, dass ein einseitiger Druck auf einen Theil des Gebirges ausgeübt und dadurch ein Zerreissen der Masse bewirkt wird.

So erzählt Nöggerath einen interessanten Fall, welchen er an der Eisenbahn von *Paris* nach *Versailles* beobachtete. Bei dem Bau des Viadukts von *Valfleury* hatte man den oberen Theil des Thalgehänges, der aus Grobkalk bestand, abgetragen und die Massen an dem sanften Abhange, wo ein plastischer Thon lagerte, aufgestürzt. Durch den einseitigen Druck waren in diesem Thon, welcher auf fester, vielleicht wie das Thalgehänge abfallender Kreide ruhte, bedeutende Spalten gerissen. Der Fallwinkel derselben war nach der drückenden Masse gerichtet, das Hangende war gehoben worden, und dabei auch ziemlich beträchtliche an Mauern, Baum-Reihen etc. bemerkbare Seiten-Verschiebungen veranlasst.*

Wenn wir in den bisher betrachteten Fällen einfache Grundgesetze der Natur als Motive zu Spalten-Bildungen hinstellen konnten, auf welche freilich nur selten bestimmte Vorkommnisse mit einiger Sicherheit zurückzuführen seyn mögen, so ist dagegen bei dem letzten wichtigsten Momente das Verhältniss umgekehrt: die Wirkungen sind klar und deutlich, nicht so die Ursache.

Der Vulkanismus, oder wie A. v. Humboldt und nach ihm so viele andere Schriftsteller sich mehr umschreibend als erklärend ausdrücken, die Reaktion zwischen dem feurig flüssigen Kerne und der starren Schale unseres Planeten, ist eine Thatsache, welche in ihren allgemeinsten Wirkungen den nothwendigen Grund zu manchfachen Trennungen der Gebirgs-Massen einschliesst. Wir wollen, ohne auf allseitig bekannte Phänomene näher einzugehen, nur kurz die direkten Ursachen der Spalten-Bildungen hervorheben.

Bekanntlich erfolgen bei den thätigen Vulkanen die Eruptionen

---

* Karsten und v. Dechen's Archiv XV, S. 210.

feurig flüssiger Massen verhältnissmässig selten aus dem Gipfel des Berges, dem eigentlichen Krater, sondern an den Abhängen öffnen sich neue oder alte Spalten, aus denen der glühende Strom hervorbricht, wenn der Druck der flüssigen Lava die Kohäsion der schwachen Rinde übertrifft. Diese Ejektions-Spalten stehen also mit der Eruption der Lava in direkter Verbindung, und eine Bewegung, ein Erzittern der Oberfläche in der nächsten Umgebung ist bei ihnen Wirkung, nicht Ursache.

Wir müssen aber zu derartigen Spalten-Bildungen immer eine lokale Verdünnung der Erdkruste voraussetzen, wie eine solche ohne Zweifel bei den heutigen Vulkanen besteht. Denn wenn in grosser Tiefe der Druck empordrängender Massen die Rinde zerreisst, dann müssen an der Oberfläche gewaltige Dislokationen bewirkt und weit klaffende Spalten geöffnet werden, welche nicht mehr von untergeordneten Gebirgs-Gliedern, von Gängen auszufüllen sind. Dann mögen sich Spalten bilden wie diejenige, welche den südlichen Theil des *Erzgebirges* unter *Böhmen* versenkte, dann werden geschichtete Gebirgs-Massen zur Seite geschoben und gefältelt wie ein Tuch, dann steigen mächtige Bergketten empor, und von den hervorbrechenden eruptiven Massen werden weite Länder überdeckt. Das sind die gewaltigen Epochen der Natur, denen die Erde ihre Relief-Gestaltung vorzüglich verdankt, und deren Wahrheit in den früheren Perioden durch gar viele Thatsachen erwiesen ist. So grossartige Ereignisse werden indess auch eine tausendfache Zerspaltung des Bodens untergeordneter Art im Gefolge haben, und wo ein solcher Riss hinunter geht bis zum flüssigen Kern, da wird die plutonische Masse als Apophyse hineingepresst mit grosser Gewalt, so dass sie mächtige Schichten durchbricht oder die feinsten Adern ausfüllt.

Wir dürfen aber nicht vergessen, dass das Empordringen eruptiver Massen selbst nur eine Folge der Reaktion von Innen nach Aussen ist, dass es nur ein Glied bildet in der grossen Kette der vulkanischen Erscheinungen, und obgleich als Ursache der Spalten-Bildungen genügend, doch nicht allgemein als solche hingestellt werden kann.

Dass eine vulkanische Spalten-Bildung ohne Eruption erfolgen kann, beweisen die meisten Erdbeben unserer Zeit. Wenn nun auch die letzte Ursache der Erdbeben dieselbe oder eine ähnliche seyn

mag, wie diejenige, welche die Erhebung plutonischer und vulkanischer Massen bewirkt, und wenn auch in beiden Fällen ein Zerreissen wegen übergrosser Biegung stattfinden kann, so müssen wir uns doch von der Entstehung der meisten Erdbeben-Spalten eine etwas andere Vorstellung machen. Eine Biegung mächtiger Gebirgs-Schichten hat ohne Zweifel häufig stattgefunden, und wenn die Elastizität derselben überwunden wurde, so mussten sie brechen.

Nun aber finden wir häufig Spalten in völlig umgebogenen Schichten, oder in ihrer Richtung ohne alle Beziehung zu den Biegungen, und eine konstante Abnahme der Mächtigkeit, ein Verhältniss der oberen Weite zur Längenausdehnung und Tiefe, wie es ja nothwendig bestehen müsste, ist kaum jemals beobachtet worden, weder bei den am genauesten bekannten Mineral-Gängen, noch bei den unmittelbar in Verbindung mit Erdbeben wahrgenommenen Spalten-Bildungen. Die Ursache der letzten ist desshalb wahrscheinlich anderer Art, sie liegt nicht in einer Bewegung der Massen, sondern in einer Bewegung der Massen-Theilchen, auf welche auch die meisten Oberflächen-Veränderungen bei Erdbeben zurückzuführen sind.

Die Elastizität der Masse oder der Oberfläche eines Körpers ist sehr zu unterscheiden von der Elastizität der Massen-Theilchen. Diese ist unter denselben physikalischen Verhältnissen stets eine gleiche, an sich nur insoferne überschreitbare, als dadurch die Elastizität der Masse, der Oberfläche angegriffen wird. Jeder Stoss auf einen festen Körper wirkt zunächst auf die Massen-Theilchen, und setzt sich durch dieselben fort nach Art der Wellen-Bewegung elastischer Flüssigkeiten, der Luft, des Äthers etc. Die der Kraft zunächst liegenden Massen-Theilchen werden zuerst in schwingende Bewegung versetzt; diese pflanzt sich so lange in der Masse fort, bis sie durch den Widerstand, welcher in der Ruhe der anliegenden Theilchen liegt, vollständig paralysirt ist. Gelangt auf diese Weise die Wellen-Bewegung bis zur Oberfläche des Körpers, so theilt sie sich der umgebenden Materie, falls diese selbst elastisch flüssig ist, einfach mit, sie strahlt aus. Wenn wir eine völlig homogene Masse und die Kraft in einem mathematischen Punkte wirkend denken, so würden solche Schwingungen der Massen-Theilchen weder im Innern noch an der Oberfläche des Körpers Trennungen oder Erhöhungen bewirken. Die Theilchen kehren ihrer Elastizität entsprechend in

die frühere Lage zurück. Nun ist aber die Zusammensetzung unserer Erdrinde keineswegs homogen, also auch nicht gleich elastisch, und die bewegende Kraft muss sich stets gleichzeitig auf einer grossen innern Fläche äussern. Daher entstehen nun, weil von einem Punkte dieselben Schwingungen ausgehen wie von dem anderen, Begegnungen derselben, Interferenzen, Schwingungs-Knoten und Beugungen, welche dann ihrerseits auf die Kohäsion und Elastizität der Masse, nicht mehr der Massen-Theilchen, wirken. So bilden sich Längen-Schwingungen, die man sich allenfalls wie die Bewegung einer gleichzeitig auf und nieder schwingenden und sich zur Seite fortbewegenden Ebene vorstellen mag; sie haben nichts gemein mit den bei Biegung eines Körpers erzeugten Transversal-Schwingungen. Reicht die Elastizität der Masse hin, die Längen-Schwingungen zu überwinden, so erfolgen nur ihnen entsprechende Hebungen und Senkungen; im andern Falle reissen Spalten, aber nicht etwa an der Oberfläche des Körpers beginnend, sondern an einem oder mehren beliebigen Punkten im Inneren, wo die Elastizität am ersten überwunden wird. Die Schwingungen brauchen natürlich nicht immer rechtwinkelich gegen die Oberfläche zu entstehen, und ihre Lage kann sich beim Fortschreiten in der Masse modifiziren. An der Oberfläche erzeugt diese Fortbewegung die Propagation der Erdbeben, in jedem Falle die charakteristische wellenförmige Bewegung, paralelle Berge und Thäler, resp. Spalten.

Wir kennen aber ausser diesen raschen instanten Schwingungen auch langsame säkuläre Bewegungen der Oberfläche, über deren letzten Grund wir freilich noch mehr im Dunkeln sind; es hält schwer, sich der Ansicht Keilhau's anzuschliessen, welcher beide Arten von Bewegung auf dieselbe Ursache zurückführen will.

Ob mit diesen langsamen Emporhebungen oder Senkungen grosser Gebiete auch Spaltungen des Bodens verbunden sind, oder ob jene nicht vielleicht eben durch die bereits vorhandenen manchfachen Trennungen begünstigt werden, darüber zu urtheilen fehlt uns noch jeder Anhaltspunkt.

Wenn wir nun die verschiedenen Arten einer ursprünglichen Spalten-Bildung vergleichen, so werden wir keinen Augenblick zweifeln, dass die vulkanische Thätigkeit unter allen die wirksamste sey; und da wir in jeder Periode unserer Erdbildung energische Äusserungen jener Thätigkeit nachweisen können, so müssen wir ihr auch

vor Allem den ersten Anlass zur Bildung der Gangräume zuschreiben. Welcher Art diese Thätigkeit in den einzelnen Fällen gewesen sey, das lässt sich natürlich niemals mit Bestimmtheit nachweisen, da die Gründe, welche nach ihrem jetzigen Aussehen gegen die eine oder andere Bildungsweise sprechen, durch den Einwand geschwächt werden, dass die ursprünglichen Dimensionen ganz andere gewesen seyn können. Indess wenn wir den allgemeinen Charakter der meisten aufgeschlossenen Gangspalten betrachten, und zwar kennen wir nur das Verhalten der Mineral-Gänge mit einiger Sicherheit, so ist es gewiss die ungezwungenste Erklärung, wenn wir sie als eigentliche Erdbeben-Spalten bezeichnen. Selbst die Apophysen zeigen sich meist in gewisser Weise unabhängig von dem Hauptkörper der eruptiven Masse. Wenn ihre Spalten-Bildung direkt mit dem Empordringen derselben in Verbindung stände, so müssten sie vor allen eine Erweiterung nach oben zeigen, da Raumbildung und Ausfüllung sich unmittelbar gefolgt wären. Sie zeigen aber im Gegentheil meisst eine Erweiterung nach unten, und desshalb mag auch ihre Entstehung zunächst auf Erdbeben-artige Erschütterungen, die ja gewiss mit dem Emporheben des Massen-Körpers verbunden waren, zurückzuführen seyn.

Gewisse eruptive Gang-artige Gebirgs-Glieder, Kühn bezeichnet sie treffend als Trichter-Gänge, wie sie besonders häufig bei den eigentlich vulkanischen Gesteinen zu beobachten sind, haben übrigens noch viel Räthselhaftes in ihrer Raumbildung. Man sieht keinerlei Einfluss auf benachbarte Schichtungen, und es hat ganz den Anschein, als ob die einzelnen Kuppen ruhig herausgeschmolzen wären. Vielleicht ist eine eigenthümliche lokale Explosion vorhergegangen, wie solche auch die Maare in der *Eifel* und *Auvergne*, die Kalderas der *Azoren* und die Krater der Vulkane gebildet haben mag.

Fragen wir nun zweitens, wodurch die Richtung und Ausdehnung der Spalten bedingt wird, so müssen wir dieselbe im Allgemeinen von mechanischen Gesetzen abhängig machen. Wo wir es mit bestimmten Kräften, der Kontraktion oder der Schwere zu thun haben, da käme es also auf Messung dieser Kräfte und der entgegenstehenden Kohäsion der Gebirgs-Massen an, um den Effekt, die Spalte in ihren Dimensionen und ihrer Richtung mathematisch berechnen zu können. So unausführbar das in Wirklichkeit seyn mag,

so ist es doch eine denkbare Möglichkeit; beim Vulkanismus aber, der unstreitig die meisten Spaltungen bewirkt hat, da sind wir über das Wesen der Kraft, über ihre Entstehung und ursprüngliche Richtung so sehr im Dunkeln, dass es Thorheit seyn würde, an eine Messung derselben zu denken. Wir sind vorläufig gewöhnt umgekehrt zu verfahren, und indem wir die Effekte, welche jene Kraft an der Oberfläche hervorgebracht hat, nach physikalischen Gesetzen beurtheilen, hieraus Schlüsse über das Wesen der Kraft und das Fortschreiten der Bewegungen zu machen. Mit Rücksicht auf die eigentlichen Gänge erscheint es fruchtlos, die Theorie in dieser Hinsicht weiter zu verfolgen. Wir kennen nur sehr wenige Gang-Systeme mit einiger Genauigkeit, und auch bei ihnen ist eine Gleichzeitigkeit der Bildung einzelner oder aller Gangräume nicht absolut festzustellen. Jedenfalls können durch Begegnungen verschiedener Längen-Schwingungen auch schon gleichzeitig alle möglichen Spalten-Systeme hervorgebracht werden.

Durch Interferenz-Schwingungen erklären sich auch wohl die radialen Spalten-Bildungen, wie sie z. B. von dem Erdbeben bei *Jerocarne* bekannt sind.* Möglich auch, dass ähnliche Ursachen die Entstehung der Maare- und Trichter-Gänge bedingten.

Betrachten wir aber die einzelnen Gangspalten und untersuchen, wodurch ihr Verlauf in den Gesteinen geleitet ist, so werden wir zu nicht uninteressanten und in mancher Hinsicht wichtigen Resultaten gelangen. Wir wollen vor Allem die Erdbeben-Spalten im Auge behalten; für andere Spalten-Bildungen gelten im Allgemeinen dieselben Gesetze, und die einzelnen modifizirenden Umstände hier zu berücksichtigen, würde vielleicht der Deutlichkeit schaden, ohne für unsern Zweck zur Vollständigkeit Vieles beizutragen.

