



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Elemente der Mineralogie

Naumann, Carl Friedrich

Leipzig, 1901

§. 173. Besondere Lagerstätten der Mineralien

[urn:nbn:de:hbz:466:1-84232](https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:hbz:466:1-84232)

Kalkstein, Kalktuff, Kreide u. s. w.), Dolomit, Anhydrit, Gyps, Phosphorit, Quarzit, Kieselschiefer, Hornstein u. a. kieselige Massen, Erzgesteine, wie Rotheisen, Brauneisen, Eisenoolith, Bohnerz, Eisenspath, Magneteisen. Als Anhang die zwar nicht krystallinischen, aber auch nicht klastischen Kohlengesteine, wie Anthracit, Steinkohle, Braunkohle, Torf, auch Brandschiefer.

§ 172. Klastische Gesteine. Sie bestehen vorwiegend aus Material, welches von der Zertrümmerung bereits präexistirender fester Gesteine oder von der Zerkleinerung des Ergussmaterials vulkanischer Eruptionen herstammt. Die in diesen Gesteinen vorkommenden Mineralien befinden sich daher nicht mehr auf primärer sondern auf secundärer Lagerstätte. Das Medium, in welchem der fragmentare Detritus zusammengeführt wurde und dessen Sedimentirung erfolgte, ist meist das Wasser, bisweilen die Luft.

Hauptsächliche Vertreter sind als Glieder der Sedimentärformationen die Conglomerate, Breccien und Tuffe der Eruptivgesteine (z. B. von Granit, Porphy, Diabas, Trachyt, Bimsstein, Basalt, der gröbere und feinere Vulkanischutt), Breccien und Conglomerate von Quarzit, Kalkstein, Feuerstein; polygene, d. h. aus sehr abweichendem klastischem Gesteinsmaterial bestehende Conglomerate; ferner namentlich Sandsteine, Sande, Grauwacke, Thonschiefer, Schieferthon, Kaolin, Thon, Lehm, Löss, Mergel.

§ 173. Besondere Lagerstätten der Mineralien. Dieselben sind nach Form, Ausdehnung, Mineralgehalt und Entstehung sehr verschiedenartig und lassen sich zur Hauptsache unter folgenden Kategorien unterbringen:

1. Lager. Parallelmassen von abweichendem Mineralgehalt, welche in der Regel in den Verband eines geschichteten Gesteins auf übereinstimmende Weise mit gleicher Richtung der Ausdehnung eingeschaltet, auch oberflächlich ausgebreitet sind. Besitzen dieselben grössere Dimensionen, so fällt ihr Material ebenfalls schon unter den Begriff des Gesteins. Die Lager werden bald lediglich aus nichtmetallischen Substanzen zusammengesetzt, z. B. Kalkstein-, Gyps-, Quarzitlager, bald fast gänzlich aus metallhaltigen Substanzen, z. B. Lager von Brauneisenstein, Sphärosiderit, Magnetit, Kiesen, bald aus einer Mengung beider, z. B. Gold oder Platin führende Sandlager. Die beiden letzteren Gruppen heissen auch Erzlager, sofern unter Erz diejenigen Mineralien verstanden werden, welche vermöge ihrer Natur und ihres Vorkommens eine technische Darstellung von nützlichen schweren Metallen mit Vortheil gestatten¹⁾.

Lager, welche aus einem technisch nutzbaren Material bestehen, heissen auch wohl Flötze, z. B. Kalkstein-, Steinkohlen-, Sphärosiderit-, Kupferschieferflötz. — Die Bildung der Lager scheint im Allgemeinen, abgesehen von den besonderen Fällen, wo in ihnen Umwandlungsproducte vorliegen, unter ähnlichen Verhältnissen erfolgt zu sein, unter denen auch die darunter und darüber befindlichen Schichten gebildet wurden. Den typischen Lagern fehlt die bei den Gängen vorkommende symmetrische Zusammensetzung gänzlich.

1) Ueber Erzlagerstätten im Allgemeinen s. B. v. Cotta, Die Lehre von d. Erzlagerst. 2. Aufl. 2 Bde. Freiberg 1839—64; Grimm, Die Lagerstätten d. nutzbaren Mineralien, Prag 1869; r. Grodeck, Die Lehre von d. Lagerstätten d. Erze, Leipzig 1879; Sandberger, Untersuchungen über Erzgänge, Wiesbaden, 1. Heft 1882, 2. Heft 1885; Stelzner, Zeitschr. d. deutschen geolog. Gesellsch. XXXI. 1879. 644; Die Lateralsecretionstheorie und ihre Bedeutung für das Příbramer Ganggebiet. Freiberg 1889; R. Beck, Lehre von den Erzlagerstätten, Berlin 1904.

2. Mineralgänge, Erzgänge. Spalten entstehen in der Erdkruste durch Berstung, theils in Folge von Dislocationen, gebirgsbildenden Faltungen, Stauungen und Verschiebungen, Aufbrüchen und Einstürzen, zum geringeren Theil auch durch volumervermindernde Contraction bei der Verfestigung (Abkühlung und Austrocknung). Von den mit eruptiver Gesteinsmasse erfüllten Spalten, den Gesteinsgängen war schon S. 347 die Rede. In anderen Gebirgsspalten hat ein Absatz von Mineralien stattgefunden, deren Aggregation nicht unter den Begriff des Gesteins fällt. Dies sind die sog. Mineralgänge, und ihr Ausfüllungsmaterial besteht, ähnlich wie bei den Lagern, bald aus nicht-metallischen Verbindungen, z. B. Gänge von Kalkspath, Quarz, Schwerspath, Flussspath (eigentliche Mineralgänge, taube Gänge im bergmännischen Sinne), bald betheiligen sich an ihm Mineralien von der Natur eines Erzes in mehr oder minderem Maasse (Erzgänge). Letztere verdienen auch wegen ihrer mehr abwechselnden Zusammensetzung besondere Hervorhebung.

Die Körper der Erzgänge sind sehr häufig als regelmässige Parallelmassen ausgebildet, verlaufen aber auch, je nach den Contouren und Dimensionen der früheren Spalten, in minder vollkommen geformte Massen, keilen sich nach den Seiten aus, wechseln in der Dicke ab, entsenden Verästelungen (Trümer). Salband ist der alte bergmännische Name für die Grenzfläche des Ganges gegen sein Nebengestein. Gewisse Erzgänge bestehen lediglich aus Erzen, werden z. B. ganz von Eisenspath, Brauneisen erfüllt; bei den anderen gemengten heisst das Material der nicht-metallhaltigen Mineralien im Gegensatz zu den Erztheilen die Gangart, z. B. Quarz, Hornstein, Flussspath, Kalkspath, Braunsparth, Schwerspath, auch Stücke des Nebengesteins.

