



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Elemente der Mineralogie**

**Naumann, Carl Friedrich**

**Leipzig, 1901**

§. 176. Natürliche Umbildungsprocesse der Mineralien

---

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

Zeolithe, namentlich Chabasit und Apophyllit, ferner Aragonit, Kalkspath, Flussspath (Annales des mines (5) XIII. 242); ähnliche Bildungen erfolgten auch im alten römischen Mörtel von Luxeuil (Haute-Saône) und zu Bourbonne-les-Bains (Haute-Marne); am letzteren Orte haben im moderigen Boden vergrabene römische Medaillen, insbesondere von Bronze, Anlass zur Neubildung sogar von krystallisirtem Kupferglanz, Kupferkies, Buntkupfererz, Fahlerz, Bleiglanz und Bleivitriol gegeben (Comptes rendus LXXX. 464. 604). — Andere Wahrnehmungen dieser Art sind noch: Rinden auf keltischen Bronzewaffen erwiesen sich als Covellin (CuS); Silbermünzen, die lange im Meerwasser gelegen, hatten eine Kruste von Chlorsilber, z. Th. von Bromsilber erhalten; ein Theil des edlen Rostes (aerugo nobilis) auf kupferhaltigen ägyptischen Antiken besteht aus Atacamit; antike Bleirohre, auf welche Wasser von Schwefelthermen lange eingewirkt, zeigten sich mit Bleiglanz und Bleihornersz incrustirt.

Mit vollem Recht können für den Erweis der Bildung auf wässerigem Wege auch verwerthet werden die Mineralvorkommnisse in den Luftkammern der fossilen Cephalopodenschalen, z. B. von Bergkrystall, Kalkspath, Braunspath, Eisenspath, Schwespath, Cölestin, Goethit, Eisenkies, Zinkblende, Kupferkies, oder die Versteinerungs- und Vererzungsvorgänge bei Fossilresten. — Ferner gewisse Erscheinungen des Nebeneinandervorkommens: wo z. B. in den Gangdrusen zu Felsöbánya die rhombischen Schwespathtafeln auf den büscheligen Antimonglanzadeln sitzen, welche schon an der Kerzenflamme schmelzen, kann der Schwespath nur aus wässriger Lösung krystallisirt sein, nicht aus dem Schmelzfluss, weil dieser die Antimonglanzkrystalle hätte zerstören müssen.

Aus der geschmolzenen Masse der Laven scheidet sich vor unseren Augen eine ganze Menge von Silicaten, Orthoklas, Plagioklas, Leucit, Nephelin, Augit, Hornblende, Olivin, Glimmer, auch andere Mineralien, wie Apatit, Magneteisen in Krystallen oder krystallinischen Individuen aus. Diese Mineralien bekunden ihre Krystallisation aus dem Schmelzfluss auch durch ihren Gehalt an mikroskopischen Glasparkeln (3, a).

Kochsalz, Salmiak, Chlorkupfer, Chloreisen bilden sich durch Sublimation (4) an Vulkanen, wo auch Eisenglanz durch gegenseitige Zersetzung von dampfförmigem Chloreisen und Wasserdampf (5, b), Kupferoxyd (Tenorit) auf ganz analogem Wege entsteht.

Durch die Untersuchungen namentlich von *Scacchi* und *vom Rath* hat sich das merkwürdige Ergebniss herausgestellt, dass mehrere Silicate, welche in Hohlräumen und Klüften von vulkanischen Eruptionsproducten auftreten, wie Leucit, Granat, Augit, Hornblende, Sodalith u. a. dort auf dem Wege der Sublimation entstanden sind; die specielleren Verhältnisse dieser Bildung sind freilich zur Zeit noch räthselhaft, doch scheinen Zersetzungen von Chlor- und Fluorverbindungen durch Wasserdampf eine Rolle gespielt zu haben. Wahrscheinlich gehören die in den Lithophysen-Hohlräumen von Rhyolithen und Obsidianen aufsitzenden Krystalle von Fayalit, Tridymit, Hypersthen, Topas, Granat ebenfalls hierher.