Eine Erdbeben-Spalte entsteht, wie wir gesehen haben, dadurch, dass die Elastizität der Erdmasse nicht hinreicht, die erregten Längen-Schwingungen zu überwinden. An allen Punkten, wo diess der Fall ist, entsteht eine Trennung der Masse, in ihrem Zusammenhange eine Ebene darstellend, welche am Scheitel der Wellenberge durch die Mitte der Längen-Schwingung gelegt ist. Die Schwingung verliert dadurch an Intensität, sie gibt sie an die Spalte ab, und diese setzt nun mit eigener Kraft in dem Gesteine fort nach

* Naumann. Lehrb. d. Geogn. 2. Aufl. I, 224.

allen Richtungen, welche der zuerst entstandenen Trennungs-Ebene entsprechen. Dieses Fortlaufen der Spalte erfolgt mithin rechtwinkelig gegen die Propagations-Form der Längen-Schwingungen, d. h. gegen die Richtung der Kraft, welche zuerst den Anlass zur Spalten-Bildung gab. Wenn durch die selbstständige Kraft der Spalte die Kohäsion der Gebirgs-Masse nach allen Seiten gleichmässig überwunden wird, so läuft jene in den Richtungen der ursprünglichen Trennungs-Ebene fort, bis ihre Kraft durch den fortwährenden Widerstand gänzlich gebrochen ist. Die Kohäsion der Gesteine ist aber sehr verschieden, sowohl der einzelnen Arten, als auch in einem und demselben Gestein nach verschiedenen Richtungen. Die Spalte folgt desshalb der Linie des geringsten Widerstandes zunächst in der ihr eigenthümlichen Richtung; wird aber die Kraft, durch welche diese bedingt ist, durch die starke Kohäsion der Masse in dieser Richtung überwunden, so kann die Trennung sich nach einer andern Richtung doch noch fortsetzen. Die Spalte hat dann noch Kraft die schwächere, aber nicht mehr die stärkere Kohäsion zu überwinden. Es ist häufig beobachtet, dass Gänge, welche die Schichtung quer durchsetzen, plötzlich umbiegen und derselben folgen, besonders wenn die Dichte des Gesteines sich verändert, das ist der eben erwähnte Fall; auch die häufig vorkommenden Gang-Trümer, welche parallel der Schichtung sich auskeilen, gehören hierher.

Ein sehr interessantes Beispiel einer solchen Ablenkung der Spalte durch die Schichtung ist mir von der Grube *Grüne Hoffnung* und *Morgenstern* bei *Burbach* im *Siegen*'schen bekannt. Der Gang schlägt fast einen rechtwinkeligen Haken und zertrümert sich allmählig in der Schichtung.

Wenn nun eine Spalte bei ihrem Verlaufe auf eine andere ältere Spalte trifft, was dann? Man kann sich von dem Erfolge durch ein einfaches Experiment überzeugen. Überzieht man dickes Papier mit einem beliebigen Leim oder Gummi und lässt diesen langsam trocknen, so entstehen nachher bei einer leichten Biegung des Papiers in dem spröden Überzuge Spalten, und der allgemeine Verlauf derselben ist durch die Art der Biegung leicht zu dirigiren. Man schneidet sich am besten runde Scheiben aus von 3 bis 4″ Durchmesser, und nachdem man in der Mitte eine oder mehre Spalten gebrochen hat, biegt man zu den folgenden Versuchen das Papier nur am Rande, aber so stark, dass die neue Spalte noch mit einer gewissen Kraft an die mittlere herankommt. Dabei wird man

folgende Erscheinung wahrnehmen: Läuft die neue Spalte in einem sehr spitzen, resp. stumpfen Winkel gegen die ältere, so geht sie nicht hindurch, sondern verläuft in derselben, sie schaart sich mit ihr; kommt die Spalte im rechten Winkel heran, so setzt sie in ihrer Verlängerung gerade hindurch: ist aber der Winkel kein rechter und auch nicht so spitz, dass eine Schaarung stattfindet, so springt die Spalte ab, sie wird verworfen, und zwar regelmässig nach der Seite des stumpfen Winkels. Die verworfene Spalte ist demnach in diesem Fall die jüngere.

So einfach diese Thatsache erscheint, so ist sie doch sehr schwierig theoretisch zu erklären, und wir wollen uns hier mit dem Faktum begnügen. Dieses gilt aber natürlich ebenso gut, wenn wir uns die Spalten als Ebenen denken, wie dort, wo sie uns mehr als Linien erscheinen, und die Richtung gegen die Horizontal-Ebene kommt dabei nicht in Betracht, denn in jeder Höhe erhalten wir denselben Durchschnitt, dasselbe Verhältniss der Streichungs-Winkel.

Wenn also eine Spalte ihrer eigenthümlichen Kraft folgt, welche sie in der Ebene ihrer ursprünglichen Bildung auseinander treibt, und sie trifft auf eine ältere Spalte, so findet entweder eine Schaarung statt, wenn der Streichungs-Winkel gering ist, oder eine Verwerfung nach der Seite des stumpfen Winkels, oder wenn jener Winkel 90^0 beträgt, so setzt die Spalte gerade hindurch.

Vielleicht ist der Effekt ähnlich, wenn die Ebene der ursprünglichen Bildung, also die Längen-Schwingung eine ältere Spalte kreuzt, indessen es wird schwierig seyn, diess durch ein Experiment festzustellen. Dass sich keine bestimmten Maasse für die Grösse der Verwerfung und ihr Verhältniss zu den Winkeln finden lassen, ist natürlich, so lange wir den nothwendigen Faktor, die Kraft der Spalte nicht ermitteln, und die vielen modifizirenden Einflüsse kaum übersehen können. Die Verwerfung erfolgt aber in jenem Falle immer nach der Seite des stumpfen Winkels, als nach derjenigen Richtung der alten Spalte, welche von der Bewegungs-Linie der neuen am wenigsten abweicht.

Es folgt aber aus diesen Beobachtungen:

1) Dass eine Verwerfung der Gangräume nicht nothwendig eine Hebung oder Senkung voraussetzt.

2) Dass der alte Satz; Der verworfene Gang ist der ältere, rücksichtlich der Gangräume keine unbedingte Gültigkeit hat.

Wenn wir im Vorigen gewisse theoretische Anhalts-Punkte über die Gruppirung der Spalten, über ihre Richtung und ihr Verhalten zu einander angeben konnten, so sind schliesslich nur noch wenige Worte über die Ausdehnung der einzelnen Gangräume zu sagen. Dass in Mächtigkeit und Längen-Ausdehnung die grösste Manchfaltigkeit herrscht, setze ich als bekannt voraus, und soweit die Dimensionen von der ursprünglichen Kraftgrösse abhängen, können wir, weil uns dieselbe ihrer Natur nach fremd ist, auch keine bestimmten Gesetze darüber auffinden; soweit aber in den verschiedenen Gesteinen und ihrer Kohäsion Momente für die Spalten-Bildung überhaupt und für die Richtung derselben gegeben sind, soweit kommen dieselben Umstände auch rücksichtlich der Mächtigkeit in Betracht, nur ist eben hier hauptsächlich zu berücksichtigen, dass wir in der jetzigen Gang-Mächtigkeit nicht auch die ursprüngliche Spaltenweite vor uns haben. Das eine Gestein ist zu Spaltungen besser geeignet als das andere, und der grosse Einfluss, welchen man dem Nebengestein auf die Erzführung der Mineral-Gänge zuspricht, bezieht sich häufig nur auf die absolute Erzführung, d. h. es ist dort mehr oder weniger Erz, weil auch mehr oder weniger Raum dafür da war.

Die mächtigen Bleierz-Gänge in *Cumberland* werden zusammengedrückt, wo sie aus dem Kalkstein in den Schieferthon übersetzen, zu *Andreasberg* im *Harz* und zu *Pribram* in *Böhmen* werden die Gang-Spalten verengt, wenn sie aus der festen Grauwacke in den Thonschiefer gelangen etc. etc.

Auch in der Hinsicht ist die Natur des Gesteines auf die Spalten-Bildung von Einfluss, dass Zertrümmerungen mehr oder weniger dadurch begünstigt werden, und dass die Spaltenwände glatt getrennt oder zerrüttet erscheinen, so dass Bruchstücke dazwischen liegen oder leicht hineinfallen.

Was endlich die Ausdehnung der Gang-Spalten nach Länge und Tiefe betrifft, so kann dieselbe nach der Theorie der Spalten-Bildung sehr verschieden begrenzt seyn. Klein und gross sind relative Begriffe, und es liegt in der Natur der Sache, dass die Schwingungen, welche die Erdrinde zerreissen, sich stets über einen Raum ausdehnen, welcher unseren Untersuchungs-Mitteln gegenüber als endlos erscheinen mag; aber es bleibt immerhin wichtig, hervorzuheben, dass eine Begrenzung überhaupt stattfinden muss, und dass einem Auskeilen der Gänge nach allen Dimensionen theoretisch

Nichts entgegensteht. Was die praktischen Erfahrungen auf diesem Gebiete betrifft, so sind sie ungemein dürftig, und das ist sehr einfach zu erklären. Wenn die Gänge, oder vielmehr wenn die nutzbaren Mineralien in denselben geringmächtiger werden, so hört das Interesse an den Lagerstätten auf, und man berichtet viel lieber von Gängen, die eine unendliche Erstreckung und eine ewige Teufe haben, als von solchen, die sich auskeilen. Jenes sind aber völlig imaginäre Begriffe. Es ist möglich, dass eine Gangspalte die ganze Rinde durchsetzt, es ist aber nicht nothwendig. Nach unten zu reichen unsere Erfahrungen ja nur in eine sehr unbedeutende Tiefe, und sie wird immer unbedeutend bleiben; von oben aber gehen unsere Untersuchungen aus, sie folgen den Andeutungen an der Oberfläche, daher es sehr erklärlich ist, wenn die Erscheinung, welche wir übrigens an geringen Gang-Bildungen häufig wahrnehmen, an grösseren Mineral-Gängen nur selten beobachtet wird, dass sie sich nach oben auskeilen.

Ich habe bisher nur im *Joachimsthale* Gelegenheit gehabt diesen Fall zu beobachten.

2) Veränderungen in der Gestalt der Gang-Räume.

Die Theorie der Erdbeben-Spalten begründet zunächst weiter Nichts als eine Trennung der Gesteins-Massen; einen Riss, welcher mehr oder weniger mächtig seyn kann, womit aber nicht unmittelbar eine Hebung oder Senkung der getrennten Theile gegen einander verbunden ist. Biegungen der Schichtung gegen den Gang hin können durch die Längenschwingung analog den Wellen-Formen an der Oberfläche veranlasst seyn; war die Spalte schon vorhanden, und es ging eine Schwingung hindurch, so können solche Biegungen auch ungleichmässig werden, auf der einen Seite stärker, auf der andern schwächer oder gar nicht; Vorkommnisse, wie sie in der That häufig, besonders da beobachtet werden, wo man mehr den Verlauf der einschliessenden Schichten als den der Gänge verfolgt, wie bei den Rücken und Sprüngen, welche das Steinkohlen-Gebirge durchsetzen. Andere Thatsachen aber machen es auch unzweifelhaft, dass in vielen Fällen eine Bewegung der getrennten Massen auf der Fallebene der Spalte unabhängig von ihrer ursprünglichen Bildung stattgefunden habe.

Wenn Störungen des Gleichgewichtes in Folge unterirdischer

Auswaschungen und Einstürze die allgemeine Ursache der Spalten bildeten, so wären solche Bewegungen nothwendig damit verbunden, und ebenso müssen die Wirkungen seyn, wo durch aufsteigende Massen die Schichten zerbrochen und gehoben sind. Wenn wir aber auch diese dynamischen Einflüsse, welche also die Massen als solche direkt ergreifen, nur untergeordnet als nächste Ursache der eigentlichen Spalten-Bildung anerkannt haben, so sind doch die Hebungen und Senkungen der einmal getrennten Massen auf das einfachste durch solche Vorgänge zu erklären. Dieselben für einen speziellen Fall mit Sicherheit genau zu charakterisiren, ist der Natur der Sache nach nicht möglich. Unterirdischen Erosionen ist aber, besonders in den älteren geologischen Zeiten gewiss kein sehr grosser Einfluss zuzugestehen. Plutonische Hebungen und Senkungen der Erdrinde, instantane und selbst säculäre, mögen in den meisten Fällen derartige Veränderungen in der Gestalt der Gangräume bewirkt haben. Dass bei der Erklärung einzelner Vorkommnisse das Empordringen benachbarter eruptiver Gesteine in Anschlag zu bringen ist, versteht sich von selbst.

Bei den historischen Erdbeben sind Hebungen der getrennten Massen mehrfach beobachtet worden, und bei den Gang-Bildungen deuten mehre Erscheinungen darauf hin, dass und in welcher Art sie auch in früheren Perioden stattgefunden haben. Vor Allem sind es die Verwerfungen der angrenzenden Gebirgs-Schichten, resp. der Gänge durch einander, welche wegen ihrer für den praktischen Bergbau wichtigen Konsequenzen von jeher auch das Interesse der Theoretiker in Anspruch genommen haben. Es ist bereits oben die Möglichkeit einer Verwerfung der Gang-Räume durch die ursprüngliche Spalten-Bildung erörtert worden; aber wo die einschliessenden Gebirgs-Schichten gehoben und gesenkt erscheinen, wo die Ausfüllung des Verwerfers sich in ihrer Bildung völlig unabhängig darstellt von der des verworfenen Ganges, da ist kein Zweifel möglich, dass die einzelnen grossen Erdrindenstücke sich bewegt haben auf der Fall-Ebene des Ganges. Dass man bei den Mineral-Gängen erst verhältnissmässig spät zu dieser Deutung der Verwerfungen kam, ist nur der einseitigen Anschauungs-Weise früherer Forscher zuzuschreiben, deren Gedanken sich nicht über die engen Strecken der Berg-Gebäude hinausbewegten.