Alle Längendimensionen sind möglich, von kurzen Schnürchen bis zu meilenweit anhaltenden Gängen, ebenso alle Verhältnisse der Weite (Mächtigkeit), von den nur papierdicken goldführenden Tellurgängen des Barbarabaus bei Offenbánya bis zu 50 M. und darüber mächtigen Gängen. Die längste Gangpalte, die den Oberharz fast o. w. durchsetzt und mit verschiedenen Namen belegt wird (Rosenhöfer, Rosenbüscher, Schulthaler Gang), lässt sich nach v. *Groddeck* auf 16,35 Km streichender Länge verfolgen. — Die Gangspalten verlaufen bisweilen gerade längs der Grenze zweier verschiedener Felsarten, häufiger quer gegen die Schiebung als parallel derselben, vielfach treten sie ohne Unterbrechung aus einem Gestein in das angrenzende hinüber.

Wie in den Gesteinen so zeigen sich auch in den Erzgängen gewisse Mineralien vorzugsweise häufig mit einander verbunden, z. B. Zinkblende und Bleiglanz, Kupferskies und Eisenkies, Kobalt- und Nickelerze, Zinnstein und Wolframerze, Schwerspath und Flussspath, Kalkspath und Quarz. Im Allgemeinen offenbaren die Erzgänge eine viel manchfältigere Mineralzusammensetzung als die Erzlager, wenn auch in ihnen die Silicate nur in verschwindender Menge aufzutreten pflegen; letzteres scheint daher zu kommen, dass bei der Erfüllung der Erzgangspalten Bicarbonate und freie Kohlensäure eine grosse Rolle spielten, welche etwa hineingelangende silicatische Lösungen unter Abscheidung von Quarz zersetzen und so deren eigenen Absatz verhinderten.

Bald erscheinen die Erze als kleine rundliche oder eckige Partieen ohne regelmässige Anordnung mit der Gangart verwachsen oder in deren Masse, manchmal in grosser Feinheit, eingesprengt, bald lässt der Gang als solcher eine bandartige, symmetrisch-lagenförmige Zusammensetzung erkennen, indem die einzelnen Gangmineralien und Erzarten verschiedene getrennte Lagen bilden, die den ehemaligen Spaltenwänden parallel laufen und sich von diesen aus nach der Mitte zu auf beiden Seiten in gleicher Weise wiederholen, so dass im normalsten Falle

dieselben Lagen in gleicher Reihenfolge zweimal im Gange vorhanden sind, jedoch mit Ausnahme der mittelsten Lage, welche bei einem Geschlossensein für sich allein besteht. Wo diese Lagen Krystallbildungen zeigen, richten sich die Enden der Krystalle in der Regel von beiden Seiten des Ganges gegen seine Mitte.

Fig. 328 zeigt eine solche Ausbildung des Drei Prinzen Spat-Ganges bei Freiberg nach v. Weissenbach; darin bedeuten: *a* und *d* Zinkblende, *b* Quarz, *c* und *h* Flusspath, *e* und *g* Schwerspath, *f* und *i* Eisenkies, *k* Kalkspath, *l* eine innere Druse.

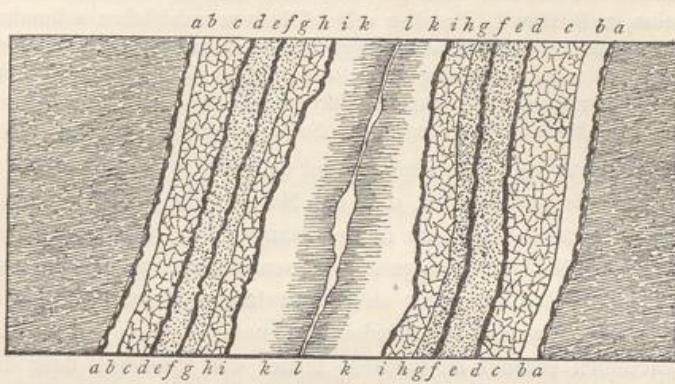


Fig. 328.

Diese Erscheinungen verweisen auf eine successive Erfüllung des Gangraumes, sowie auf eine gleichzeitige Bildung der correspondirenden Lagen, welche die jedesmalige Wand der durch fortschreitenden Absatz sich verengenden Spalte überdeckten. Abweichungen von dieser symmetrischen Zusammensetzung können bisweilen dadurch erklärt werden, dass ein wiederholtes späteres Aufreissen von Klüften innerhalb des Gangkörpers selbst und eine nachträgliche Ausfüllung derselben stattfand.

Drusig ist die Beschaffenheit der Erzgänge, wenn sie von zahlreichen unregelmässigen, meist eckigen und auf ihren Wänden mit Krystallisationen bedeckten Hohlräumen durchzogen sind, die sich namentlich gegen die Mitte hin in grösserer Ausdehnung finden. Bruchstücke des Nebengesteins, die oft recht reichlich in der Gangmasse liegen, sind in gewissen Fällen von concentrischen und zugleich radial-krystallinischen Lagen verschiedener Erz- und Gangarten umwachsen und breccienartig mit einander verbunden. Die den fremden fragmentaren Kern umhüllenden Mineralsubstanzen zeigen ähnliche Aufeinanderfolge wie bei dem Uebereinanderkrystallisiren in den symmetrischen Lagengraphiken oder in den Drusenräumen.

Uebrigens ist die Vertheilung der Erze in den Gängen vielfach keine sonderlich regelmässige, sondern oft recht ungleich, so dass darnach in demselben Gang arme oder taube Regionen oder Mittel und anderseits Erzmittel, Erzfälle, Veredelungen, Adel unterschieden werden.

Wenn ein Gang aus einem Nebengestein in ein benachbartes anderes ohne Unterbrechung fortsetzt, so findet trotzdem in vielen Fällen keine Veränderung in der Natur der Gangart und der Erze statt; anderseits erweisen sich aber auch wohl die letzteren von der Beschaffenheit des Nebengesteins abhängig, wie z. B. in Cornwall derselbe Gang innerhalb des Thonschiefers vorwiegend Kupfererze, innerhalb des Granits hauptsächlich Zinnerze führt, die goldhaltigen Quarzgänge der Trachytgesteine Siebenbürgens beim Eintritt in abweichendes Nebengestein ihr Gold einbüßen. In Cumberland und Derbyshire sind die Bleierzgänge, wo sie den Kohlenkalk durchsetzen, mächtig und

reich, während sie in den mit den Kalklagern abwechselnden eruptiven Melaphyrbänken nur in der Form schwacher unbauwürdiger Trümer erscheinen. — Contactgänge heißen diejenigen, welche, vielfach als Verwerfungsspalten charakterisiert, gerade auf der Grenze zweier verschiedener Gesteinsarten verlaufen, ohne sich in eine derselben hineinzuerstrecken; z. B. der Bleierzgang von Haus Baden bei Badenweiler auf der Grenze von Buntsandstein und Granit, viele Rotheisensteingänge des Erzgebirges an der Grenze von Granit und Glimmerschiefer. — Gangzug ist eine Gruppe von mehreren nahe beisammen gelegenen und mehr oder weniger parallel gerichteten Gängen.