§ 176. **Natürliche Umbildungsprocesse der Mineralien.** Die festen Mineral- und Gesteinsmassen der Erdrinde befinden sich aber, obschon gerade ihnen scheinbar das Gepräge der Unveränderlichkeit aufgedrückt ist, in gar manchen, ja sehr vielen Fällen nicht mehr in demselben Zustande wie bei ihrer Entstehung, indem sie zum grossen Theil einem innerlichen vielfachen und stetigen Wechsel ihrer Zusammensetzung unterliegen. Auch in den anscheinend frisch erhaltenen Substanzen weist das Mikroskop in der Regel Spuren von begonnener oder weiter gediehener Veränderung nach. Diese Umwandlungen bieten Anlass zu



zahllosen Neubildungen und so hat auch die Steinwelt in gewissem Sinne ihr Leben, indem die Mineralien hier im Wachsen, dort im Vergehen begriffen sind und ein Muttermineral anderen neu gearteten Nachkömmlingen den Ursprung gibt. Die grosse Langsamkeit, mit der solche Alterationsprocesse von statten gehen und die Unscheinbarkeit der sie bedingenden Wirkungsmittel werden beide durch die Dauer der Vorgänge compensirt.

Das wesentlichste Agens, das Wasser nebst den darin aufgelösten Stoffen sucht sich nicht nur durch offene Klüfte, Spalten und Schichtungsfugen im Gebirgs-  
gestein seinen Weg in die Tiefe, sondern ebenfalls durch dessen anscheinend solide Masse selbst. Auch in denjenigen mineralischen Substanzen, in denen das bloße Auge keine Zwischenräume mehr aufdeckt, findet sich ein vielverzweigtes Netz feiner, nur mikroskopisch sichtbarer Haarspalten, auf denen das Wasser um so behender einsickert, als es, unablässig sich von oben ersetzend und so einem gewissen Druck unterworfen, in grösserer Tiefe gleichsam hineingepresst wird. Je unendlicher die Menge von Angriffspunkten ist, die sich ihm so darbietet, desto bedeutendere Wirkungen vermag es auszuüben. Dass selbst die anscheinend compactesten Massen von Flüssigkeiten durchdrungen werden können, zeigt die künstliche Färbung der Chalcedone und Achate.

Ungeheure Mengen von Substanzen werden so während der langen Dauer, in der die Gewässer unterirdisch circuliren, fortwährend den Steinmaterialien entzogen und die ausfliessenden Quellwasser enthalten immer mehr oder weniger grosse Quantitäten von salzigen und erdigen Theilen, in bedeutungsvollem Gegensatz zu dem ursprünglichen Regenwasser, welches, während es auf die Erdoberfläche fällt, fast ganz frei davon ist. Der Karlsbader Sprudel hält nach *Berzelius* in ca. 300000 Theilen Wasser auch 4 Theil Fluorcalcium (Flussspath) in sich aufgelöst; ist dies auch nur eine scheinbar verschwindend kleine Quantität, so fliessen doch mit dem Thermalwasser im Laufe eines Jahres 250 Centner Flussspath im aufgelösten Zustande heraus, welche den dortigen Gesteinen entzogen sind. Die keineswegs sehr reichlich strömende Soolquelle zu Neusalzwerk in Westfalen befördert nach der Rechnung *G. Bischof's* in ihrem Wasser jährlich 18000 Ctr. kohlensauren Kalk und 1400 Ctr. Eisenoxyd an die Erdoberfläche. Alle aus dem Gypsgebirge ausfliessenden Quellen halten schwefelsauren Kalk gelöst und in ähnlicher Weise ist auch ein grosser Theil des kohlensauren Kalks der Erde auf steter Wanderschaft in den Quellen und Flüssen begriffen. Da es in der That kaum eine in dem Sickerwasser absolut unlösliche Mineralsubstanz gibt (S. 322), so müssen sämtliche Stoffe, die in der Erdrinde existiren, auch in den Quellen gelöst sein, wenngleich manche in kaum aufspürbaren Mengen.

Dringt solches Wasser noch zuvor in grössere Tiefe ein, so ist es, mit den in Lösung gehaltenen chemisch wirksamen Substanzen ausgerüstet, dort im Stande, fernere complicirtere Zersetzungen einzuleiten und durch das Zusammentreffen mit anderen Lösungen oder mit festen Körpern weitere Neubildungen hervorzurufen. Aus der Lösung oder dem Mineral AB und der hinzutretenden Lösung CD entsteht die zurückbleibende Verbindung BC und die neue Lösung AD; erstere kann sich mit einer ferner hinzutretenden anderen Lösung so umsetzen, dass von dem ursprünglichen Mineral AB gar nichts übrig bleibt.

