Über die

durch Molekularbewegungen in starren leblosen Körpern bewirkten Formveränderungen.

Von

Joh. Friedr. Ludw. Hausmann.

Zweite Abhandlung [1]).

Im Auszuge vorgelesen in der Sitzung der Königlichen Societät der Wissenschaften am 24. November 1855.

2. Molekularbewegungen im Gefolge von chemischen Veränderungen.

§. 12.

Verschiedenheit der Mischungsveränderungen welche Molekularbewegungen veranlassen.

Dass die im Gefolge von Mischungsveränderungen erfolgenden, in starren leblosen Körpern auf die Form verändernd einwirkenden Molekularbewegungen, besonders häufig und in vorzüglich grosser Mannichfaltigkeit auftreten, wird man erwarten dürfen. Sehr oft ist dabei die Wirkung höherer Temperaturen mit im Spiele; es gehen aber auch oft Mischungs- und Formveränderungen ohne Aufhebung der Rigidität bei gewöhnlicher Temperatur vor. Im ersteren Falle pflegen die Veränderungen rascher, im letzteren langsamer, ja oft sehr langsam zu erfolgen. Es wird am Passendsten seyn, die Formveränderungen nach den Hauptmodificationen der Mischungsveränderungen zu betrachten, in deren Gefolge sie erscheinen. Die letzteren kann man, wie bereits im 1sten §. bemerkt worden, in *drei Classen* vertheilen, je nachdem eine *Aufnahme* von Bestandtheilen, oder eine *Ausscheidung* derselben, oder Beides, also ein *Austausch* von Bestandtheilen statt findet. In einzelnen Fällen

1) Diese *zweite Abhandlung* schliesst sich unmittelbar der *ersten*, im *sechsten* Bande der Abhandlungen der Königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen S. 139—186 abgedruckten, an.

kann es allerdings zweifelhaft seyn, zu welcher von diesen Classen eine Mischungsveränderung gezählt werden muss.

A. Formveränderungen im Gefolge einer Aufnahme von Bestandtheilen.

§. 13.

Bedeutung verschiedener Bestandtheile in Beziehung auf Formveränderungen.

Wie unter allen einfachen Stoffen der *Sauerstoff* überhaupt die wichtigste Rolle in der Natur spielt, und derjenige ist, der die mannichfaltigsten Verbindungen eingehet, so ist er auch von grösster Bedeutung bei den chemischen Veränderungen, welche leblose Körper im rigiden Zustande in Verbindung mit Formveränderungen erleiden. Nächst ihm sind in dieser Hinsicht *Wasser* und *Kohlensäure* besonders thätig, die auch nicht selten im Verein mit Sauerstoff solche Mischungsveränderungen bewirken. Dass gerade diese Substanzen so einflussreich sind, liegt vorzüglich mit darin, dass die Atmosphäre dieselben enthält, wodurch sie am Häufigsten und Leichtesten mit anderen Körpern in Berührung kommen. Von den Metalloïden, durch deren Aufnahme, ausser dem Sauerstoffe, dann und wann Formveränderungen bei rigidem Aggregatzustande herbeigeführt werden, sind besonders *Kohlenstoff* und *Schwefel* zu erwähnen. Von geringem Belange sind in dieser Hinsicht *Chlor, Brom.* Von Metallen gehört, als flüchtiger Körper, das *Zink* hierher.

§. 14.

Bildung von Magneteisen und Eisenoxyd aus Stab- und Roheisen.

Wenn man auf glühenden *Eisendrath* in einem Porzellanrohr einen Strom von Wasserdampf wirken lässt, so bildet sich eine von dem Drathe sich ablösende Rinde, welche aus einer Zusammenhäufung von zahllosen kleinen Krystallen von *Magneteisen* besteht, die gewöhnlich undeutlich sind, aber unter der Loupe betrachtet, zuweilen das reguläre Oktaëder deutlich erkennen lassen. Mit der Bildung der Krystallrinde ist eine nicht unbedeutende Volumenvergrösserung verbunden, daher die vor dem Versuche zu einem Bündel lose vereinigten Drathstränge, nach demselben eine feste Verbindung darstellen. Die Bewegung der kleinsten Theile des Eisens und die Bildung der Krystalle hat aber ohne Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes statt gefunden.

Etwas Ähnliches erfolgt bei *Roheisen* welches glühend mit Wasserdämpfen in Berührung kommt. Bei manchen Eisenhohöfen, welche eine tiefe Lage haben, legt man, um die von unten hinauf dringende Feuchtigkeit vom Bodenstein möglichst abzuhalten, unter denselben eine starke gegossene Eisenplatte. Mehrere Zolle unter dieser Platte befindet sich der sogenannte verlorene Boden, dessen oberer Theil ebenfalls durch eine Eisenplatte begränzt ist. Zwischen beiden Platten ist Sand gestampft. Bei dem Betriebe des Ofens erglühen diese Platten, zersetzen die sie berührenden Wasserdämpfe, und nehmen den Sauerstoff in sich auf. Auf solche Weise werden Roheisenplatten, welche eine Stärke von 3 Zoll haben, nach 6—10 Jahren durch und durch in Eisenoxyd-Oxydul umgeändert, und ihre unteren Flächen, mit denen die Wasserdämpfe in unmittelbare Berührung kamen, sind oft mit den schönsten Krystallen besetzt [1]). Auch an der unteren Seite der Frischböden, da wo diese mit Wasserdämpfen in Berührung kommen, nimmt man die Bildung von Magneteisen-Krystallen wahr [2]).

Wird Eisen — sowohl Roheisen als auch geschmeidiges — unter Zutritt von trockner Luft geglühet, so geht ebenfalls Eisenoxyd-Oxydul hervor, welches durch längeres Glühen in Eisenoxyd sich verwandelt [3]). Ich besitze ein ½ Zoll starkes Stück von einem stabeisernen Anker aus einem Blechglühofen zu Zorge am Harz, der viele Jahre der Glühhitze ausgesetzt gewesen und durch und durch in Eisenoxyd-Oxydul, und an der dem Feuer ausgesetzten Oberfläche, in Eisenoxyd umgewandelt worden. Nach Aussen hat sich eine krystallinisch-stängliche Lage von der Stärke einer Linie gebildet, in welcher die dünnstänglich abgesonderten Stücke des Magneteisens rechtwinkelig gegen die Oberfläche gerichtet sind, wogegen der übrige Theil der Masse krystallinisch-körnig erscheint.

In einer Sammlung von Stücken bei dem grossen Hamburger Brande im Mai 1842, durch die Gluth veränderter Körper, welche die Königliche Societät

---

1) Beiträge zur Kenntniss krystallinischer Hüttenprodukte von Friedrich Koch. 1822. S. 22.

2) Koch, a. a. O. S. 23.

3) Koch, a. a. O. S. 23.

dem verstorbenen Kaiserlich Russischen Minister von Struve verdankt, und die im hiesigen Academischen Museo aufbewahrt werden, befinden sich mehrere Eisensachen, welche in verschiedenem Grade umgeändert worden. Ein Bündel eiserner Packnadeln zeigt die einzelnen im Ganzen noch unverändert, bis auf eine oxydirte Rinde, durch welche sie wie zusammengeschweisst sind, so dass sie durch starke Hammerschläge nicht von einander getrennt werden können. Starke Bündel von dünnem Eisendrath lassen auch noch die Form des Drathes vollkommen erkennen, dieser ist aber ganz und gar oxydirt, so dass sich gewissermaassen eine Pseudomorphose von oxydirtem Eisen nach Eisendrath darstellt. Die einzelnen Stränge sind eben so fest, wie jene Packnadeln, unter einander verbunden. Unter der Loupe betrachtet erscheinen sie aus zylindrischen Schaalen bestehend, welche bei vielen im Innern hohl sind. Die umgeänderte Masse hat das Ansehn von Magneteisen, wird auch vom Magnete stark angezogen, giebt aber ein rothbraunes Pulver, welches beweist, dass nicht das Ganze aus Eisenoxyd-Oxydul besteht, sondern dass ein Theil in Eisenoxyd umgewandelt worden. Krystallinisch erscheint die Masse, aber deutliche Krystalle werden nicht wahrgenommen. Eine ähnliche Umänderung zeigt ein Haufen kurzer eiserner Nägel, die ihre ursprüngliche Form noch ziemlich deutlich erkennen lassen, aber nun fest unter einander verbunden sind. Sie erscheinen mehr und weniger aufgequollen, und stellen, gleich dem umgeänderten Drathe, schaalige Bildung, zum Theil auch Höhlungen im Innern dar. Im Innern ist die eisenschwarze Masse krystallinisch und glänzend; die Oberfläche der metamorphosirten Nägel erscheint dagegen durch eine Bekleidung mit mikroskopischen Krystallen, sammetartig schimmernd. Die Masse verhält sich übrigens wie die des umgeänderten Drathes. Hier wird es deutlich erkannt, dass die Nägel durch Einwirkung der Gluth in Eisenoxyd-Oxydul umgewandelt wurden, und dass aus diesem, bei fortgesetzter Glühhitze, Eisenoxyd hervorgieng, welches den zarten, krystallinischen Überzug bildete. Dieser giebt ein rothbraunes, die innere Masse dagegen ein schwarzes Pulver. Mit der von Aussen nach Innen fortschreitenden Oxydation des Eisens war eine Volumenvergrösserung verknüpft. Durch die Bewegung der kleinsten Theile nach Aussen wurden die in Eisenoxyd-Oxydul sich umwandelnden einzelnen Drathstränge und Nägel nicht allein einander mehr genähert, son-

dern durch die gegenseitige Anziehung der in Berührung gekommenen gleichartigen Theile sogar in feste Verbindung gebracht, wovon die Bildung schaaliger Absonderungen Folge war. Zum Theil schritt die Bewegung nach Aussen so weit fort, dass im Innern der Drathstränge und Nägel Höhlungen entstanden. Im Ganzen ist weder an dem umgewandelten Drath, noch an den umgeänderten Nägeln eine Schmelzung wahrzunehmen; nur an einigen Stellen des Haufwerkes der letzteren zeigen sich Spuren derselben [1]).

§. 15.

Umwandlung von Magneteisen in Eisenglanz.

Im vorhergehenden §. ist bemerkt worden, dass aus Eisenoxyd-Oxydul unter Einwirkung von Glühhitze Eisenoxyd werden kann. Bildet das Eisenoxyd-Oxydul Krystalle, so ist es möglich, dass die Umwandlung vor sich gehet, ohne dass die krystallinische Form eine Änderung erleidet. Auf solche Weise ist die Bildung der Pseudomorphosen von *Eisenglanz* nach *Magneteisen* zu erklären, welche so ausgezeichnet in Brasilien vorkommen, und zuerst von Haidinger in seiner wichtigen Abhandlung über die Veränderungen, welche gewisse Mineralkörper mit Beibehaltung ihrer äusseren Form erleiden, beschrieben worden [2]). Sehr schöne Afterkrystalle in der Form grosser regu-

---

1) Bei dieser Gelegenheit mag die merkwürdige Bildung von krystallisirtem *Eisenchrysolith* (Eisenoxydul-Silicat) erwähnt werden, welche sich an einem Stücke der oben genannten Sammlung zeigt, wiewohl sie nicht in die Kategorie der hier betrachteten Erscheinungen gehört. Grosse eiserne Nägel sind von einer geschmolzenen Masse umgeben, welche sich ganz wie Eisenfrischschlacke verhält. An einigen Stellen befinden sich Drusenräume, die mit netten, stark glänzenden Krystallen von Eisenchrysolith, in der gewöhnlichsten Form von Dysdyoëdern, ausgekleidet sind. Einzelne Brocken von weissem, gefrittetem Sandstein, welche von der Schlacke umgeben sind, die auch in dieselben gangförmig, ganz auf ähnliche Weise eingedrungen sich zeigt, wie man es zuweilen an Gestellsteinen von Eisenhohöfen sieht, geben Aufschluss darüber, woher die Kieselerde rührt, welche sich mit dem von den eisernen Nägeln dargebotenen Eisenoxydul zum Silicat verbunden hat.

2) Aus den Transactions of the royal Society of Edinburgh für 1827 in Poggendorff's Annalen. Bd. XI. S. 188.

lärer Oktaëder von Inficionado in der Provinz Minas Geraes verdanke ich der Güte meiner Freunde von Olfers und von Eschwege. Durch das rothbraune Pulver geben sie sich als Eisenglanz zu erkennen, und von Kobell's Untersuchung hat gezeigt, dass sie wirklich ganz aus Eisenoxyd bestehen. Dass die Krystalle aber *Pseudomorphosen* sind, und keinen Anspruch darauf haben, nach Breithaupt für eine besondere, von ihm mit dem Namen *Martit* belegte Mineral-Species zu gelten, wird durch die ungleiche Beschaffenheit des Innern derselben bewiesen. Bei manchen hat sich nicht bloss die oktaëdrische äussere Form, sondern auch das den Oktaëderflächen entsprechende blätterige Gefüge erhalten, wogegen bei anderen, wie Haidinger bemerkt hat, das Innere als ein Aggregat kleiner Eisenglanzkrystalle erscheint, in welchem Falle die Wirkung der Molekularbewegungen am Augenscheinlichsten ist. Diese ergiebt sich übrigens auch aus der Veränderung der Dichtigkeit. Das specifische Gewicht eines Oktaëders von Magneteisenstein aus Tyrol fand ich 5,177, wogegen das eigenthümliche Gewicht der Eisenglanz-Pseudomorphosen zu 4,729 von mir bestimmt wurde, welches niedriger ist als das gewöhnliche specifische Gewicht von Eisenglanzkrystallen, und zwischen dem eigenthümlichen Gewichte des Eisenglimmers und fasrigen Rotheisensteins in der Mitte steht.

Eine ganz ähnliche Umwandlung von *Magneteisenstein* in *Eisenglanz* hat mein verewigter Freund Koch auf den Eisensteinslagern in der Gegend des Obernsee's in Nordamerika beobachtet. Seiner Güte verdanke ich Stücke von Marquette Location in Marquette County auf der Halbinsel Michigan, welche als Belege für seine Angabe dienen können, dass der dortige krystallinisch-körnige Eisenglanz ein Aggregat regulärer Oktaëder darstellt [1]).

§. 16.

Umwandlung von Kupfer in Kupferoxydul.

Zu den Metallen welche besonders oft die Gelegenheit darbieten, sich von Molekularbewegungen, welche durch die Verbindung mit Sauerstoff ohne

1) Die Mineral-Regionen der oberen Halbinsel Michigan's (N. A.) am Lake Superior von Fr. C. L. Koch, in den Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. VI. S. 44.

Aufhebung der Rigidität veranlasst werden, zu überzeugen, gehört das *Kupfer*. Durch Oxydation desselben, mag es rein oder mit anderen Metallen verbunden seyn, bildet sich sehr gewöhnlich *Kupferroth (Kupferoxydul)*, welches in ochriger Form die Oberfläche zu bekleiden pflegt, zuweilen aber auch in vollkommenen Krystallen hervortritt. John Davy hatte bei seinem Aufenthalte auf den Jonischen Inseln Gelegenheit, die Veränderungen näher zu untersuchen, welche einige griechische Alterthümer mit der Zeit erlitten hatten. Ein antiker Helm, der an einer seichten Stelle im Meere gefunden worden, und dessen Metall aus Kupfer und 18,5 Procent Zinn bestand, war mit basisch-salzsaurem und kohlensaurem Kupfer, Zinnoxyd und Oktaëdern von Kupferoxydul und reinem Kupfermetall bekleidet. An alten Münzen zeigten sich ähnliche Erscheinungen, nur war kein metallisches Kupfer ausgeschieden. John Davy bemerkt bei dieser Gelegenheit, dass, da die Substanzen, aus welchen die Krystalle erzeugt wurden, sich nicht in Auflösung befanden, die Bildung dieser einer inneren Bewegung der Theilchen zugeschrieben werden müsse, erzeugt durch die vereinte Wirkung der chemischen Verwandtschaften, der elektrochemischen Attractionen und der Cohäsionskräfte [1]). Nöggerath hat ebenfalls Bemerkungen über die Bildung von Krystallen von Kupferoxydul an antiken Arbeiten aus Kupfer und Bronze mitgetheilt [2]); und ich selbst habe Gelegenheit zu ähnlichen Beobachtungen gehabt. Ich wiederhole hier die früher von mir mitgetheilten Bemerkungen über die Umänderung von aus dem Mittelalter stammenden, wahrscheinlich im dreissigjährigen Kriege nach Göttingen gekommenen, kupferhaltigen Silbermünzen, welche sich im Jahre 1829 bei dem Abbruche des alten Commandantenhauses fanden [3]). An diesen Münzen verhüllt ein aus Kupfergrün und Kupferlasur bestehender Überzug das Gepräge. Viele Stücke waren dadurch so fest verkittet, dass sie nur mit einigem Kraftaufwande, vermittelst eines Messers, von einander gelöst werden konnten. Bei genauerer Untersuchung und durch Behandlung mit Salpetersäure, gab sich zu erkennen, dass die nach völliger Reinigung silberweiss erschei-

1) Annals of philosophy. N. S. X. 465. Poggendorff's Annalen. VI. 514.

2) Schweigger's Journal. N. R. XIII. 129.

3) Göttingische gelehrte Anzeigen. 1829. S. 2006.

nende Oberfläche, zunächst zum Theil von einer höchst zarten Kupferhaut überzogen ist, die, nachdem die äussere Hülle des kohlensauren Kupfers unter Aufbrausen zerstört worden, von mattem, rothbraunem Kupferoxydul bedeckt erscheint, aber durch das Streichen mit einem Messer sich metallisch glänzend und kupferroth darstellt. Das Kupferoxydul zeigt sich nicht selten an einzelnen Stellen in krystallinischen Theilen, und selbst in netten Krystall-Individuen von lebhaftem Glanze und dunkel coschenillrother Farbe, die wohl eine Grösse von $^1/_4$ Linie erreichen, und unter denen reguläre Oktaëder und Würfel erkannt wurden. Das krystallinische Kupferoxydul pflegt mehr in der Mitte der Fläche, als gegen den Rand derselben sich zu finden. Kupfergrün und Kupferlasur bilden gemeinschaftlich den äussersten, gemeiniglich ganz zusammenhängenden Überzug, der am Rande die grösste Stärke zu haben pflegt. Die merkwürdigste Erscheinung, welche die Umänderung jener kupferhaltigen Silbermünzen zeigt, ist unstreitig die: dass nicht bloss die Oberfläche von Substanzen bekleidet ist, die aus einer Zersetzung der Legierung hervorgiengen; sondern dass sich dieselben auch im Innern der Münzen finden. Wo dieses der Fall ist, lösen sich zarte Scheiben von einander ab, die in der Mitte wie ausgefressen und hier von einer Haut von Kupferroth überzogen und mit Krystallen dieser Substanz besetzt erscheinen, am Rande aber gemeiniglich das Gepräge auf solche Weise erkennen lassen, dass es auf der einen Fläche erhaben, auf der anderen dagegen vertieft sich darstellt. Auch kohlensaures Kupfer befindet sich zuweilen zwischen den einzelnen, abgesonderten Blättern, besonders in der Nähe des Randes. Das Silber hat auf den von einander abgelösten Flächen, unter der Loupe betrachtet, ein fein geschupptes Ansehen und ist, eben so wie an der Oberfläche der Münzen, theils wenig glänzend, theils nur schimmernd.