Man hat sich nun vielfach bemüht, für die Art der Verwerfun-

gen irgend eine Gesetzmässigkeit aufzufinden, um die für den praktischen Bergmann so wichtige Frage: Auf welcher Seite ist das verworfene Gangstück wieder zu finden, nach sichern Anhaltspunkten beantworten zu können. Durch die Theorie der Bewegungen wird diese Frage niemals zu entscheiden seyn. Es ist durchaus kein Grund denkbar, warum sich gerade das Hangende gesenkt, oder das Liegende gehoben habe oder umgekehrt; auch eigentliche Seiten-Verschiebungen sind möglich; welche Ursachen der Bewegung wir auch annehmen, sie können für das eine Stück so gut, wie für das andere, für das eine stärker als für das andere oder für beide gleichzeitig vorhanden seyn. Ich will den praktischen Erfahrungen über diesen Gegenstand nicht zu nahe treten, am wenigsten der SCHMIDT'schen Regel, dass das verlorene Stück im Hangenden oder Liegenden zu suchen sey, je nachdem der Verwerfer zu- oder abfällt, aber es scheint mir nie genug hervorgehoben zu seyn, dass diese Regel eben nur die Erfahrung zur Basis hat; nimmt man es als Grundsatz an, dass jede Verwerfung durch eine Senkung des Hangenden entstanden sey, dann lässt sich natürlich mathematisch beweisen, wo das verworfene Gangstück liegen muss, und in dieser Hinsicht ist z. B. die Ausführung von ZIMMERMANN sehr gut und schön, aber jener Grundsatz selbst lässt sich nun einmal nicht mathematisch beweisen.*

Dass übrigens Ausnahmen von der Regel keineswegs selten sind, ist eine jedem erfahrenen Bergmann bekannte Thatsache. Für die Praxis kommt es, wie SCHMIDT richtig bemerkt, nur darauf an, zu entscheiden, welches Stück liegt oben, welches unten; die Art der Bewegung selbst kümmert sie nicht. In dieser Beziehung aber ist es bei vielen Gängen, besonders wo man das Nebengestein genauer kennen zu lernen durch den gewöhnlichen Betrieb Gelegenheit hat, gewiss nicht schwierig, sich aus dem Verhalten der einschiessenden Schichten, aus durchsetzenden Klüften und bereits ausgerichteten Verwerfungen ein richtiges Urtheil zu bilden, so dass man, wenn man sich in dem Gange bewegt, stets weiss, diese Seite liegt höher, jene tiefer; dann kann die Ausrichtung eines verworfenen Ganges nach jenen Konstruktionen gewiss nicht fehlen. Stellt sich aber heraus, dass keine Hebung oder Senkung stattgefunden

* Vgl. C. ZIMMERMANN: Die Wiederausrichtung verworfener Gänge, Lager und Flötze. *Darmstadt* und *Leipzig 1828*.

hat, so mag man die Verwerfungen nach jener einfachen Regel durch die ursprüngliche Spalten-Bildung erklären.

Mit grossem Scharfsinn hat auch SCHMIDT an den Rutsch-Flächen, welche durch die Reibung der getrennten Stücke gegen einander entstehen mussten und häufig in der Gang-Masse, an den Grenzen derselben, oder auch auf unausgefüllten Klüften zu beobachten sind, gewisse Kennzeichen über die Art der Verschiebung aufgesucht. Es wird nicht uninteressant erscheinen, auf jene Vorkommnisse, deren manchfache Modifikationen wir durch den Fleiss jenes aufmerksamen Beobachters kennen gelernt haben, etwas näher einzugehen.

Nicht jede ebene oder glänzende Fläche auf Gang-Gebilden, man kann sagen, nicht jeder Spiegel ist für eine Rutsch-Fläche zu halten, das ist unbestreitbar, aber auch unbestritten, und QUENSTEDT hat durch seine skeptischen Äusserungen wohl nicht zuerst darauf aufmerksam gemacht.* Die Unterscheidung ist im einzelnen Falle dem praktischen Blicke des Sachkundigen zu überlassen; dass aber die eigentlichen Rutsch-Flächen in der That in Folge eines Abschleifens durch die Bewegung der Gang-Ebene gegen einander entstanden sind, diess beweisen am besten die abgeschliffenen Krystalle und die zwischen den Spiegel-Flächen liegenden Trümmer von Gang-Masse oder Nebengestein. Solchen harten, zwischenliegenden Körpern schreibt man bekanntlich auch die Bildung der Furchen auf den Harnischen zu; die grosse Regelmässigkeit derselben, wie sie zuweilen über ausgedehnte Flächen zu beobachten ist, hat dabei allerdings etwas Befremdendes; gewöhnlich jedoch entspricht ihre Ausbildung vollkommen jener Hypothese. Nicht selten sind ältere und jüngere Furchen zu unterscheiden, welche nach verschiedenen Richtungen laufen, so dass also die Bewegung der Massen eine verschiedenartige gewesen seyn muss. Dabei ist jedoch zu untersuchen, ob die fraglichen Stücke nicht etwa zwischen den sich bewegenden Gang-Ebenen gelegen haben, so dass ihre Lage zu verschiedenen Zeiten eine andere, die Bewegung aber dieselbe gewesen seyn kann. Interessant sind die Furchen, welche plötzlich vertieft auf der Spiegel-Fläche enden, indem das Ende derselben den Zielpunkt andeutet, bis zu welchem die Auseinanderziehung stattgefunden hat. „Diese besondere Form der Furchen lässt," wie SCHMIDT sagt, „keinen Zweifel zu, auf welcher Seite des Ganges die

* QUENSTEDT, Epochen der Natur S. 198, 258.

Gebirgs-Schichten höher liegen, aber ihr Vorkommen ist doch im Ganzen zu selten, um eine häufige Anwendung davon erwarten zu können.“ Was die gebogenen Furchen betrifft, und diejenigen, welche sich nach einer gemeinschaftlichen Seite hin erweitern, so muss ich bekennen, dass die Vorkommnisse, welche SCHMIDT als solche bezeichnet hat, mir in der That die angegebenen Charaktere nicht deutlich genug aussprechen, um sie hier in theoretische Betrachtung zu ziehen. Wenn Stücke an mehren Seiten, oder nach zwei Richtungen gefurcht sind, so erscheinen die Vertiefungen häufig in der angedeuteten Weise, und so sind mindestens alle derart bezeichneten Stücke der SCHMIDT'schen Sammlung zu erklären. Von den übrigen Unterabtheilungen, welche SCHMIDT den Rutsch-Flächen gewidmet hat, verdient noch diejenige erwähnt zu werden, welche die aufgestrichenen Spiegel zur Beachtung zieht. Der Ausdruck ist gut: es ist durch die Bewegung der Gang-Ebenen von der zermalmten Masse darauf gestrichen worden. Weiter dürfen wir nicht gehen; SCHMIDT schwebt immer ein weicher, plastischer Zustand der Gang-Ausfüllung vor; indessen ist ein solcher nach den heutigen Anschauungen der Chemie undenkbar, und wir haben auch gar nicht nothwendig, weder bei diesen noch bei anderen, ähnlichen Erscheinungen eine solche Hypothese zu substituiren. Es kommt nur darauf an, dass die aufgestrichene Masse sich als zermalmte oder überhaupt Mulm-artige darstellt, ist diess nicht der Fall, so steht ja nichts der Annahme entgegen, dass später zwischen den Spiegel-Flächen wieder eine selbstständige Stein-Bildung stattgefunden habe. SCHMIDT hat diesen Fall in seinem Systeme auch vorgesehen, aber in der Sammlung sind mehre Spiegel, welche hierher gehören, unter die aufgestrichenen rangirt. In manchen Fällen ist es übrigens schwer zu entscheiden, ob die Spiegel-Fläche ursprünglich abgeschliffen, oder aufgestrichen sey; die ersten brauchen nach der Natur der Masse nicht immer glatt und glänzend, die letzten nicht immer matt zu seyn. So scheinen z. B. einzelne polirte Bleiglanz-Spiegel aufgestrichene zu seyn.

Zerbrochene und wieder verkittete Krystalle oder Stalaktiten sind ebenso wie die Spiegel Beweise einer mechanischen Störung in den Gang-Räumen. Sie sind nicht eben häufig, weil derartige Formen gewöhnlich der letzten ruhigsten Periode der Gang-Bildung angehören, die in der Regel nicht mehr durch gewaltsame Erschütterungen unterbrochen wurde. Auch die gebogenen und verschobenen Krystalle

sind anzuführen. Schmidt hält auch sie für Beweise eines früher plastischen Zustandes der Mineralien; allein wenn man, wie diess durch den Versuch erwiesen ist, Glas und Eis durch einen langsamen, heftigen Druck biegen kann, so mögen auch wohl Bleiglanz- und Schwefelkies-Krystalle nachgegeben haben.

Ähnliche Ereignisse, wie diejenigen, denen man die erste Entstehung der Spalten-Räume zuschreibt, konnten ohne Zweifel später modifizirend auf dieselben einwirken. Erweiterungen und Verengungen der noch gar nicht oder erst zum Theil erfüllten, neue Trennungen in den schon ganz vernarbten Spalten, sind die natürliche Folge wiederholter vulkanischer Reaktionen. Die Bewegungen der Massen und die Trennungen erfolgen aber am natürlichsten in sehr kurzen Zeiträumen, es ist ein Riss, ein Bruch des Gesteines; man könnte, um ein langsames, allmähliches Oeffnen zu ermöglichen, zu den säculären Hebungen seine Zuflucht nehmen, indess wir wollen sogleich untersuchen, ob die Erscheinungen, welche auf eine solche Hypothese hindeuten, sich nicht auf andere Weise leichter und besser deuten lassen.

Gänge in Gängen sind sehr häufig zu beobachten; gewöhnlich sind sie so ausgebildet, dass kein Zweifel seyn kann, es habe nach der völligen Ausfüllung wenigstens an der betreffenden Stelle des Ganges wieder eine selbstständige Spalten-Bildung stattgefunden; man kann die korrespondirenden Zeichnungen auf den getrennten Stücken der älteren Gang-Masse sehr gut verfolgen. Auch das Schleppen der Gänge auf kürzere oder längere Strecken, und die Lagerstätten, welche man Doppelgänge nennt, gehören hierher, und so können auch mehr als zwei Gänge neben einander gebildet seyn. Ein Wiederaufreissen neben dem Gange am Sal-Bande hin ist nach den obigen Theorien noch natürlicher als ein Riss im ausgefüllten Gange.

Doppelgänge sind in allen Gang-Gebieten anzutreffen. Merkwürdig sind die Bildungen des *Jaroso* in der *Sierra Almagrera* und von der *Wheal-Cathedral*-Grube bei *Redruth* in *Cornwall*.* In beiden Fällen erscheinen sechs oder mehr selbstständige Gang-Bildungen neben einander.

Nicht so einfach zu erklären wie derartige neue Gang-Bildungen ist eine andere sehr gewöhnliche Erscheinung, welche aber unstreitig auf den ersten Blick so viel Räthselhaftes zeigt, dass es nicht Wunder

* Cotta, E. E's. S. 447 ff.; 474.

nimmt, wenn sie recht eigentlich zum Kernpunkt der meisten theoretischen Gangstudien geworden ist. Das sind die Bruchstücke des Nebengesteins. Es ist ganz augenscheinlich, diese Bruchstücke sind immer arge Steine des Anstosses gewesen, sie haben Mohs, dem man eine praktische Erfahrung auf diesem Gebiete gewiss nicht absprechen kann, bewogen, die fabelhafte Theorie der Kongeneration krampfhaft festzuhalten, sie haben Schmidt zu der Idee der allmälig fortschreitenden Öffnung und fast gleichzeitigen Ausfüllung gebracht; sie mögen auch uns ein Hauptschlüssel seyn bei der genetischen Erklärung der Gang-Bildungen.

Bei den folgenden Betrachtungen werde ich genöthigt seyn, in gewisser Weise hinüberzugreifen in das Gebiet des zweiten Theiles dieser Abhandlung, welcher die Ausfüllung der Gang-Räume zum Gegenstande hat; eine Anschauung der dorthin gehörigen Vorkommnisse habe ich auch im Früheren schon mehrfach vorausgesetzt, und eine solche zu verschaffen rechne ich überhaupt nicht zu meiner Aufgabe; in der Theorie berühren sich nun Raum- und Stoff-Bildung sehr nahe; einestheils soll die letzte aber hier nur in so weit in Betracht gezogen werden, als gewisse mechanische Kraft-Äusserungen, für die Bildung oder Veränderung der Gang-Räume von grösster Wichtigkeit, damit verbunden sind, anderntheils aber wird es bei der Behandlung des zweiten Theils eine sehr grosse Erleichterung gewähren, auf die hier gewonnenen Anschauungen fussen zu können; so mögen die folgenden Erörterungen an dieser Stelle gerechtfertigt erscheinen.

Die Ansichten der früheren Forscher übergehend, will ich zunächst die Theorie von Schmidt kurz darstellen und kritisch zu beleuchten versuchen. Die Bruchstücke in den Gängen berühren sich bekanntlich niemals unmittelbar, und sind entweder von den verschiedenen Ausfüllungs-Mineralien konzentrisch umgeben oder liegen in einer homogenen Gang-Masse bunt durcheinander. Scheiben-förmige Bruchstücke liegen mit ihrer grössten Durchschnittsfläche den Sal-Bändern parallel. In korrespondirenden Streifen-Bildungen finden sich keine Fragmente des Nebengesteins.

Schmidt stellt nun zuerst den allgemeinen Satz auf: „Die Bruchstücke sind die sichersten Beweismittel, dass die Gänge vormals offene Spalten waren, die mit der allmälig fortschreitenden Öffnung fast gleichzeitig wieder durch andere Fossilien ausgefüllt

wurden.“ * In wie weit dem Satze Geltung zu verschaffen ist, mag hier vorläufig unentschieden bleiben; mit Rücksicht auf die ferneren Entwickelungen jenes Schriftstellers ist aber zunächst ein sonderbarer Widerspruch hervorzuheben. Dieselbe Hypothese nämlich, welche durch das Vorhandenseyn der Bruchstücke begründet wird, soll später auch durch das Fehlen derselben unterstützt werden. Es heisst wörtlich: „weil diese Erscheinung (das Fehlen der Bruchstücke in den gestreiften Gang-Massen) für die Theorie der Gänge von sehr grossem Werthe, und ebenfalls beweisend für den Satz ist, dass die Gänge sich nur sehr allmälig öffneten, und in beinahe gleichem Zeitmaasse, wie die Erweiterung der Spalte vorschritt, ausgefüllt worden sind. Jenes denkwürdige Verhalten gibt ganz allein schon den deutlichen Beweis, dass sich bei Bildung der Schaalen und Streifen die Gangspalten nie auf einmal so weit öffneten, dass Bruchstücke hätten hineinfallen können, und dass die Ausfüllung mit der weiteren und weiteren Öffnung der Gangspalte fast gleichen Schritt gehalten hat.“ Also einmal öffnen sich die Gangspalten nur so weit, dass gar keine Bruchstücke hinunter —, das andere Mal nur so weit, dass gar keine hineinfallen können. Das Hineinfallen oder Hinunterfallen wäre aber doch nur die Folge der Schwerkraft jener Stücke, und diese Kraft müsste sich in jedem Falle äussern; mag die Bewegung der Gang-Ebene von einander so gering seyn wie sie will, jene Stücke würden nicht an derselben theilnehmen, sie würden, je langsamer die Trennung, desto langsamer umschlossen werden. Es ist überhaupt auffallend, wie Schmidt die korrespondirenden Streifen, die gerade den besten Beweis für ein anhaltendes Offensein des ganzen Raumes abgeben, und auch schon längst dafür anerkannt waren, so missverstehen konnte; vielleicht hat er bedacht, dass häufig auf den Gängen sich an einer Stelle korrespondirende Streifen zeigen, denen aber anderswo in derselben Lage andere Bildungen mit Bruchstücken entsprechen; eine Thatsache, welche Burat sehr schön hervorhebt. ** Nun müssen entweder die Streifen auch bei successiver Öffnung entstanden seyn, oder jene anderen Bildungen können nicht dadurch erklärt werden.