Von einem Stockwerk wird geredet, wenn eine stockförmige Ablagerung eines Massengesteins, z. B. Granit, Porphyrr sehr dicht von reichlichen schmalen Erzgängen durchschwärmt und ausserdem auch längs derselben zu beiden Seiten selbst mit Erz erfüllt ist, ferner noch unabhängig von den steilen Gängen lagerförmige erzhaltige Zonen übereinanderfolgend das Gestein durchziehen (zinnerführende Stockwerke von Geier, Zinnwald, Altenberg im Erzgebirge, Schlaggenwald in Böhmen, Cornwall).

Was die Bildung der Mineralgänge und namentlich der Erzgänge anbetrifft, so gilt es zur Zeit als unbestritten, dass das Material der meisten aus wässerigen Solutionen abgesetzt ist, die sich in den Gangspalten bewegten. Dafür spricht einerseits die erwähnte lagenförmige Zusammensetzung, anderseits der Nachweis, dass eine sehr grosse Zahl der hier entgegentretenden Mineralien in der That fähig ist, künstlich unter gewissen Umständen auf nassem Wege unter Zuhilfenahme geeigneter Reactionen erzeugt zu werden; ferner der Umstand, dass die Annahme anderweitiger Bildungsvorgänge auf grosse Unwahrscheinlichkeiten stösst. Verdunstung des Wassers, Entweichen der die Löslichkeit bedingenden Kohlensäure, Reactionen beim Zusammentreffen verschiedener Solutionen — bei den Schwefelmetallen z. B. die Einwirkung schwefelwasserstoffhaltiger Gewässer — haben insbesondere die Abscheidung bewirkt (vgl. auch § 175).

Der Absatz der Erze in den Gängen hängt wesentlich davon ab, dass lösliche metallische Verbindungen durch Gewässer in sie geführt und darin als schwererlösliche abgeschieden werden. Die schwerlöslichen Verbindungen der Metalle, Metalloxyde, Metalloxyhydrate, gewisse Metallsalze, finden sich in den Erzen. Das allgemeine chemische Gesetz, dass stets die schwerlöslichen Verbindungen entstehen, wenn verschiedene Lösungen auf einander reagieren, kommt daher auch in den Gängen zur Geltung, und dadurch wird wieder umgekehrt die Bildung der Erze auf nassem Wege höchst wahrscheinlich gemacht. Leichtlösliche metallische Verbindungen, welche in die Spalten gelangen, sind wie *G. Bischof* mit Recht sagt, dort für die Erzbildung verloren, wenn sie nicht mit anderen Substanzen zusammentreffen und mit ihnen schwerlösliche Verbindungen bilden.

Bezüglich der Frage über die Herkunft der mit Mineralsubstanzen beladenen Gewässer nimmt die sog. Infiltrationstheorie aufsteigende, zum Theil mit hoher Temperatur versehene Mineralquellen in Anspruch, während nach der sog. Lateral-secretions-theorie die in die Spalten geführten Lösungen aus dem Nebengestein selbst stammen und als Sickerwasser ihren Weg von oben nach unten genommen haben. Die erstere Ansicht stützt sich darauf, dass die Stoffe, welche sich an den Mineralien der Gangspalten betheiligen, fast sämmtlich auch in dem Wasser aufsteigender Quellen nachgewiesen wurden. Gegen diese Infiltrationstheorie wird geltend gemacht, dass, soweit unsere Erfahrungen reichen, Quellen, die in Spalten aufsteigen, an den Wänden derselben überhaupt keine Absätze irgend welcher Art zu erzeugen vermögen, sondern solche nur an der Erdoberfläche abscheiden: seit undenklichen Zeiten sieht man an denselben Punkten der Oberfläche vor wie nach Mineralquellen

in ungeschwächter Stärke ausfliessen, während doch, wenn auch nur ein unendlich kleiner Bruchtheil von den im Wasser gelösten Stoffen in dem Quellenspalt selbst zum Absatz gekommen wäre, dieser sich durch Ausfüllung längst hätte verstopfen müssen. — Für die zweite, von *G. Bischof* nachdrücklich vertheidigte Ansicht von der *Lateralsecretion* ist späterhin namentlich *Sandberger* eingetreten; nach ihm enthalten Glimmerarten, Hornblenden, Augite, Olivine zahlreicher krystallinischer Gesteine in der That kleine Mengen von Kupfer, Blei, Zinn, Kobalt, Nickel, Wismut, Silber, Arsen, Antimon, und steht dieser Gehalt bisweilen mit der Erzführung der in solchen Felsarten aufsetzenden Gänge im Einklang. Wenn die schweren Metalle aus ihrer Heimat auswandern und sich in den Spalten fixiren und anreichern sollen, so müssen sie in Verbindungen, die im Wasser löslich sind, übergeführt werden. Dass solche *Lateralsecretionen* in den Gesteinen, welche selbst dazu das Material bieten, von statthen gehen, zeigen die den dichten Kalkstein durchziehenden Kalkspathadern, die Trümer von Quarz in Thonschiefern und krystallinischen Schiefern, die Füllung der Mandelhohlräume mit verschiedenen Mineralien (Achat, Quarz, Grünerde, Carbonate), die Absätze von Zeolithen in den Blasenräumen der Basalte und Phonolithen. *Sandberger* hob hervor, dass in dem porphykartigen Granit des Schwarzwalds, dessen schwer verwitterbarer Feldspath blos minimale Mengen von Baryt enthält, nur sehr wenige Schwerspathgänge aufsetzen, dass letztere überall vorkommen, wo der nicht porphykartige Granit, dessen leichter angreifbarer Feldspath 0,22% Baryt führt, verwittert ist, dass aber die mächtigsten Schwerspathgänge an den Gneiss gebunden sind, in dessen Feldspath gar 0,81% Baryt nachgewiesen wurde. — Freilich hält es manchmal sehr schwer, den Erreichthum zahlreicher benachbarter Gänge lediglich und direct aus dem umgebenden Nebengestein abzuleiten, welches vielleicht nur auf geringe Erstreckung hin sich in einem tatsächlich zersetzenen Zustande befindet. Nach *Stelzner*, welcher auch die Richtigkeit der von *Sandberger* für den Nachweis der Metalle in den Silicaten angewandten Methoden bestreitet, liesse sich die übereinstimmende Metallführung der prizibamer Gänge und ihrer Nebengesteine ebenso gut durch eine Einwanderung der Metalle in die letzteren von den Gangspalten aus erklären, wie durch eine Auswanderung der Metalle aus den Nebengesteinen in die Gangspalten. Für die freiberger Blei- und Silbergänge stellt er eine Entstehung durch bloße *Lateralsecretion* durchaus in Abrede (Zeitschr. f. prakt. Geol. 1896. 377). Uebrigens wird niemals eine einzelne Theorie auf die sämmtlichen Erzgänge Anwendung finden können.