Diese Erscheinungen liefern ein ausgezeichnetes Beispiel einer sehr complicirten Wirkung von Molekularbewegungen bei rigidem Aggregatzustande; denn diese waren nicht allein bei der Bildung verschiedener Zersetzungsproducte, von welchen ein Theil Krystalle bildete, thätig; sondern beinahe noch auffallender zeigt sich ihre Action durch die Aufhebung des Zusammenhanges, durch die Bildung von Absonderungen in der früher dichten Metallmasse.

Jene unzweideutige Entstehung von Kupferoxydul aus kupferhaltigen Kunstproducten macht es zugleich um so wahrscheinlicher, dass wenigstens ein bedeutender Theil des in der Natur sich findenden Kupferrothes, aus gediegenem Kupfer hervorgegangen ist, welches nicht selten in der Umgebung des ersteren gefunden wird. Besonders lehrreiche Beobachtungen hierüber hat Gustav Rose mitgetheilt[1]), der dadurch zu derselben Annahme gelangt ist, zu welcher meine eigenen Beobachtungen an Kunst- wie an Naturproducten geführt haben: dass aus dem Kupfer zunächst durch Oxydation Kupferroth hervorgeht, welches später erst in kohlensaures Kupfer umgewandelt wird. Ein Beispiel von einer ganz neuen Entstehung von Kupferroth aus gediegenem Kupfer bietet der Rammelsberg bei Goslar dar, wo in dem sogenannten Alten Manne Kupfer aus Kupfervitriol enthaltendem Wasser durch Eisen, welches zufällig damit in Berührung kommt, oder auch durch den reducirenden Einfluss von Holz, ausgeschieden wird, welches sich später zuweilen mit den nettesten Krystallen von Kupferroth bekleidet.

§. 17.

Umwandlung von Bleiglanz in Bleivitriol.

Die Umwandlung von *Bleiglanz* in *Bleivitriol* liefert ein ausgezeichnetes Beispiel von Formveränderungen, die durch Molekularbewegungen in rigiden Körpern im Gefolge der Aufnahme von *Sauerstoff* bewirkt werden. In dem Bleiglanz sind Blei und Schwefel in einem solchen stöchiometrischen Verhältnisse verbunden, dass aus der Umänderung des Bleies in Bleioxyd und des Schwefels in Schwefelsäure, das Mischungsverhältniss des Bleivitrioles hervorgeht. Dass unter diesen Umständen die durch Aneignung von Sauerstoff aus der Luft oder aus dem Wasser veranlasste Bildung des Bleivitrioles zuweilen mit Beibehaltung der Form des Bleiglanzes erfolgt, kann nicht auffallen. Die Erzeugung des Bleivitrioles aus Bleiglanz gehet zuweilen rasch vor sich, wenn höhere Temperatur dieselbe begünstigt. Dieses kommt bei dem Bleiglanze vor, der sich als Ofenbruch in Schmelzöfen ansetzt, wie solches bei der Zugutemachung des Bleiglanzes auf den Hütten am Harz nicht selten der Fall

1) Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere von Gustav Rose. I. S. 272.

ist. Ich verdanke der Güte des Herrn Hüttenraiters Knocke ausgezeichnete Stücke von Ofenbrüchen der Lautenthaler Hütte, an welchen die würfelförmigen Bleiglanzkrystalle mehr und weniger in Bleivitriol umgewandelt worden. Die kubische Form zeigt sich im Ganzen unverändert; nur erscheinen die Flächen aufgetrieben, Kanten und Ecken etwas gerundet, woran eine Bewegung der kleinsten Theile sich deutlich zu erkennen giebt. Weniger auffallend pflegt diese sich da kund zu geben, wo, wie auf den natürlichen Bleiglanzlagerstätten, die Umwandlung des Schwefelbleies in schwefelsaures Bleioxyd langsam von Statten gehet. Doch ist die Wirkung der Molekularbewegungen auch hier an der gänzlichen Umänderung der Structur zu erkennen, indem aus dem ausgezeichnet blätterigen Körper mit kubischer Spaltbarkeit, eine dichte Masse mit sehr unvollkommenen Blätterdurchgängen von ganz veränderter Lage, und vorherrschendem muscheligem, zuweilen dem Unebenen hingeneigten Bruche, geworden ist. Selten hat sich an dem Bleivitriole, der auf den Bleiglanzlagerstätten angetroffen wird, die Krystallform des Bleiglanzes erhalten [1]). Zuweilen verrathen sich seine Blätterdurchgänge durch ihnen entsprechende Risse im Bleivitriol [2]). Sehr oft giebt die Art und Weise wie dieses Salz auf den Lagerstätten des Bleiglanzes vorkommt, wie es mit demselben verwachsen ist und ihn umgiebt, die Überzeugung, dass es ohne Aufhebung der Rigidität da entstanden ist, wo es sich findet. Freilich ist nicht selten das Vorkommen des Bleivitrioles und zumal seiner Krystalle, von der Art, dass man die Bildung aus einer Auflösung annehmen muss. Dieses ist da der Fall, wo die Krystalle des Bleivitrioles in Höhlungen des Bleiglanzes, oder in früher von Bleiglanz oder von einem anderen Minerale ausgefüllten Räumen des begleitenden Gesteins, aufgewachsen sich finden. Da der Bleivitriol in Wasser etwas auflöslich ist, so wird man annehmen dürfen, dass er nach seiner Entstehung allmählig von Wasser aufgenommen wurde, und später, bald in grösserer, bald in geringerer Entfernung von der Stelle seines Ursprunges, sich daraus wieder abgesetzt hat. Die bei dem Vitriolesciren von

1) Die Pseudomorphosen des Mineralreichs, von Blum. S. 32.

2) Haidinger, über die Veränderungen, welche Mineralien mit Beibehaltung ihrer äusseren Form erleiden, in Poggendorff's Annalen. XI. S. 367.

Schwefel- und Wasserkies entstehende freie Schwefelsäure, mag auch zuweilen wohl zur Bildung von Bleivitriol Veranlassung geben. Auf mehreren Bleiglanz führenden Gängen des Harzes, zumal auf einigen Gruben des Zellerfelder Hauptzuges und bei Tanne, so wie auch auf der Grube Kulenberg unweit Müsen im Siegenschen, hat man Gelegenheit beide Arten der Bildung des Bleivitrioles zu verfolgen. Besonders lehrreich ist in dieser Beziehung ausserdem das Vorkommen des Bleivitrioles auf den Lagerstätten des Bleiglanzes zu Leadhills in Schottland [1]).

§. 18.

Bildung von Chlor- und Bromsilber.

Weit seltener als Sauerstoff geben *Chlor* und *Brom* Veranlassung, dass in starren Körpern Molekularbewegungen vorgehen, wodurch die Form derselben eine Umänderung erleidet. Herr Finanzrath Brüel zu Hannover hat an Griechischen und Römischen Münzen die merkwürdige Auffindung eines Gehaltes von *Chlor-* und *Bromsilber* gemacht, wobei zugleich das Innere der Münzen auffallend verändert worden [2]). An Griechischen Münzen von Neapolis, Hyela, Heraclea, war der Bruch blätterig-körnig, mit einer Anlage zur schieferigen Absonderung. Eine Münze von Heraclea zerbrach leicht und glänzte, wie eine andere von Hyela, auf dem Bruche mehr seidenartig als metallisch. An den untersuchten Römischen Münzen, die ebenfalls sehr zerbrechlich waren, zeigte sich schieferige Absonderung und ein körniger, wenig glänzender Bruch der einzelnen Schiefer, deren Oberfläche mehr Perlmutter- als Metallglanz besass. Herr Finanzrath Brüel überzeugte sich davon, dass nicht bloss die Oberfläche der Münzen Chlor und Brom enthielten, sondern dass diese Stoffe auch in das Innere eingedrungen waren. Von der Hyela

---

1) Vergl. Observations on the Formation of the various Lead-Spars, by Mr. James Braid, i. d. Memoirs of the Wernerian natural history Society. IV. p. 508. Haidinger, a. a. O.

2) Untersuchungen über die chemische Zusammensetzung alter Münzen und über Umänderungen, welche die Bestandtheile und der Aggregatzustand von Münzen erleiden. Von W. Brüel. In den Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. V. S. 186 ff.

war das Chlorsilber durch Behandlung mit Ammoniac so gut abgelöst, dass sie auf ihrer ganzen Oberfläche silberweiss erschien; sie war nun matt glänzend und sah aus, als wäre sie mit einer unendlichen Menge mikroskopischer Krystalle bedeckt. Sie hatte 10 Procent am Gewichte abgenommen, aber dieses $^1/_{10}$ bestand nicht allein in Chlorsilber und Bromsilber, sondern auch in Zinnoxyd und metallischem Silber, letzteres in der Form von deutlich erkennbaren Oktaëdern, welche durch das Ammoniac ihres Bindemittels beraubt waren. Bei dem Auflösen der, von der Chlorsilberhülle befreieten Hyela in Salpetersäure, sonderten sich noch gegen 3 Procent Chlor- und Bromsilber aus. Dass Chlor und Brom von Aussen eindrangen, und dass die Umwandlung des Aggregatzustandes der Münzen eine Folge von der in ihnen vorgegangenen Mischungsveränderung war, kann wohl nicht bezweifelt werden. Auch tritt die Wirkung von Molekularbewegungen hier eben so auffallend hervor, als bei der oben beschriebenen Umänderung, welche die zu Göttingen gefundenen Münzen erlitten hatten. Durch jene Bildung von Chlor- und Bromsilber wird zugleich ein Licht geworfen auf die Erzeugung dieser Verbindungen auf Erzgängen, auf welchen sie in oberen Teufen vorzukommen pflegen, und wohl ohne Zweifel aus gediegenem Silber entstehen [1]).

§. 19.

Umwandlung von Silber in Silberglanz.

Wie der Wasserstoff zuweilen den Schwefel aus Sulfuriden entführt, so kann er anderer Seits auch das Mittel seyn, wodurch anderen Substanzen Schwefel zugeführt wird. Dieses ist namentlich bei dem *Silber* der Fall, welches dadurch, dass Schwefelwasserstoff damit in Berührung kommt, in *Schwefelsilber* umgewandelt wird. Eine kurze Berührung, wodurch nur eine zarte Haut von Schwefelsilber gebildet wird, bewirkt das Anlaufen des Silbers mit Nobili'schen Farben. Durch länger andauernde Wirkung wird die Oberfläche schwarz; und durch noch längere Dauer derselben, dringt die Bildung

1) Vergl. u. a. Burkart, Aufenthalt und Reisen in Mexico. II. S. 64. 88. Duport, de la production des métaux précieux au Mexique. Ch. 1. Götting. gel. Anz. 1845. S. 1443. Domeyko, i. d. Ann. des mines. 3. S. XXIII. 59 ff. Mein Handbuch der Mineralogie. 2. A. II. 1472.

von Schwefelsilber allmählig tiefer ein. Der Aggregatzustand des Silbers erleidet durch die Verbindung mit dem Schwefel eine gänzliche Umwandlung, indem der hakige Bruch bald in den unebenen oder muscheligen des dichten Silberglanzes, bald in die lockere, erdige Masse der Silberschwärze verwandelt wird. Die zugleich vorgehende Umänderung der Dichtigkeit entspricht nicht ganz dem aus dem Quantitätsverhältnisse der Bestandtheile und ihren specifischen Gewichten berechneten Mittel. Wird das eigenthümliche Gewicht des Silbers zu 10,5 und das des Schwefels zu 2 angenommen, so ergiebt sich, da das Schwefelsilber eine Verbindung von 87,04 Silber und 12,96 Schwefel ist, das specifische Gewicht desselben zu 6,77, wogegen das eigenthümliche Gewicht des natürlichen Silberglanzes 7,196 ist. Durch die Einwirkung von Schwefelwasserstoff auf gediegenes Silber ist ohne Zweifel ein bedeutender Theil des Silberglanzes auf Erzgängen hervorgegangen, wofür die Art, wie der erstere das letztere oft umgiebt und bekleidet, spricht. Die lockere Silberschwärze scheint besonders aus Haarsilber zu entstehen, welches, wie u. a. auf den oberen Bauen der Grube Katharina Neufang zu St. Andreasberg, zuweilen in der Umgebung des erdigen Silberglanzes angetroffen wird.

§. 20.

Cämentation des Kupfers mit Schwefel.

Zu den Processen welche oft zur Beobachtung von Formveränderungen Gelegenheit geben, welche durch Molekularbewegungen in starren Körpern bewirkt werden, gehört das *Cämentiren.* Es verdienen in dieser Hinsicht die Bereitung von *Halb-Schwefelkupfer* durch Cämentation, die Fabrication des *Cämentstahls*, die Darstellung von Legirungen des *Kupfers* mit *Zink* durch Cämentation, eine nähere Betrachtung.

Die Cämentirung des *Kupfers* mit *Schwefel* wird für die Bereitung von *Kupfervitriol* (sog. *Cyprischen* Vitriol) angewandt, wie es u. a. zu Fahlun in Schweden geschieht, wo ich i. J. 1807 Gelegenheit hatte, den Process genauer kennen zu lernen [1]). Auf Kupferblech, welches in einem angemessenen Glühofen in Rothglühhitze versetzt worden, wird Schwefel gestreuet, dessen Dämpfe in

1) S. meine Reise durch Skandinavien. V. 170.

wenigen Minuten in das Kupfer eindringen, und dasselbe in Halb-Schwefelkupfer verwandeln. Es findet hierbei durchschnittlich ein Zuwachs von 20 Procent statt, welches mit dem Schwefelgehalte des natürlichen *Kupferglanzes* übereinstimmt, welchem auch das Äussere des cämentirten Kupfers vollkommen gleicht. Der hakige Bruch des Kupfers erscheint in eine schuppig-körnige Structur umgewandelt, und dabei hat sich eine krystallinisch-stängliche Absonderung gebildet, mit einer rechtwinkeligen Stellung der Stängel gegen die Oberfläche der Bleche. Es zeigt sich dabei oft eine ähnliche Erscheinung, als bei der oben beschriebenen Umwandelung des amorphen Zuckers in krystallinischen, dass nehmlich in den Blechen eine Absonderung sich bildet, wodurch sie in zwei Lagen getheilt werden, und ein Raum zwischen denselben entsteht, welcher die krystallinische Ausbildung der Stängel an den Enden begünstigt. Die Dichtigkeit der Verbindung von Kupfer und Schwefel ist grösser, als das berechnete Mittel dasselbe ergiebt. Wird das specifische Gewicht des Kupfers zu 8,9, das des Schwefels zu 2 angenommen, so ergiebt sich, da das Halb-Schwefelkupfer eine Verbindung von 79,73 Kupfer mit 20,27 Schwefel ist, das specifische Gewicht desselben zu 5,236, wogegen der natürliche krystallisirte Kupferglanz ein eigenthümliches Gewicht von 5,76, das künstlich dargestellte Halb-Schwefelkupfer nach Karsten sogar ein specifisches Gewicht von 5,9775 besitzt.

§. 21.

Umwandlung von Eisen in Cämentstahl.

Wird *Stabeisen* durch Glühen in einem verschlossenen Raume mit kohligen Substanzen in *Stahl* verwandelt, wodurch seine physikalischen Eigenschaften eine auffallende Veränderung erleiden, so geht auch mit seiner Form eine Umänderung vor, woran eine Bewegung der kleinsten Theile, ohne dass der rigide Aggregatzustand aufgehoben wurde, zu erkennen ist. Die feinkörnige oder fadige Textur welche das Eisen besass, wird in eine schuppige verwandelt. Krystallinische Blättchen, die oft einen Durchmesser von einer Linie und darüber haben, durchkreuzen einander nach den verschiedensten Richtungen [1]). Mit diesem Übergange der Structur des Stabeisens in ein

1) Vergl. meine Reise durch Skandinavien. IV. S. 234.

mehr krystallinisches Gefüge, ist eine Volumenvergrösserung verbunden, die sich in einer Auftreibung der äusseren Flächen der Stäbe, nach Reaumur's Beobachtung, auch in einer Verlängerung derselben, zu erkennen giebt. Das specifische Gewicht zeigt sich vermindert. Rinman fand das eigenthümliche Gewicht von weichem, zur Cämentstahlfabrication bestimmten Eisen 7,698 und das des daraus gebrannten Stahls 7,255 [1]). Lewis bestimmte das eigenthümliche Gewicht einer zur Stahlfabrication angewandten Stabeisensorte zu 7,795, und das specifische Gewicht des daraus gebrannten Stahls zu 7,618 [2]). Ich untersuchte das eigenthümliche Gewicht des Stabeisens, welches zu Åkerby in Schweden i. J. 1807 zur Cämentstahlfabrication verwandt wurde, so wie das specifische Gewicht des daraus dargestellten rohen, noch nicht ausgereckten [3]) Cämentstahls, und fand das erstere im Mittel von mehreren Wägungen 7,7604 und das letztere 7,7118.

§. 22.

Cämentation des Kupfers mit Zink.