Eine besondere Menge von Belehrung über die Entwicklungsgeschichte der Mineralien wird von den metasomatischen Pseudomorphosen dargeboten, indem dieselben durch das Erhaltensein der Form der ursprünglichen Substanz nicht nur



Aufschluss darüber gewähren, welchen Umwandlungsvorgängen ein gegebenes Mineral anheimfällt, sondern auch für das an die Stelle getretene neue Mineral die Thatsächlichkeit einer Entstehung aus dem ersteren bekunden. Die Pseudomorphosen besitzen daher nach doppelter Richtung, für zwei Mineralien, Wichtigkeit.

Zu den hydrochemischen Processen, den in der Natur auf nassem Wege erfolgenden Vorgängen der Auflösung, Zersetzung, Neubildung von Mineralien gehören namentlich folgende, welche theils durch einfache und unmittelbare Beobachtungen erkannt, theils experimentell ermittelt wurden<sup>1)</sup>.

1) Einfache Auflösung durch atmosphärisches Wasser; ihr fallen z. B. Steinsalz, Gyps, Vitriole, Alaune anheim, welche dann aus der Lösung wieder herauskrystallisiren können. — 100 Theile reinen Wassers lösen von Chlormagnesium 50,7, von Chlornatrium 35,7, von Chlorkalium 34, von Kaliumcarbonat 24,4, von Natriumsulfat 16,28, von Kaliumsulfat 10,3, von Natriumcarbonat 8,3, von Gyps nur 0,205, von Kalkspath 0,0025, von Baryumsulfat gar nur 0,0002 Gewichtstheile. Bei den meisten Substanzen wird die Löslichkeit durch Erhöhung der Temperatur, und in diesem Falle auch durch Druckwirkung gesteigert.

2) Lösung der Carbonate (Kalkspath, Eisenspath u. s. w.) im kohlensäurehaltigen Wasser; aus den gebildeten Bicarbonatlösungen (z. B.  $\text{CaO} + 2\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ ) wird beim Verdunsten eines Theiles der Kohlensäure das Carbonat anderswo wieder ausgeschieden; so können solche Carbonate im weitesten Maasse ebenfalls ihren Ort verändern. 10000 Theile mit Kohlensäure gesättigten Wassers lösen von Kalkspath 10—12, von Eisenspath 7,2, von Dolomit 3,1, von Magnesitspath 1,2 Gewichtstheile. Auf diesem Vorgang beruht auch ein Theil der Dolomitbildung aus dolomitischen (magnesiicarbonathaltigen) Kalksteinen, indem  $\text{CaCO}_3$  zunächst allein gelöst und dadurch der Gehalt an  $\text{MgCO}_3$  angereichert wird.

3) Hydratisirung oder Umwandlung wasserfreier Substanzen in wasserhaltige, z. B. diejenige des Anhydrits in Gyps, des Eisenoxyds in Eisenoxydhydrat. Der Vorgang ist auch wirksam bei der Zeolithbildung, indem die meisten dieser Mineralien nichts weiter sind, als die im wasserhaltigen Zustande regenerirten Feldspathe oder feldspathähnlichen Silicatgemengtheile des Gebirgsgesteins, auf dessen Hohlräumen sie sich finden. — Vielfach scheint die Hydratisirung durch kohlensäurehaltiges Wasser vermittelt; so ist die hierher gehörige Umbildung des Olivins in Serpentin denkbar als:  $2\text{Mg}^2\text{SiO}_4 + \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O} = \text{H}^4\text{Mg}^3\text{Si}_2\text{O}_9 + \text{MgCO}_3$  (welches letztere dann durch das kohlensaure Wasser weggeführt wird); oder die des Tremolits in Talk als:  $\text{CaMg}^3\text{Si}_4\text{O}_{12} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}^2\text{Mg}^3\text{Si}_4\text{O}_{12} + \text{CaCO}_3$ ; oder die des Enstatits in Talk als:  $4\text{MgSiO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}^2\text{Mg}^3\text{Si}_4\text{O}_{12} + \text{MgCO}_3$ .