Die früheren Annahmen, dass das Material der Erzgänge auf dem Wege der gasigen Sublimation in den Spalten zum Absatz gelangt (*Sublimationstheorie*) oder darin als geschmolzene Masse aufgestiegen sei (*Injectionstheorie*), besitzen zur Zeit für die verbreitetsten und typischsten Vorkommnisse keine Geltung mehr, indem die Natur vieler Erze und namentlich die der Gangarten (wie Quarz, Kalkspath, Flussspath, Schwerspath) einer solchen Bildungsweise widerspricht.

Auf den Erzgängen ist die Paragenesis, das Nebeneinandervorkommen der einzelnen Gang- und Erzarten, sowie die gegenseitige Succession derselben zwar im Allgemeinen höchst abweichend, aber örtlich zeigt sich auf den verschiedenen Gängen einer und derselben Gegend doch wohl in dieser Hinsicht eine regelmässige Constanz, ein Verhältniss, welches *Breithaupt* als Erzformation bezeichnete. Beispiele solcher constanten Paragenesis und Succession sind nach ihm:

Quarz, Eisenspath, Bleiglanz, Bournonit, Kupferkies. Neudorf am Harz.
 Quarz, Bleiglanz, Zinkblende, Eisenspath, Kupferkies. Freiberg i. S.
 Quarz, Bleiglanz, Braumspath, Bleiglanz, ged. Silber. Freiberg i. S.
 Quarz, Speiskobalt, Flussspath, Silberglanz, Rothgültigerz. Schneeberg.

Quarz, Bleiglanz, Flussspath, Polybasit, drahtförmiges Silber, Kalkspath. Himmelfahrt bei Freiberg.
 Quarz, Zinnstein, Topas, Apatit, Flussspath. Ehrenfriedersdorf, Erzgebirge.
 Quarz, Eisenglanz, Flussspath, Eisenspath. Altenberg, Erzgebirge.
 Quarz, Antimonglanz, Baryt. Felsőbánya, Ungarn.
 Quarz, Tellurglanz, Zinkblende, Quarz. Nágymány, Siebenbürgen.
 Eisenkies, Bleiglanz, Zinkblende, Braunspath. Rodna, Siebenbürgen.
 Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Eisenkies, Amethyst, Gold. Porkura, Siebenb.
 Quarz, Zinkblende, Rothgültigerz, Markasit. Schemnitz, Ungarn.
 Quarz, Eisenspath, Bleiglanz, Fahlerz, Zinkblende, Kupferkies, Kalkspath. Przibram.
 Flussspath, Schwerspath, Kupferkies, Ankerit. Freiberg i. S.

Das Material der Erzgänge fällt im Laufe der Zeit in den der Erdoberfläche genäherten Theilen manchen Veränderungen anheim; in Folge der Einwirkung der Atmosphärierlichen, der kohlensäurehaltigen Tagewasser, des Sauerstoffzutritts findet hier eine Umwandlung insbesondere der Schwefel- und Arsenmetalle statt, welche zur Bildung von entsprechenden Metalloxyden, Oxyhydraten, zahlreichen, oft wasserhaltigen Metallsalzen führt. Daneben gehen seltener, wohl unter Mithilfe organischer Substanzen, auch Reductionen zu gediegenen Metallen von statt. Diese Veränderungen greifen oft in ansehnliche Tiefe, bis zu 50, 100 und mehr Mtr. hinab; unterhalb dieser Zone findet sich dann, durch Uebergänge verbunden, die Region der geschwefelten Erze, in welchen in den meisten Fällen der primäre Erzabsatz zu erblicken ist.

Da auf so vielen Gängen von Kupfer-, Blei-, Silber-, Golderzen diese Erze von eisenhaltigen Kiesen (Eisenkies, Kupferkies, Magnetkies, Arsenkies) oder Eisenspath begleitet werden und diese letzteren Mineralien bei der von der Oberfläche her wirkenden Veränderung Brauneisen in grosser Menge liefern, so entsteht die Erscheinung, dass reiche Erzgänge am Ausgehenden einen »eisernen Hut« besitzen, in welchem sich als Umwandlungsproducte der anderen jeweiligen Erze auch wohl ged. Kupfer, Rothkupfer, Malachit, Kupferlasur, Weissblei, Bleivitriol, ged. Silber, Chlorsilber, ged. Gold finden.

3. An die Mineral- und Erzgänge schliessen sich zunächst als besondere Lagerstätten anderweitige gänzliche oder theilweise Ausfüllungen von nicht gerade spaltenförmigen, sondern mehr rundlichen und auch nicht so ausgedehnten Höhlungen, welche bald selbst den Charakter von Klüften, bald denjenigen von Auswaschungsräumen, von blasigen Aufreibungen des Gesteins oder sonstigen Lücken in demselben besitzen.

Bei Raibl in Kärnten liegen z. B. meist in der Nähe von Klüften grosse unregelmässige Höhlungen im Dolomit, erfüllt mit Bleiglanz, Schalenblende, Eisenkies und Dolomit, in concentrisch krustenförmigen, den Hohlraumwänden parallelen Absätzen. Die Bohnerzablagerungen füllen vielfach ausgedehnte trichter- oder kesselförmige Weitungen im Kalkstein aus. — Hierher gehören ferner als partielle Füllungen die Tropfstein- oder Stalaktitenbildungen von kohlensaurem Kalk in den Cavitäten der Kalksteingebirge, die Austapezierungen von Höhlungen im Gneiss und Granit mit grösseren Quarz- und Feldspathindividuen (sog. Krystallkeller), die Absätze von Zeolithen, Kalkspath, Aragonit, verschiedenen Quarzarten in den umfangreicheren Blasenräumen der Eruptivgesteine. Viele dieser Bildungen leiten anderseits hinüber zu den S. 345 als accessorische Bestandmassen der Felsarten angeführten Nester, Trümmern, Mandeln.