Der unächte, oder sogenannte Lyoner Golddrath wird durch eine Cämentation von *Kupfer* mit *Zink* bereitet, indem man die Dämpfe des letzteren in glühende Kupferstangen eindringen lässt. Auch bei der Fabrication des Messings nach dem älteren Verfahren mit Galmei, erfolgt zuerst eine Cämentation des glühenden Kupfers mit Zinkdämpfen, worauf dann die cämentirte Masse in Fluss kommt. Durch diese Cämentation des *Kupfers* mit *Zink* erleidet die Structur des ersteren eine auffallende Veränderung, indem der hakige Bruch des *Rothkupfers*, in das krystallinisch-feinkörnige Gefüge des *Gelbkupfers* sich verwandelt. Das Innere desselben stellt sich, unter der Loupe betrachtet, als eine Zusammenhäufung sehr kleiner Krystalle dar, die hin und wieder

---

1) Geschichte des Eisens. Übers. von Karsten. I. S. 223.

2) Karsten's Handbuch der Eisenhüttenkunde. 3. Ausg. I. S. 184. 185.

3) Der Cämentstahl nimmt durch das Schmieden eine grössere Dichtigkeit an, indem er dadurch sogar specifisch schwerer wird, als das Stabeisen, woraus er gebrannt worden. Rinman fand das eigenthümliche Gewicht des ausgereckten Cämentstahls 7,767, wogegen das Materialeisen das angegebene specifische Gewicht von 7,698 hatte. (Geschichte des Eisens. Übers. v. Karsten. I. S. 223.)

spiegelnde Flächen zeigen, und reguläre Oktaëder zu seyn scheinen. Dafür spricht auch die Art der gestrickten Bildung, welche das Innere des sog. *Arco* oder der *Mengepresse* zeigt, worunter eine einmal geschmolzene, zum Zusatz bei der Messingfabrication dienende Verbindung von Kupfer und Zink verstanden wird. In Beziehung auf die Veränderung der Dichtigkeit, welche durch die bei der Entstehung des Gelbkupfers eingetretenen Molekularbewegungen bewirkt worden, verdient bemerkt zu werden, dass das specifische Gewicht der Legirungen von Kupfer und Zink im Allgemeinen grösser ist, als das nach dem eigenthümlichen Gewichte und dem Mengenverhältnisse der Bestandtheile berechnete Mittel. Es steigt mit dem Kupfergehalte, und kommt zuweilen dem specifischen Gewichte des Kupfers nahe [1]).

§. 23.

Umwandlung von Karstenit in Gyps.

Zu den Erscheinungen welche nicht bloss im Kleinen, sondern auch nach dem grössten Maassstabe die Wirkung von Molekularbewegungen in starren Körpern erkennen lassen, gehört die Umwandlung des *Karstenites (Anhydrites)* in *Gyps* durch Anziehung von *Wasser*. Über diesen interessanten, und besonders auch in geologischer Hinsicht wichtigen Gegenstand, habe ich bereits früher der Königlichen Societät der Wissenschaften meine Untersuchungen mitgetheilt [2]), daher ich mich hier um so mehr auf wenige ihn betreffende Bemerkungen beschränke, da über jene Metamorphose auch schon von Anderen, namentlich von Cordier, Hassenfratz, Hauy, Haidinger, Johann von Charpentier, Rengger, von Dechen, von Alberti, Blum, Beobachtungen bekannt gemacht worden. Indem der Karstenit Wasser aus der Atmosphäre sich aneignet, erleidet nicht allein seine Masse eine bedeutende Volumenvergrösserung, sondern es verändert sich auch die gegenseitige Lage der kleinsten Theile. Die Volumenvergrösserung giebt sich in dem Aufschwellen, dem Rissigwerden, dem Aufbersten der Masse, in der

1) Vergl. Karsten's System der Metallurgie. IV. S. 488. Karmarsch, in Prechtl's technologischer Enzyklopädie. IX. S. 576.

2) Bemerkungen über Gyps und Karstenit, i. d. Abhandlungen der Königl. Gesellschaft der Wissenschaften zu Göttingen. III. Phys. Classe. S. 55.

Entstehung von schaaligen Absonderungen zu erkennen. Ganze Felsen-, ja ganze Gebirgsmassen, welche ursprünglich aus Karstenit bestanden, werden allmählig mehr und weniger in Gyps umgewandelt, der dann zerrissen, zerklüftet, oft ganz zerrüttet erscheint, zuweilen aber auch regelmässigere Absonderungen erhält, die sich bald als Schaalen darstellen, welche einzelne Kerne von Karstenit umschliessen, bald dem Ganzen das Ansehen einer geschichteten Masse geben. Was die zugleich erfolgende Veränderung der gegenseitigen Lage der kleinsten Theile betrifft, so zeigt sich diese entweder darin, dass die blätterige, strahlige, schuppige Textur des Karstenites verschwindet, indem ein splitteriger, oder unebener Bruch an die Stelle tritt, der wohl bis in das völlig Erdige übergeht, oder in der Entstehung einer krystallinischen Masse, ja selbst vollständiger Krystalle von Gyps, aus einer krystallinischen oder dichten Karstenitmasse. Zuweilen geht aus der Metamorphose Gypsspath in blätterigen Massen von bedeutendem Umfange hervor. Wird späthiger Karstenit in einen weniger krystallinischen Gyps umgewandelt, so erhalten sich in diesem zuweilen die rechtwinkeligen Absonderungen, welche in jenem den Blätterdurchgängen entsprachen.

Am Entschiedensten habe ich mich von der Umwandlung des Karstenites in Gyps und von der dabei vorgehenden Bewegung der kleinsten Theile im starren Zustande, durch einen Versuch überzeugen können, indem ich fein pulverisirten Karstenit unter einer Glasglocke mit feuchter Luft in Berührung brachte. Nach einem Jahre hatte das Karstenitpulver 10,07 Procent Wasser aufgenommen, und die ursprünglich völlig lockere Masse war so zusammengebacken, dass sie sich im Zusammenhange bewegen liess. Unter der Loupe betrachtet, zeigte sie sich mit unzähligen kleinen Gypskrystallen bekleidet [1]).

Haidinger beobachtete das Vorkommen von Gypskrystallen in Rissen des aus Karstenit entstandenen Gypses von Ausee in Steyermark [2]). Wenn man frei liegende Flächen des Karstenites, die mit der Atmosphäre lange in Berührung waren, oder auch Kluftflächen desselben genau untersucht, so findet man gewöhnlich, dass sie sich sandig anfühlen lassen, und betrachtet man sie

1) Bemerkungen über Gyps und Karstenit. A. a. O. S. 91.

2) A. a. O. S. 178.

unter der Loupe, so erkennt man, dass sie mit unendlich vielen Gypskrystallen von der Form, welche Hauy Chaux sulfatée trapézienne genannt hat, bekleidet sind [1]), welche Erscheinung auch bereits von Dufrénoy bemerkt worden [2]). Bei diesem Vorkommen kann es indessen zweifelhaft seyn, ob die Gypskrystalle dadurch gebildet wurden, dass der Karstenit Feuchtigkeit aus der Atmosphäre aufnahm, oder ob sie sich aus einer Auflösung von schwefelsaurer Kalkerde in tropfbar flüssigem Wasser, welches mit dem Karstenite in Berührung kam, ausgeschieden haben. Die letztere Art der Entstehung ist unstreitig bei einem grossen Theile der Gypskrystalle anzunehmen, welche sich nicht selten auf Klüften und in Höhlungen der aus Karstenit entstandenen Gypsmassen von verschiedenster Grösse zeigen.

§. 24.

Rosten des Eisens.

Von allen Verbindungen die das Eisen eingehet, kommt keine in der Natur so häufig vor, und entsteht auf so mannichfaltige Weise, als die, in welcher das Eisenoxyd mit Wasser vereinigt ist; und bei manchen Arten der Entstehung des Eisenoxydhydrates zeigen sich Molekularbewegungen ohne Aufhebung des starren Aggregatzustandes. Das Eisenoxydhydrat ist von ausserordentlicher Wirksamkeit in der Natur; und einen nicht unbedeutenden Antheil an derselben hat gerade die durch seine Bildung veranlasste Bewegung der kleinsten Theile, welche sich oft in einer Volumenvergrösserung zu erkennen giebt, wodurch andere Körper, die mit dem entstehenden Eisenoxydhydrate in Berührung kommen, bald auseinander getrieben, bald in feste Verbindung gebracht werden. Die Bildung des Eisenoxydhydrates gehört zu den Vorgängen, welche vorzüglich zur Zerstörung der festen Felsenmassen und eben dadurch zur Bildung des lockeren Bodens beitragen; aber eben sowohl gehört das Eisenoxydhydrat zu den allgemeinsten Cämenten, deren sich die Natur zur festen Verkittung lockerer Massen bedient. Hier ist zunächst nur von der Bildung des Eisenoxydhydrates durch das Rosten des metallischen Eisens die Rede; von den Entstehungsarten desselben durch Zersetzung des

1) Bemerkungen über Gyps und Karstenit. A. a. O. S. 90.
2) Traité de Minéralogie. II. p. 285.

Schwefeleisens, des kohlensauren Eisenoxyduls, mancher Silicate u. s. w. wird erst bei späterer Gelegenheit gehandelt werden. Und jene Art der Erzeugung des Eisenoxydhydrates gehört auch nur zum Theil zu den Gegenständen dieser Betrachtungen.

Indem das Eisen rostet, geht das eigenthümliche Gefüge desselben gänzlich verloren. Nur von der Structur des sehnigen Stabeisens erhalten sich zuweilen Andeutungen in derselben entsprechenden dünnstänglichen Absonderungen der in Rost umgewandelten Masse. Diese erscheint am Häufigsten als ein ochriger Körper, von mehr und weniger lockerer Beschaffenheit, mit einem erdigen, matten Bruch; zuweilen vereinigen sich aber auch die Theile mehr zu einer dichten Masse von festerem Zusammenhalt, mit unebenem oder muscheligem Bruche, der wohl einigen Schimmer oder Glanz besitzt. Schreitet die Umwandlung von Aussen nach Innen gleichmässig fort, so behalten die Stücke mehr und weniger die ursprüngliche äussere Gestalt. Dabei giebt sich aber die Volumenvergrösserung auf verschiedene Weise zu erkennen. Sie zeigt sich in dem mehr und weniger starken Anschwellen der rostenden Eisenmasse. Im Zusammenhange damit stehet die gewöhnliche Bildung von schaaligen, der Oberfläche entsprechenden Absonderungen. Ausserdem berstet durch die Ausdehnung der Masse dieselbe zuweilen mehr und weniger auf, wie man solches z. B. an gusseisernen Kanonenkugeln sieht, die durch langes Liegen im feuchten Boden in Eisenoxydhydrat umgewandelt worden. Auf eine besonders auffallende Weise offenbart sich zuweilen die mit der Bildung des Eisenoxydhydrates verbundene Bewegung der kleinsten Theile nach Aussen, bei dem Rosten von eisernen Klammern oder Zapfen, welche in Quadersteine oder andere Werkstücke eingelassen sind, die dadurch zuweilen zersprengt werden. Die Differenz zwischen dem specifischen Gewichte des Eisens und des Eisenoxydhydrates ist bedeutend, aber etwas verschieden, sowohl nach dem abweichenden eigenthümlichen Gewichte des Eisens, als auch nach den verschiedenen Modificationen des Eisenoxydhydrates, indem durch das Rosten nicht allein verschiedene Verbindungen von Eisenoxyd und Wasser entstehen, sondern auch der Aggregatzustand des Rostes ein bald dichterer bald lockerer ist. Man kann annehmen, dass die Differenzen der eigenthümlichen Gewichte etwa zwischen 3 und 5 schwanken.

Nicht alle Erscheinungen, welche das Rosten des Eisens begleiten, sind von Molekularbewegungen abzuleiten, die ohne Aufhebung des starren Aggregatzustandes vorgehen. Das aus dem Eisen entstandene Eisenoxydhydrat zeigt nicht immer die Form, welche das erstere besass. An Stäben von geschmeidigem Eisen, wie an Kugeln und anderen Gussstücken, bilden sich hin und wieder Auswüchse, und oft erfolgt die Volumenvergrösserung so ungleich, dass die ursprüngliche Gestalt ganz zerstört wird. Besonders auffallend sind die knollenförmigen Ansätze von Eisenoxydhydrat im Innern eiserner Wasserröhren, wodurch diese oft ganz verstopft werden. Überhaupt wird nicht selten das Eisenoxydhydrat in bald geringerer bald grösserer Entfernung von seinem Ursprunge gefunden. Diese Erscheinungen werden gewöhnlich durch kohlensäurehaltiges Wasser herbeigeführt, welches, eben so wie die Kohlensäure der Luft, bei dem Rosten des Eisens sich besonders thätig zeigt. Es bildet sich kohlensaures Eisenoxydul, von welchem oft noch ein Theil mit dem Eisenoxydhydrate gemengt gefunden wird [1]). Kohlensäurehaltiges Wasser löst dasselbe auf, aus welchem es sich dann, nachdem es in Eisenoxydhydrat umgeändert worden, bald näher, bald entfernter absetzt. Die Fortführung des kohlensauren Eisenoxyduls wird besonders auffallend bei grauem, graphithaltigem Roheisen wahrgenommen, welches eine lange Zeit unter Wasser oder im feuchten Boden gelegen hatte, wodurch dasselbe mehr und weniger in eine zum grossen Theil aus Graphit bestehende, weiche, lockere Masse umgewandelt worden, welche von Eisenoxydhydrat umgeben zu seyn pflegt. Es hat auf solche Weise gewissermaassen eine Auslaugung des im Roheisen gebildeten kohlensauren Eisenoxyduls durch kohlensäurehaltiges Wasser statt gefunden [2]). Diese Umänderung zeigt sich sehr ausgezeichnet

---

1) Der Rost ist nach Berzelius ein Gemenge von kohlensaurem Eisenoxydul und Eisenoxydhydrat (Lehrbuch der Chemie, 5te Aufl. II. 697); nach Karsten eine Verbindung von Eisenoxydhydrat und basischem kohlensauren Eisenoxyd (Eisenhüttenkunde, 3te Ausg. I. 366).

2) Über die Umänderung gusseiserner Kanonen aus einem in der Gegend von Carlscrona seit 50 Jahren versunkenen Schiffe, vergl. Berzelius a. a. O. II. S. 736. Bei mehreren anderen Gelegenheiten sind ähnliche Beobachtungen über die Umänderung von Roheisen, welches eine lange Zeit im Meerwasser gelegen

an in meinem Besitze befindlichen Kanonenkugeln, welche von der Belagerung der Stadt Göttingen durch Tilly im dreissigjährigen Kriege herrühren, und vor einer Reihe von Jahren im Grunde des ehemaligen Stadtgrabens, nach dessen Trockenlegung und Verwendung für den botanischen Garten, gefunden wurden. Wie sehr durch Wasser welches viele Kohlensäure enthält, die Bildung des Rostes beschleunigt wird, sieht man an der schnellen Zerstörung eiserner Röhren, durch welche ein solches Wasser sich bewegt. Ich hatte i. J. 1847 Gelegenheit mich davon an untauglich gewordenen eisernen Röhren aus dem tiefen Bohrloche des Gesundbrunnens *Oeynhausen* bei Neusalzwerk unweit Rehme in Westphalen zu überzeugen.

§. 25.

Vitriolesciren der Kiese.

Schwefel- und *Wasserkies* erleiden bekanntlich auf verschiedene Weise Zersetzungen [1]). Die gewöhnlichsten Arten derselben sind: die Umwandlung in Eisenoxydhydrat und die Bildung von schwefelsaurem Eisenoxydul oder Eisenvitriol. Ausserdem gehen auch verschiedene schwefelsaure Eisenoxydsalze aus der Zersetzung von Schwefel- und Wasserkies hervor [2]). Bei der Umwandlung in Eisenoxydhydrat entweicht der Schwefel und das Eisen verbindet sich dafür mit Sauerstoff und Wasser. Es findet mithin ein Austausch von Bestandtheilen statt; daher von den dabei vorgehenden Formveränderungen erst später gehandelt werden wird. Bei dem *Vitriolesciren* wird dagegen nur etwas aufgenommen, indem das Schwefeleisen Sauerstoff und Wasser sich aneignet. Da aber $\dot{Fe}\ddot{S} + 7\dot{H}$ aus FeS^2 hervorgehet, so verbindet sich nur ein Theil der sich bildenden Schwefelsäure mit dem Eisenoxydul, wogegen der andere als freie Schwefelsäure sich ausscheidet. Von der Entstehung der letzteren kann man sich leicht überzeugen, wenn das Vitriolesciren

---

hatte, gemacht worden, u. a. an Kanonenkugeln von Schiffen, welche i. J. 1692 bei Cap de la Hogue versenkt worden (Dingler's Polytechnisches Journal. LXIII. 464); an Kanonen, welche i. J. 1782 mit dem Royal George untersanken (Polyt. Journ. LX. 471).

1) Vergl. mein Handbuch der Mineralogie. 2te Ausg. II. S. 130.