Lassen wir aber jenen Widerspruch auf sich beruhen, und sehen wir, in welcher Weise Schmidt die Theorie der allmäligen

* Schmidt, Beiträge S. 38 ff.

** Burat, *Études sur les mines. Suppl. p. 155.*

Öffnung entwickelt, um dadurch das Vorkommen der Bruchstücke zu erklären.

Nachdem er die Thatsachen hervorgehoben hat, welche gegen die Ansicht einer gleichzeitigen Bildung von Gang und Nebengestein sprechen, fährt jener Schriftsteller also fort: „Bei denjenigen Bruchstücken, welche nur durch eine höchst dünne Kruste von Ganggestein von einander getrennt werden, reicht die blose Kapillar-Attraktion schon hin, um das Faktum, dass sich solche nie unmittelbar berühren, zu erklären. Die wässerigen, vielleicht mitunter auch Dampf-förmigen Flüssigkeiten, in welchen die Bestandtheile des umhüllenden Fossils aufgelöst waren, drangen natürlich in alle zwischen den Bruchstücken befindlichen Fugen, und setzten darin die in ihnen aufgelösten Stoffe ab. So umziehen kalkige Wasser die auf dem Grunde liegenden Sand- und Gruss-Körner ringsum mit Kalktuff und Kalksinter, und werden, wie es zuweilen in alten Gruben-Gebäuden geschieht, kleine Gestein-Stückchen durch herabfallende Tropfen eine geraume Zeit hin und her bewegt, so erhalten sie ringsum einen oft mehre Linien dicken Überzug von Kalksinter. Ähnlich ist die Bildung der sogenannten Erbsensteine in Kalk absetzenden warmen Sprudelquellen und in weit gedehnten Gebirgs-Schichten die Formation des Rogensteins. Sandkörnchen wurden dort durch die Triebkraft der Kalk absetzenden Quelle, hier durch das Wogen des mit Kalk geschwängerten Meeres in steter Bewegung erhalten, und so ringsum mit Kalkstein umzogen. — Stete oder auch nur periodische Bewegung in einer Ganggestein oder Erz absetzenden Solution ist also das ganz einfache Mittel, durch welches die Bruchstücke des Nebengesteins in den Gangräumen weit von einander abgesondert, und endlich mitten in der Gangmasse schwebend erhalten werden konnten.“

Wenn man diesen Gedanken folgt, so hat man eigentlich am Ende die successive allmälige Öffnung ganz wieder vergessen, und denkt sich eine Spalte, worin die Bruchstücke zu einer fortwährenden Bewegung doch auch den gehörigen Platz haben mussten. Das merkt Schmidt auch, und lenkt desshalb, wenn auch nicht ohne Widerspruch, folgendermassen ein: „Die von Gangmasse umgebenen und ausser aller Berührung mit dem Nebengestein befindlichen Bruchstücke beurkunden auch, was schon aus so vielen anderen Erscheinungen gezeigt worden ist (?), dass die Senkungen des Neben-

gesteins sehr allmälig geschehen, und dass die Ausfüllung gleichen Schritt mit der successiven Öffnung der Gangspalte vorrückte. Bei solchem Hergange mussten die nur ganz allmälig tiefer sinkenden Bruchstücke auf allen Seiten mit Gangmasse umhüllt, und endlich eins nach dem andern in der Gangmasse abgesondert festgestellt werden."

Die Darstellung des ganzen Vorgangs, wie SCHMIDT denselben sich eigentlich vorstellt, lässt, wie man sieht, an Klarheit noch vieles zu wünschen übrig. Zwei Theorien schweben ihm vor: fortwährende Bewegung durch sprudelnde Flüssigkeiten, um das Nichtberühren und die Kokardentextur zu erklären; allmäliges, langsames Öffnen der Spalten, um das Nichthinunterfallen der Bruchstücke zu ermöglichen. Eine stete Bewegung durch sprudelnde Flüssigkeiten ist aber desshalb nicht zu vermuthen, weil die Ecken und Kanten der Bruchstücke fast immer völlig unversehrt sind, auch sprechen die grossen, Scheiben-förmigen Bruchstücke und ihre Lagerung gegen eine solche Annahme. Geben wir nun zu, dass auch bei periodischem Niedersinken der Steine durch succesives Öffnen der Spalte eine sphäroidische Umschliessung mit Gangmineralien stattfinden könne, so erklärt uns das doch noch lange nicht das ganze Vorkommen. Das Niederfallen oder Nichtniederfallen der Stücke hängt in jedem Falle von dem Verhältniss ihrer Grösse zur Weite der Spalte ab, und dadurch müsste also auch ihre Lagerung bedingt seyn. Nun finden sich aber Fuss-, Zoll- und Linien-grosse Bruchstücke nah bei einander; wenn also hier die Spalte so weit geöffnet war, dass sie die einen klemmte, so mussten doch die anderen hinunterfallen! Die Einwendung, dass diess meistens auf einer Täuschung beruhen könne, da es nur darauf ankomme, welcher Durchschnitt der Bruchstücke sich uns zufällig darstelle, wird Niemand machen, welcher genauer mit den in Rede stehenden Erscheinungen bekannt ist. In den meisten Fällen wäre es ohne Zweifel eine viel grössere Selbsttäuschung, jene Täuschung für möglich zu halten.

Wie ist denn nun dieses merkwürdige Phänomen zu erklären, wie sind die verschiedenen Thatsachen mit einander in Übereinstimmung zu bringen?

Die Anschauung, welche ich hierüber habe, und im Folgenden zu entwickeln versuchen will, hat SCHMIDT sozusagen in der Hand

gehabt und nicht beachtet; ein einziger Schritt in einer gewissen Richtung weiter würde ihn zu demselben Ziele geführt haben.

Gehen wir von der Betrachtung eines Faktums aus. In dem bekannten Basaltbruche bei *Oberwinter* am *Rhein* findet sich ein Kalksinter auf folgende Art ausgebildet: Der Basalt ist von Loes überlagert; die Tagewasser sickern hindurch, sättigen sich mit kohlensaurem Kalk und setzen denselben an der Grenze und in den Klüften des Basaltes wieder ab *. Wo nun Basalt-Bruchstücke zusammengehäuft lagen, da sind dieselben durch den Sinter nicht etwa nur einfach verkittet, sondern gerade wie bei den Gang-Gebilden, berührt keines der Stücke das andere; oft Zoll-weit von einander getrennt, sitzen sie frei in der Kalkmasse. Wo kleinere Geschiebe, Sand und Gruss darinnen liegen, ist die Erscheinung ganz dieselbe: keines der Stückchen berührt das andere. Nun findet man auch häufig zwischen den grösseren Bruchstücken noch leere Zwischenräume; aber jedes derselben ist doch rings umsintert, bald mehr, bald weniger, je nachdem der Prozess fortgeschritten ist. Es ist kein Zweifel möglich, die Stücke sind gleichzeitig allmälig umhüllt und auseinander geschoben worden. Wie ist das möglich? wird man fragen. In diesem Falle ungefähr folgendermassen. Denken wir uns die Basaltstücke in einer Kalklösung liegend, die fortwährend oben zufliesst und unten einsickert, so wird der Vorgang ungefähr folgender seyn:

Die Flüssigkeit dringt zwischen die Bruchstücke in alle Fugen, und hier geht ganz derselbe chemische Prozess vor sich, wie in den grösseren Zwischenräumen. Dem ganzen Volumen der eingedrungenen Flüssigkeit entspricht die Quantität des Niederschlags, ist aber sehr viel geringer als jenes. Die kleinsten Theile der Flüssigkeit sind indess wegen des beständigen Zu- und Abfliesens in fortwährender Bewegung; auch in den feinsten Spalten herrscht ein anhaltendes Kommen und Gehen, und nur in unendlich kleinen Zeittheilchen der Ruhe setzt sich aus der den Bruchstücken zunächst liegenden Schicht der Lösung eine äusserst feine Rinde kohlensauren Kalkes ab. Damit ist wie mit jeder krystallinischen Abscheidung eine auf den kleinsten Räumen gewiss äusserst schwache mechanische Kraftäusserung verbunden, die aber nun zugleich in der gan-

* Vrgl Noeggerath, der Bergschlupf v. 20. Dez. *1846*, S. 23.

zen Masse wirkt, und zwar stets in der Richtung von der inneren Flüssigkeit nach den äusseren Wänden, von den inneren Fugen nach den Bruchstücken zu, im Ganzen von Innen nach Aussen gegen die umlagernden Massen. Kann nun das Konglomerat bequem nach der einen oder anderen Richtung ausweichen, so braucht jene fortwährend wirkende Kraft nur so gross zu seyn, dass sie in jedem unendlich kleinen Zeittheilchen die Bruchstücke so weit auseinander drückt, als sich in demselben Zeittheilchen die Kalkrinde verdickt hat; dann wird bei fortwährendem Wechsel der Flüssigkeit auch ein fortwährendes Auseinanderschieben der Bruchstücke durch die Steinbildung die ganz nothwendige Folge seyn.

Weil aber die Kraft stets in einem gewissen Verhältnisse steht zur Grösse, resp. zur Oberfläche der Stücke, weil sie in der ganzen Masse zugleich wirkt, so ist ein derartiger Effekt derselben, auch abgesehen von dem faktischen Beweise, sehr gut denkbar. Man könnte sagen, dass auf diese Weise der Raum zwischen den Bruchstücken niemals völlig ausgefüllt erscheinen dürfte, indessen das Auseinanderschieben derselben hängt zunächst davon ab, dass in der vorhandenen Spalte noch freier Raum war; ist dieser mit den sphärischen Gebilden angefüllt, so werden die zwischenliegenden Räume ausgekittet, bis die Fugen so fein werden, dass sie, zumal nachdem die Bildung längst sistirt ist, nicht mehr sichtbar sind. Die neuesten Forschungen aber, und insbesondere die mikroskopischen Untersuchungen der Mineralien haben uns belehrt, dass auch die anscheinend dichtesten Körper vielfach von Höhlungen durchzogen und daher vielleicht in ihrer ganzen Masse den neubildenden Flüssigkeiten zugänglich sind. Demnach kann auch in anscheinend dichten Massen ein fortwährendes Wachsen stattfinden, und durch dasselbe ein Druck ausgeübt werden auf die einschliessenden Wände, derart, dass die Zirkulation der Flüssigkeiten nicht gehemmt, der Raum niemals zu enge wird.

Die Gangmassen werden in der Regel krystallinisch abgesetzt; aber auch bei eigentlichen Krystallen kann man diese mechanische Kraftäusserung oft sehr schön wahrnehmen; Bruchstücke, welche von wenigen Krystallen getragen werden, sind nichts Seltenes. Ein einfaches Experiment führt uns die Thatsache vor Augen. Man lege auf einen Teller den Deckel eines starken Zündholz-Döschens, die rauhe Seite nach unten, giesse zu wiederholten Malen eine Alaun-

Lösung darum, und lasse dieselbe langsam verdunsten; so wird der Deckel gehoben und endlich von Krystallen getragen. Ausführliche Versuche über das Maass und die Grenzen dieser Krystallisations-Kraft würden, zwar mühevoll und zeitraubend, gewiss zu sehr interessanten Resultaten führen. Als Beweis aber für die Anwendung der Theorie auf die Mineral-Gänge führe ich noch das Vorkommen von Gesteins-Bruchstücken an, welche sich als zerbrochen, und durch die Stein-Bildung auseinander geschoben darstellen, so dass die Bruchflächen noch völlig korrespondirend einander gegenüberstehen. Mehre solcher Stücke befinden sich in der SCHMIDT'schen Sammlung.

Ähnliche Vorkommnisse, wie das bei *Oberwinter*, sind gewiss nicht selten. — In wie weit für die *Karlsbader* Sprudelsteine und die Erbsensteine die alte Anschauung von WERNER beizubehalten ist, lasse ich dahin gestellt seyn; erinnere aber daran, dass zu WERNER's Zeit, so wenig wie jetzt, an den *Karlsbader* Quellen die Entstehung jener Bildungen unmittelbar zu beobachten war. Mir sagt die Theorie der einfachen succesiven Raum- und Stein-Bildung mehr zu, und dieselbe lässt sich auch auf die Gesteine, Rogensteine und Konglomerat-Bildungen sehr gut anwenden. Ein Beispiel ganz ähnlicher Art, wie der Sprudelstein, aber in einem alten, fertigen Gange, scheint, nach den Handstücken zu urtheilen, das Vorkommen von *Wolfstein* in *Rheinbayern* zu seyn*. Es sind Gänge eines Magnesia-haltigen Kalksteines im Diorit. Die Kokarden haben einige Linien bis 1 Zoll im Durchmesser, und in jeder sitzt ein Diorit-Stückchen, meist nur von der Grösse eines Nadelknopfes**. Zwischen den einzelnen Kugeln sind zuweilen kleine Krystall-Drusen ausgebildet. — Krystalle, welche Bruchstücke tragen oder auseinander drücken, finden sich besonders häufig auf der interessanten Lagerstätte „*Alter Bleiberg*" bei *Mittellacher*.

Wenn wir die so gewonnenen Anschauungen bei dem von SCHMIDT aufgestellten Grundsatz über die Gang-Bildungen berücksichtigen, so kann jener fast wörtlich bestehen bleiben. Auch uns sollen die Erscheinungen an den eingeschlossenen Bruchstücken die sichersten Beweismittel seyn, dass die Gänge vormals Spalten waren, die mit der fortschreitenden Erweiterung gleichzeitig mit Mineralien ausgefüllt wurden.

Man wird nun, so hoffe ich, folgende Vorgänge ganz erklärlich finden. Auf einer zerrütteten Erdbeben-Spalte zirkuliren mineralische

---

* Vrgl. LEONHARD, Jahrb. *1837*, S. 641.

** Je kleiner die Bruchstücke, desto eher nimmt die Umrindung eine Kugelform an.

Lösungen. Durch die Gewalt des Sprudels wird die Spalte erst mehr oder weniger gesäubert; es mögen aber auch in Folge einer sehr geringen Strömung die kleinsten Fragmente des Gesteins zurückbleiben; die Spalte hat dann eine sehr geringe Mächtigkeit, oder ist vielmehr völlig mit zertrümmerter Gesteinsmasse erfüllt.