4. Concentrationen. In diesen und den folgenden Vorkommnissen sind weitere Arten von besonderen Minerallagerstätten zu erblicken. — Nicht selten

geschieht es, dass Mineralien, welche als primäre accessorische Gemengtheile in Gesteinen spärlich vertheilt sind, örtlich darin in solcher Anreicherung concentrirt auftreten, dass sie die Hauptmasse darstellen. Handelt es sich dabei um Erzpartikel, so kann local eine förmliche Erzlagerstätte hervorgehen. Diesen Charakter besitzen z. B. die Ansammlungen von Magneteisen in Syeniten, Gabbros und Noriten, die bald fast ganz rein, bald noch mit anderen Mineralien vermengt sind. Eine verwandte, in ganz kleinem Maassstab erfolgte Bildung liegt in den S. 345 erwähnten Concretionen vor. In allen diesen Fällen ist — im Gegensatz zu den folgenden Imprägnationen — die Concentration von Anfang an mit der Bildung des Gesteins genetisch verbunden gewesen.

5. Als Imprägnation bezeichnet man die Erscheinung, dass in die Masse eines vorhandenen Gesteins eine zugeführte metallische oder nicht metallische Mineralart derart nachträglich eingedrungen ist, dass sie die Poren und feinen Zwischenräume erfüllt, die Gesteinmasse gewissermassen durchtränkt hat. Die Räume, über welche sich solche Imprägnationen hin erstrecken, sind verschieden begrenzt, bald haben sie eine schichtenförmige Gestalt, bald sind es ganz unregelmässige wolkige Partieen, an deren Grenze dann auch die Imprägnation allmählich sich verschwächt und ihr Ende erreicht.

Sandstein, Thon, Mergel sind so z. B. mit Gyps, Baryt u. s. w. erfüllt, ältere Tuffablagerungen mit Kieselsäure oder Opal durchtränkt. Dieselben Mineralien, welche als Imprägnationen auftreten, erscheinen auch öfters in demselben Gestein als vereinzelte Aggregate in der Form von accessorischen Bestandmassen. — Substanzen, die nachweisbar im Gestein selbst durch Zersetzung entstanden sind und sich innerhalb desselben angesiedelt haben, z. B. die secundären Kalkspattheilchen oder Chloritstäubchen in den umgewandelten Diabasen oder Melaphyren, wird man nicht füglich zu den imprägnirenden zählen können.

In krystallinischen Schiefern sind zonenförmige Erfüllungen mit Erzpartikelchen, welche als Imprägnationen gelten, kein seltenes Vorkommniss. Kupferkies, Eisenkies, Zinkblende u. a. Sulfide, Magneteisen spielen hier eine solche Rolle. Feine Körnchen von Magnetit oder Eisenkies bilden in Skandinavien die sog. Fahlbänder, gleichmässige Imprägnationen, welche bestimmten Zonen des steilaufgerichteten Gneisschichten-systems mit parallelem Streichen oft auf meilenweite Erstreckung hin folgen; innerhalb dieser Zonen können sich auch die Erztheilchen zu flach linsenförmigen Lagerstätten anreichern, die dann so in dem Fahlband eingelagert sind, dass die Flächen ihrer grössten Ausdehnung parallel verlaufen der Schichtung des Gneisses. Ausser den genannten Erzen betheiligen sich auch Magnetkies, Kupferkies, Zinkblende, Kobaltkies, Bleiglanz an der Zusammensetzung. Für den Kongsberger Bergbau haben diese Fahlbänder in so fern grosse Wichtigkeit, als die die Gneisschichten quer durchsetzenden jüngeren Silbererzgänge nur wo sie auch durch die Fahlbänder gehen, vorzüglich reich, ausserhalb derselben aber sehr arm an Silbererzen zu sein pflegen.

Zu solchen Imprägnationen werden z. B. weiter noch gerechnet: die goldhaltigen Zonen in den Chlorit- und Glimmerschiefern der Tauernkette; die Bleiglanzknötchen im Buntsandstein von Mechernich und Commern in der n. Eifel; die Erfüllungen von Sandsteinen der permischen Formation mit manchfachen Kupfererzen (Malachit, Lasur, Rothkupfer, ged. Kupfer, Kupferkies, Kupferglanz u. s. w.); das Vorkommen von Quecksilbererzen in den schwarzen bituminösen Schiefern von Idria.

Bisweilen ist von den beiden Seitenflächen eines Ganges aus, obschon derselbe als solcher deutlich begrenzt erscheint, das Nebengestein bis auf gewisse Erstreckung hin mit Erz mehr oder weniger imprägnirt.

Die sog. Erzstücke (in kleineren Dimensionen Butzen genannt) sind Erzanhäufungen, die sich durch ihre ganz unregelmässig geformte Gestalt von den typischen Lagern und Gängen, durch ihre deutliche Abgrenzung gegen das Nebengestein von den Imprägnationen und Concentrationen unterscheiden. Dennoch scheinen sie theils einen lagerartigen, theils einen gangartigen Charakter (oder wenigstens im letzteren Falle denjenigen einer Hohlraumausfüllung) zu besitzen (liegende und stehende Stücke); die Zusammensetzung ist vielfach eine manchfältigere als bei den Erzlagerstätten. — Contactstücke heissen solche irreguläre Ablagerungen dieser Art, die gerade an der Grenze verschiedener Gesteine auftreten, wie der Stock von Silber-, Blei-, Kupfer-, Kobalterzen von Tunaberg in Schweden zwischen Gneiss und Kalkstein.

6. Verdrängungen. Gewisse Erzlagerstätten sind mit grösster Wahrscheinlichkeit dadurch entstanden, dass örtlich eine theilweise Umwandlung einer nicht metallischen Gesteinsmasse in Erz stattgefunden hat, die erstere durch das letztere nach Art der Pseudomorphosen verdrängt worden ist. Die Umwandlung pflegt von Kluftflächen oder von Hohlraumwänden aus um sich zu greifen, und die so herausgebildeten besonderen Lagerstätten besitzen daher meist eine sehr unregelmässige butzen- oder taschenähnliche Form.