2) Vergl. u. a. Scheerer, in Poggendorff's Annalen. XLIII. 188.

von Kiesen in einer Mineraliensammlung erfolgt, wo durch die entstehende Schwefelsäure Holz verkohlt, Pappkasten und Etiquetten zerfressen werden. Bewahrt man die Stücke in gläsernen Behältern auf, so sammelt sich in diesen die aus der feuchten Luft Wasser anziehende Schwefelsäure in tropfbar flüssiger Gestalt an [1]). Erfolgt das Vitriolesciren der Kiese auf ihren natürlichen Lagerstätten, so giebt sich die Bildung der Schwefelsäure theils durch die Angriffe, die sie auf Körper äussert, welche diesen nicht zu widerstehen vermögen, theils durch die neuen Verbindungen welche sie eingehet, zu erkennen. Am Häufigsten giebt das Vitriolesciren der Kiese zur Bildung von Gyps Veranlassung; nicht selten ist aber auch die Entstehung von Bittersalz, Alaun, oder eines anderen schwefelsauren Salzes, Folge davon. Bei jenem Zersetzungsprocesse ist nur die Erzeugung des Eisenvitriols von Molekularbewegungen begleitet, welche ohne Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes Formveränderungen bewirken; denn die mit Wasser sich verbindende Schwefelsäure

1) Die gleichzeitig mit der Entstehung des Eisenvitriols erfolgende Bildung von freier Schwefelsäure, scheint von Berzelius ganz übersehen worden zu seyn. Hätte er sie beachtet, so würde er schwerlich die Zersetzung des Wasserkieses von einem Gehalte desselben an Einfach-Schwefeleisen abgeleitet haben. Seine Ansicht war, dass dieses durch die Berührung mit dem elektronegativeren Zweifach-Schwefeleisen, zum Verwittern galvanisch disponirt werde. (Årsberättelser. 1821. 97. Annales de chim. et de phys. T. XIX. 440. Lehrbuch der Chemie. 5te Aufl. II. 725). Wenn ich nun gleich dieser Meinung nicht beipflichten kann, so machen doch die angegebenen Verhältnisse, unter welchen das Vitriolesciren erfolgt, auch mir es sehr wahrscheinlich, dass eine galvanische Action dabei im Spiele ist. Berzelius führte für seine Ansicht die unten weiter zu berührende Erscheinung an, dass in der von dem Vitriolesciren des Kieses übrig bleibenden, zerfallenen, aus FeS^2 bestehenden Masse, die Vitriolbildung aufhört. Aber die von ihm in dem Kiese angenommene Beimengung von FeS, wurde nicht durch Versuche nachgewiesen. Neuerlich hat nun die von dem Professor Dr. A. Vogel zu München, mit einem vitriolescirenden Wasserkiese aus dem Oxford-Thon bei Hannover vorgenommene Untersuchung gezeigt, dass keine Beimengung von FeS in demselben sich findet, wodurch zugleich die in meiner Mineralogie über jenen Zersetzungsprocess geäusserte Meinung, bestätigt worden (Sitzungsbericht der k. Bayerischen Akademie d. W. vom 21. Juni 1855. Daraus im N. Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. 1855. S. 676).

gehet in den tropfbar flüssigen Zustand über, und entfernt sich in diesem oft bald mehr bald weniger von dem Orte ihrer Entstehung. Wenn gleich zuweilen die von ihr veranlasste Bildung eines im rigiden Aggregatzustande erscheinenden Salzes in unmittelbarer Nähe des vitriolescirenden Kieses erfolgt, so wird man doch annehmen müssen, dass sie sich, wenn auch nur für kurze Zeit, in einem tropfbar flüssigen Zustande befand, in welchem sie sich mit dieser oder jener Base zu einem starren, gewöhnlich krystallinischen Körper vereinigte.

Für das Vitriolesciren der Kiese ist feuchte Luft nothwendige Bedingung. So lange Schwefel- und Wasserkies in einer Umgebung sich befinden, welche den Zutritt der feuchten Luft abhält, können sie sich unzersetzt erhalten. Werden sie aber mit feuchter Luft in Berührung gebracht, so beginnt das Vitriolesciren oft sehr bald, wie man solches an Kiesen beobachten kann, welche aus einem Thonlager zu Tage gefördert werden. Je feuchter die Luft ist, um so rascher gehet die Zersetzung von Statten; wovon man sich an den in Mineraliensammlungen aufbewahrten Kiesen leicht überzeugen kann. Das Vitriolesciren wird aber auch besonders dadurch befördert, dass Absonderungen und Risse das Eindringen der feuchten Luft in das Innere der Kiese gestatten. Aus diesem Grunde sind die strahligen Abänderungen dem Vitriolesciren mehr ausgesetzt als die dichten; darum widerstehen Krystallindividuen jener Zersetzung länger als krystallinisch-abgesonderte Massen; darum vitriolescirt der Wasserkies weit häufiger als der Schwefelkies [1]). Ganz anders verhält es sich mit der Umwandlung der Kiese in Eisenoxydhydrat. Diese kommt bei dem Schwefelkiese am Häufigsten vor, und zeigt sich an Krystallindividuen eben so wohl als an derben Massen. Die Bildung des Eisenoxydhydrates beginnt in der Regel an der Oberfläche, und schreitet allmälig von Aussen nach Innen fort; wogegen das Vitriolesciren gewöhnlich von den

---

1) Vergl. meine Ahhandlung de Pyrite gilvo, hepatico ac radiato auctor. in Comment. Societ. Reg. scient. Gotting. recent. III. 31. In dem Mangel von Absonderungen liegt der Grund, wie schon hier von mir gezeigt worden, dass Krystalle von Schwefel- und Wasserkies weniger vitriolesciren, als derbe Kiesmassen, und nicht, wie Berzelius meinte, in dem Mangel von beigemengtem Einfach-Schwefeleisen.

Absonderungen und Rissen ausgehet. Der im Innern entstehende Vitriol, der einen sehr viel grösseren Raum in Anspruch nimmt, als die Absonderungen und Risse ihm darbieten, tritt aus denselben hervor; und je weiter seine Bildung fortschreitet, um so mehr wird das früher Entstandene von dem später Gebildeten hinausgedrängt. Auf solche Weise entstehen Efflorescenzen, die sich in gekrümmten und gewundenen Gestalten, mit krystallinisch-stänglicher oder fasriger Absonderung, selten in individualisirten Krystallen, über die Oberfläche erheben. Bei längerer Dauer des Vitriolescirens reicht dieses Hinausdrängen des früher Gebildeten nicht hin, dem Nacherzeugten den nöthigen Raum zu gewähren; es macht sich nun auch ein im Innern wirkender Druck gegen die beschränkenden Flächen bemerklich. Absonderungen und Risse öffnen sich, und allmählig werden die zuvor fest verbundenen Theile so weit auseinander getrieben, dass der Zusammenhang aufgehoben erscheint. Die Zerstörung endet mit einem gänzlichen Zerfallen der Masse. Solche lockere, zerreibliche Reste von Schwefel- oder Wasserkies trifft man zuweilen in Thonlagern von Gypskrystallen umgeben an, welche die Art ihrer Entstehung andeuten. Die Eisenvitriol-Bildung schreitet an dem völlig zerfallenen Kiese nicht weiter fort, wiewohl zuweilen noch basisches schwefelsaures Eisenoxyd daraus hervorgehet. Das Aufhören des früheren Zersetzungs-Processes lässt es um so mehr erkennen, dass durch Absonderungsräume und Risse in einer übrigens zusammenhängenden Kiesmasse, in welche feuchte Luft einzudringen vermag, das Vitriolesciren besonders begünstigt wird.

Die durch das Vitriolesciren hervorgerufenen Molekularbewegungen kommen durch die Bildung des Eisenvitriols gewöhnlich nur auf kurze Zeit zu Ruhe; denn durch höhere Oxydation des Eisens entsteht aus dem schwefelsauren Eisenoxydul bald früher bald später, basisches schwefelsaures Eisenoxyd, namentlich *Misy*, welches entweder ein Aggregat kleiner Krystalle, oder eine mehlige Masse darstellt, und dessen Bildung ebenfalls ohne Aufhebung des rigiden Zustandes erfolgt. Auch ohne vorhergegangene Umwandlung in Eisenvitriol gehet dieses Salz zuweilen aus der Zersetzung des Schwefel- und Wasserkieses hervor [1]).

1) Vergl. mein Handbuch der Mineralogie. 2te Ausg. II. 1204.

§. 26.

Umwandlung von Blei in Bleiweiss.

Die Verbindungen welche entstehen, wenn Metalle ausser dem Sauerstoffe auch Kohlensäure sich aneignen, sind in manchen Fällen von Formveränderungen begleitet, die durch Molekularbewegungen bewirkt werden, welche ohne Aufhebung des starren Aggregatzustandes erfolgen. Bei jenen Verbindungen sind oft Luft und Wasser gemeinschaftlich thätig, und das letztere gehet selbst wohl mit in die neue Substanz über. Zu den ausgezeichnetsten Beispielen solcher Vorgänge gehören die Bildung von *Bleiweiss*, und die Entstehung von *Malachit (Kupfergrün)* und *Kupferlasur*.

Das *Bleiweiss*, welches eine Verbindung von kohlensaurem Bleioxyd mit Bleioxydhydrat in verschiedenem Verhältnisse ist, bildet sich langsam durch Einwirkung der Atmosphäre auf metallisches Blei, wie man solches an den mit Bleiplatten gedeckten Dächern sieht, die sich allmählig mit einem weissen, in Bleiweiss bestehenden Überzuge bekleiden [1]). Es entsteht zuerst eine dünne Haut von Bleisuboxyd, welches dem Bleie anfangs eine graublaue, später eine schwärzliche Farbe ertheilt, und allmählig in eine Verbindung von Bleioxydhydrat und kohlensaurem Bleioxyd sich umwandelt. Ist das Blei eine lange Zeit mit der Atmosphäre oder mit dem feuchten Boden in Berührung, so bekommt die aus Bleiweiss bestehende Decke eine messbare Stärke. Sie nimmt einen grösseren Raum ein, als das Blei einnahm, und aus demselben wird eine lockere Masse, in welcher der hakige Bruch des Metalles in einen erdigen umgewandelt erscheint. Ich besitze antike Ziegelsteine von Athen, mit kegelförmigen, aus den Steinen hervorragenden, bleiernen Zapfen, die vermuthlich zur Befestigung irgend eines architektonischen Gegenstandes dienten, woran das Metall von einer starken Rinde von Bleiweiss überzogen ist, dessen unebene Fläche hin und wieder schwammförmige Erhöhungen hat. Unmittelbar unter der weissen, matten Kruste, in welcher durch Versuche kohlensaures Bleioxyd und Bleioxydhydrat nachgewiesen wurden, hat das Blei einen schwärzlichen Überzug von Bleisuboxyd. An einigen Stücken sind nur

---

1) Vergl. meine Kleinigkeiten in bunter Reihe. I. S. 262.

noch die mit einem Überzuge von Bleiweiss ausgekleideten konischen Löcher erhalten, in welchen die Zapfen sich befanden [1]).

Bei der künstlichen Bereitung des Bleiweisses nach dem älteren Verfahren, bei welchem man Bleiplatten in bedeckten Gefässen der Einwirkung von Essigdämpfen, Luft und Kohlensäure aussetzt, gehet die Umwandlung des Bleies in Bleiweiss rasch von Statten. Da solche von Aussen nach Innen fortschreitet, so erhält sich zwar im Ganzen die Form der gewöhnlich aufgerollten Bleiplatten; indem aber das sich bildende Bleiweiss aufschwillt, entstehen zugleich in seiner erdigen Masse schaalige Absonderungen. Eine von Marchand und Hochstetter mit mehreren durch verschiedene Verfahrungsarten dargestellten Sorten von Bleiweiss vorgenommene mikroskopische Untersuchung hat ergeben, dass die Masse aus höchst kleinen kugel- oder eiförmigen Körnern besteht, wodurch die Meinung, dass das gefällte Bleiweiss sich von dem mit Essigdämpfen aus Bleiplatten dargestellten durch einen krystallinischen Aggregatzustand unterscheide, widerlegt worden [2]). Bei der Bildung des Bleiweisses aus Bleiplatten findet daher nicht bloss eine Bewegung der kleinsten Theile nach Aussen, sondern zugleich eine centrale Gruppirung derselben Statt.

§. 27.

Umwandlung von Kupferroth in Malachit und Kupferlasur.

Die Bildung von *Malachit* und *Kupferlasur* zeigt manche Analogieen mit der Entstehung des Eisenoxydhydrates; denn gleich diesem entspringen jene wasserhaltigen kohlensauren Verbindungen auf gar mannichfaltige Weise, indem sie aus sehr verschiedenartigen, einfacheren und zusammengesetzteren Körpern, und bald nur durch Aufnahme, bald durch einen Austausch von

---

1) Ich verdanke diese merkwürdigen Reste aus dem Griechischen Alterthume, über welche ich mir eine weitere Mittheilung für eine andere Gelegenheit vorbehalte, meiner lieben Schwester, Caroline Brandis in Bonn, die während eines längeren Aufenthaltes in Griechenland, sich meiner Sammlungen und Studien eifrigst angenommen hat.

2) Hochstetter, über Bleiweissbildung, im Journ. f. praktische Chemie. XXVI. 338 ff.

Bestandtheilen entstehen. Hier wird nur von der ersteren Art der Bildung gehandelt, in so fern sie ohne Aufhebung der Rigidität erfolgt; denn auch darin findet eine Analogie mit der Entstehung des Eisenoxydhydrates Statt, dass Malachit und Kupferlasur oft aus einer tropfbaren Flüssigkeit hervorgehen.

Obgleich Malachit sehr häufig in Begleitung von Kupfer und Kupferlegierungen vorkommt, so scheint dasselbe doch eben so wenig als Kupferlasur, unmittelbar aus dem Kupfer durch gemeinschaftliche Einwirkung von Sauerstoff, Kohlensäure und Wasser sich zu bilden, sondern, wie schon bei einer früheren Gelegenheit (§. 16) bemerkt worden, zunächst aus Kupferoxydul, durch höhere Oxydation desselben, und Aufnahme von Kohlensäure und Wasser zu entstehen; in welcher Hinsicht die Erzeugung des wasserhaltigen kohlensauren Kupferoxydes Analogie mit der oben angegebenen Entstehung des wasserhaltigen kohlensauren Bleioxydes aus Blei, durch Vermittelung des Bleisuboxydes, hat. Beachtet man genau die Bekleidung von Kupfergrün an alten Kunstsachen aus Kupfer und Kupferlegierungen, so kann man oft unter der durch dasselbe gebildeten Decke, einen zarten Überzug von Kupferoxydul wahrnehmen [1]). Ganz damit im Einklange ist das Vorkommen in der Natur. Sehr häufig findet sich Malachit in der Umgebung von Kupferroth, welches nicht selten gediegenes Kupfer einschliesst, so dass man wohl berechtigt ist anzunehmen, dass aus dem Kupfer zuerst Kupferroth hervorgieng, und dass dieses später in Malachit umgewandelt wurde [2]).

Wo man an Kunstproducten aus Kupfer oder Kupferlegierungen, welche eine längere Zeit mit der Atmosphäre in Berührung waren, oder im feuchten Boden sich befanden, die Bildung von kohlensaurem Kupfer wahrnimmt, sieht man Malachit und Kupferlasur nicht selten neben einander, und selbst zuweilen mit einander vermengt [3]). Jener erscheint bei Weitem am Gewöhnlichsten

---

1) Zu wiederholten, genauen Beobachtungen darüber hat mir besonders die höchst ausgezeichnete, von dem Herrn Major Maler in Italien erworbene Sammlung antiker Waffen und anderer Kunstsachen aus Kupfer und Bronze Gelegenheit dargeboten, als dieselbe noch in dem Besitze meines verehrten Freundes zu Baden war.

2) Vergl. mein Handbuch der Mineralogie. 2te Ausg. II. S. 1385.

3) Es braucht hier wohl kaum erwähnt zu werden, dass wenn aus unreinem Kupfer oder Kupferlegierungen Malachit und Kupferlasur hervorgehen, zugleich

erdig oder dicht, selten mit einer Anlage zur krystallinischen Bildung, namentlich fasrig; die Kupferlasur ist ebenfalls am Häufigsten erdig, findet sich indessen zuweilen auch in deutlichen, wenn gleich kleinen Krystallen. Im Ganzen kommt unter solchen Verhältnissen Malachit ungleich öfterer als Kupferlasur vor, welches vielleicht zum Theil daher rührt, dass Kupferlasur in Malachit umgewandelt worden, wovon in einem anderen Abschnitte die Rede seyn wird; so wie es hierin mit liegen mag, dass man überhaupt Kupferlasur selten ohne Malachit, aber umgekehrt mannichmal den letzteren ohne die erstere antrifft. Bei dem natürlichen Vorkommen der Kupferlasur giebt sich weit seltener als bei dem des Malachites die Entstehung aus dem Kupferrothe mit Entschiedenheit zu erkennen.

Indem bei Kunstproducten aus Kupfer und Kupferlegierungen die Umwandlung in kohlensaures Kupfer von Aussen nach Innen fortschreitet, wird das Metall allmählig ganz zerstört, wie man es besonders manchmal an alten Münzen sieht. Bei diesen zeigt sich dann das Gepräge zuweilen mehr und weniger deutlich erhalten; oft ist es indessen verschwunden, indem die Oberfläche bald eben, zuweilen sogar glatt und glänzend, bald uneben oder rauh, und die Stärke der Stücke oft bedeutend vergrössert erscheint. Damit hängt die oben bereits bemerkte Erscheinung zusammen, dass, wenn mehrere Stücke einander berührten, solche durch das gebildete kohlensaure Kupfer wohl fest vereinigt worden; welche Verkittung der bei der Bildung von Magneteisen durch Oxydation von einander berührenden Eisendrath-Strängen, so wie bei dem Rosten von Eisen zuweilen sich zeigenden, völlig analog ist. Sowohl in diesen Erscheinungen, als auch in der Umwandlung der eigenthümlichen Structur des Metalles in die dichte oder erdige Beschaffenheit, und mehr noch in der zuweilen erfolgten krystallinischen Bildung des kohlensauren Kupfers,

---

auch die der Oxydation ausgesetzten metallischen Beimischungen eine Veränderung erleiden, und zur Bildung von Zersetzungsproducten Veranlassung geben, wie z. B. aus Bronze, ausser dem kohlensauren Kupfer, Zinnoxyd sich bildet. Es entsteht dann entweder eine Vermengung der verschiedenen Zersetzungsproducte, oder eine Sonderung derselben, wie namentlich zuweilen das Zinnoxyd einen von dem kohlensauren Kupfer getrennten weissen Beschlag auf Bronze darstellt. (Vergl. John Davy, a. a. O.)

offenbart sich die Wirkung der Molekularbewegungen bei rigidem Aggregatzustande.

Unter den in der Natur vorkommenden Erscheinungen, wird die Umwandlung des Kupferoxyduls in kohlensaures Kupfer am Entschiedensten durch die Pseudomorphosen von Malachit nach Kupferroth dargethan, welche in besonderer Auszeichnung zu Chessy unweit Lyon sich finden. Sie sind allgemein bekannt, daher eine genauere Beschreibung derselben überflüssig ist [1]). In Beziehung auf die durch Wirkung von Molekularbewegungen verursachten Formveränderungen verdient hervorgehoben zu werden, dass wenn gleich die krystallinische Gestalt oft ganz die frühere bleibt, doch nicht selten Kanten und Ecken gerundet sind, so wie die Flächen häufig uneben, rauh oder drusig, zuweilen löcherig, oder trichterförmig vertieft erscheinen. Am Auffallendsten zeigt sich die Wirkung der Bewegung der kleinsten Theile in der Umänderung der Structur, indem die dem Kupferrothe eigenthümliche blätterige Textur in einen dichten oder erdigen Bruch, zuweilen sogar in ein fasriges Gefüge umgewandelt worden. Äusserst selten kommen aus Krystallen von Kupferroth hervorgegangene Pseudomorphosen von Kupferlasur vor [2]).