Die einzelnen Stücke werden nun gleichzeitig umrindet, und auseinander, und von den Wänden nach Innen gedrängt; die Steinbildende Kraft sucht sich nach allen Seiten Raum zu schaffen, so lange neue Flüssigkeit durch die Spalten und Poren dringt. Wo die ursprüngliche Gangspalte noch freien Raum bietet, wird dieser erst erfüllt, wo dies bereits geschehen ist, da wirkt nun die ganze Kraft auf die Spalten-Wände, hebend oder auch verdichtend; die Spalte ist immer gefüllt, und doch niemals völlig vernarbt, so lange jene Flüssigkeiten zirkuliren. Inzwischen wird durch vulkanische Reaktionen eine neue Trennung bewirkt; sie lauft zur Seite hin, oder auch durch die alte Gangmasse hindurch. Ist sie nicht zerrütteter Natur, so umschliesst sie keine Fragmente der angrenzenden Massen; es können aber auch wieder vom Nebengestein oder von der älteren Gangmasse Bruchstücke umhüllt werden. Die neue Spalte mag zu Anfang wieder enge oder weit gewesen seyn; die Mineral-Bildung allein kann sie erweitert haben. So mögen sich oftmals derartige Vorgänge wiederholen, bis endlich die Raum- und Stoff-schaffenden Kräfte erschöpft sind. Nimmt man nun noch Rücksicht auf die Hebungen und Senkungen und die dadurch bewirkten Veränderungen in den Gangräumen, substituirt man für gewisse Fälle die Möglichkeit eines anhaltenden Offenseyns, so wird man sich die Erscheinungen auf den Mineral-Gängen, soweit es sich dabei um eine Raumbildung oder Veränderung handelt, gewiss erklären können.

Der letzterwähnte Punkt, das dauernde Offenseyn der Gangräume, ist bisher absichtlich bei den Entwickelungen übergangen worden; man wird indess begreifen, dass jene einst so vielfach diskutirte Streitfrage für uns vollständig ihre Wichtigkeit verliert; die Spalten mögen klaffend gewesen seyn oder nicht, das hat mit der Entstehung und weiteren Ausdehnung des Ganges sehr wenig zu thun; im Allgemeinen ist nur dieses Resultat zu merken: Wo Bruchstücke sind, da war die Spalte während der Ausfüllung und Erweiterung des betreffenden Gang-Gliedes sozusagen geschlossen;

wo keine Bruchstücke sind, da kann sie offen gewesen seyn. Dass aber in einzelnen Fällen der Druck der getrennten Gebirgs-Massen oder gewisser Schichten derselben einschränkend und verengend bei den Gang-Bildungen wirken kann, das ist durch die vorherigen Betrachtungen keineswegs ausgeschlossen.

Zweiter Theil. Die Ausfüllung der Gänge.

Non fingendum aut excogitandum, sed inveniendum, quid natura faciat aut ferat!

Baco de Verulam.

Es hat lange, sehr lange gedauert, bis dieser berühmte Grundsatz, welchem alle heutige Naturwissenschaft ihr Daseyn verdankt, auch bis zur Geologie durchgedrungen ist. Längst nachdem in der Physik und Chemie der Weg des Experimentes als Grundlage aller Theorien anerkannt, und mit dem grössten Erfolge schon weithin beschritten war, bewegte man sich, wo es galt, Form- oder Stoff-Bildungen unseres Planeten zu erklären, noch in einem Irrsal vager Hypothesen, erbaut und gestützt auf das Bewustseyn eines nur mühevoll erreichbaren Gebietes, und durch die niemals fehlenden Trugblitze allgemeiner Redensarten nur zu wirksam vertheidigt. „Für den Naturforscher heisst begreifen: sehen," (Quenstedt) und was er nicht auf bestimmte, durch die Sinne wahrnehmbare Thatsachen zurückführen kann, das gehört nicht in sein Gebiet, sondern zu dem Ressort der transzendentalen Angelegenheiten. Soll desshalb die Geologie eine Naturwissenschaft sein, so muss sie sich bequemen, von dem Kothurn der Metaphysik herabzusteigen, und sich jenen allgemeineren Wissenschaften unterordnen. Physik und Chemie sind in der That die Fundamente, worauf allein die systematische Erkenntniss eines jeden Gebietes der Natur sicheren Halt gewinnen kann, die Mathematik aber ist der Grund und Boden, worein jene Fundamente gelegt werden müssen!

An umsichtigen, gründlichen Beobachtern der Vorkommnisse auf den Mineral-Gängen hat es, zumal in *Deutschland* nicht gefehlt, und man ist auch, soweit es hierdurch allein möglich war, zu sehr anerkennenswerthen Resultaten gelangt; aber sie blieben immer nur Hypothesen über Hypothesen, denn wenn man an der eigentlichen Pforte der Wissenschaft angekommen war, so fehlte der Schlüssel,

und die Mühe ihn zu suchen scheuend, griff man zu dem in der Philosophie des Lebens so gewöhnlichen Auskunftsmittel, man begnügte sich mit Worten, nur mit Worten. So sind merkwürdiger Weise schon sehr viele Geologen über die Ausbildung der Gänge vollständig im Klaren gewesen, lange bevor es noch der Chemie gelungen war, die meisten der dort vorkommenden Mineralien zu zerlegen oder künstlich darzustellen. Und ist heutzutage denn das Übel ganz gehoben? Vor hundert Jahren waren Metallmutter, Einwitterung, Gährung und Fäulniss die gebräuchlichsten Wörter; aber ist denn mit Descension, Ascension und Sekretion viel mehr gesagt? Es ist noch nicht lange her, dass HERDER endlich auf die gute Idee kam, es möge doch wohl keine dieser Theorien eine allgemeine Geltung haben; und wenn wir nun, diess anerkennend, alles dasjenige, worüber früher in dicken Büchern vielfach hin und wider gestritten wurde, zusammenfassen und in die Sprache heutiger Naturwissenschaft übersetzen, so heisst dass ungefähr: Die Substanz der Gänge ist ein Produkt physikalischer oder chemischer Kräfte, und entweder von oben, von unten oder von den Seiten in die Gangräume eingeführt. Das ist ganz ohne Zweifel richtig, nur schade, dass wohl für kein materielles Ding der ganzen Welt ein anderer nächster Grund der Existenz zu finden ist! Man kann nicht ausweichen und sagen: die Sache gehört nicht in die Geologie, sondern in die Chemie; die beiden Wissenschaften sind nicht koordinirt, sondern subordinirt, und zwar in der Weise, dass ein Chemiker durchaus nicht auch Geologe zu seyn braucht, aber jeder Geologe, sobald es sich um die Erklärung materieller Bildungen handelt, niemals weiter Theoretiker seyn kann, als er Chemiker ist.

Indessen, solche Grundsätze sind, Gott sey Dank, doch nicht gerade neu mehr, und die deutsche Geologie darf sich viel weniger ihrer Vergangenheit rühmen, als des Verdienstes, auch die neue Bahn gebrochen zu haben, ein Verdienst, das sich zum grössten Theil an den Namen GUSTAV BISCHOF knüpft. Wenn auch die Grundsätze dieses Gelehrten vor dem kritischen Blicke erfahrener Geognosten zum Theil nicht bestanden sind, wenn auch die Erklärungen einzelner Natur-Gebilde theils nach subjektiver Grund-Anschauung, theils durch die Erfahrungen der Zukunft modifizirt werden müssen; es bleibt ihm immerdar der Ruhm, den Wortgefechten der Vergangenheit ein Ende gemacht, den Forschungen der Zukunft den Weg gezeigt und

sie mit einem reichen Schatze unläugbarer Thatsachen ausgerüstet zu haben. Wie man sein Buch beurtheilen mag: das ganze Buch ist Wissenschaft, das kann Niemand läugnen!

Wir haben also meistentheils, wenn es sich um geogenetische Untersuchungen handelt, nicht gar weit zurückzublicken.

„Es kann zu nichts führen, die Ansichten früherer Forscher, denen jede chemische Basis fehlte, oder späterer Forscher, die eine solche verschmähen, einer Kritik unterwerfen zu wollen. Jene längst dahingeschiedenen Forscher können nicht mehr bekehrt werden; diese kann nur die Zeit bekehren.“ (Bischof.)

In der Geologie aber wird stets die Untersuchung einzelner Gebiete, sowie einzelner Vorkommnisse von gewissen Grundanschauungen abhängig seyn. Wenn jener Wissenschaft die Aufgabe gestellt wäre, die Geschichte des Erdkörpers zu erforschen, und sich dabei nur auf solche Vorgänge als Thatsachen zu stützen, wie sie noch eben jetzt vor unseren Augen an der Oberfläche durch die Natur bewirkt werden, so hätte Bischof die Geologie, wenigstens in den Theorien, fast zum Abschlusse gebracht. Es liegt ausserhalb des Zieles dieser Abhandlung, jenen Grundsatz zu diskutiren; oder zu untersuchen, in wie weit auch Bischof ihn nur mit einer gewissen Unsicherheit ergriffen hat; es genüge das Bekenntniss, dass der Verfasser kein Anhänger desselben ist. Ich glaube an ein wechselvolles Schicksal unseres Planeten, an Zeiten anderer, grossartigerer Phänomene, von denen nur noch schwache Töne bis zu uns herüberklingen. Gleichwie den verschiedenen Perioden Gebirgs-Bildungen anderer Art und andere organische Wesen entsprechen, so waren ohne Zweifel auch diejenigen Ereignisse, welche die Zeitabschnitte sey es im Ganzen oder für einzelne Theile der Erde bedingten, es waren die Epochen der Natur für jeden Zeitraum charakteristisch; die Kräfte, welche sie bewirkten, von den jetzt an der Oberfläche herrschenden nach Intensität und Zusammenwirken verschieden. Nicht ewiger Kreislauf herrscht in der Natur, sondern stete Entwickelung!

Demnach erhalten unsere geogenetischen Untersuchungen einen viel weiter greifenden Charakter. „Es ist gerade eins der letzten und äussersten Ziele der Wissenschaft, aus den Monumenten der Vergangenheit die verschiedenen Bedingungen aufzusuchen und festzustellen.“ (v. Dechen.) Diess mag der leitende Gedanke seyn,

womit wir ein Gebiet betreten, welches vielleicht wie kein anderes in gleichem Maasse von jeher zugleich das Interesse der Wissenschaft und Praxis in Anspruch genommen hat.

Wie sind die Massen gebildet worden, womit wir jetzt die Gangräume erfüllt finden, warum sind sie in der Art und gerade dort ausgebildet, wie und wo wir sie finden? Das ist die Frage nach der Ausfüllung der Gangräume, und wer sie sich nur in ihrer grossen Allgemeinheit vorhält, der wird sogleich einsehen, dass eine Antwort auf dieselbe sich niemals in ein einziges Wort wird konzentriren lassen. Wir sehen von den Gesteins-Gängen ab; bei den Mineral-Gängen aber zeigt schon jeder einzelne derselben und wie viel mehr die Gesammtheit eine so grosse Verschiedenheit in den Substanzen, in dem Molekular-Zustande und der Lagerungs-Weise — Umstände, wodurch doch nothwendig auch eine Verschiedenheit, eine Abwechslung in der Bildungsweise bedingt wird — dass eine genauere Beantwortung jener Fragen immer nur für den speziellen Fall möglich seyn wird, und auch die allgemeinen Andeutungen, welche die Wissenschaft auf ihrem heutigen Standpunkt geben kann, in diesem Aufsatze unvollkommen bleiben müssen.

Wir wollen die eben angedeutete Eintheilung festhalten, und zunächst fragen: Wie sind die verschiedenen Substanzen, welche wir auf den Mineral-Gängen finden, gebildet worden?

Soll ich die leichten, oft gebrauchten Einwürfe hier wiederholen, womit die Theorien feurig-flüssiger Injektion oder eigentlicher Sublimation schon hinreichend bekämpft sind, oder soll ich die bewundernswerthen Ausführungen Bischof's, wodurch die Möglichkeit von Gang-Bildungen nach heutigen Vorgängen bewiesen, und im Wesentlichen auf Nebengestein, Wasser und Zeit zurückgeführt wird, hier noch einmal niederschreiben? Erstes wäre zu viel Rücksicht gegen die „dahingeschiedenen", letztes zu wenig gegen den lebenden Forscher. Merken wir uns aber dieses sehr wichtige Resultat: Eine Gang-Bildung durch zirkulirende Lösungen hat uns im ersten Theile dieser Abhandlung alle räumlichen Erscheinungen erklärt, und eine Gang-Bildung durch zirkulirende Lösungen ist mit Rücksicht auf die Ausfüllung der Gänge, durch Bischof als die allein mögliche bewiesen worden.

Welcher Art aber waren die Flüssigkeiten, in welcher Verbin-

dung wurden die verschiedenen Stoffe eingeführt, durch welche Reaktionen die schwerlöslicheren ausgeschieden?

Hier müssen wir, wenn wir nicht BISCHOF unbedingt folgen wollen, zunächst sein Prinzip angreifen; die allgemeinen Gründe, welche dagegen sprechen, können, wie bemerkt, hier nicht behandelt werden; sie sind aber wohl in Anschlag zu bringen, da sie natürlich auch für den speziellen Fall gelten. Ich will indessen nur einige Thatsachen hervorheben, welche beweisen, dass gerade für die Mineral-Gänge jenes Prinzip in seiner Allgemeinheit durch die Art des Vorkommens mehr oder weniger unhaltbar erscheint.

1) Vor Allem ist noch einmal zu bemerken, dass das Prinzip nur in seiner Allgemeinheit verworfen wird. Es mag bei gewissen Gängen vollständig zur Geltung kommen, es mag kaum einen einzigen Gang geben, an welchem sich seine relative Geltung nicht beweisen liesse, aber eben der letzte Umstand spricht gegen die Allgemeinheit. Es wird jedem erfahrenen praktischen Forscher in den meisten Fällen ein Leichtes seyn, sekundäre von originären Gang-Mineralien zu unterscheiden. Auch hierüber lassen sich nicht allgemeine Gesetze aufstellen, so dass man z. B. sagen könnte: Alle Sauerstoffsalze der Metalle sind Produkte späterer Umwandlung. Rücksichtlich der grössten Zahl derartiger Gebilde (mit Ausnahme des kohlensauren Eisenoxyduls) mag diesem Satze nichts entgegenstehen, es ist aber kein innerer Grund für seine Allgemeinheit denkbar. Die nähere Erörterung der vorliegenden Frage, zu deren Beantwortung ja die Natur durch die Pseudomorphosen, durch die eigenthümliche Form gewisser jüngerer Bildungen hülfreiche Hand bietet, würde uns vom Ziele abführen; genug, der Unterschied originärer und sekundärer Gang-Gebilde ist durch die Natur deutlich ausgesprochen. Die letzten nun sind unstreitig Dokumente von Vorgängen, wie sie BISCHOF diskutirt, während die ersten, weil nach Natur und Vorkommen anderer Art, auch eine andere Bildungsweise fordern. Andere Wirkungen, andere Ursachen! Die sekundären Kieselsäure-Bildungen lassen sich durch ihren Wasser-Gehalt, durch ihren amorphen Molekular-Zustand sogleich erkennen; sie sind aber von den älteren krystallischen Quarz-Bildungen sehr verschieden. Nun ist es noch völlig problematisch, ob jemals durch die heutigen Zustände, oder etwa durch die Zeit allein die Opal-artige Kieselerde in krystallische übergeführt werden kann, aber wenn dieses möglich

wäre, warum finden wir denn auf den Gängen niemals einen diesem Übergange entsprechenden Zustand? Bischof selbst nimmt an, dass diess in der Natur nicht das Werk eines Augenblicks seyn kann. (I., S. 759.) Ferner, warum darstellen sich die Wasser-haltigen Silikate immer nur als eigenthümliche Schluss-Bildungen, Klüfte und Drusen bedeckend? Die Stoffe und Mittel ihrer Bildung waren ja gewiss immer vorhanden, aber niemals finden wir sie in die Reihe der eigentlichen Füllungs-Mineralien aufgenommen. Warum endlich st das Vorkommen der Wasser-freien Silikate ein so abgesondertes, den gewöhnlichen Erz-Gängen völlig fremd?