4) Hydratisirung unter Austreibung von Kohlensäure; das Wasser als solches kann, während langer Dauer in steter Zufuhr begriffen, eine so schwache Säure wie die Kohlensäure austreiben und selbst als Säure wirken. Darauf beruht u. a. das Hervorgehen von Eisenoxydhydrat (Brauneisen) aus Eisenoxydulcarbonat (Eisenspath), ein Process, den nicht nur vereinzelte Pseudomorphosen vorführen, sondern

<sup>1)</sup> Diese Gesetze festgestellt zu haben ist vor Allem das unvergängliche Verdienst von *Gustav Bischof* (Lehrbuch d. chemisch. u. physik. Geologie. 2. Aufl. Bonn 1863—66). Vgl. auch *Lemberg* in Z. d. geol. Ges. XXII. 335; XXIV. 187; XXVIII. 519; XXIX. 457.



meilenweite und tausend Fuss mächtige Lagerstätten erlitten haben; er kann gedacht werden als:  $4\text{FeCO}_3 + 2\text{O} + 3\text{H}_2\text{O} = 2\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{O} + 4\text{CO}_2$ . Ferner gehört hierher die Entstehung von grünem Malachit aus blauer Kupferlasur.

5) Trockene Luft entzieht manchen wasserhaltigen Mineralien das Wasser theilweise oder gänzlich (vgl. S. 266); sie überziehen sich dabei zunächst mit einer trüben Rinde, werden dann zu einer lockeren Masse oder zerfallen zu Pulver (sog. Verstäubung). Beispiele liefern Krystalle von Zinkvitriol, Borax, Soda, Bittersalz. — Dem wasserhaltigen Calciumsulfat, dem Gyps kann sein Wasser entzogen werden, wenn er in einer Platinschale mit Chlornatriumlösung gekocht wird; es geht alsdann Anhydrit aus ihm hervor.

6) Oxydation durch sauerstoffbeladenes Wasser, ein sehr weitverbreiteter Process, durch welchen Metalloxydule (z. B. von Eisen, Mangan) zu Metalloxyden werden; hierauf beruht z. B. die Röthung und Bräunung mancher Felsarten. Insbesondere werden aber auch Schwefelmetalle zu (wasserhaltigen) schwefelsauren Metalloxyden oxydirt, z. B. Eisenkies zu Eisenvitriol, Zinkblende zu Zinkvitriol, Kupferkies zu Kupfervitriol und Eisenvitriol, Bleiglanz zu Bleivitriol. Durch die gebildeten Vitriole werden weitere Wechselzersetzungen eingeleitet (Nr. 16); ebenso werden Arsenmetalle zu arsensauren Salzen oxydirt (Kobaltglanz und Speiskobalt zu Kobaltblüthe). Ferner beruht hierauf die Bleichung schwarzer, durch Kohle gefärbter Gesteine, wie mancher Kalksteine, indem aus ihrem Kohlenstoff entweichende Kohlensäure wird.

7) Reduction durch Wasser, welches mit organischen Stoffen beladen ist, ein Vorgang, welcher dem eben angeführten entgegenwirkt; er bringt z. B. eine Wiederherstellung der Schwefelverbindungen aus den betreffenden entstandenen Vitriolen hervor; so entsteht der häufige Ueberzug von glänzendem Eisenkies auf Versteinerungen und Fischabdrücken, deren modernder Leib für die hinübersickernde Vitriollösung die Sauerstoffentziehung besorgte, gleichfalls die vielfache Durchsprinkelung der Braunkohle oder Steinkohle mit Eisenkieskörnern. Ebenso werden durch diesen Vorgang die Sulfate von Alkalien oder alkalischen Erden unter Bildung von Schwefelwasserstoff zu Schwefellebern reducirt (welche dann ihrerseits die Silicate, Carbonate, Sulfate der Metalle als Schwefelmetalle fällen können (vgl. Nr. 13). Ferner bewirkt der Process die Reduction der Oxyde in Oxydule, eine Bildung von gediegenen Metallen. Auch Eisenoxydhydrat wird durch faulende organische Substanzen zu Eisenoxydul reducirt, unter Bildung von Kohlensäure. Dieselben Substanzen reduciren ferner Eisenoxydsilicat zu Eisenoxydulsilicat oder Eisenoxydulcarbonat.