Das kohlensaure Kupfer welches dem Kupferoxydul seine Entstehung verdankt, findet sich oft unter solchen Verhältnissen, dass man zur Erklärung seiner Bildung nothwendig den Übergang aus einem tropfbar flüssigen Zustande in den rigiden annehmen muss. Dieses ist namentlich da der Fall, wo der Malachit in stalaktitischen Gestalten erscheint, oder wo Kupfergrün und Kupferlasur in einiger Entfernung von der Stelle, an welcher sie ihren Ursprung nahmen, sich verbreitet zeigen. Haben Kunstproducte aus Kupfer oder Kupferlegierungen in der Umgebung einer lockeren Masse, z. B. im Boden, eine längere Zeit gelegen, so werden an ihnen oft nicht bloss die im rigiden Zustande successiv vorgegangenen Umänderungen in Kupferoxydul und kohlensaures Kupfer wahrgenommen, sondern man sieht zugleich die umgebende Masse nicht selten von Kupfergrün und Kupferlasur gefärbt. Dieses war

---

1) Vergl. besonders Blum's Pseudomorphosen, S. 36 ff. und mein Handbuch der Mineralogie. 2te Ausg. II. S. 1385.

2) Haidinger, in Poggendorff's Annalen. XI. S. 181.

u. a. bei dem Lehm der Fall, der das Gefäss mit kupferhaltigen Silbermünzen bedeckte, welches, wie oben bereits erwähnt worden, i. J. 1829 zu Göttingen, bei dem Abbruche des alten Commandantenhauses, gefunden wurde [1]). Das aus Kupferoxydul hervorgegangene kohlensaure Kupfer hat sich zuweilen sogar in einer festeren Masse verbreitet. So ist dieses u. a. bei dem bunten Mergel von Helgoland der Fall, in welchem gediegenes Kupfer eingesprengt vorkommt, in dessen nächster Umgebung oft Kupferroth erkannt wird, wogegen das aus diesem entstandene Kupfergrün, nicht bloss in der Nähe des Kupfers und Kupferroths, sondern auch in weiterer Ausdehnung in dem Gestein sich zeigt. Ohne Zweifel sind diese Erscheinungen auf die Weise zu erklären, dass Kohlensäure enthaltendes Wasser von dem aus dem Kupferrothe hervorgegangenen kohlensauren Kupfer Theile auflöste, aus welchem sich dasselbe dann in geringerer oder grösserer Entfernung, in der von dem Wasser durchdrungenen Masse, wieder absetzte [2]).

B. Formveränderungen im Gefolge einer Ausscheidung von Bestandtheilen.

§. 28.

Durch Verlust von Wasser bewirkte Formveränderungen.

Verlust von *Wasser* giebt besonders häufig Veranlassung zu Veränderungen der Form von Körpern ohne Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes. Es ist dabei die Entfernung von beigemengtem Wasser, von der Ausscheidung des chemisch in Körpern enthaltenen Wassers zu unterscheiden. Beides erfolgt entweder bei gewöhnlicher Temperatur, und unter gewissen Umständen von selbst, oder durch erhöhete Temperatur. Im letzteren Falle pflegt zur Entfernung des beigemengten Wassers eine niedrigere Temperatur hinzureichen, als zur Austreibung des chemisch gebundenen. Der zur Ausscheidung des beigemischten Wassers erforderliche Wärmegrad ist nach der Verschiedenheit der Körper höchst abweichend, und bei ein und demselben steht die Quantität des entweichenden Wassers oft in einem bestimmten Verhältnisse zur einwirkenden Temperatur. Dass nach den verschiedenen Bedingungen, unter

1) Göttingische gel. Anzeigen; a. d. J. 1829. S. 2008.

2) Vergl. mein Handbuch der Mineralogie. 2te Ausg. II. S. 1387.

welchen das Entweichen des Wassers statt findet, auch die im Gefolge desselben durch Bewegungen der kleinsten Theile bewirkten Formveränderungen verschieden seyn können, versteht sich wohl von selbst. Im Allgemeinen findet aber der Unterschied statt, dass die Formveränderungen entweder mit einer gegenseitigen Entfernung von Theilen, oder mit einer grösseren Annäherung derselben verbunden sind. Es können indessen auch Fälle eintreten, dass bei Körpern mit dem Entweichen von Wasser sowohl eine Entfernung, als auch eine Annäherung von Theilen verknüpft ist. Durch den Wasserverlust wird bald ein krystallinischer Aggregatzustand in einen unkrystallinischen, bald ein unkrystallinischer in einen nicht krystallinischen von anderer Beschaffenheit umgewandelt.

§. 29.

Zerfallen wasserhaltiger krystallinischer Körper durch Ausscheidung von Wasser.

Bei manchen an der Luft verwitternden Salzen, z. B. bei der *Soda*, bei dem *Glaubersalze*, liegt der Grund der mit ihnen vorgehenden Formveränderung in einer von selbst erfolgenden Ausscheidung von Wasser. Krystallinische äussere Form und Structur gehen dabei verloren; der Körper wird in eine erdige oder mehlige Masse verwandelt, und die Verwitterung endet gewöhnlich mit dem völligen Zerfallen desselben. Die durch die Ausscheidung von Wasser veranlasste Bewegung der kleinsten Theile ist hier augenscheinlich. Eben so auffallend stellt sie sich bei der merkwürdigen Veränderung dar, welche der zu den wasserhaltigen Silicaten gehörende *Laumontit* an der Luft erleidet. Seine Krystalle und krystallinischen Massen werden weiss, verlieren allmählig die Durchscheinheit und den Glanz, zerblättern, und zerfallen endlich zu einem lockeren erdigen Haufwerk. Malaguti und Durocher haben durch Versuche erwiesen, dass diese Umänderung des Laumontites durch den Verlust von einem Theil seines Wassergehaltes bewirkt wird. Sie haben gefunden, dass die Wasserausscheidung im luftleeren Raume und in völlig trockener Luft ungleich rascher erfolgt, als an der Atmosphäre, und dass während in einer mit Feuchtigkeit nicht gesättigten Luft der Laumontit sich verändert, er dagegen in einer mit Feuchtigkeit völlig gesättigten Luft, sich unverändert erhält. Auch besitzt dieses Mineral die merkwürdige Eigen-

schaft, nach begonnener Verwitterung in mit Feuchtigkeit gesätligter Luft das verlorene Wasser wieder aufzunehmen, und das ursprüngliche Ansehen wieder zu erlangen; welcher Erfolg noch ungleich rascher sich zeigt, wenn verwitterte Krystalle in Wasser eingetaucht werden [1]). Der verwitterte Laumontit verhält sich mithin in dieser Hinsicht ganz ähnlich, wie der mässig gebrannte Gyps [2]). Der dem Laumontit sehr nahe verwandte *Leonhardit* pflegt wie jener zu verwittern. Auffallend ist es dagegen, dass andere zeolithartige Mineralkörper, deren chemische Zusammensetzungen von der des Laumontites wenig abweichen, z. B. der *Chabacit*, die beschriebene Umänderung nicht erleiden.

§. 30.

Umänderung des Gypses durch mässiges Brennen.

Der *Gyps* liefert ein Beispiel von der Umwandlung eines krystallinischen Aggregatzustandes in einen nicht krystallinischen, im Gefolge der Ausscheidung des chemisch gebundenen Wassers durch erhöhete Temperatur. Mag der Gyps späthig, schuppig, fasrig oder dicht seyn, so nimmt er durch mässiges Brennen eine feinerdige Beschaffenheit an. Bei den dichten und schuppigen Abänderungen pflegen die Stücke ihre äussere Gestalt zu behalten. Späthiger Gyps blättert dagegen durch das Entweichen des Wassers auf, und bei dem fasrigen findet ein Auseinandergehen, selbst wohl ein Krümmen der Fasern statt. Die Umwandlung der Structur ist ein Zeichen einer Bewegung der kleinsten Theile, die in seltenen Fällen noch ausgezeichneter hervortritt, indem bei dem Brennen von dichtem Gyps, im Innern der Stücke sich stänglicher, gegen die Oberfläche rechtwinkelig gerichtete Absonderungen bilden, welche der rohe Gyps nicht besass. Wenn nun gleich durch die Austreibung des Wassers die Masse aufgelockert wird, so giebt sich doch durch die Bildung von stänglichen Absonderungen zugleich eine Zusammenziehung in der Art zu erkennen, wie sie im 2ten §. angegeben worden, mithin die Wirkung einer verschiedenartigen Bewegung der kleinsten Theile.

---

1) Annales des mines. 4. Série. Tome IX. 325.

2) Vergl. meine Bemerkungen über Gyps und Karstenit. A. a. O. S. 65.

§. 31.

Umänderung des Thons durch das Brennen.

Zu den gewöhnlichsten Erscheinungen, welche durch Molekularbewegungen im Innern starrer Körper bei der Austreibung des chemisch in ihnen enthaltenen Wassers vermittelst erhöheter Temperatur bewirkt werden, gehören die Veränderungen, welche der Bruch des *Thons* durch das Brennen erleidet, die im Allgemeinen um so auffallender sind, je höher die auf ihn einwirkende Temperatur ist, die sich aber bei verschiedenen Thonarten, nach den sehr abweichenden Verhältnissen ihrer Bestandtheile, so wie nach den für seine Verarbeitung zu verschiedenen Zwecken etwa beigemengten anderen Körpern, bei demselben Grade der Hitze, abweichend zeigen. Die bei dem Brennen des Thons erfolgenden Molekularbewegungen geben sich ausserdem durch die Zusammenziehung, das sogenannte Schwinden der Masse und durch die Veränderung des specifischen Gewichtes zu erkennen [1]). Aus dem feuchten Thon entweicht zuerst das ihm beigemengte Wasser. Bei der geformten Thonwaare dient dazu das Trocknen an der Luft. Bis zu einer gewissen Höhe der Temperatur behält die Thonmasse einen erdigen, matten Bruch, wie ihn die gewöhnlichen Ziegel, das gemeine Töpferzeug, die gewöhnliche Fajance, das verglühete Porzellan besitzen. Hiermit ist eine bald grössere, bald geringere Porosität verknüpft, die sich durch das Einsaugen von tropfbarflüssigem Wasser verräth. Bei stärkerer Gluth vereinigen sich die Theile inniger; das Erdige des Bruches verschwindet immer mehr, und geht in das Unebene und Ebene, hin und wieder wohl in das Muschelige über, wobei aber noch kein Schimmer sich zeigt, wie bei mancher feineren Fajance, bei

---

1) Was das Schwinden und die Veränderungen des specifischen Gewichtes betrifft, welche der Thon durch das Brennen erleidet, so muss ich auf die bekannten älteren Versuche von Wedgwood, und besonders auf die gründlichen, in der Porzellanfabrik zu Sèvres bei Paris auf Brongniart's Veranlassung unternommenen, und in dessen oben bereits angeführtem Werke, „Traité des Arts céramiques“ zusammengestellten Untersuchungen verweisen, an welche sich die Mittheilungen von Gustav Rose über die Veränderungen des specifischen Gewichtes der Porzellanmasse, in den Berichten über die Verhandlungen der Kön. Preuss. Akademie d. W. zu Berlin v. J. 1845 S. 253 reihen.

manchem sogenannten Steinzeuge. In diesem Zustande ist die Porosität so vermindert, dass gar keine, oder nur sehr geringe Wasseraufnahme statt findet. Bei noch stärkerem Brennen wird der Bruch völlig dicht, theils eben theils flachmuschelig, und ein schwacher Schimmer tritt ein, wie bei Holländischen sogenannten Klinkern, bei vielem Steinzeuge und manchem Porzellan. Bei noch grösserer Annäherung zur Schmelzung nimmt der Schimmer des Bruches zu, und geht in einen schwachen Wachsglanz über, wie bei einem grossen Theil des Porzellans. Ähnliche Veränderungen, wie sie sich an den aus Thon bereiteten Kunstproducten zeigen, kommen zuweilen auch in der Natur vor, wohin namentlich die Bildung des *Porzellanjaspisses* gehört, der durch die Einwirkung des Brandes von Steinkohlen- oder Braunkohlenlagern auf Thon oder Schieferthon zu entstehen pflegt. Bei diesem ist, ohne erfolgte Schmelzung, der erdige Bruch nebst der schiefrigen Absonderung verschwunden, und in einen ebenen oder muscheligen Bruch umgewandelt, der gewöhnlich wachsartig schimmernd oder wenigglänzend ist. Zuweilen zeigt sich die Wirkung der im Gefolge der Austreibung des Wassers durch die Gluth eingetretenen Molekularbewegungen auch darin, dass die Masse stängliche Absonderungen erhalten hat.

§. 32.

Umänderung von Magneteisenstein und Eisenglanz in metallisches Eisen.

Die Güte meines hochverehrten Collegen Wöhler setzt mich in den Stand, Bemerkungen über eine besonders merkwürdige, durch Molekularbewegungen in rigiden Körpern bewirkte Formveränderung im Gefolge der Ausscheidung eines Bestandtheils, hier mitzutheilen. Die Darstellung von Eisen durch Reduction von Eisenoxyd in Wasserstoffgas, leitete meinen Freund auf die glückliche Idee, durch dieses Mittel aus Krystallen von *Magneteisenstein* und *Eisenglanz*, *Pseudomorphosen von Eisen* künstlich zu produciren [1]).

Die durch die Reduction in Wasserstoffgas in Eisen umgewandelten Oktaëder von *Magneteisenstein* sind äusserlich von einer dunkelstahlgrauen Farbe und matt; angefeilt haben sie dagegen Farbe und Glanz von gefeiltem Stabeisen.

---

1) Annalen der Chemie und Pharmacie. Bd. 94. (1855) S. 127.

Im Innern zeigen sie ebenfalls die lichtgraue Farbe und den metallischen Glanz des Stabeisens. An den zerschlagenen Stücken machen sich Absonderungen in den Richtungen der den Oktaëderflächen entsprechenden Blätterdurchgänge des Magneteisensteins bemerklich. Übrigens erscheint die ursprüngliche Structur in ein krystallinisch-feinkörniges Gefüge, welches dem des ungehärteten Gussstahls ähnlich ist, umgewandelt. Das specifische Gewicht fand ich 6,077, also geringer, als das niedrigste eigenthümliche Gewicht des Stabeisens, welches wohl von den im Innern entstandenen Absonderungen herrührt.

Ein Stück von krystallinischem *Eisenglanz* mit regulär-sechsseitigen Tafeln, war durch die Reduction in Wasserstoffgas auffallend verändert worden. Sowohl äusserlich als auch im Innern ist die eisenschwarze Farbe in eine licht stahlgraue, und der lebhafte Metallglanz in einen metallischen Schimmer umgewandelt. Die Structur ist eine krystallinisch-körnige, dem sehr feinen Korn des gehärteten Gussstahls ähnliche, geworden. Das specifische Gewicht fand ich 7,428, welches dem von manchem Stabeisen gleich kommt.

§. 33.

Veränderung der Structur des Roheisens im Gefolge der Ausscheidung von Kohle.

Früher (§. 11) ist gezeigt worden, wie bei dem *Roheisen* unter gewissen Umständen das Gefüge Änderungen erleidet, ohne dass die Rigidität aufgehoben und der Kohlegehalt vermindert wird. Hier ist nun zu erwähnen, dass auch die Ausscheidung von Kohle Molekularbewegungen im rigiden Zustande und dadurch Structurveränderungen in dem Roheisen veranlassen kann. Dieses geschieht u. a. bei dem in mehreren Gegenden Süddeutschlands üblichen Processe des *Bratens* oder Glühens des weissen Roheisens, dessen Zweck ist, durch Verminderung des Kohlegehaltes das Verfrischen desselben zu erleichtern, wobei nicht allein die weisse Farbe in die graue, sondern auch das blättrige Gefüge in eine körnige Structur verwandelt wird [1]). Wöhler hat schon vor längerer Zeit die merkwürdige Umänderung von Roheisenplatten beschrieben, welche unter der Rast eines Eisenhohofens eingemauert und

1) Karsten's Eisenhüttenkunde. 3. Ausg. I. S. 604. IV. S. 164.

daher während der ganzen Schmelzzeit einer starken Weissglühhitze ausgesetzt gewesen waren. Das ursprünglich feinkörnige graue Roheisen hatte, indem es einen Theil seines Kohlegehaltes verlor, besonders im Innern ein grossblätteriges, glänzendes Gefüge mit rechtwinkeliger Spaltbarkeit angenommen [1]). Ich besitze ein Stück Roheisen von einer Eisensau, die sich im Soolstein des Eisenhohofens zu Veckerhagen an der Weser gebildet hatte, welches mit dem von Wöhler beschriebenen, umgeänderten Roheisen übereinstimmt, und ohne Zweifel auf ähnliche Weise aus grauem Roheisen, welches dort erblasen wird, durch Verlust von Kohle unter langer Einwirkung einer hohen Temperatur, entstanden ist. Das Stück hat die mittlere Dicke eines halben Zolles, und die zum Theil noch erhaltene, körnige Structur, ist an einzelnen Stellen im Innern in ein grossblätteriges Gefüge mit dreifachem, rechtwinkeligem Blätterdurchgange umgewandelt. Einige der Blätter haben eine Länge von 1 Zoll, bei einer Breite von $\frac{1}{4}$ Zoll. Sie sind stark glänzend und von dunklerer Farbe als das weisse Spiegeleisen, indem sie in der Farbe und im Glanz mit polirtem Stahle Ähnlichkeit haben. Dass das blätterige Gefüge eben so wie an dem von Wöhler beschriebenen Stücke, besonders im Innern sich befindet, stimmt mit dem im 9ten §. angegebenen Verhalten der Structur eines geschmiedeten Ankers aus einem Eisenhohofen zu Rothehütte am Harz überein.

§. 34.

Umänderung der Structur des Holzes durch die Verkohlung.