U. a. kommen namentlich Zinkerze auf diese Weise vor. In Oberschlesien lässt der innige Verband der verschiedenen Galmeierze (Zinkspath, Kieselzink) und Zinkblende mit dem Kalkstein und Dolomit des unteren Muschelkalks in sehr deutlicher Weise erkennen, dass dieselben nur Producte der Umwandlung der letzteren Carbonatgesteine sind. Analoges wiederholt sich zu Raibl in Kärnten. Auf der Zinkerzlagerstätte von Wiesloch in Baden findet sich als Erweis desselben Ursprungs auch die Kalkmasse der Versteinerungen des Muschelkalks in Galmei verändert. — Anderswo sind es irreguläre Vorkommisse von manganhaltigen Brauneisensteinen oder von Manganerzen (Psilomelan, Manganit, Pyrolusit, Wad), welche als pseudomorphoseähnliche Bildungen nach Kalksteinen gelten müssen. — Es ist nicht ausgeschlossen, dass auch als Gänge bezeichnete Lagerstätten bei näherer Untersuchung als solche Verdrängungen erkannt werden, welche längs einer Spalte erfolgten und sich auf beiden Seiten derselben bis zu ziemlich übereinstimmender Entfernung in das Gestein hinein erstreckten.

Bei den übrigen, z. Th. grossartigen Umwandlungsprozessen, bei denen die secundäre Substanz die primäre total ersetzt und deren Ablagerungsform als solche beibehalten hat (wo sich z. B. ein Durchbruch von Olivinfels in Serpentin, ein Lager von Anhydrit in Gyps, ein Gang von Eisenspath in Brauneisen metamorphosirt hat), wird man nicht von einer besonderen Lagerstätte reden können.

7. Contactmetamorphe Lagerstätten. Eine besondere Art und Weise des Auftretens von Mineralien wird örtlich dadurch hervorgerufen, dass ein Gestein in der Berührung mit einer durchbrechenden Eruptivmasse mehr oder weniger tief eingreifende Veränderungen erfahren hat, in Folge deren hier Mineralien in ihm entstanden sind, welche dasselbe in seinem normalen, unbeeinflussten Zustande nicht enthält. Dieser sog. Contactmetamorphismus erfolgt sowohl an dem anstehenden durchsetzten Gestein als an isolirten Bruchstücken desselben, welche von der Eruptivmasse abgesprengt und allseitig umhüllt wurden. Im ersten Falle ist die Intensität der Veränderung am grössten unmittelbar an der Grenze der wirkenden Eruptivmasse, mit zunehmender Entfernung von derselben verschwächt sie sich immer mehr. Eine Eruptivmasse von rundlichem Oberflächen-

querschnitt wird daher von einem sog. Contacthof umgeben, einer meist mit der Grenze conform verlaufenden Zone, welche nach aussen bis dahin reicht, bis wo hin sich die Veränderung noch als erkennbar geltend macht, und dort in das normal verbliebene Nebengestein übergeht. Die verschiedenen Gesteine zeigen je nach ihrem Material eine abweichende Empfänglichkeit für solche Contactmetamorphosen.

In dem Contact mit eruptivem Granit wird z. B. in dem anstehenden gewöhnlichen Thonschiefer eine Neubildung von Andalusit, Chiastolith, Cordierit, Granat, Pyroxen, Turmalin hervorgerufen, auch entstehen Individuen von Biotit, Quarz, Feldspath, Rutil, Graphit, welche als solche nicht in dem ursprünglichen Thonschiefer vorhanden waren. Diese Veränderungen haben sich hier bisweilen bis auf eine Entfernung von 2—3 Km von der Granitgrenze hin fortgepflanzt. Eine besondere Entfaltung der granitischen Contactwirkung besteht darin, dass auf Spalten des benachbarten zerklüfteten Schiefergebirges eine wahrscheinlich durch Exhalationen vermittelte Ansiedlung von Turmalin und Topas, sowie eine Verdrängung anderer Mineralien durch diese beiden stattfindet; auch Zinnstein, Fluorit und fluorhaltiger Glimmer entsteht bei dieser Gelegenheit. — Der von Granit berührte gewöhnliche dichte Kalkstein erfährt — in der Regel nur auf kürzere Erstreckung hin — eine Umkristallisierung zu körnigem Marmor; war der Kalkstein unrein, so entwickeln sich in dem Marmor gleichzeitig als Contactmineralien Granat, Vesuvian, Wollastonit, Skapolith, Gehlenit, Epidot, Zoisit, Pyroxene, Amphibole, Axinit, Spinell, Anorthit u. s. w. (Südnorwegen, Pyrenäen), ja die Bildung dieser metamorphen Produkte kann so reichlich erfolgen, dass sehr feinkörnige innige Aggregate derselben zu Stande kommen, welche von dem anfänglich vorhanden gewesenen Kalkcarbonat fast gar nichts mehr enthalten (sog. Kalksilicathornfelse). Im Contact mit Granit sind Brauneisensteinlager in Magnet-eisen und Rotheisen, Diabastuffe in amphibolschieferähnliche Massen verwandelt. Ähnliche Contacterscheinungen wiederholen sich bei Syeniten (wo z. B. in Südtirol die Contactmarmore bisweilen auf 3 M. Abstand von dem Eruptivgestein Granat, Vesuvian, Pyroxen, Epidot, Axinit, Spinell, Anorthit, Biotit, Monticellit, Gehlenit, Brucit, Brandisit enthalten), bei Dioriten (Oravicza, Dognacska und Csiklova im Banat, Adamellostock in den Südostalpen), gewissen Diabasen. Verbunden mit jenen körnigen Contactmarmoren, in letzteren völlig eingeschlossen oder an der Grenze des Eruptivgesteins, treten auch an manchen Orten nesterförmige oder stockähnliche Contacterzlagerstätten auf, charakterisiert durch Eisenspath, Magnetit, Kupferkies, Buntkupfer, Eisenkies, Bleiglanz, Zinkblende u. s. w., begleitet von Granat, Strahlstein, Wollastonit, Axinit u. s. w. (Christiania und Drammen in Norwegen, Banat, Rodna und Offenbánya in Siebenbürgen, Bogoslowsk am Ural). — Effusive Eruptivmassen, wie Basalte verschiedener Art, Trachyte, haben namentlich an den eingeschlossenen Bruchstücken fremder Gesteine neben zum Theil ähnlichen auch etwas andere Contactmetamorphosen hervorgebracht, welche sich, je nach dem beeinflussten Material zumal in einer Neubildung von Augit, Spinell, Hypersthen, Tridymit, Korund, Cordierit, Magnetit, Eisen-glanz aussprechen. Zu den Contactproducten gehören auch die losen Blöcke vom Monte Somma, Kalksteine, welche in der Erdtiefe durch die vulkanische Action des Vesuvs verändert, mit manchfältigen Silicaten gefüllt, und dann ausgeworfen wurden. — Braunkohlen und Steinkohlen, welche von einem pyrogenen Eruptivgestein durchbrochen oder stückweise eingehüllt wurden, sind einem Veränderungsprocess unterlegen, der mit der Bildung künstlicher Cokes verglichen werden kann.