8) Kohlensäurehaltiges Wasser zersetzt bei gewöhnlicher Temperatur die Silicate von Kalk, Kali, Natron, Eisenoxydul, Manganoxydul, wobei Carbonate dieser Basen gebildet werden und freie Kieselsäure entsteht; die verbreitetsten Silicate als Gemengtheile der Felsarten unterliegen theilweise diesem Vorgang, wie Feldspathe, Augite, Hornblenden u. s. w. Dabei setzen sich Kalkspath, Eisenspath u. s. w. ab, oder die entstehenden gelösten Carbonate verursachen ihrerseits weitere hydrochemische Processe (Nr. 9, 17, 24, 28). Die frei gewordene Kieselsäure bildet Quarz oder Opal; ein grosser Theil des Quarzes auf Erden, insbesondere der in Adern, Gängen und anderen Hohlräumen, muss angesehen werden als Absatz aus



Gewässern, welche da, wo zusammengesetzte Silicate so der Zersetzung unterlagen, sich mit der dabei frei werdenden Kieselsäure beluden. — Thonerdesilicat wird dagegen von kohlensäurehaltigem Wasser nicht angegriffen; die Thonerde verbleibt daher in den ihrer anderen Bestandtheile beraubten Gesteinen in Verbindung mit Kieselsäure und Wasser als letzter, weiter fast unangreifbarer Zersetzungsrückstand (Thon). Die Umwandlung einer ganzen Menge von frischen Felsarten in Thon ist so das Endziel solcher Processe, ja man kann sagen, dass aller Thon auf Erden aus der Verwesung von oft complicirt zusammengesetzten Thonerdesilicaten hervorgegangen ist, mag er sich noch auf der Stätte seiner Entstehung befinden, oder durch fluthendes Gewässer nach anderen Orten hin zusammengeschwemmt sein. — Auch Eisenoxysilicat wird durch kohlensäurehaltiges Wasser nicht angegriffen, Magnesiasilicat nur ganz wenig durch dasselbe zersetzt.

9) Auch kohlensaure Alkalien zersetzen Kalksilicat: es bildet sich Alkalisilicat und kohlensaurer Kalk, welcher vielfach fortgeführt wird, so dass in dem Silicat bloß eine Ersetzung des Kalks durch Alkali stattgefunden hat (z. B. in den Pseudomorphosen von Glimmer nach Skapolith). Magnesiasilicat verhält sich gleichfalls kohlensaurer Alkalien gegenüber sehr widerstandsfähig.

10) Die Silicate von Zink, Kupfer, Nickel, Silber werden durch Kohlensäure unter Abscheidung von Kieselsäure zu Carbonaten zersetzt, welche in kohlensäurehaltigem Wasser löslich sind; so können metallische Silicate aus den Gebirgssteinen als Carbonate weggeführt und letztere unter Bildung von Quarz in Spalten abgesetzt werden (aber nach Nr. 13 auch Schwefelmetalle liefern).

11) Die Silicate von Blei, Kupfer, Nickel, Zink, Silber werden durch Schwefelwasserstoff zersetzt: es bilden sich Schwefelmetalle und Quarz; ebenfalls ein häufiger Process für die Erzgangbildung.

12) Gewässer mit Gehalt an Schwefelalkalien lösen die Sulfide von Sn, Sb, As.

13) Schwefelverbindungen der Alkalien oder alkalischen Erden (Nr. 7) fallen aus Silicaten, Sulfaten, Carbonaten der Metalle die betreffenden Schwefelmetalle. Dieselben Schwefelverbindungen bilden auch aus Eisenhydroxyd Eisenbisulfid.

14) Eine Anzahl von basischen Silicaten wird durch stärkere Säuren auf nassem Wege zersetzt, unter Abscheidung von Kieselsäure. Die Schwefelsäure z. B., welche an Solfataren und thätigen Vulkanen aus Schwefelwasserstoff oder schwefeliger Säure entstanden ist, treibt die schwächere Kieselsäure aus ihren Verbindungen aus und bildet mit den Basen Sulfate (Gyps, Alaun u. s. w.). Im Gegensatz zur Kohlensäure werden hierdurch Thonerde und Eisenoxyd leicht in Lösung gebracht.

15) Wirkt die Solution eines schwerer löslichen Bicarbonats auf ein leichter lösliches krystallisirtes Carbonat, so wird letzteres durch das erstere Carbonat ersetzt; behandelt man Kalkspathpulver mit Bicarbonatlösung von Fe oder Zn oder Mg, so löst sich der Kalkspath, während Carbonat von Fe, Zn oder Mg an seine Stelle tritt. Der Vorgang kommt bei den S. 360 erwähnten Verdrängungen zur Geltung.