Zu den besonders auffallenden Formveränderungen in rigiden Körpern gehören die, welche die Structur des *Holzes* durch die *Verkohlung* erleidet, mag diese durch die Kunst in mehr und weniger eingeschlossenen Räumen bei erhöheter Temperatur in kurzer Zeit bewirkt werden, oder in der Natur allmählig vor sich gehen. Bei der künstlichen Verkohlung des Holzes äussern sich die dadurch veranlassten Molekularbewegungen in der Verminderung des Volumens, in der Bildung von Absonderungen, und in der Veränderung des Bruches. Es findet eine Zusammenziehung der Masse statt, wenn gleich das

---

1) Poggendorff's Annalen. XXVI. S. 182.

specifische Gewicht sich vermindert; und indem das Schwinden in der Richtung der Holzfasern stärker als rechtwinkelig dagegen ist, so hängt damit die Entstehung von mehr und weniger starken Querrissen zusammen, welche die Holzfasern rechtwinkelig zu durchsetzen pflegen. Ausserdem bilden sich schaalige, den Jahresringen entsprechende Absonderungen, und andere radiale, in der Richtung der Holzfasern, welche indessen weit weniger ausgezeichnet zu seyn pflegen, als die Querabsonderungen. Das Aufbersten der Rinde ist unabhängig von dem des Innern des Holzes, indem sie häufigere Risse in verschiedenen Richtungen zu erhalten pflegt. In demselben Grade, in welchem die Bildung der Absonderungen bei fortschreitender Verkohlung zunimmt, verändert sich auch der Bruch, der bei unvollkommener Verkohlung erdig oder uneben erscheint, bei dem Fortschreiten des Processes aber immer mehr sich dichtet, in das Ebene und Flachmuschlige übergeht, und in demselben Verhältnisse auch an Wachsglanz zunimmt, wogegen der Bruch anfangs matt ist. Holzkohlen, welche bei metallurgischen Schmelzprocessen unzersetzt durch den Schacht eines Hohofens niedergehen, und mit der Schlacke wieder zum Vorschein kommen, haben mehr und weniger die Eigenschaften des *Anthracites* angenommen. Bei diesen sind durch die stärkere Zusammenziehung der Theile, die Absonderungen mehr geöffnet, und oft von Schlacke erfüllt.

Ähnliche Veränderungen treten auch bei der langsamen Verkohlung des Holzes, die es in der Natur, bei dem allmähligen Übergange in *Braunkohle* erleidet, ein. Das allgemeinste die Structur betreffende Kennzeichen der Verkohlung des Holzes, die Entstehnng von Querrissen rechtwinkelig gegen die Fasern, zeigt sich auch hier, und in demselben Grade häufiger und ausgezeichneter, in welchem die chemische Umänderung des Holzes fortschreitet. Bei dem langsamen Gange derselben erlangen die Querabsonderungen oft einen Grad von Regelmässigkeit, und mit Wachsglanz verbundener Glätte, wie es bei der künstlichen Verkohlung nicht der Fall zu seyn pflegt. Indem die Holzstämme, welche in den Braunkohlenlagern niedergestreckt sich befinden, mehr und weniger platt gedrückt sind, so erscheinen die den Jahresringen entsprechenden Absonderungen, der Abplattung parallel. Diese werden dann nicht bloss von den die Holzfasern rechtwinkelig schneidenden Querabsonderungen, sondern auch von den der Richtung der Fasern folgenden Längs-

absonderungen durchsetzt, wodurch, zumal bei der vollkommensten Braunkohle, der Pechkohle, oftmals rechtwinkelig-parallelepipedische Absonderungsstücke entstehen. Bei Stämmen, welche in den Braunkohlenlagern aufgerichtet stehen, verhalten sich die Absonderungen in Ansehung der gegenseitigen Richtungen, wie bei künstlich verkohlten Holzstämmen. Hinsichtlich des Bruches zeigt sich ebenfalls eine mit der Verkohlung fortschreitende Umwandlung. Der erdige Bruch geht in den unebenen, und zuletzt in den ebenen und muscheligen über; und in demselben Verhältnisse, in welchem das Dichtwerden zunimmt, wird auch der Glanz verstärkt. Bei der Umwandlung des Holzes in Braunkohle verschwindet die Holztextur immer mehr und mehr; bei der Pechkohle ist beinahe nur Bruch vorhanden.

Merkwürdig ist die von Noeggerath mitgetheilte Beobachtung, dass die holzförmige Braunkohle von der Hardt bei Pützchen unweit Bonn sich durch blosses Austrocknen an der Luft in Pechkohle mit muscheligem Bruch und dem charakteristischen Wachsglanz umwandelt [1]), welche Umänderung meines Wissens sonst noch nicht wahrgenommen worden. Von G. Bischof über die Ursache dieser Erscheinung angestellte Versuche haben ergeben, dass sie wesentlich von der Austrocknung abhängig ist [2]). Hieraus erklärt sich denn auch die Bildung von Pechkohle in Braunkohlenlagern, welche, wie am Meissner, am Habichtswalde bei Cassel, am Braunsberge bei Dransfeld, von Basalt durchsetzt oder bedeckt werden, und das Vorkommen derselben besonders in der Nähe des Basaltes [3]). Durch die Einwirkung der höheren Temperatur sind in der Pechkohle zuweilen säulenförmige Absonderungen entstanden, welche regulär-sechsseitig sind, oder dieser Form sich doch nähern; die wohl eine Länge von 1 Fuss und darüber, bei einer Stärke von $\frac{1}{2}$ — 1 Zoll erreichen. Die Rinde der in Pechkohle umgewandelten Holzstämme erscheint zuweilen in kleine, rechtwinkelig gegen den Umfang gerichtete Prismen

1) N. Jahrbuch für Mineralogie u. s. w. von v. Leonhard und Bronn. 1848. S. 603.

2) Daselbst S. 604.

3) Vergl. Bemerkungen über das Braunkohlenwerk am Habichtswalde bei Cassel von Strippelmann, i. d. Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. I. S. 246.

abgesondert. In einem in der Nachbarschaft einer Basaltmasse bei Bühren vor dem Walde, zwischen Dransfeld und Münden befindlichen, kleinen Braunkohlenlager, auf welchem i. J. 1822 ein Versuchbergbau betrieben wurde, fand ich einen platt gedrückten, in Pechkohle umgewandelten Stamm, dessen Rinde in überaus nette, regulär-sechsseitige Prismen von 2 — 3 Linien Stärke, zerborsten ist.

In der Nähe des Basaltes zeigt sich zuweilen eine noch auffallendere, durch die hohe Temperatur bewirkte Umänderung der Braunkohle, nehmlich die in *Anthracit*. Vielleicht giebt es keinen Ort, an welchem sich diese Erscheinung so ausgezeichnet darstellt, und wo sich eine so günstige Gelegenheit darbietet, Beobachtungen darüber anzustellen, als am *Meissner* in Hessen, wo durch den auf dem dortigen mächtigen Braunkohlenlager betriebenen Bergbau die Reihenfolge der Umänderung der Braunkohle an vielen Puncten völlig aufgeschlossen sich zeigt. Es kann nicht die Absicht seyn, diese Reihenfolge hier ausführlich zu beschreiben, da sie aus mehreren Schriften hinreichend bekannt ist [1]); aber ein kurzer Überblick derselben wird dem Zwecke dieser Mittheilungen entsprechen, indem dadurch zugleich eine Übersicht von der allmähligen Zunahme der Wirkung der Molekularbewegungen auf die Umänderung der Form des Holzes erlangt wird, welche in demselben Grade auffallender hervortritt, in welchem die Braunkohle der sie durchsetzenden und bedeckenden Basaltmasse genähert ist, und mithin einer höheren Temperatur ausgesetzt war. Die Mächtigkeit des Kohlenlagers am Meissner ändert sehr ab, indem sie etwa zwischen 20 und einigen 90 Fuss schwankt. Die unterste, $\frac{1}{2}$ — 4 Fuss mächtige Masse, das sogenannte *Stockwerk*, besteht aus *holzförmiger Braunkohle*, in welcher die Holztextur noch vollkommen erhalten ist, und in der besonders nur die oben angegebenen Querabsonderungen hervortreten. Darüber liegt *gemeine Braunkohle*, in welcher die Holzfasern weit

1) Genaue Nachrichten darüber finden sich besonders in folgenden Schriften: Beschreibung des Meissners von Dr. J. Schaub. 1799. S. 138 ff. Beschreibung des Meissners von Hundeshagen, in v. Leonhard's Taschenbuch f. d. Min. Jahrg. XI. I. S. 40 ff. Die *Basalt-Gebilde* von K. C. von Leonhard. 1832. II. S. 288 ff.

weniger deutlich erscheinen, und mit dem vorherrschend werdenden Bruche, zugleich ausgezeichnetere Absonderungen sich zeigen. Ihre Mächtigkeit schwankt von etwa 25 bis beinahe zu 60 Fuss. Indem sie nach oben allmählig eine dunklere, bräunlichschwarze Farbe annimmt, gehet sie in die darüber liegende, höchstens etwa 4 Fuss mächtige *Pechkohle* über, in welcher von der Holztextur kaum noch etwas sichtbar ist, der muschelige Bruch durch den Wachsglanz, und die Absonderungen durch Schärfe und Glätte sich auszeichnen. Diese vollkommenste Braunkohle wird durch *schlackigen Anthracit*, die sogenannte *Glanzkohle* des Meissners, in einer Mächtigkeit von etwa 3—18 Fuss bedeckt, aus welcher jede Spur von Holztextur verschwunden ist, und die sich durch die tief schwarze Farbe, so wie durch den mehr und weniger vollkommenen Metallglanz des muscheligen Bruches auszeichnet. Die oberste, 1—4 Fuss mächtige Lage bildet *stänglicher Anthracit*, die sogenannte *Stangenkohle*, welche im Bruchansehen der schlackigen Abänderung ähnlich, aber durch die stänglichen Absonderungen charakterisirt ist. Die einzelnen Prismen, welche oft regulär-sechsseitig, zum Theil aber auch fünf- oder vierseitig sind, haben gewöhnlich eine Stärke von etwa $\frac{1}{3}$ bis höchstens 2 Zoll. Ihre Seitenflächen sind nicht selten etwas concav, und der Länge nach zeigen sie oft schwache Krümmungen. Im Ganzen stehen sie aber senkrecht gegen das Dach des Kohlenlagers. In der obersten Masse der Stangenkohle trifft man äusserst selten *holzförmigen Anthracit* an, der einer Holzkohle gleicht, aber durch grössere Festigkeit und Härte sich von ihr unterscheidet. Das Verhalten desselben im Feuer stimmt mit dem der anderen Anthracit-Abänderungen überein. Kaum braucht hier noch besonders bemerkt zu werden, dass die einzelnen Modificationen der Kohlen nicht scharf von einander gesondert sind; dass vielmehr ein allmähliger Übergang von der holzförmigen Braunkohle bis in den stänglichen Anthracit Statt findet. Das Kohlenlager ist von dem deckenden Basalte durch einen erhärteten, etwas bituminösen Thon, den sogenannten *Schwül*, getrennt, der eine Mächtigkeit von $\frac{1}{2}$ bis 5 Fuss besitzt, und zum Theil auf ähnliche Weise wie der stängliche Anthracit, prismatisch abgesondert ist.

Am Fusse des basaltischen *Hirschberges* bei Grossalmerode in Hessen bietet sich ebenfalls die Gelegenheit dar, die Umwandlung der Braunkohle in

Anthracit durch Einwirkung der Basalterhebung wahrzunehmen. Östlich von dem Tagebaue des Ringkenkuhler Braunkohlenwerkes in geringer Entfernung von demselben, ist das Kohlenlager da aufgeschlossen, wo es von Basaltmandelstein und Basaltconglomerat durchsetzt wird. In unmittelbarer Berührung mit der basaltischen Masse ist die Braunkohle in stänglichen Anthracit umgeändert, der in 3 — 4 Zoll Entfernung von der Berührungsfläche in die schlackige Abänderung übergehet. Die Prismen des Anthracites sind rechtwinkelig gegen die angränzenden Flächen der Durchsetzungsmasse gerichtet, und befinden sich daher, wo diese eine senkrechte Stellung haben, in horizontaler Lage [1]). Auch in den Kohlenlagern am *Habichtswalde* bei Cassel zeigt sich hin und wieder die Einwirkung basaltischer Massen auf die Umwandlung der Braunkohle in Anthracit [2]). Unter ähnlichen Verhältnissen wie in unseren Gegenden, kommt die Anthracitbildung im hohen Norden vor. H. Rink, der in den Jahren 1848 und 1849 Nordgrönland bereiste, hat die dortigen, zum Theil schon durch Giesecke bekannt gewordenen Braunkohlenlager untersucht, die in einer jungen Sandsteinformation vorkommen, mit welchem basaltische und doleritische Massen in Berührung sind, welche an mehreren Stellen verändernd auf die Braunkohlen eingewirkt haben. Bei Mannik unweit Waigattet fand er ein von einer basaltischen Masse unmittelbar bedecktes Kohlenlager, welches in einen schönen, halbmetallisch glänzenden Anthracit umgewandelt worden [3]).

Wo eruptive Massen mit *Schwarzkohlenflötzen* in Berührung sind, wird auch zuweilen eine Umänderung der *Schwarzkohle* in *Anthracit*, und die Bildung von prismatischen Absonderungen wahrgenommen. Ausgezeichnet stellt sich dieses an mehreren Puncten des Waldenburger Steinkohlengebirges

---

1) Vergl. Geognostische Betrachtung der am Hischberge bei Grossalmerode abgelagerten tertiären Gebilde, vom Baron Waitz von Eschen und vom Bergmeister Strippelmann, i. d. Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. II. S. 149 ff.

2) Vergl. die Basalt-Gebilde, von K. C. v. Leonhard. II. S. 295. 300.

3) Udsigt over Nordgrönlands Geognosi, af H. Rink. Det Kongel. Danske Videnskabernes Selskabs Skrifter. 5. Raekke. Naturvidensk. og mathem. Afdeling. III. p. 87.

in Schlesien dar, wo Porphyr in verschiedenartigen Berührungen mit den Kohlenflötzen sich findet, und wo in der Nähe der eruptiven Gebirgsmasse die Schwarzkohle in sogenannte taube Kohle umgewandelt zu seyn pflegt, die sich sowohl nach ihrem Äusseren, als auch im Feuer wie Anthracit verhält. Diese umgeänderte Kohle ist zugleich gewöhnlich dickstänglich abgesondert, wobei die Prismen rechtwinkelig gegen die Berührungsfläche der Porphyrmasse gerichtet sind [1]). Zuweilen kommt auch die Schwarzkohle, da wo sie mit Porphyr oder Thonstein in Berührung ist, nur stänglich abgesondert, aber nicht in Anthracit umgeändert vor, wovon ich mich durch die Untersuchung ausgezeichneter Stücke, die ich dem Herrn Bergamtsassessor Bocksch zu Waldenburg verdanke, habe überzeugen können. In Grossbritannien und Ireland zeigt sich an manchen Orten eine Veränderung der Schwarzkohlen durch die Einwirkung von Trapp- und basaltischen Massen [2]); so wie die anthracitartige Beschaffenheit der Kohlen auf den Flötzen bei Ilfeld und Neustadt am südlichen Harzrande, einen Einfluss der Trappmassen, von welchen die dortige Steinkohlenformation durchbrochen worden, andeutet. Diese Erscheinungen machen es um so wahrscheinlicher, dass die anthracitartige Beschaffenheit der Kohlen auf den unter sehr eigenthümlichen Verhältnissen am westlichen Rande des Schwarzwaldes zwischen Offenburg und Lahr vorkommenden Flötzen, die zwischen Massen von Gneus und Granit wie eingeklemmt erscheinen [3]), so wie die Bildung des Anthracites in den Alpen von Oisans, der Maurienne, der Tarentaise, u. a. a. O. der Einwirkung einer hohen Temperatur auf Schwarzkohle zugeschrieben werden darf.

Anthracit ist völlig amorphe Kohle. Diese kann aber durch Einwirkung höherer Temperatur, ohne Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes, in krystallinische Kohle, in *Graphit* umgewandelt werden. Dass durch Einwirkung

---

1) Genaue Nachrichten darüber finden sich in der geognostischen Beschreibung von einem Theile des Niederschlesischen, Glätzischen und Böhmischen Gebirges von Zobel und v. Carnall, in Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie u. s. w. IV. S. 31. 112. 123.

2) Vergl. meine geol. Bemerkungen über die Gegend von Baden bei Rastadt, i. d. Abhandl. d. Kön. Gesellschaft der Wissensch. zu Göttingen. II. S. 18 ff.

3) Vergl. die Basalt-Gebilde von K. C. v. Leonhard. II. S. 370 ff.

eruptiver Massen aus Braunkohle Graphit werden kann, ist durch die von H. Rink unternommene Untersuchung der Graphit-Lagerstätten in Nordgrönland erwiesen. Bei Karsok im Omenaksfjorden fand derselbe eine doleritische Masse, auf welcher ein weisser, sehr feinkörniger, harter und dichter Sandstein ruhet, der zu unterst und zunächst dem krystallinischen Gestein, ein Graphitlager einschliesst, welches die Mächtigkeit von einem Fuss zu erreichen scheint. Dass der Graphit wirklich durch die Einwirkung einer hohen Temperatur aus Braunkohle erzeugt ist, wird dadurch erwiesen, dass Anthracit zugleich mit demselben vorkommt, dessen Bildung durch eine Umänderung von Braunkohle an anderen Stellen sich unzweideutig zeigt. Der durch die Gluth gehärtete Sandstein ist in der Nähe des Graphits theilweise durch eingedrungene Kohle dunkel gefärbt, und schliesst zugleich einen graphithaltigen Schiefer ein, der aus einem bituminösen Schiefer, der stets die Braunkohlenlager begleitet, entstanden zu sein scheint [1]). Der Güte meines verehrten Freundes, des Herrn Etatsrathes Forchhammer zu Kopenhagen, verdanke ich ein Stück jenes Grönländischen Graphites, welches dreifache, rechtwinkelig einander schneidende Absonderungen besitzt, wie sie der Braunkohle eigen zu seyn pflegen, übrigens aber in allen Eigenschaften mit der gewöhnlichsten dichten Abänderung des Graphites übereinstimmt. Jene interessante Wahrnehmung liefert einen neuen Beweis, dass der Graphit, welcher in mehreren Gegenden der Alpen in einem nahen Verhältnisse zum Anthracite steht, gleich diesem der Einwirkung einer hohen Temperatur seine Entstehung verdankt, wie solches die von Fournet, Studer u. A. aus ihren Beobachtungen abgeleitete Meinung ist [2]).

Wenn in dem Meissner die Braunkohle dem Basalte zunächst in Anthracit, in grösserer Entfernung von demselben aber in Pechkohle umgewandelt worden, so folgt daraus, dass zur Entstehung des ersteren eine höhere Temperatur erforderlich war, als zur Bildung der letzteren. Gewiss wird man

---

1) H. Rink, a. a. O.