„Die grossen Amethyste und Berg-Krystalle in Drusen-Räumen und in den sogenannten Krystall-Höhlen, welche ohne Widerrede (?!) Infiltrations-Produkte sind, bilden sich aus Gewässern, welche nicht einmal so viel Kieselsäure als Silikate enthalten. Sollte aber eine krystallinische Abscheidung der Kieselsäure aus ihren Silikaten leichter zu begreifen seyn, als eine krystallinische Abscheidung mehrer Silikate zu einem Ganzen?“ (II., S. 786.) Gewiss nicht! Aber warum finden wir sie denn nicht auf den Erz-Gängen? Quarz-Krystalle sind genug da, und Alkalien hat es immer und überall gegeben, aber — anders ist nichts da, als Quarz- oder Wasser-haltige Verbindungen!

2. Bischof's Theorie erfordert eine ganz allmälige succesive Mineral-Bildung. Das passt für die meisten Erscheinungen sehr gut; man ist aber in manchen Fällen genöthigt, zur Erklärung der Vorkommnisse eine verhältnissmässig rasche, oder eine gleichzeitige Ausscheidung verschiedener Substanzen anzunehmen. So sind z. B. Porphyr-artige Bildungen nicht eben selten. Auf der Grube *Carolina* am *Harz*, auf *Bastenberg* bei *Ramsbeck*, auf *Bandenberg* im Grunde *Seelbach* findet man Quarz-Krystalle Porphyr-artig im Bleiglanze ausgeschieden; auf der *Schwabengrube* bei *Siegen* ist Schwefel-Antimon mit kleinen Quarz-Krystallen so dicht durchwachsen, dass die Stücke völlig das Ansehen eines krystallinischen Gesteins haben. Das lässt sich, wenn die Masse nicht in feurigem Fluss gewesen seyn soll, höchstens durch rasche Reaktion aus konzentrirten Lösungen erklären, und die kennt Bischof nicht. Selbst hohe Temperatur wird nur in sehr beschränktem Maasse zur Anwendung gestattet. Erscheinungen wie die Geyser sind Ausnahmen, auf Erz-Gängen „nicht vorauszusetzen“.

3) Der Einfluss des Nebengesteins auf den Charakter der Gang-Füllung ist durchaus nicht allgemein zu beobachten. Und wenn die vielen bekannten Beispiele noch hundertfach vermehrt würden, so wäre es noch ebenso leicht wie jetzt, der Gesammtzahl derselben die doppelte Anzahl von Fällen des Gegentheils gegenüber zu stellen. Man sucht aber stets nach ersten — freilich nach letzten braucht man nicht zu suchen! Man denke überhaupt nur an die Folge der Ereignisse! So lange der Gang bleibt wie er ist, baut man ganz unbekümmert darauf fort; tritt eine Veränderung ein, dann wird ohne Weiteres Front gemacht gegen die Salbänder, und ohne zu bedenken, dass, wo das Gestein verändert ist, die Ursache ja eine gemeinsame, aber ausserhalb beider Massen liegende seyn kann, glaubt man in der einen Erscheinung den Schlüssel zur anderen gefunden zu haben. Nun wird zwar BISCHOF sagen; Man analysire nur das Gestein, so gleichartig es auch zu seyn scheint, man wird stets einen Unterschied wahrnehmen! Ohne Zweifel, denn wann hätten jemals zwei Gesteins-Analysen, und wenn sie von demselben Handstück herrührten, vollständig gestimmt! Und selbst wenn man keinen Unterschied wahrnimmt, oder wenn es sich um eine relative Verminderung des Erz-Gehaltes handelt, da sind nur unsere Reagentien zu mangelhaft, die Differenzen nachzuweisen! Den Begriff „gar nicht vorhanden" kennt BISCHOF bekanntlich nicht; es war in dem einen Falle vielleicht „eine Spur" von Silber, Kupfer Blei etc. in dem Gesteine, im andern war die Menge desselben nicht mehr nachweisbar". Auf die Mangelhaftigkeit der Reagentien kann man aber, wenn es sich um kleine Quantitäten handelt, ebenso gut, und noch viel eher das Plus wie auch das Minus schieben, und wer selbst jemals analysirt hat, weiss, was eigentlich von solchen „Spuren" meistentheils zu halten ist. Ich zweifele übrigens nicht im Entferntesten an einer relativ sehr allgemeinen Verbreitung der Grundstoffe, aber ebenso bestimmt ist auch durch ÉLIE DE BEAUMONT'S Untersuchungen eine gewisse Ab- und Zunahme derselben in den geologischen Perioden nachgewiesen*. Warum nun finden wir so häufig ganz die nämlichen Gang-Substanzen in sehr verschiedenen Gesteinen? Warum zeigen die Erzgänge im Gneiss oder Glimmerschiefer, in der Grauwacke und im Kalkstein oft so überraschende Ähnlichkeit in der Ausfüllung,

* *Bulletin de la Société géologique de France, 2 Serie,* T. IV. p. 1249.

warum zeigen in demselben Gesteine, wo doch die Ursachen der Bildung im Allgemeinen gewiss dieselben seyn müssten, die Gang-Massen oft so grosse Verschiedenheiten?

4. Eigentliche primäre Imprägnationen des Nebengesteins sind gewiss verhältnissmässig sehr selten. Unter eigentlichen primären Imprägnationen verstehe ich nämlich, dass originäre Gang-Mineralien sich in der Nähe der Lagerstätte auch als untergeordnete Bestandtheile des Gesteines zeigen. Als eklatante Beispiele werden hier stets die Zinnerz-Lagerstätten angeführt. Dass diese Vorkommnisse einen ganz eigenthümlichen, von den übrigen Mineral-Gängen sehr verschiedenen Charakter haben, wird Jedem, der sie kennen lernt, sogleich auffallen. Wenn man aus allen Mineral-Gängen irgend eine Klasse selbstständig hervorheben kann, so sind es die Zinn-Gänge; und wenn man für irgend eine Klasse die Bischof'sche Theorie im Allgemeinen anwenden kann, so sind es wieder die Zinngänge. Aber eben weil wir jene Verhältnisse auf anderen Gängen nicht wiederfinden, so müssen wir dort auch eine andere Bildungsweise zu Hülfe nehmen. Indess sind einestheils die Zinnerz-Lagerstätten durch jene Theorie keineswegs völlig erklärt (woher der Glimmer?), anderntheils schliesst das Vorkommen derselben doch andere Hypothesen gar nicht aus. Die Nothwendigkeit, dass die Imprägnationen gerade von Aussen nach Innen hergekommen seyn müssen, sehe ich gar nicht ein. Denken wir uns auf einer Granit-Spalte Flüssigkeiten, welche eine äusserst starke Lösungskraft besitzen, emporsteigen. Sie mögen Zinnstein gelöst enthalten und metamorphosirend auf den Granit wirken, aus dem sie vor Allem den Feldspath resp. die Alkalien fortführen, so erklärt uns das nicht nur die Imprägnationen, sondern auch die Metamorphosen von Zinnstein nach Feldspath. In wie weit die Möglichkeit solcher Vorgänge zu behaupten ist, werden wir im Folgenden sehen.

Ich zweifle nicht, dass allen diesen Einwendungen Bischof seinerseits wieder Möglichkeiten entgegenstellen kann, und das ist nur ein Beweis, wie seine Theorie durchdacht und auf Thatsachen begründet ist; von den ältern Theorien so weit sie überhaupt diesen Namen verdienen, lässt sich beweisen, dass sie absurd sind; das wird man gegen die von Bischof vergebens versuchen. Sie soll ja auch nur unwahrscheinlich gemacht werden, soweit sie exklusiv ist, und es scheint fast als

ob Bischof selbst ihre Ausschliesslichkeit nicht in dem Maasse intendirt, als er sie bei der Ausführung in Anspruch genommen hat.*

Emanzipiren wir uns nun von jener Lyell'schen Grund-Idee, die Vorgänge früherer geologischer Perioden nur auf heutige Zustände (*existing causes*) zurückzuführen, suchen wir nicht nur durch lange Zeiträume, sondern auch durch intensivere Kraft-Äusserungen früherer Zeiten die Erscheinungen zu erklären, welche ja, wie sie uns jetzt entgegentreten, durchaus den Eindruck früher vollendeter fertiger Gebilde machen, an denen nur die Kräfte der Gegenwart mehr oder weniger zerstörend oder umbildend gewirkt haben. Die sekundären Gang-Gebilde werde ich im Folgenden nicht mehr berücksichtigen; sie sind, wie gesagt, durch Bischof hinlänglich erklärt, und wenn sich auch über die Entstehungs-Art einzelner Flüssigkeiten streiten lässt, so kann das doch nicht Gegenstand dieser allgemeinen Betrachtungen seyn.

Welcher Art sind aber die Vorgänge früherer Perioden gewesen, denen wir die primären Gang-Bildungen verdanken?

Der Beantwortung dieser Frage und mancher ähnlichen, deren es in der Geogenie noch so viele zu lösen gibt, sind wir unverkennbar in den letzten durch Jahren das Verdienst mehrer ausgezeichneter Forscher einen gewaltigen Schritt näher gerückt. Die Mineral-Bildungen sind, wie wir gesehen, durch chemische Reaktionen bedingt, und letzte sind in ihrem Verlaufe wesentlich von physikalischen Zuständen der Materie abhängig. Wir arbeiten in unseren Laboratorien regelmässig unter dem Einflusse der Gegenwart, und ausser Temperatur-Veränderungen lassen sich bei einer gleichzeitigen freien Thätigkeit des Arbeiters, beim Zusammenbringen verschiedener Substanzen etc. auch nur schwierig Modifikationen der gewöhnlichen atmosphärischen Zustände einführen. Selbst rücksichtlich der Temperatur müssen wir jene zum Maassstab und zur Richtschnur unserer Beobachtungen machen. Heiss und kalt sind aber ebenso wie gross und klein ganz relative Begriffe, für die sich ein absolutes Maass nicht finden lässt, und deren relative Bestimmung nur durch gewisse auffallende Übergangspunkte in dem Zustande der Körper ermöglicht ist.

Dieser Einfluss physikalischer Zustände auf Form- oder Stoff-

---

* Vrgl. Bischof, II, 2087, 2091.

Bildungen ist bei geogenetischen Untersuchungen nicht genug zu berücksichtigen. Ich will nur ein Beispiel anführen. Unsere heutigen feurig flüssigen Silikate erstarren, wenn sie auch dieselben Bestandtheile enthalten, wie die krystallinischen Felsarten, doch in der Regel zu Glas-artigen Massen. Nun wird durch das Vorkommen gewisser Gesteine unwiderleglich bewiesen, dass sie einst in homogenem Fluss die Schichten der Gebirge durchbrochen haben; es müssen also die physikalischen Zustände des Magmas, des Nebengesteins, der Atmosphäre, welche die Erstarrung, die Ausbreitung an der Oberfläche etc. bedingten, ganz andere gewesen seyn als die jetzt herrschenden. Diese modifizirenden Umstände bei unseren Experimenten einzuführen, das ist die Aufgabe der geologischen Chemie.

Mit Rücksicht auf die Bildung der Mineral-Gänge ist ihre Lösung vielleicht weiter als auf irgend einem anderen Gebiete vorgeschritten.

Es hat zuerst Forchhammer darauf aufmerksam gemacht, dass gewöhnliches Wasser bei hoher Temperatur und entsprechendem Druck eine sehr bedeutende Lösungskraft besitzt. Im Papin'schen Topfe gelang es ihm bei 177° R., also einem Drucke von 23 Atmosphären entsprechend, Feldspath völlig zu zersetzen.*

Sénarmont hat diese Idee viel weiter verfolgt, und ist gerade in Bezug auf diejenigen Mineralien, welche wir auf den gewöhnlichen Erz-Gängen finden, zu wahrhaft überraschenden Resultaten gelangt. Indem er die betreffenden Substanzen entweder direkt oder mit Wasser zusammen in zugeschmolzenen Glasröhren, die einen enormen Druck aushalten, auf 130—300° erhitzte, gelang es ihm, dreissig verschiedene Mineralien krystallisch darzustellen.

Silber, Kupfer, Arsenik schieden sich aus den Salzen gediegen aus; von feinem weissem Sande bildeten sich Wasser-helle Quarz-Krystalle; Eisenglanz, die meisten Schwefel-Verbindungen der schweren Metalle, Mispickel, Rothgüldenerz, die Antimon- und die Arsen-Verbindung, hat er auf ähnliche Weise und durch gegenseitige Zersetzung auch Schwerspath, Flussspath und die schweren löslichen Karbonate dargestellt. — Es ist auffallend, dass Bleiglanz und Schwefelsilber, diese so gewöhnlichen Gang-Mineralien, in dem Verzeichnisse fehlen. Sénarmont theilt auch keine negativen Resultate darüber mit**.

---

* Poggend. Ann. XXXV, S. 353.

** *Experiences sur la formation des mineraux par voie humide dans*

Daubrée, welcher schon früher auf die Bildung gewisser Gang-Mineralien in den Spalten der Thermen von *Plombières* aufmerksam gemacht hatte*, hat Sénarmont's Versuche noch weiter vervollkommnet; indem er die Glasröhre in eine andere eiserne einschloss, konnte er die Temperatur noch bedeutend steigern und so gelangte er auch zu der Darstellung von Wasser-freien Silikaten und förmlicher krystallinischer Gesteine; eine Thatsache, welche dem Ausdrucke feurig-flüssig in der Geologie eine ganz neue Bedeutung, und dem Metamorphismus eine bisher nicht gekannte Anerkennung verschaft hat**.

So haben uns denn diese Gelehrten so zu sagen ganz neue Kräfte unseres so häufig schon verkannten Lösungsmittels, sie haben uns ein ganz neues Wasser kennen gelehrt. Denken wir uns hiermit noch die gewöhnlichsten Gase unserer Quellen, Kohlensäure und Schwefelwasser-Stoff vereinigt, und diese kräftigen Flüssigkeiten mit erdigen und metallischen Stoffen geschwängert auf den Gebirgs-Spalten zirkulirend, nehmen wir dabei Rücksicht auf die im ersten Theile dieser Abhandlung gewonnene Anschauung über Raumbildung und Erweiterung, so erscheint in der That das Räthsel der primären Gang-Gebilde fast völlig gelöst. *Tout tend à prouver, que ces gites ne sont autres choses, que d'immenses canaux, plus ou moins obstrués, parcourus autrefois par des eaux incrustantes.* (Sénarmont.)