16) Kohlensaurer Kalk wird durch Chlormagnesiumlösung zersetzt; er wandelt sich in kohlensaure Magnesia um, während Chlorcalcium in Lösung geht.

17) Kalkbicarbonat und mehrere schwefelsaure Metalloxyde (Kupfer, Eisen, Zink) setzen sich um zu schwefelsaurem Kalk und metallischen Carbonaten. So gibt



das aus dem oxydirtten Kupferkies hervorgegangene Kupfersulfat, wenn es mit einer Lösung von Kalkbicarbonat zusammentrifft, Anlass zur Bildung von Gyps und Malachit. — Ebenso zersetzt Alkalibicarbonat den schwefelsauren Kalk zu Kalkcarbonat und schwefelsaurem Alkali (Pseudomorphosen von Aragonit nach Gyps). Auf dieselbe Weise kann auch Baryumsulfat in Baryumcarbonat verändert werden.

48) Eisenoxydulbicarbonat zersetzt phosphorsauren Kalk; wo der letztere z. B. von verwesenden pflanzlichen oder von animalischen Substanzen geliefert wird, entstehen Krystalle von Eisenoxydulphosphat (Vivianit) und erdiges Eisenblau, wie in Torfmooren und Knochen.

49) Aus Kalksulfat und Magnesiabicarbonat entsteht Bittersalz.

20) Alkalisilicate werden durch schwefelsauren Kalk, schwefelsaure Magnesia, Chlorkalcium oder Chlormagnesium zersetzt: es bilden sich Kalk- oder Magnesiasilicat, daneben schwefelsaure Alkalien oder Chloralkalien; eventuell eine rückläufige Wiederherstellung des nach Nr. 9 Zersetzten.

21) Kalksilicate werden zersetzt durch schwefelsaure Magnesia; es entstehen Magnesiasilicate und löslicher schwefelsaurer Kalk; ebenfalls durch Chlormagnesium, wobei Magnesiasilicate und lösliches Chlorkalcium hervorgehen (vgl. Nr. 24); Wollastonit,  $\text{CaSiO}_3$ , mit  $\text{MgCl}_2$ -Lösung behandelt, liefert ein Product von der ungefähren Zusammensetzung  $\text{H}^2\text{MgSiO}_4$ .

22) Kalisilicate werden durch Magnesiabicarbonat zersetzt: es bildet sich Magnesiasilicat und lösliches Kalicarbonat (bei Feldspathen). Alkalisilicate erleiden ebenso eine Zersetzung durch Eisenoxydulbicarbonat, wobei Eisenoxydulsilicat entsteht.

23) Kalisilicat wird durch Chlornatrium zersetzt; dadurch wird Natronsilicat und Chlorkalium gebildet; so kann Natron an die Stelle von Kali treten. Wird Pulver von Leucit,  $\text{KAlSi}_2\text{O}_6$ , mit  $\text{NaCl}$ -Lösung behandelt, so entsteht nach *Lemberg* ein Product von der Zusammensetzung  $\text{H}^2\text{NaAlSi}_2\text{O}_7$  (Analcim); dieses Pulver wandelt sich bei der Behandlung mit  $\text{KCl}$  wieder zurück in Leucitsubstanz.

24) Kalksilicat und Magnesiabicarbonat erzeugen Kalkbicarbonat und Magnesiasilicat; so kann Magnesia an die Stelle des Kalks treten (vgl. Nr. 21).

25) Thonerdesilicate werden zersetzt durch schwefelsauren Kalk oder Chlorkalcium zu Kalksilicaten, wobei sich nebenher Thonerdesulfat oder Chloraluminium bildet; desgleichen durch schwefelsaure Magnesia oder Chlormagnesium, unter Erzeugung von Magnesiasilicat und denselben beiden löslichen Aluminiumverbindungen. — In Anbetracht von Nr. 20, 21, 25 können daher in einem Mineral, welches gleichzeitig Alkali-, Kalk- und Thonerdesilicat enthält, alle drei in Magnesiasilicat umgewandelt werden; die übrigen entstehenden Stoffe werden als löslich weggeführt.