2) Vergl. Fournet, Recherches sur la Géologie des Alpes, i. d. Annales des sciences physiques et naturelles publ. par la Société d'Agriculture de Lyon. T. IX. — Lehrbuch der physikalischen Geographie und Geologie von B. Studer. II. S. 141.

annehmen dürfen, dass die Erzeugung des Graphites einen noch höheren Hitzgrad verlangte, als die des Anthracites [1]). Da die Bildung von stänglichen Absonderungen nicht bloss bei dem aus Braunkohle entstandenen Anthracite, sondern zuweilen auch bei der Pechkohle vorkommt, und da Schwarzkohle durch Einwirkung einer eruptiven Masse wohl eine ähnliche Absonderung erlangt hat, ohne zugleich in Anthracit umgewandelt zu seyn, so scheint daraus gefolgert werden zu können, dass um solche Molekularbewegungen hervorzurufen, welche eine stängliche Absonderung in einer Kohle bewirkten, ein geringerer Hitzegrad erforderlich war, als um Braun- und Schwarzkohlen in Anthracit zu verwandeln. Wenn man nun ferner sieht, dass in manchen Braunkohlenlagern, mit denen basaltische Massen in Berührung gekommen sind, kein Anthracit, sondern nur Pechkohle sich findet, und in manchen anderen gar keine Umänderung der Kohle bemerkt wird; wenn man dazu nimmt, dass an einigen Orten der Einfluss der eruptiven Masse nur wenige Zolle beträgt, wogegen er am Meissner wohl bis auf eine Entfernung von 10—20 Fuss sich bemerklich macht, so ist aus allen diesen Wahrnehmungen mit Sicherheit zu schliessen, dass die Temperaturen, welche bei der Erhebung eruptiver Gebirgsmassen auf die Gesteine und Fossilien mit denen sie in Berührung kamen, einwirkten, sehr verschieden waren, welches sich übrigens auch aus anderen Verhältnissen ergiebt. Von Einfluss hierauf dürfte theils die Beschaffenheit gewesen seyn, welche den eruptiven Gebirgsmassen eigen war, als sie mit anderen Massen in Berührung traten, je nachdem sie namentlich in einem geschmolzenen oder nur teigigen Zustande sich befanden, wobei mannichfaltige untergeordnete Modificationen statt finden konnten; theils die Grösse, die Mächtigkeit derselben. Hierüber hat Strippelmann in Beziehung auf die Braunkohlenlager des Habichts-

1) In Beziehung auf diesen Gegenstand sind die Versuche des Herrn Violette, die Verkohlung des Holzes durch Wasserdampf zu bewirken, über welche Herr Balard am 23. Januar 1854 der Akademie der Wissenschaften zu Paris einen Bericht erstattete, von besonderem Interesse. Bei einer Temperatur bei welcher Platin schmilzt, wurde eine dem *Anthracite* ähnliche Kohle dargestellt. (Revue de l'Instruction publique. 1854. p. 662.)

waldes und ihre basaltischen Durchsetzungen, lehrreiche Bemerkungen mitgetheilt [1]).

Ein bedeutender Unterschied zwischen der Bildung der Braunkohle nebst ihrer Umänderung durch höhere Temperatur, und der künstlichen Darstellung der Holzkohle, ist darin begründet, dass bei jener ein mehr und weniger starker Druck wirksam war, welcher bei dieser fehlt. Wenn bei der künstlichen Verkohlung des Holzes das Schwinden desselben und die Umänderung seiner Structur allein durch die chemische Zersetzung bedingt sind, so wurde dagegen bei der Bildung der Braunkohle die Volumenverminderung hauptsächlich mit durch den auf dem Holze lastenden Druck bewirkt, wodurch zugleich die von der chemischen Umänderung abhängige Umwandlung der Structur, in verschiedenem Grade modificirt werden musste. Bei der künstlichen Verkohlung behält das Holz seine äussere Gestalt; bei der Braunkohle zeigt sich diese nur dann und wann in ihrer ursprünglichen Beschaffenheit. Zuweilen trifft man nehmlich in Braunkohlenlagern aufgerichtete, bis zu einer gewissen Höhe wohl erhaltene Stämme mit ihren Wurzeln, offenbar an ihrem ursprünglichen Standorte an [2]); aber die Hauptmasse des Holzes pflegt doch hingestreckt und über einander gestürzt zu liegen, wobei durch den Druck der darüber befindlichen Massen, die äussere Form mehr und weniger verändert worden. Diese wurde um so mehr zerstört, je weiter die Verkohlung fortschritt. Die Umwandlungen welche die Braunkohlen durch den Einfluss basaltischer Massen erlitten haben, sind vermuthlich unter Mitwirkung heisser Dämpfe und heisser Quellen erfolgt, wobei eine Erweichung der Masse wohl angenommen werden darf. Die angeführten Versuche von Violette über die Verkohlung des Holzes durch Wasserdampf, haben in dieser Beziehung erwünschte Aufschlüsse gegeben. Dass eine solche Mitwirkung statt fand, gewinnt durch das Vorkommen von verkieselten Holzstämmen in Braunkohlenlagern sehr an Wahrscheinlichkeit.

---

1) Die Basalt-Gebilde von K. C. von Leonhard. II. S. 295.

2) Geognost. Betrachtung der am Hirschberge bei Grossalmerode abgelagerten tertiären Gebilde, vom Baron Waitz von Eschen und vom Bergmeister Strippelmann. A. a. O. S. 131.

Obgleich bei der künstlichen Verkohlung des Holzes eine bedeutende Zusammenziehung desselben erfolgt, so wird doch das specifische Gewicht vermindert. Die Angaben über das eigenthümliche Gewicht der Holzkohlen weichen zwar sehr von einander ab, stimmen doch aber darin überein, dass es geringer ist, als das specifische Gewicht des Holzes, woraus die Kohlen dargestellt worden, selbst wenn dasselbe im vollkommen lufttrocknen Zustande des Holzes bestimmt wurde. Die Versuche von Chevreuse haben ergeben, dass die Hitze, bei welcher die Verkohlung geschieht, von Einfluss auf das specifische Gewicht ist, indem bei Rothglühhitze dargestellte Kohle ein grösseres eigenthümliches Gewicht hat, als bei schwächerer Hitze erzeugte [1]). Das specifische Gewicht der Braunkohle ist weit grösser als das der Holzkohle, und selbst grösser als das des lufttrockenen Holzes, und nimmt durch die Umänderung, welche sie unter dem Einflusse einer höheren Temperatur erlitten hat, zu, um so mehr, je grösser die einwirkende Hitze war. Die Pechkohle hat ein höheres eigenthümliches Gewicht, als die gemeine Braunkohle, der Anthracit ein grösseres, als die Pechkohle; und das specifische Gewicht des Graphites ist bedeutend grösser, als das des vollkommensten Anthracites.

Es scheint mir nicht uninteressant zu seyn, mit der Veränderung, welche die Form der Braunkohle durch die Einwirkung basaltischer Massen erlitten hat, die Umänderung zu vergleichen, welche durch eine künstliche Verkohlung derselben bewirkt wird. Verkohlungsversuche in Meilern, welche von meinem Freunde, dem Herrn Oberberginspector Strippelmann am Meissner in den Jahren 1826 und 1827, als derselbe noch Bergmeister am Habichtswalde bei Cassel war, mit dortigen Braunkohlen angestellt wurden, haben darüber Aufschluss gegeben. Aus dem darüber erstatteten Berichte entlehne ich Folgendes [2]). Gemeine Braunkohle und gemeine Pechkohle lieferten eine

---

1) Chevreuse, Recherches physico-chimiques sur le charbon. Ann. de Chim. et de Phys. XXIX. 426.

2) Versuche mit Abschwählung von Braunkohlen u. s. w., angestellt auf dem Braunkohlenwerke am Habichtswalde bei Cassel, durch den Kurhessischen Bergmeister Strippelmann, i. d. Studien des Götting. Vereins Bergm. Freunde. II. S. 169 ff.

sehr dichte, auf dem Bruche metallisch-glänzende und hell klingende Kohle. Die erhaltenen Stücke hatten Spalten und Risse, nicht allein nach den in der Kohle noch zu erkennenden Jahrsringen, sondern auch rechtwinkelig dagegen. Diese Risse giengen aber in der Regel nicht durch und theilten dadurch die Stücke nicht in mehrere, sondern es bestand noch ein fester Zusammenhang. Trennte man aber ein Stück nach einem solchen Riss, so zeigten die beiden dadurch erhaltenen Flächen ein mattes, dunkelbleigraues Ansehen. Aufblähen der Kohlen durch das Abschwählen, wie bei den Schwarzkohlen, wurde, wie dieses auch die Volumenverminderung nachweist, nicht wahrgenommen. Holzförmige Braunkohle hatte durch die Abschwählung in ihrem Aggregatzustande keine Umänderung erfahren. Es waren nur die Risse nach den Jahrsringen deutlicher hervorgetreten. Die Kohle war sehr dicht, auf dem Bruche stark metallisch glänzend und rabenschwarz, auf der Oberfläche mehr in das Graue stechend. Ein heller Klang liess auf ihre Güte schliessen. In ihrem Verhalten vor dem Schmiedebalg war sie einer guten Buchenholzkohle sehr ähnlich; an Dichtigkeit übertraf sie dieselbe. In Ansehung der Volumenverminderung lieferten die Verkohlungsversuche gleiche Resultate, indem aus 100 Cubikfuss Braunkohle durchschnittlich 44,13 Cubikfuss abgeschwählte Kohlen erfolgten. — Man ersieht hieraus, wie sehr die Formveränderungen, welche die Braunkohle bei einer Meilerverkohlung erleidet, sich von denen unterscheidet, welche durch die Einwirkung basaltischer Massen bewirkt wurden, und erkennt nun um so bestimmter, wie viel bei der letzteren der gewiss weit höheren Temperatur, dem gewaltigen Drucke, und, wie oben bemerkt worden, vermuthlich auch noch anderen Neben-Ursachen zuzuschreiben ist.

C. Formveränderungen im Gefolge eines Austausches von Bestandtheilen.

§. 35.

Verschiedenartigkeit des Austausches von Bestandtheilen.

Die unendlich mannichfaltigen Veränderungen, welche die Mischungen der leblosen Körper theils in der Natur, theils durch die Kunst erleiden, bestehen bei Weitem am Häufigsten in einem *Austausche* von Bestandtheilen. Da viele dieser chemischen Veränderungen vorgehen, ohne dass der rigide

Mo. Bot. Garden.

Aggregatzustand der Körper aufgehoben wird, so kommen auch häufig im Gefolge eines Austausches von Bestandtheilen solche Molekularbewegungen vor, deren Wirkungen den Gegenstand dieser Untersuchungen ausmachen. Von den mannichfaltigen in diese Abtheilung gehörenden Erscheinungen können indessen im Nachfolgenden nur einige besonders ausgezeichnete näher betrachtet werden.

Der Austausch von Bestandtheilen, durch den die chemische Natur lebloser Körper verändert wird, ist bald einfacher, bald zusammengesetzter. Unter den Bestandtheilen welche ausgeschieden werden, kommen besonders häufig *Wasser*, *Kohlensäure* und *Schwefel*, zuweilen *Arsenik*, selten andere Metalloïde vor. Kein Stoff wird dagegen bei dem Austausche häufiger aufgenommen, als *Sauerstoff*. Dieser tritt dann entweder allein an die Stelle des ausgeschiedenen Bestandtheiles, oder in Verbindung mit einem anderen, besonders mit *Wasser*, mit *Kohlensäure;* oder auch wohl mit mehreren anderen Bestandtheilen, indem z. B. *Wasser* und *Kohlensäure* gemeinschaftlich mit dem *Sauerstoff* die neue Verbindung eingehen. Was die durch den Austausch von Bestandtheilen gebildeten Körper betrifft, so gehet entweder nur *eine* neue Substanz daraus hervor, oder es entstehen gleichzeitig *mehrere* neue Substanzen, die manchmal mit einander vermengt, ja zuweilen so innig vereinigt bleiben, dass man ihre Verbindung für eine chemische halten möchte; die indessen auch oft sich von einander sondern. Die Trennung wird zuweilen durch Einwirkungen vermittelt, welche den starren Aggregatzustand aufheben. Überhaupt gehen viele Zersetzungen vor, bei welchen die dadurch veranlassten Formveränderungen nur zum Theil in die Kategorie der Erscheinungen gehören, welche den Gegenstand dieser Betrachtungen ausmachen. Solches ist besonders bei zusammengesetzteren Mischungsveränderungen der Fall, bei welchen Ausscheidungen oder Aufnahmen gewisser Bestandtheile durch flüssige Körper bewirkt werden.

§. 36.

Umänderung des Graubraunsteins in Weich- und Glanzbraunstein.

Die Umänderung welche der *Graubraunstein (Manganit)* erleidet, auf welche Haidinger zuerst die Aufmerksamkeit gelenkt hat [1]), liefert Beispiele

1) Poggendorff's Annalen. XI. S. 374.

von Formveränderungen, welche durch einen einfachen Austausch von *Wasser* gegen *Sauerstoff* bewirkt werden. Am Häufigsten kommt die Umwandlung des *Graubraunsteins* in *Weichbraunstein (Pyrolusit)*, des Manganoxydhydrates in Manganhyperoxyd vor, welche daran am Leichtesten zu erkennen ist, dass die braune Farbe des Striches sich in eine schwarze umändert, womit eine Verminderung der Härte verbunden ist. An Krystallen des Graubraunsteins schreitet die Umänderung gewöhnlich von Aussen nach Innen fort, und nicht selten trifft man Individuen an, welche eine mehr und weniger starke Rinde von Weichbraunstein haben, während der Kern noch Graubraunstein ist. Zuweilen ist aber auch der ganze Krystall des letzteren, mit Beibehaltung der äusseren Form, in Weichbraunstein umgewandelt. Die im Innern vorgegangene Formveränderung ist nicht bedeutend, welches wohl damit zusammenhängt, dass das Krystallisationensystem des Weichbraunsteins von dem des Graubraunsteins sich nicht weit entfernt; dass bei Beiden die Blätterdurchgänge eine analoge Lage haben, und die Differenz des Winkels, unter welchem die Blätterdurchgänge nach E einander schneiden, nur 6^{0} beträgt. Haidinger hat angemerkt, dass die Spaltbarkeit nach B durch die Umänderung ausgezeichneter zu werden scheine. Obgleich die Sauerstoffquantität welche das Manganoxyd des Graubraunsteins aufnimmt, indem Manganhyperoxyd daraus wird, der Menge des ausgeschiedenen Wassers nicht einmal ganz gleich kommt, so ist doch mit der Umänderung der Substanz, eine Verdichtung der Masse verknüpft, indem das specifische Gewicht, welches bei dem Graubraunstein 4,3 — 4,4 beträgt, bis auf 4,8 und darüber steigt, wodurch sich die Molekularbewegungen entschiedener zu erkennen geben, als durch die Formveränderung.

Es kommen auch Krystalle von Graubraunstein vor, welche eine Rinde besitzen, die sich durch bräunlichschwarze Farbe, röthlichbraunes Pulver und grössere Härte von der inneren, unveränderten Masse unterscheidet, und in *Glanzbraunstein (Hausmannit)* besteht. Diese Rinde, welche im Innern krystallinisch-körnig zu erscheinen pflegt, ist bald schwächer, bald stärker, und an demselben Krystall oft von ungleicher Stärke. Auch bemerkt man an solchen Individuen zuweilen im Innern einzelne Partieen, welche der Rinde gleichen. Diese löst sich manchmal schaalenförmig von dem unveränderten

Kerne ab. Krystalle, welche diese Umwandlung in Glanzbraunstein zeigen, pflegen äusserlich eine dunklere, oft sammetschwarze Farbe zu besitzen. Nach Blum's Bemerkung [1]) ist die Oberfläche der Krystalle des Graubraunsteins manchmal rauh und wenigglänzend, wobei sie einen kastanienbraunen Strich wahrnehmen lassen. Im Innern bestehen sie oft aus einem Haufwerke oktaëdrischer Krystalle von Glanzbraunstein, daher sie etwas porös sind, während sich die Rinde zusammenhängend zeigt, indem hier jene Krystalle so aneinander gereihet sind, dass eine der Oktaëderflächen in die Ebene der Säulenflächen des Graubraunsteins fällt. Zuweilen besteht auch die Rinde aus einem Aggregate von sehr kleinen Oktaëdern, die nicht diese regelmässige Aneinanderreihung besitzen, wodurch das Rauhe auf der Oberfläche vorzüglich bewirkt wird. Die Veränderung scheint von Aussen nach Innen fortzuschreiten; doch hat auch Blum bemerkt, dass solches nicht immer ganz gleichmässig geschieht, indem auf der Oberfläche oder in der Rinde mancher Krystalle noch Theile von Graubraunstein wahrgenommen werden, während das Innere ganz mit Krystallen von Glanzbraunstein erfüllt ist.

Bei der Bildung von Manganoxyd-Oxydul aus Manganoxydhydrat wird der Wasserverlust nur durch eine geringe Sauerstoffmenge ersetzt. Dabei findet aber eine Verdichtung statt, welche der bei der Umwandlung des Graubraunsteins in Weichbraunstein nahe kommt. Da in Ansehung der Krystallisation und Structur zwischen diesen beiden Mangan-Fossilien ein sehr grosser Unterschied statt findet, so zeigt sich hier die Wirkung der Molekularbewegungen bei starrem Aggregatzustande weit auffallender, als bei der Umwandlung des Graubraunsteins in Weichbraunstein. Es offenbart sich indessen zuweilen auch eine begonnene Umänderung des Manganoxydhydrates in Manganoxyd-Oxydul, ohne dass zugleich eine Veränderung der Form wahrgenommen wird. Es kommen nehmlich zu Ilfeld am Harz Krystalldrusen und strahlige Massen von Graubraunstein vor, welche sich durch eine dunklere, oft sammetschwarze Farbe, in Verbindung mit einem lebhaften Glanz auszeichnen, und deren Pulver sich durch eine lichtere braune Farbe von dem Strichpulver des unveränderten Graubraunsteins unterscheidet. Auch habe ich

1) Pseudomorphosen. S. 169.

bemerkt, dass sich Krystalle von solcher Beschaffenheit besonders leicht und vollkommen spalten lassen. Hier scheint also der Anfang einer Umwandlung mehr gleichzeitig durch die ganze Masse sich verbreitet zu haben. Eine ähnliche Erscheinung bietet zuweilen die Umänderung des Graubraunsteins in Weichbraunstein in dem sogenannten *Varvicit* dar, der u. a. zu Ilfeld in Pseudomorphosen nach Kalkspath sich findet, und nach der Untersuchung Turner's als ein Gemenge von Manganoxydhydrat und Manganhyperoxyd zu betrachten ist [1]). Auf den Ilfelder Braunsteingängen ist das Vorkommen des Glanzbraunsteins in Verbindung mit dem des Graubraunsteins im Ganzen von der Art, dass man geneigt seyn möchte, die Bildung des ersteren von einer Umänderung des letzteren abzuleiten; so wie der dort und in bedeutenderer Menge auf den Braunsteingängen der Gegend von Ilmenau am Thüringer Walde brechende Weichbraunstein, vielleicht zum grossen Theil aus Graubraunstein hervorgegangen ist.