Ob die Ausscheidung der Mineralien nur durch allmälige Abnahme der Temperatur in den Gangräumen, und dadurch verminderte Lösungs-Fähigkeit des Wassers, oder auch durch das Zusammentreten verschiedener Flüssigkeiten, durch Gas-Exhalationen etc. zu erklären ist, das wird sich schwerlich allgemein entscheiden lassen. Man kann z. B. daraus, dass Sénarmont den Bleiglanz durch jene Experimente nicht dargestellt hat, nicht folgern, dass nun aller Bleiglanz durch Einwirkung von Schwefelwasser-Stoff auf kieselsaure Lösungen entstanden sey. Wahrscheinlich waren allerdings gerade die metallischen Mineralien nicht immer als solche Verbindungen in

---

les gîtes metalliferes concrétionnés. Annales de chimie et de physique XXVIII. *1849.*

* *Bull. de la soc. géol. de France, 2. Serie,* T. XVI, p. 567.

** *Etudes et expériences synthétiques sur le métamorphisme et sur la formation des roches cristallines. Paris 1859. Extrait des Annales des mines 5. Série,* T. XVI, p. 155.

Lösung, wie wir sie jetzt in den Gängen auftreten sehen; indess es würde voreilig seyn, in dieser Beziehung auch nur Vermuthungen für spezielle Vorkommnisse auszusprechen. Die Operationen mit überhitzten Flüssigkeiten sind noch in ihrer Kindheit, aber die bewundernswerthen Resultate, zu denen sie die Geogenie bereits geführt haben, berechtigen gewiss zu der Hoffnung, dass auch die genauere genetische Erklärung der einzelnen Mineral-Gänge bald nicht mehr zu den schwierigsten Problemen jener Wissenschaft zu zählen seyn wird. Namentlich brauchen wir nicht mehr auf trockene Gas-Exhalationen zurückzugehen. Wir haben auch keine Flusssäure mehr in den Gängen, sondern einfaches Wasser, worin sich z. B. Fluorkalzium zugleich mit Kieselsäure gelöst findet, und woraus sich je nach dem physikalischen und chemischen Zustande der Lösung successive oder auch abwechselnd Quarz und Flussspath ausscheiden. In der Regel entspricht vielleicht der Entstehung eines jeden Minerales eine bestimmte Periode in der Gang-Bildung; — natürlich nur für den besonderen Fall, dass sich im Allgemeinen eine Paragenesis der Gang-Mineralien nicht durchführen lässt, ist längst erwiesen. Auch bei den einzelnen Gängen muss man erst genau beobachten, ob sich an gewissen Stellen vielleicht eine selbstständige Raumbildung für einzelne Mineralien, ob sich im Ganzen eine übereinstimmende Reihenfolge derselben konstatiren lässt. Es ist nicht genug hervorzuheben, wie wichtig in dieser Beziehung die Anschauung eines grösseren Gang-Durchschnittes ist. Die grössten Stücke in unseren Gang-Sammlungen sind noch viel zu klein, und in der Regel auch nur ausgewählt, um höchst gewöhnliche und einfache Erscheinungen, Streifen-Bildungen, untergeordnete Gang-Bildungen etc. zur Anschauung zu bringen. Sie können, wie Burat sehr richtig bemerkt, zu ganz verkehrten Schlüssen führen. Man kann keine Haus-hohen Gang-Stücke in die Sammlungen bringen, aber Zeichnungen grösserer Durchschnitte sind bei fortschreitendem Berg-Bau sehr leicht anzufertigen, und ohne Zweifel bei weitem instruktiver als jene Stücke, welche etwa wegen eines Dutzend korrespondirender Streifen schon zu häufig abgebildet sind.

Es handelt sich also bei den primären Gang-Bildungen nur um hohe Temperatur der Quellen; hinreichender Druck ist jedenfalls vorhanden, wenn die Spalten nur in eine mässige Tiefe niedersetzen.

Es ist gewiss nicht viel verlangt, wenn wir für die älteren

geologischen Perioden eine absolut allerdings viel höhere Temperatur der Thermen in Anspruch nehmen. Es gewinnt aber in der Geologie die Ansicht immer mehr Wahrscheinlichkeit, dass auch die Atmosphäre in den früheren Perioden von der jetzigen nach Temperatur und Druck durchaus verschieden war, und es brauchen demnach jene Quellen, welche die Erz-Gänge bildeten, ihrer Zeit entsprechend gar nicht dasjenige gewesen zu seyn, was wir jetzt „heisse Quellen" nennen. Man sieht, die Theorie der überhitzten Flüssigkeiten gibt uns nicht nur die Mittel, die Ablagerung der primären Gang-Mineralien als solche chemische Verbindungen, wie wir sie jetzt finden, zu erklären, sie zeigt uns auch den Weg, woher jene Substanzen gekommen sind. Der Grundsatz Bischof's, dass alle Gang-Arten vom Nebengestein abstammen, ist in gewissem Sinne unbestreitbar. Die Flüssigkeiten haben alle Stoffe, die sie absetzen, gewiss nur auf ihrem Wege gefunden, indess nicht nothwendig oder nur selten in der Zone, wo wir sie jetzt antreffen. Ein Quarz-Gang in der Grauwacke kann möglicher Weise von einer einfachen Wasserquelle herrühren, welche in der Gang-Spalte das klastische Gestein zu einem krystallinischen verarbeitete. Überhaupt aber mögen auf einem und demselben Gange die Stoffe aus sehr verschiedenen Tiefen herrühren; dass sich nach den gegenwärtigen Verhältnissen nicht immer eine direkte Einwirkung des anliegenden Gesteines nachweisen lässt, diess ist schon früher erwähnt worden, und ich werde auch noch einmal darauf zurückkommen; im Folgenden mag zunächst kurz gezeigt werden, wie sich Form und Lagerungs-Weise der Gang-Mineralien nach den bisherigen Anschauungen erklären lässt.

Die eigentlichen Krystalle bilden auf den Mineral-Gängen gewöhnlich nur bei weitem den kleineren Theil der Masse; zumeist finden wir diese in jenem eigenthümlichen Molekular-Zustande, welcher gewiss weit richtiger krystallinisch als amorph genannt wird. Die Ansicht Frankenheim's, dass es überhaupt keine amorphen Körper gebe, hat Vieles für sich; hier kommt es mir indess nur darauf an, in Folgendem nicht missverstanden zu werden, und desshalb sei bemerkt, dass ich den Zustand der chemischen Verbindungen, wie ihn der gewöhnliche derbe Quarz oder Bleiglanz zeigt, krystallinisch nenne.

Das Vorherrschen dieses Molekular-Zustandes auf den Mineral-

Gängen ist einfach durch die fortwährende Bewegung der Flüssigkeiten zu erklären, wie solche bereits oben (S. 58 ff.) erläutert worden. Auf dem so äusserst interessanten Gebiete der Krystallogenie sind bekanntlich noch sehr viele Fragen zu lösen, diess aber geht aus allen Experimenten mit Gewissheit hervor, dass die eigentlichen Individuen der anorganischen Natur zu ihrer Entstehung eine gewisse Ruhe der Umgebung fordern. Es ist nicht zu bezweifeln, dass auch die Molekule eine gesetzmässige Gestalt annehmen können, und wo die Flüssigkeit in steter Bewegung ist, da haben zwar die kleinsten Theile Zeit sich krystallisch auszuscheiden, und sie werden sich auch in einer gewissen Regelmässigkeit neben einander lagern; aber sie können keine Individuen bilden, oder vielmehr durch die individuelle Ausbildung der Molekule ist die eines Krystalles aufgehoben. Zuweilen ist die Tendenz zur Krystall-Bildung so stark, dass auch die krystallisirten Molekule, wahrscheinlich bei sehr langsamer Ausscheidung sich einer gesetzmässigen Gestalt entsprechend gruppirt haben. So bestehen die bekannten Kappquarze von *Schlaggenwald* aus krystallinisch abgelagerter Kieselsäure.

So lange also in den Gangräumen die Lösungen in Bewegung waren, konnten sich keine Krystalle bilden; wenn aber der Druck nachliess, und die Flüssigkeit in den noch leeren Räumen stille stand, so schossen Krystalle an. Diese brauchten substantiell nicht immer genau dem Mineral zu entsprechen, welches sich früher krystallinisch abgesondert hatte. Die Kieselsäure mag z. B. meistens zugleich mit Basen in Lösung gewesen seyn; bei der hohen Temperatur und aus bewegter Flüssigkeit schied sich aber nur Quarz als schwerlöslichste Substanz ab. Später, aus der ruhigen, abgekühlten Lösung bildeten sich dagegen Krystalle Wasser-haltiger Silikate. Das Auftreten der Zeolithe auf den *Harzer* Gängen macht diese Bildungs-Weise sehr wahrscheinlich.

Wie in primären Gang-Bildungen die leeren Räume für Krystall-Drusen zurückbleiben konnten, dies werden wir erkennen, wenn wir die Ablagerung der Gang-Mineralien verfolgen. Man muss unterscheiden: die Lagerungs-Weise der Gang-Mineralien zu einander oder zum Nebengestein, — die Textur des Ganges, und die Lagerung oder besser Vertheilung jener Substanzen im Verhältniss zum ganzen Gang-Raume wie er uns jetzt erscheint. In ersterer Beziehung pflegt man Massige Textur, Bänder-Textur, und sphärische oder

Kokarden-Textur zu trennen. Die beiden letzten Arten der Lagerungs-Weise sind aber wesentlich bedingt durch eine Paragenesis, ein Nebeneinanderliegen verschiedener oder durch eine Abwechselung des Molekular-Zustandes, der Färbung etc. bei einzelnen Mineralien, und wenn man von diesen Modifikationen absieht, so liegt den drei verschiedenen Texturen wesentlich dieselbe Ablagerungs-Weise, die successive Inkrustation, eine mit der Ablagerungs-Fläche parallele Fortbildung zu Grunde. Wie die Bruchstücke sphärisch umschlossen werden, ist im ersten Theil entwickelt, und zwar sind ohne Zweifel alle Bruchstücke, wenn sie auch in ganz gleichartiger Masse zerstreut liegen, successiv sphärisch umhüllt worden. Bei korrespondirenden Streifen fehlen die Bruchstücke. Dieser Umstand, sowie die häufigen Drusen zwischen den mittleren Lagen, deren langgezogene Form dem Spalten-Raum des ganzen Ganges entspricht, machen es wahrscheinlich, dass jene Bildungen in offenen Räumen successiv entstanden sind. Aus ruhiger Lösung schossen dann in der noch offenen Spalte Krystalle an. Solche Drusen-Bildungen können auch in früheren Perioden des Ganges stattgefunden haben, und die Krystalle später durch krystallinische Ausscheidungen wieder überdeckt seyn. Zuweilen findet man auch Drusen in sphärischer Gang-Textur. Sie liegen dann immer zwischen den einzelnen Kokarden; es hat also die Zirkulation der Flüssigkeiten aufgehört, bevor das eigentliche Auseinanderschieben der Bruchstücke gehemmt war.

In massiger Gang-Textur lässt sich zuweilen doch eine regelmässige Lagerung der krystallisirten Molekule nach Art der *Schlaggenwalder* Kapp-Quarze wahrnehmen. Es sind das jene bei quarziger Gang-Masse nicht eben seltenen Bildungen, welche man treffend mit dem Ausdrucke Fortifikations-artig bezeichnet. Sie beweisen, dass auch die derben, gleichartigen Massen durch successive Inkrustation entstanden sind. Besser noch sprechen für diese Anschauung die so häufigen feinen Schaalen von Gebirgs-Gestein, welche den Sal-Bändern parallel im massigen Gange lagern. Auf den Gängen im *Siegen*'schen sind solche oft äusserst feine, kaum messbare Lagen, von Thonschiefer oder Kieselschiefer sehr verbreitet. Es sind mechanische Sedimente, welche in den offenen Räumen mit der chemischen Fortbildung abwechselten, und deren successiven Fortschritt beurkunden. Was die Natur bei der Sphären- und Bänder-Textur mit breiten Streifen, das hat sie hier mit Linien gezeichnet.

Im Gegensatz zu diesen successiven Inkrustationen, denen insgesammt rücksichtlich ihrer äusseren Darstellung eine Paralleltextur entspricht, steht aber die oben schon erwähnte Porphyrartige Textur, welche vielleicht durch eine Reaktion in konzentrirten Lösungen und dadurch bewirkte gleichzeitige Auscheidung mehrer Mineralien zu erklären sein dürfte. Es ist zu hoffen, dass fortgesetzte geologisch-chemische Beobachtungen, uns über diesen Punkt wie über manche Fragen, welche uns zumal mit Beziehung auf einzelne Fälle noch ungelöst erscheinen, befriedigende Auskunft geben werden.

Diese Hoffnung auf die Zukunft müssen wir auch ganz vorzüglich mit hinübernehmen in die Erörterung derjenigen Frage, welche die verschiedene Vertheilung der einzelnen Mineralien im Gang-Raume betrifft. Die einseitigen, nur auf die nutzbaren Mineralien gerichteten Beobachtungen, die Täuschungen, denen der praktische Bergmann bei Beurtheilung der Vorkommnisse so vielfach ausgesetzt ist, nöthigen uns hier, bei theoretischen Erklärungen ganz besonders vorsichtig zu seyn, damit wir nicht, wie es so oft geschehen, die Ursachen der Erscheinungen in fernen wissenschaftlichen Gebieten aufsuchen, wenn sie in der Nähe der natürlichsten Schlussfolgerungen liegen.