26) Wirkt Wasser, welches Kohlensäure und Natronsilicat hält, auf kohlensauren Kalk, so geht kohlensaures Natron in Lösung und Kieselsäure setzt sich ab; Pseudomorphosen von Quarz nach Kalkspath mögen so entstanden sein.

27) Kommt die Lösung eines Eisenoxydsalzes mit Kalkstein in Berührung, so wird das Eisen als Oxyd (Rotheisen) oder Hydroxyd (Brauneisen) gefällt und der Kalk in Lösung weggeführt. Als Zwischenglied entsteht oft Eisenspath.



28) Kohlensaure Alkalien zersetzen Fluorcalcium unter Bildung von kohlen-saurem Kalk und löslichen Fluoralkalien; gelöstes Fluornatrium zersetzt Kalksilicat: es bildet sich Natronsilicat und wieder Fluorcalcium; gelöstes Fluorkalium (wie es z. B. bei der Zersetzung fluorhaltigen Glimmers geliefert werden kann) zersetzt Thonerdesilicat, wobei Kalisilicat und Fluoraluminium entstehen. — Auch Chloride können durch Natronbicarbonat bei gew. Temperatur in Carbonate umgewandelt werden: Atacamit,  $\text{CuCl}_2 \cdot 3(\text{Cu}[\text{OH}]^2)$ , liefert so Malachit,  $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}[\text{OH}]^2$ .

Bei dem Verhalten der Mineralien gegen Lösungen kommt das Gesetz der Massen-wirkung zur Geltung, nach welchem jeder Stoff eine seiner wirksamen Masse pro-portionale chemische Wirkung ausübt. Baryumcarbonat kann durch eine Sulfatlösung in Baryumsulfat, Baryumsulfat umgekehrt durch eine Carbonatlösung in Baryumcar-bonat vollständig umgewandelt werden, sofern die erforderlichen beiden Lösungen in hinreichender Menge vorhanden sind. Ist dagegen nicht genügend Lösung vorhanden, so stockt die Umwandlung, sobald in der Lösung  $\text{CO}_3$  und  $\text{SO}_4$  dasjenige bestimmte Verhältniss erlangt haben, in welchem sich die beiden schwerlöslichen Salze gleich-zeitig in Wasser lösen. Je leichter löslich ein Salz im Verhältniss zu einem anderen ist, desto leichter erfolgt die Umsetzung des ersteren in das letztere. Es bedarf deshalb viel weniger des Sulfats, um das leichter lösliche Baryumcarbonat in Sulfat umzuwandeln, als des Carbonats, um das schwerer lösliche Baryumsulfat in Carbonat zu verwandeln. Da beim Strontium umgekehrt das Carbonat schwerer löslich ist, als das Sulfat, so ist hier für die Carbonatbildung aus dem Sulfat weniger des Carbonats er-forderlich, als des Sulfats, um Strontiumsulfat aus dem Carbonat hervorgehen zu lassen.

Bei den Umwandlungsvorgängen braucht nicht immer aus einem wasserfreien Mineral ein wasserhaltiges zu entstehen, wie das Hervorgehen von Hornblende aus Augit oder Olivin, das von Orthoklas aus Leucit zeigt.

Hervorzuheben ist noch, dass man die in einem gewissen Falle sicher constatirte Bildungsweise eines Minerals nicht ohne weitere Prüfung auch auf andere Vorkomm-nisse desselben in der Natur übertragen darf. Für manche Mineralien ist es ent-schieden dargethan, dass dieselben auch natürlich auf sehr verschiedenem Wege ent-stehen können. Der Feldspath scheidet sich z. B. vor unseren Augen aus der ge-schmolzenen Masse der Laven aus; die Feldspathkrystalle aber, welche sich in den oberen Regionen der Kupferhütte zu Sangerhausen und des Eisenhochofens auf der Josephshütte bei Stollberg gebildet haben, können dahin nur als Sublimationsproducte gelangt sein. Und diejenigen Feldspathe, welche die Gerölle des Conglomerats bei Oberwiesa überkrusten und die Zwischenräume zwischen denselben ausfüllen, vermag man sich dort nur als auf nassem Wege entstanden zu denken. So ist also für eine und dieselbe Substanz ein dreifach verschiedener Bildungsact auf diese Weise möglich. Ja wenn wir gewahren, dass der Orthoklas als eine nur durch die Wirkung wässriger Solutionen vermittelte Pseudomorphose nach Leucit, Analcim, Epidot und Prehnit auftritt, so stehen wir innerhalb einer und derselben Bildungsmodalität wieder vier abweichenden Specialvorgängen gegenüber, deren Product allemal Orthoklas ist. — Epidot entsteht nachweisbar aus Orthoklas, Oligoklas, Labradorit, aus Hornblende, aus Augit, aus Biotit, aus Skapolith.