8. Anderweitige besondere Lagerstätten. Endlich können noch als besondere Kategorien des Mineralvorkommens folgende Bildungen gelten, die durch ihre Entstehungsweise und ihr örtliches Auftreten charakterisiert sind:

Mineralien als oberflächliche Quellenabsätze, wie Kalktuff, Erbsenstein, Kieselsinter, Raseneisenstein und Eisenocker, Gyps, Schwefel.

Eisenocker wird hier gebildet, indem das in dem kohlensäurehaltigen Quellwasser gelöste FeCO_3 sich bei der Abscheidung unmittelbar unter Entweichen von Kohlensäure und Hydroxydirung in Eisenoxydhydrat $2\text{Fe}^{2+}\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ verwandelt; Schwefel, indem der Schwefelwasserstoff der Quellen durch den Sauerstoff der Luft zerlegt wird ($\text{H}_2\text{S} + \text{O} = \text{S} + \text{H}_2\text{O}$). Heisse Quellen des Yellowstone Park in Nordamerika setzen außer Schwefel auch Auripigment und Realgar ab, die von den Sulphur Banks in Californien Zinnober. Eine Sinterhaut auf Felsen bei den Thermen von Olette in den Ostpyrenäen ist nach *Des Cloizeaux* derber Stilbit. — Aus den Sickerwassern in Erzgruben bilden sich stalaktitische Zapfen von Aragonit (Eisenblüthe), Zinkvitriol, in seltenen Fällen Zinkblüthe, Zinkspath, Weissbleierz, Eisenkies.

Mineralien als Absätze in Seen. Dieselben können im Allgemeinen nur da entstehen, wo die Seen zwar einen Zufluss aber keinen Abfluss besitzen; der mit den Gewässern in Lösung hineingeführte gesammte Salzgehalt verbleibt daher dem Seebecken und gelangt zur theilweisen Ausscheidung, wenn die Verdunstung seiner Oberfläche die Wasserzufuhr übersteigt. Das am schwersten lösliche Salz setzt sich in erster Linie ab.

So bilden sich aus den Salzseen Absätze von Kochsalz und Gyps (aralokaspische Depression, Krym, todtes Meer, Bitterseen des Suezkanals, grosser Salzsee in Utah); aus den Natronseen, welche neben Natroncarbonat stets Chlornatrium und Natriumsulfat gelöst enthalten, solche von Thermonatrit, Soda, Trona, Gaylussit (Wansee, Gegend von Theben, Nevedaplateau); aus den ebenfalls chlornatriumhaltigen Boraxseen Krusten oder im Schlamm bis zu 2—3 Zoll grosse rundum gebildete Krystalle von Borax (Tibet, Nepal, Persien, Californien); ferner auch Sulfate wie Thenardit, Hanksit, Sulfohalit oder das Kalknatronborat Ulexit.

Mineralsubstanzen, direct abgeschieden durch organische Wesen. Durch die Lebenstätigkeit der Meerestiere wird das im Meerwasser gelöst enthaltene Calcium in den Schalen und festen Körpertheilen derselben als Kalkcarbonat abgeschieden und zwar hauptsächlich als Kalkspath, in geringerem Maasse als Aragonit. Die Schalen der Mollusken, Echinodermen u. s. w. bilden Muschelbänke, die Korallen Riffe und Inseln in der Tropenzone; Anhäufungen von kalkigen Foraminiferenschälchen (insbesondere Globigerina) lagern in ungeheurer Ausdehnung als ein kreideähnlicher Kalkschlamm auf dem Grunde der Tiefsee.

Wie Korallenriffe, so sind auch in früheren Erdperioden solche fast lediglich aus Foraminiferenschalen bestehende Absätze gebildet worden (z. B. die Fusulinenkalke des marinen Carbons, die Orbitulinen- und Milioidenkalke der Kreide, die Nummulitenkalke des Eocäns, die Amphisteginenkalke des älteren Neogens).

In ähnlicher Weise scheiden ebenfalls im Meere lebende Algenvegetationen (Nulliporen oder Lithothamnien, sowie gequirte Siphoneen, wie Gyroporella) Kalkcarbonat aus und inerustiren damit fortwährend ihre äussere Membran; auch durch ihre Zusammenhäufung gehen Riffe und Bänke von kohlensaurem Kalk hervor.

Anderseits sind es im süßen Wasser der Quellen und Bäche lebende Algen, Conferven und Moose, welche, wenn dasselbe viel Kalkbicarbonat gelöst enthält, den kohlensauren Kalk in der Weise abscheiden, dass sie dem Bicarbonat Kohlensäure entziehen, um den zu ihrem Wachsthum nothwendigen Kohlenstoff zu gewinnen; das eines Theils der Kohlensäure beraubte Bicarbonat wird dadurch zu unlöslichem Carbonat und zwar ist es gewöhnlich Aragonit, der sich in zarten, meist zwillingsförmig verwachsenen Krystallchen auf den Pflanzen absetzt. So entsteht der lockere Kalktuff; werden die Zwischenräume auch mit Kalk erfüllt und dadurch die Absätze compact, so hat dieser Vorgang nichts mehr mit der Vegetation zu thun.

Wasserhaltige amorphe Kieselsäure von opalartiger Beschaffenheit wird durch den Lebensprozess der pflanzlichen Diatomeen (Bacillaren) des Süßwassers zur Abscheidung gebracht, indem sie aus dieser Substanz ihre mikroskopischen Kieselpanzer aufbauen; aus solchen Diatomeenschälchen bestehen die festeren oder mehr lockeren oder mehlähnlichen Absätze des Polirschiefers, des Tripels, der Kieselguhr. Nach *Weed* wird an den heißen Quellen des Yellowstone National Park in Nordamerika die Bildung des Kieselinters (Geyserits) zum Theil auch durch Algen und Moose bewirkt. Im Meerwasser scheiden Radiolarien (Rhizopoden), auch Spongiens ebenfalls amorphe Kieselsäure ab; manche kieselige Schichten älterer Formationen (z. B. Hornstein) bestehen zum grössten Theil aus den Resten dieser Organismen, wobei vielfach die Kieselsäure krystallinisch geworden und durch strahligen Quarz ersetzt ist. — Gewisse Diatomeen, wie *Melosira* (*Gallionella*) ferruginea bauen ihre Panzer aus Eisenoxyhydrat auf und geben zur theilweisen Bildung der sog. Seeerze in Schweden Veranlassung. — Aus Sulfat-, z. B. gypsumhaltigen Lösungen vermögen die Algenarten *Beggiatoa*, *Oscillaria*, *Ulothrix* sowie gewisse Bacterien direct Schwefel abzuscheiden.