Dass in den ursprünglichen Gang-Bildungen die einzelnen Mineralien nach Gestalt und Menge ihres Zusammenvorkommens überhaupt manchfach wechselnd auftreten können, diess wird uns nach dem Bildungs-Prozesse, wie wir ihn verfolgt haben, gewiss nicht auffallen. Die Spalte war hier mehr, dort weniger geschlossen, an einigen Stellen fand gar keine Zirkulation der Flüssigkeiten mehr statt, während andere noch sehr gut erreichbar oder zu erweitern waren; hier wurde bei einem neuen Spalten-Riss viel Raum, dort weniger gebildet; grössere und kleinere Bruchstücke des älteren Ganges wurden von neuer Gang-Masse umhüllt, kurz eine unregelmässige Vertheilung z. B. das Vorkommen sog. edler Mittel ohne irgend gesetzmässige Beziehung zur Ausdehnung des Ganges bietet der Erklärung keine Schwierigkeit. Anders aber ist es, wenn die Anhäufung einzelner Mineralien allerdings eine gewisse Gesetzmässigkeit, wenn sie sich von äusseren Einflüssen, von fremden Kräften abhängig zeigt. Da sich die vorliegenden Beobachtungen nur auf die Erze beziehen, und vielleicht auch die Vertheilung der metalli-

schen Verbindungen solchen Einflüssen vorzüglich unterworfen war, so mögen auch sie nur berücksichtigt, und die wichtigsten hieher gehörigen Erscheinungen kurz erörtert werden. Eine streng theoretische Eintheilung derselben würde in der Folge zu vielen Definitionen und einschränkenden Erklärungen nöthigen; ich ziehe es daher vor, in freier praktischer Anschauung folgende Punkte getrennt zu behandeln: 1) Die Veredlungen auf Kreuzen und Schaarungs-Punkten und die Erzsäulen; 2) das Nebengestein in seinen Beziehungen zur Erz-Vertheilung.

ad 1) Kaum eine andere praktische Regel ist so allgemein beim Bergbau anerkannt, wie diese, dass Kreuze und Schaarungs-Punkte reiche Anbrüche versprechen; kaum eine andere Thatsache findet sich in den Beschreibungen, zumal den älteren, so übereinstimmend erwähnt, aber — es ist kaum eine andere Erscheinung auf so mangelhafte, ungenügende Weise in theoretische Betrachtung gezogen worden, wie eben diese. Es ist in der That unmöglich, aus der vorhandenen Literatur, und sie ist voluminös genug, die einfachsten und so sehr wichtigen Unterschiede, welche hier in Betracht kommen, auf bestimmte Beispiele zu beziehen. Es scheint, man hat sich meistentheils mit der Thatsache, dass von solchen Punkten mehr Erz als von anderen gefördert wurde, begnügt, und freute sich in dem Bewusstseyn, wieder ein Beispiel derartiger Veredelungen gefunden zu haben.

Zwei Gänge, auf einen engen Raum zusammengedrängt, liefern dem Bergmann in derselben Zeit und mit weit weniger Mühe mehr Erz, als wenn dieselben Gänge getrennt bearbeitet würden. Diese einfache Thatsache genügt wenigstens vollständig, um jene praktische Regel des Bergmannes zu rechtfertigen; für die Theorie aber kommt es gar sehr darauf an, welcher Art die Erz-Vermehrung an den betreffenden Punkten ist. Ist sie überhaupt nicht relativ, d. h. zeigt sich nicht dort im Verhältniss zu dem vorhandenen Gangraume eine Anhäufung metallischer Mineralien, wie sie sonst auf diesen Gängen nur sehr selten oder gar nicht beobachtet ist, dann begnüge man sich mit der eben gegebenen Erklärung, bedenke aber, dass eine eigentliche Veredelung der Gänge gar nicht vorliegt. Ist aber eine solche wirklich vorhanden, so kann sie sehr verschiedener Art seyn. Es fragt sich, ob zwei getrennte Gang-Bildungen vorhanden sind, ob etwa eine theilweise Paragenesis derselben nachweisbar ist,

ob die Gänge sich völlig durchsetzen, oder ob sie in einander verfliessen. Wenn nur der durchsetzende Gang eine Veredelung zeigt, so ist das Vorkommen vielleicht nach den Anschauungen über den Einfluss des Nebengesteins zu erklären; möglich auch, dass gewisse Erzmittel des jüngeren nur Bruchstücke des älteren Ganges sind. Es kann auch die Erscheinung ganz einfach durch die successive aber verschiedenartige Ausbildung der Gänge erklärt werden, und das scheint mir nicht der ungewöhnlichste Fall zu seyn. Man denke sich ein Kreuz zweier in einander verfliessender Gänge, welches z. B. aus derbem Bleiglanze bestehen möge. Wenn nun, wie diess ja bei solchen gleichzeitigen Bildungen ganz natürlich ist, der Raum am Kreuzungspunkt erweitert wurde, so dass etwa im Horizontal-Durchschnitte die Ecken abgerundet erscheinen, so sind die Dimensionen des gemeinschaftlichen Gang-Körpers grösser, als sie einem der beiden Gänge für sich entsprechen würden. Nun finden auf einem derselben Neubildungen statt; der Bleiglanz wird völlig umschlossen, und jener ehemals gemeinschaftliche Gang-Körper fällt dadurch allein den jüngeren Bildungen anheim. Die Gänge, welche früher in einander verflossen, durchsetzen sich nun vollständig. Es erhellt, dass man sozusagen erst die ganze Geschichte solcher Vorkommnisse studiren muss, ehe man behaupten kann, dass eine aussergewöhnliche Erscheinung vorliege. Wenn man diess bedenkt, und in Bezug auf Beobachtungen von Nicht-Theoretikern einen sehr heilsamen Skeptizismus bewahrt, so werden wahrscheinlich die Fälle äusserst selten werden, wo man die Erz-Vertheilung in den Gängen nicht auf deren einfachste Bildungs-Weise zurückführen könnte. Damit soll aber die Existenz derartiger Ausnahmsfälle keineswegs geläugnet werden. Sie sind ebenso räthselhaft wie die Erz-Säulen, worunter hier die regelmässigen, vom Charakter des Nebengesteins unabhängigen Anhäufungen der Erze nach breiten, dem Fallen oder Streichen mehr oder weniger entsprechenden Bänder verstanden sind. Ich wähle absichtlich den aus dem Französischen entlehnten Ausdruck Erz-Säulen (*colonnes*), nicht den allgemeineren Veredlungs-Zonen, weil durch ersten die Unabhängigkeit vom Nebengestein passend bezeichnet wird. Wenn in *Kongsberg* die Gänge beim Durchsetzen der Fall-Bänder eine Veredelung zeigen, so ist diess eine ganz ähnliche Erscheinung, wie der Erz-Reichthum der *Riegelsdorfer* und *Kamsdorfer* Gänge, wo sie den

Kupferschiefer durchsetzen. In beiden Fällen steht die Veredelung in einem genauen Zusammenhange mit den Metall-führenden Gebirgs-Schichten. Das sind also auch Veredlungs-Zonen aber keine Erz-Säulen. Als solche bleiben vielleicht nur das Vorkommen von *Poullaouen* und die *Tyroler* „Adelsvorschübe" übrig. Ob auch im *Sächsischen Erzgebirge* regelmässige Erz-Zonen auftreten, dürfte noch nicht hinreichend nachgewiesen seyn; jedenfalls wären dieselben wohl nicht mit dem Vorkommen von *Kongsberg* zu parallelisiren. *

Es käme also für die Erz-Säulen sowohl wie für jene auffallenden Veredelungen auf Kreuzen und Schaarungs-Punkten darauf an, eine Erklärung zu suchen, wesshalb sich in jenen Zonen gerade metallische Verbindungen ausschieden, während im übrigen Gange andere Substanzen abgelagert wurden. Legen wir die bisherigen Anschauungen über Gang-Bildung zu Grunde, so kann in einem Gange die Ausscheidung der Mineralien im Allgemeinen mehr durch Temperatur-Abnahme, an einzelnen Punkten aber durch andere physikalische Kräfte oder auch durch eigene chemische Reaktionen bewirkt werden. Lokale Gas-Exhalationen in den Spalten sind nicht wahrscheinlich; zu galvanischen Strömungen nimmt man ungern seine Zuflucht, allein für den vorliegenden Fall möchten sich diese Kräfte, welche in der Geogenie vielleicht allzusehr in Misskredit gekommen sind, doch nicht ganz abweisen lassen. Dabei ist gewiss mehr Rücksicht zu nehmen auf eigenthümliche Anhäufungen gediegener Metalle in gewissen Erz-Gängen oder in der Nähe derselben (gediegen Kupfer zu *Rheinbreitbach*) und auf die gerechtfertigte Annahme, dass in früheren geologischen Perioden die elektrischen Kräfte im Verhältniss zur Jetzt-Zeit eine grössere Rolle spielten, als auf diejenigen Experimente, wodurch noch heutzutage galvanische Strömungen auf den Erz-Gängen mit mehr oder weniger Erfolg beobachtet worden sind. Jedenfalls waren früher wie auch jetzt nicht jene Kräfte an sich, sondern nur die materiellen sichtbaren Effekte derselben den Erz-Gängen eigenthümlich, und bei den heutigen Experimenten bleibt es immer zweifelhaft, ob die vorhan-

---

* Vgl. Cotta, E. E's. §§. 248, 39, 216, 168. — Frh. v. Beust, die Erz-Zonen im *Sächsischen Erzgebirge. Freiberg 1859.*

denen Erze Wirkungen oder nicht vielmehr Ursachen der beobachteten Strömung sind. *

ad 2) Auch rücksichtlich der Beziehungen zwischen Nebengestein und Erz-Vertheilung sind die bisherigen Beobachtungen so schwankend und unzuverlässig, dass es schwer fallen würde, mit theoretischen Erklärungen unmittelbar an jene anzuknüpfen; eine kritische Berücksichtigung aber der vorhandenen Literatur erscheint mir nicht erfreulich und die Zwecke dieser allgemeinen Abhandlung zu wenig fördernd. Bischof allein hat den Gegenstand wissenschaftlich behandelt, jedoch hat er ihn nur benutzt, soweit sein Prinzip dadurch befürwortet wird. Man vermisst leider häufig die eigene Anschauung; die fremden Beobachtungen sind einseitig ausgewählt und leiden auch meist an den Fehlern ihrer Zeit und ihrer Heimath.

Wie der Charakter des Gesteines auf die ursprüngliche Bildung und Erweiterung der Gang-Räume von wesentlichem Einfluss seyn kann, ist im ersten Theil erörtert worden. Ab- oder Zunahme der Mächtigkeit, stärkere oder geringere Zerrüttung des Ganges und demnach alle möglichen Unterschiede in der absoluten Erz-Führung können dadurch bedingt seyn. Es kann aber auch hier durch die Paragenesis der einzelnen Gang-Glieder eine Lagerungs-Weise hervorgebracht seyn, welche, wie sie uns jetzt vorliegt, den Eindruck einer relativen Veredlung macht. Ein Gestein z. B. sey der ursprünglichen Spalten-Bildung günstig, ein anderes ungünstig. Es reisst eine Gang-Spalte; in dem einen Gestein ist sie klaffend offen, im andern zerrüttet geschlossen; in erstem bildet sich natürlich ein mächtigerer Gang aus als in letztem. Dort ist vielleicht noch eine mittlere Spalte offen, während hier in dem Gange eine neue Trennung entsteht, die nun ihrerseits mächtiger ist als jener noch offene Raum. Nun wird umgekehrt der neue Gang mächtiger in demselben Gestein, in welchem der ältere schmal ausgebildet wurde, und je nachdem die erste oder zweite Füllung arm an Erz ist oder reich, erscheint der Gang veredelt oder verunedelt. Man wird eine solche Erklärung gesucht nennen, aber bevor sie für ein bestimmtes Vor-

* Vgl. R. W. Fox, *Some observations on Metalliferous veins and their Electro-magnetic properties. Transactions of the Géol. Soc. Vol. IV, 1832, p. 21.*

kommen zu verwerfen ist, muss dieses jedenfalls erst ordentlich genetisch untersucht seyn.

Ohne Zweifel wäre es viel bequemer, wenn wir eine einfache Reihe günstiger und ungünstiger Gesteine hätten, unter denen sich dann die Metallträger höchst vortheilhaft auszeichnen würden, aber wo sind die übereinstimmenden Thatsachen, welche eine solche Theorie rechtfertigen?

Dass Sekretionen aus dem Nebengestein möglich sind, hat Bischof bewiesen; und dass sie in einzelnen Fällen auch mit Grund zu vermuthen sind, soll hier nicht bestritten werden; aber diese Erklärung fällt fort, wo sie nicht nachweisbar ist, und selbst für jene Vorkommnisse wird dadurch nicht eine Sekretion des ganzen Ganges nach Lyell'scher Grund-Anschauung bewiesen. Sekretionen aus dem Nebengestein vertragen sich sehr gut mit Quellen-Bildungen und können nur dadurch befördert werden. Dass die Gänge, wie sie uns jetzt erscheinen, ein Produkt sehr verschiedenartiger, gleichzeitig und getrennt wirkender Kräfte sind, ist zwar im Allgemeinen leicht zu begreifen, aber es ist sehr schwierig, diess bei der Interpretation besonderer Fälle stets im Auge zu behalten. Immerhin ist es auch möglich, dass der chemische Charakter des Gesteines auf die Abscheidung gewisser Verbindungen aus der Lösung von Einfluss war, oder dass durch gewisse Schichten sozusagen einzelne Reagentien zugeführt wurden, dass in dem einen Gestein die Ausscheidung mehr physikalischer, während sie im andern mehr chemischer Art war. Solche Vorgänge sind vorzüglich dort zu vermuthen, wo die Veränderung in der Erz-Vertheilung eine relative ist, die sich weder durch die successive Gang-Bildung noch durch eigentliche Sekretion aus dem Nebengestein erklären lässt. Die Art der Einwirkung ist dann nach dem besonderen Vorkommen und nach den Erfahrungen der Chemie zu beurtheilen.

Von ganz anderen Gesichtspunkten muss man ausgehen, wenn man im Allgemeinen die verschiedene Ausbildung der Mineral-Gänge mit einer Reihenfolge der eruptiven Gesteine in Verbindung zu bringen sucht. Wenn wir die primäre Mineral-Bildung in den Gängen wesentlich von Vorgängen früherer Perioden abhängig gemacht haben, wenn die letzten eine fortlaufende Entwickelungs-Weise darstellen, so liegt die Vermuthung so nahe, dass sich auch in den Mineral-Gängen, so weit sie eben Denkmäler jener Perioden sind, charakte-

ristische Momente für die einzelnen derselben wiederfinden müssen. Der Zusammenhang zwischen Melaphyr und Kupfererz-Lagerstätten ist so unläugbar, dass L. v. Buch gewiss mit vollem Rechte jenes Gestein einen Erzbringer nennen konnte; fast ebenso unzweifelhaft sind die Beziehungen des Zinn-Erzes zu gewissen älteren Gebirgs-Gliedern. Aber den Gedanken allgemein durchzuführen, und so die Gang-Formationen in einer gerechtfertigten Bedeutung wieder aufzunehmen, diess wird wohl immer ein vergeblicher Versuch bleiben: erstens, weil überhaupt die Mineral-Gänge sich nicht wie die eruptiven Gesteins-Massen als etwas Einheitliches, Homogenes darstellen, zweitens aber, weil die Fortschritte der Geognosie immer bestimmter darauf hindeuten, dass sich auch für jene Gesteine eine consequente Paragenesis der einzelnen Arten nicht durchführen lässt. Für einzelne Gang-Systeme sind zuweilen nach einfachen geologischen Grundsätzen interessante relative Alters-Bestimmungen möglich, aber eine allgemeine genetische Eintheilung der Mineral-Gänge würde weder dem Charakter dieser Vorkommnisse entsprechen, noch auf bestimmte, thatsächlich ausgesprochene Abgrenzungen zu begründen seyn.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie

Jahr/Year: 1863

Band/Volume: 1863

Autor(en)/Author(s): Vogelsang Hermann

Artikel/Article: Zur Theorie der Gang-Bildungen 30-83