Pyrochemische, d. h. durch natürliche Erhitzungsvorgänge vermittelte Um-wandlungen sind nur von localer Bedeutung; vgl. die kaustischen Contactmeta-morphosen S. 364 und die Wirkungen der Erdbrände S. 363.

Unter dem Einfluss des Lichtes erfolgen bei gewissen Mineralien Veränderungen; so zerfällt Realgar im Licht zu einem orangegelben Pulver, Auripigment oxydirt sich zu arseniger Säure; andere Mineralien bleichen aus, wie Chrysopras, Rosenquarz, ge-färbte Steinsalze und Flussspathe, Kobalt- und Nickelblüthe.



Neben den Veränderungen, welche sich auf die chemische Substanz der Mineralien beziehen, verdienen auch noch die Fälle Erwähnung, in denen es sich blos um eine Veränderung der Structur oder des Gefüges bei den Aggregaten handelt. Feuchtet man das Pulver löslicher Salze an und lässt es längere Zeit stehen, so nimmt die Masse eine deutlich krystallinische Zusammensetzung aus grösseren Individuen an: ein Theil der kleinen Pulverpartikelchen wächst unter dem Bestreben, die vorhandenen Oberflächen möglichst zu verkleinern, in seinen Dimensionen auf Kosten der anderen, welche dabei aufgezehrt werden. Auf ähnliche Weise wird auch die Structurbeschaffenheit derjenigen deutlich körnigen Kalksteine erklärt, für welche es wahrscheinlich ist, dass sie früher dichte Kalksteine dargestellt haben, ferner das bisweilen ziemlich grobe Korn der älteren Steinsalzbildungen, indem die Absätze der Jetztzeit aus den Salzseen fast dicht ausfallen.

Hierhin kann auch gerechnet werden das Weiterwachsen von Mineralfragmenten in klastischen Gesteinen, wodurch die letzteren in Massen von anscheinend krystallinischer Zusammensetzung übergeführt werden; am frühesten wurde dasselbe beim Quarz bekannt, um dessen abgerundete allothigene Körner in Sanden und lockeren Sandsteinen sich aus durchtränkender Kieselsäurelösung eine authigene, optisch und krystallographisch übereinstimmend orientirte Quarzrinde (sog. ergänzende Kieselsäure) absetzt, welche, wo Raum vorhanden ist, nach aussen selbst krystallographische Form annimmt. Dadurch kann die Trümmermasse, indem alle Fugen sich schliessen, zu einem compacten, scheinbar krystallinischen Quarzit umgewandelt werden. Vielfach ist der Gegensatz zwischen den ursprünglichen Körnern und der angewachsenen Quarzkruste daran zu erkennen, dass die ersteren durch zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse getrübt sind, die letztere ganz rein und klar erscheint.

## Sechster Abschnitt.

### Von der gegenseitigen Abgrenzung und systematischen Gruppierung der Mineralien.

§ 177. **Prinzipien der Abgrenzung.** Bevor auf Grundlage der bisherigen Angaben die Beschreibung der einzelnen Mineralien selbst erfolgen kann, handelt es sich zunächst noch um die Feststellung, was als ein Mineral (als eine besondere Mineralart) zu betrachten und demzufolge mit einem eigenen Namen zu belegen ist, sowie um die Bestimmung der Reihenfolge, in welcher die verschiedenen, gegen einander abgegrenzten Mineralarten aufgeführt werden sollen.

Den Inbegriff dessen, was als ein Mineral zu betrachten ist, hat man die mineralogische Species genannt, indem man bestrebt war, auf dem hier vorliegenden Gebiet die möglichste Analogie mit der Zoologie und Botanik herzustellen. Für chemische Grundstoffe aber und chemische Verbindungen, wie es die Mineralien sind, kann der Begriff der Species in der Weise, wie er im Reich der