Anm. Wo die drei letztgenannten besonderen Lagerstätten grössere Mächtigkeit und Verbreitung gewinnen, fallen sie schon in das Bereich der Gesteine.

Mineralien, gebildet durch vulkanische Sublimationen, in Kratern, auf Spalten und Höhlen der Lavaströme, als rindenartige Incrustate, wie die Chlorverbindungen Kochsalz, Salmiak, Chloreisen, Chlorkupfer, Chlorblei, ferner Schwefel, Realgar, Borsäure. Der Schwefel ist bald ein directes Sublimationsproduct, bald durch Zersetzung von schwefeliger Säure und Schwefelwasserstoff ($\text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{S} = 3\text{S} + 2\text{H}_2\text{O}$), bald durch solche von Schwefelwasserstoff und Sauerstoff ($\text{H}_2\text{S} + \text{O} = \text{S} + \text{H}_2\text{O}$) entstanden. Die Chloride werden bei der herrschenden hohen Temperatur oft durch den ausgehauchten Wasserdampf zersetzt und so sublimiren auch indirect Oxyde, wie Eisenglanz, Magnetit, Magnoferrit, Tenorit, Periklas; ferner sublimiren Sulfate (Anhydrit, Gyps, Mascagnin) in Folge der Zersetzung der Chloride durch schwefelige Säure resp. Schwefelsäure; weiterhin Fluoride wie Flusspath, Hieratit, Nocerin. Ueber die Sublimation von Silicaten s. S. 351, 373.

Mineralien, entstanden durch Fumarolen- und Solfatarenthäufigkeit in der Nähe der Vulkane.

Unter dem Einfluss der Aushauchungen von Wasserdampf, Schwefelwasserstoff, schwefeliger Säure und daraus hervorgehender Schwefelsäure werden die Bodengesteine zersetzt und Sulfate wie Gyps, Alaun, Alunit, Glaubersalz, Schwefelmetalle wie Eisenkies, Krusten von Schwefel gebildet, Knollen und Rinden von opalartiger Kieselsäure abgeschieden. Die Gesamtheit der Umbildungen und Zersetzung durch vulkanische Gase fasste *Bunsen* als pneumatolytische Processe zusammen.

Mineralien, entstanden in Folge von natürlichen Brennprocessen, indem durch Selbstentzündung in Brand gerathene eisenkiesreiche Steinkohlen- und Braunkohlenlager auf das deckende Gesteinsmaterial eingewirkt haben.

In den bei solcher Gelegenheit einer Anschmelzung unterworfenen Schieferthonen von *Commentry* in Frankreich haben sich Cordierit, Anorthit, Augit, Spinell neu entwickelt. Am Nord-Saskatchewanfluss in Canada sind in Thon- und Sandschichten eingeschlossene Eisencarbonat-Concretionen durch ein in Brand gerathenes Steinkohlenflöz zu metallischem Eisen reducirt worden. Anderswo entstehen bei derlei Vorgängen Schwefel, Realgar und Auripigment, Salmiak, Arsenolith als Sublimationen.

Mineralien, als Ausblühungen oder Efflorescenzen vorkommend, wie Salpeter, Alaun, Eisenvitriol, Soda, Glaubersalz.

Mineralien als Versteinerungs- oder Vererzungsmaterial fossiler animatischer oder vegetabilischer Ueberreste, wie Kalkspath, Quarz, Hornstein, Opal, Flussspath, Siderit, Eisenkies, Zinkblende, Brauneisen, Kupferglanz, Zinnober, Vivianit (vgl. § 84).

Fünfter Abschnitt.

Von der Bildungsweise der Mineralien.

Von besonderem Interesse ist die Frage nach der Entstehung der in der Natur vorkommenden krystallirten Mineralien; ohne Kenntniss der Bildungsgeschichte kann die Kenntniss des Objects nicht als völlig abgeschlossen gelten.

§ 174. Künstliche Nachbildung der Mineralien. Es ist klar, dass man der Lösung jener Frage ein gutes Theil näher rückt, wenn es gelingt, die mineralischen Krystalle auf künstlichem Wege in übereinstimmenden Formen zu erzeugen. Doch ist es eben so einleuchtend, dass die Darstellung einer krystallirten Verbindung künstlich sehr wohl nach einer bestimmten Methode erfolgen kann, ohne dass nun dieselbe in der Natur auf genau demselben Wege entstanden zu sein braucht. Ja in vielen Fällen gestattet es die Art und Weise des Vorkommens und der Vergesellschaftung eines Minerals in der Natur überhaupt nicht, zur Erklärung seiner Bildung denjenigen Weg in Anspruch zu nehmen, auf welchem man es bis jetzt durch das künstliche Experiment nachzuahmen vermochte.

Diese Versuche beruhen im Allgemeinen darauf, dass entweder die Elemente synthetisch direct oder indirect zu einer Verbindung zusammengefügt, oder anderseits die Bedingungen erfüllt werden, unter denen eine bereits existirende Verbindung feste Krystallform anzunehmen bestrebt ist. Die einzelnen Vorgänge, um welche es sich hier handelt, sind¹⁾:

1. Moleculare Umlagerungen.

a) freiwillig.

Silber ist, wie Eisen, im Stande, seine Structur zu verändern und durchaus krystallinisch zu werden. Die monoklinen Krystalle des Schwefels werden bei gewöhnlicher Temperatur nach einigen Tagen undurchsichtig, blassgelb, und bestehen dann aus einem Aggregat rhombischer Pyramiden, oder zerfallen zu einem aus solchen Pyramiden bestehenden Pulver.

b) in hoher Temperatur, wodurch z. B. *G. Rose* Quarz (spec. Gew. 2,65) in Tridymit (spec. Gew. 2,3) umwandelte.

¹⁾ Vgl. *C. W. C. Fuchs*, Die künstlich dargestellten Mineralien. Gekrönte Preisschrift. Haarlem 1872.

A. Daubrée, Études synthétiques de géologie expérimentale. Paris 1879.

Fouqué und Michel Léry, Synthèse des minéraux et des roches. Paris 1882.

L. Bourgeois, Reproduction artificielle des minéraux. Paris 1884.

J. H. L. Vogt, Studier over Slagger. Stockholm 1884.

R. Brauns, Chemische Mineralogie. Leipzig 1896.