§. 37.

Mörtel-Bildung.

Fuchs hat bereits in seiner vortrefflichen Schrift über Kalk und Mörtel bemerkt: wie es bei der von ihm zuerst nachgewiesenen chemischen Einwirkung von Kalkerde und Kieselsäure besondere Beachtung verdiene, dass dieselbe vorgehe, ohne dass der eine oder andere der einwirkenden Körper im flüssigen Zustande sich befindet, und hat in dieser Beziehung jenen Process mit dem der Cämentation verglichen [2]). Die Formveränderungen welche die Bereitung und Erhärtung des *Mörtels* begleiten, lassen auf mehrfache Weise die Wirkungen von Molekularbewegungen ohne Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes erkennen, welches um so mehr eine genauere Beachtung verdient, je weniger vielleicht bei einem Processe, der täglich unter unseren Augen vorgehet, und dessen Zweck auf Bewirkung eines Zustandes möglichster

1) Vergl. mein Handbuch der Mineralogie. 2. Ausg. II. S. 228.

2) Über Kalk und Mörtel vom D. Joh. Nepomuk Fuchs. Aus Erdmann's Journal für technische u. ökonomische Chemie Bd. VI besonders abgedruckt. 1829. S. 26.

Ruhe unter mit einander in Berührung gebrachten Körpern gerichtet ist, daran gedacht zu werden pflegt, dass dieser Zweck nur durch Bewegungen der kleinsten Theile erreicht werden kann. Auch dürfte gerade das, was bei diesem Processe sich zeigt, künftig besonders mit dazu dienen können, zu manchen Aufschlüssen über geologische Erscheinungen zu führen. Die Veränderung welche die Mischung des Luftmörtels erleidet, wovon seine Erhärtung Folge ist, und die diesen Process begleitenden Molekularbewegungen, gehen ausserordentlich langsam von Statten, aus welchem Grunde eine Vergleichung jenes Herganges mit gewissen Metamorphosen, die in der Erdrinde erfolgen, besonders nahe liegt. Wenn nun aber bei der allmähligen Umänderung der chemischen Zusammensetzung des Luftmörtels, auf Molekularbewegungen welche eine Formveränderung bewirken, nur aus dem Effecte geschlossen werden kann, so stellen sich dieselben dagegen bei gewissen Vorgängen, die mit der Mörtel-Bildung im Zusammenhange stehen, und aus diesem Grunde hier gelegentlich erwähnt werden sollen, obgleich sie streng genommen zu früheren Abtheilungen gehören, indem bei ihnen kein Austausch, sondern theils nur ein Verlust, theils nur eine Aufnahme von Bestandtheilen Statt findet, durch grössere Geschwindigkeit augenscheinlich dar.

Die erste Formveränderung welche mit dem kohlensauren, zur Mörtelbereitung bestimmten Kalke vorgehet, ist Folge der durch das Brennen bewirkten Verjagung der Kohlensäure. Die durch die ganze Masse verbreitete Auflockerung zerstört die krystallinische Beschaffenheit, wiewohl Kalkspath und Marmor nach dem Brennen noch Spuren der krystallinischen Structur erkennen lassen. Es ist indessen ein erdiger Bruch entstanden, mochte dem rohen Kalke eine späthige Textur, oder ein muscheliger, splitteriger, unebener Bruch eigen gewesen seyn. Die äussere Gestalt der Stücke pflegt durch das Brennen nicht zerstört zu werden. Bleibt aber der gebrannte Kalk mit der feuchten Luft in Berührung, so entzieht er derselben Wasser und Kohlensäure, und verwandelt sich in ein Hydro-Carbonat, wovon eine neue Formveränderung Folge ist: die Stücke bersten auf, und zerfallen allmählig zu einem lockeren Pulver. Doch ist der Erfolg nicht immer derselbe, welches daher rühren mag, dass der gebrannte Kalk, nach dem abweichenden Gehalte der Luft an Wasserdampf und Kohlensäure, in verschiedenen Verhältnissen die-

selben aufnimmt. Fuchs brannte ein Stück von Isländischem Kalkspath in einem Platintiegel gaar, und setzte dasselbe in einem trockenen Zimmer der Luft aus. Nach einigen Monaten wog das Stück, dessen Gewicht nach dem Brennen 95,3 Gran betrug, 157,4 Gran. Es war aber, was ihm sehr auffiel, nicht zu einem feinen Pulver zerfallen, sondern hatte sich in kleine, unbestimmteckige Stücke zertheilt, an welchen von dem Gefüge des Kalkspaths, was nach dem Brennen noch sehr deutlich zu erkennen war, nichts mehr wahrgenommen werden konnte. Es mussten sich daher die Theile des Kalkes, wie Fuchs bemerkt, in eine ganz andere Lage begeben haben. Er hatte eine nicht unbedeutende Härte, und knirschte stark bei'm Zerreiben. In 100 Theilen waren enthalten: 60,70 Kalk, 24,76 Kohlensäure, 14,54 Wasser [1]). Fuchs hat die Beobachtung gemacht, dass wenn man das Hydro-Carbonat des Kalkes stark ausglühet, die merkwürdige Erscheinung eintritt, dass die Theile des Kalkes etwas zusammenbacken, und derselbe sich nicht mehr wie gewöhnlich mit Wasser löscht, sondern nur sehr langsam zu einem sandigen Pulver zerfällt, was sich erst nach längerer Zeit etwas feiner zertheilt. Es scheint demnach, dass die Theile des Kalks in der Lage welche sie bei der Bildung des Hydro-Carbonates angenommen haben, sich bei'm Ausglühen einander mehr nähern als gewöhnlich, so dass dann das Wasser nicht mehr so leicht zwischen sie eindringen kann [2]).

Wenn der gebrannte Kalk für die Verwendung zum Mörtel mit mehrerem Wasser zu Brei gelöscht worden, und darauf das überschüssige Wasser verdunstet, so bildet sich allmählig ein trocknes Kalkhydrat von erdiger Beschaffenheit. Aus der Luft und dem vielleicht später wieder damit in Berührung kommenden Wasser, zieht das Kalkhydrat Kohlensäure an, wodurch es in ein Hydro-Carbonat sich verwandelt, welches durch den fortgesetzten Eintausch von Kohlensäure gegen das sich ausscheidende Wasser, der neutralen Verbindung von Kalkerde und Kohlensäure sich mehr und mehr nähert, und in dieselbe endlich wohl gänzlich übergehet. Dieses kann indessen nur höchst langsam und unter besonders begünstigenden Umständen geschehen. Fuchs

---

1) Fuchs, a. a. O. S. 7. 8.

2) A. a. O. S. 9.

hat sich durch die Untersuchung eines alten Mörtels von der Ruine Riedenburg an der Altmühl davon überzeugt, dass neutraler kohlensaurer Kalk wirklich aus dem Hydro-Carbonate hervorgehen kann [1]). John hat indessen Römische Mörtel aus dem ersten Jahrhundert nach Chr. G. untersucht, und in ihnen einen nicht ganz unbedeutenden Wassergehalt gefunden; wogegen die Analyse eines hundertjährigen Mörtels aus dem inneren Gemäuer der abgebrannten St. Petrikirche zu Berlin, nur einen sehr geringen Wassergehalt ergab [2]); woraus folgt, dass die Menge von Kohlensäure, welche der Mörtel aufnimmt, nicht bloss von der Zeitdauer, sondern zugleich sehr von den Umständen abhängig ist. D'Arcet versichert, dass er den Kalk in den Mörteln nie vollkommen mit Kohlensäure gesättigt gefunden habe, mochten sie auch noch so alt gewesen sein [3]). Ich selbst habe alte Mörtel und Stuke aus verschiedenen Zeiten untersucht, und in allen, nachdem sie bei Ofenwärme sorgfältig ausgetrocknet worden, neben dem freilich sehr überwiegenden Kohlensäuregehalte, einen Wassergehalt gefunden [4]).

Der Mörtel geht aus dem weichen Zustande, in welchem er sich anfangs befindet, durch Aufnahme von Kohlensäure, deren Menge mehr als die des sich entfernenden Wassers beträgt, in einen härteren Zustand über, wobei die erdige Beschaffenheit in eine dichte umgewandelt wird, indem die Kalkmasse einen ebenen oder muscheligen Bruch annimmt; welches indessen nur an solchen Stücken deutlich erkannt werden kann, welche rein von Quarzsand oder anderer Beimengung sind. Obgleich die Dichtung und Erhärtung des Mörtels nicht allein durch die Aufnahme von Kohlensäure, sondern gewöhnlich unter Mitwirkung eines mechanischen Druckes erfolgt, so können doch die

---

1) A. a. O. S. 8.

2) Über Kalk und Mörtel von J. F. John. 1819. S. 39.

3) Annales de Chimie. T. 74. p. 315.

4) Es wurden von mir untersucht: 1. Stuk, von dem Reste der Bekleidung der Säulen eines aus Travertin gebaueten Tempels zu Paestum; 2. Stuk, von der Bekleidung einer aus Ziegelsteinen aufgeführten Säule zu Pompeji; 3. Mörtel, von den Ruinen des Pallastes der Kaiser zu Rom; 4. Mörtel, aus einem alten Mosaik-Fussboden zu Rom; 5. Mörtel, aus dem Gemäuer alter Festungswerke zu Genua.

mit der chemischen Umänderung verbundenen Molekularbewegungen, auch ohne diese Einwirkung die Umänderung der Structur herbeiführen. Dieses zeigte mir u. a. die Beschaffenheit des Kalkes, der zur Einkittung der kleinen Stein-Prismen eines alt-Römischen Mosaik-Fussbodens gedient hatte. Er besass eine kreideweisse Farbe, einen vollkommen muscheligen Bruch und scharfe Kanten, welche Gypsspath stark ritzten. Da die Bruchfläche von Kalkspath geritzt wurde, so war die Härte 2,5. Er löste sich sehr leicht mit heftigem Aufbrausen in Salpetersäure, mit Hinterlassung eines geringen, theils sandigen, theils flockigen Rückstandes auf, und gab nach gehöriger Austrocknung, in einer Glasröhre durch die Löthrohrflamme erhitzt, etwas Wasser aus.

In Ansehung der Veränderung, welche der Aggregatzustand des Mörtels erleidet, sind hin und wieder Irrthümer verbreitet, welche eine Berichtigung erfordern. Man findet nicht selten die Behauptung, dass der Mörtel durch die Aufnahme von Kohlensäure in den *krystallinischen* Zustand übergehe [1]), dass er die Beschaffenheit des *Marmors* annehme. Auf diesen Irrthum hat bereits Fuchs aufmerksam gemacht [2]), und ich kann zur Bestätigung hinzufügen: dass ich bei keinem, noch so altem Mörtel die Umwandlung der unkrystallinischen Kalkmasse desselben in einen krystallinischen Kalk wahrgenommen habe. Eine andere irrige Ansicht findet sich in der trefflichen, von dem verewigten Prechtl herausgegebenen technologischen Enzyklopädie [3]), in dem von dem Herausgeber selbst bearbeiteten Artikel „*Mörtel*“, wo es heisst: „der Grund des Erhärtens liegt 2) in der Aufnahme von Kohlensäure aus der Luft, wodurch der Kalk allmählig in kohlensauren Kalk (Kalkkarbonat) übergeht, und sich dadurch unter den gehörigen Umständen dem natürlichen Kalkstein rücksichtlich der Festigkeit nähert. Diese Bildung des Kalkkarbonats erfolgt grösstentheils durch die Vermittlung des im Mörtel enthaltenen Wassers, das mit Ätzkalk als Kalkwasser gesättigt, die Kohlensäure aufnimmt, den kohlensauren Kalk krystallinisch (stalaktitisch) absetzt.“ Diese *stalaktitische* Bildung von

---

1) Diese Meinung findet sich sogar in dem Handbuche der angewandten Chemie von J. Dumas. A. d. Franz. von G. Alex und Fr. Engelhart. II. S. 536.

2) A. a. O. S. 37.

3) Band VIII. S. 75.

neutralem kohlensauren Kalk ist eine ganz partielle, welche auf die Erhärtung der Mörtelmasse von gar keinem Einflusse ist. Nur in einzelnen Blasenräumen, die zuweilen im Mörtel entstehen, nimmt man zuweilen eine durch stalaktitischen Kalk gebildete Auskleidung wahr, so wie hin und wieder sogar deutliche *Kalkspathkrystalle* darin angetroffen werden [1]). Auch findet man zuweilen in einzelnen, in der Mörtelmasse entstandenen Rissen, stalaktitischen Kalk, der darin aus eingesiekertem kalkhaltigen Wasser sich absetzte, welches durch seinen Kohlensäuregehalt vielleicht aus dem Mörtel selbst, Kalktheile aufgenommen hatte.

In vielen Fällen trägt bei dem Luftmörtel zur Erhärtung und Umänderung der Structur, ohne Zweifel die Bildung von Kalkerdesilicat bei. Bekanntlich gründet sich hierauf, nach den Untersuchungen von Fuchs [2]), die bindende Kraft und rasche Erhärtung des *Wassermörtels*, wobei die Wirkung von Molekularbewegungen so augenscheinlich ist, die aus einer pulverförmigen, durch Wasser in den breiigen Zustand versetzten Masse, in kurzer Zeit einen dichten Körper von ebenem oder muscheligem Bruche entstehen lassen, der die Härte des Kalkspaths, und zuweilen sogar eine noch etwas grössere Härte erlangt.

§. 38.

Umwandlung von Kupferlasur in Malachit.

Das Umgekehrte von dem was bei dem Mörtel vorgehet, zeigt auf eine ausgezeichnete Weise die Umwandlung der *Kupferlasur* in *Malachit*, indem jene Substanz Wasser aufnimmt, und dagegen Kohlensäure fahren lässt. Bei dieser Umbildung wird aus einem krystallinischen Körper, ohne Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes, ein anderer, in welchem mit einer etwas verschiedenen chemischen Zusammensetzung, eine etwas abweichende Form verknüpft ist; denn wenn gleich beiden Mineralsubstanzen klinorhombische Kry-

1) Überaus nette und klare *Kalkspathkrystalle* fand ich in den Blasenräumen eines Mörtels aus einer alten Casematte im Göttinger Walle, die i. J. 1835 bei Gelegenheit der erneuerten Ausmauerung eines Durchganges für den botanischen Garten, weggeräumt wurde.

2) A. a. O. S. 37 ff.

stallisationensysteme mit mikrodiagonaler Abweichung eigen sind, so lassen sich doch die Winkelverhältnisse derselben nicht unter einander reimen, so wie auch die Lage der Blätterdurchgänge bei beiden ganz abweichend, und der Grad der Spaltbarkeit sehr verschieden ist. Beudant hat bereits in seiner reichhaltigen Mineralogie jene Umwandlung erwähnt [1]), und genaue Beschreibungen derselben haben Haidinger [2]) und Blum [3]) geliefert, denen ich kaum etwas Neues hinzuzufügen vermag.

Am Gewöhnlichsten nimmt man die Umwandlung von Kupferlasur in Malachit an Krystallen der ersteren wahr, deren äussere Gestalt dabei oft vollkommen, zuweilen indessen nur unvollkommen oder theilweise erhalten ist; und wohl nirgends ausgezeichneter, als an den schönen Drusen von edler Kupferlasur von Chessy unweit Lyon. Doch zeigt sich dieselbe Veränderung zuweilen auch an der nicht krystallisirten gemeinen, im Bruche unebenen oder erdigen Kupferlasur, wie ich sie u. a. an Stufen von Adelaide in Neuholland vor mir habe. Bei einer Metamorphose wie diese, welche durch Aneignung eines Bestandtheiles aus der äusseren Umgebung bewirkt wird, möchte wohl ein allmähliges Fortschreiten von Aussen nach Innen am Natürlichsten erscheinen. Dennoch zeigt sich bei der Umwandlung von welcher hier gehandelt wird, dieser Gang gerade am Seltensten, wie solches von Blum sehr richtig angegeben worden. Zuweilen finden sich allerdings Krystalle von Kupferlasur, die mit einer dünnen Malachithaut bekleidet sind; oft ist dieses aber eine Täuschung, indem, wie solches ebenfalls von Blum bereits bemerkt worden, die Kupferlasur den nahe unter der Oberfläche befindlichen Malachit nur durchschimmern lässt. Nicht selten beginnt die Umwandlung da, wo die Krystalle der Kupferlasur aufgewachsen sind; aber auch oft bald hier, bald dort, ganz im Innern des Krystalles, indem sie sich von einzelnen Puncten aus nach den Seiten verbreitet. Die Umbildung nimmt mitunter so zu, dass die ganze Masse des Krystalls zu Malachit geworden. Dieser ist stets faserig, und die Fasern erscheinen sehr gewöhnlich büschel-

1) Traité de Minéralogie. 2. Ed. I. p. 204.
2) Poggendorff's Annalen. XI. S. 179.
3) Pseudomorphosen. S. 215.

förmig von einzelnen Puncten auseinander laufend. Doch kommen sie auch zuweilen in Lagen vor, welche den Krystallflächen der Kupferlasur entsprechen. Oft umschliessen diese in ihrer ursprünglichen Glätte, die im Innern befindliche faserige Malachitmasse; manchmal werden sie aber auch von den Fasern durchbrochen, in welchem Falle die Oberfläche rauh erscheint, und die Krystallform wohl mehr und weniger zerstört ist. Auch da, wo nicht krystallisirte, gemeine Kupferlasur in Malachit umgewandelt worden, offenbart sich hin und wieder das Fortschreiten der Umänderung von Innen nach Aussen. Der durch diese Umbildung entstandene Malachit, ist ebenfalls faserig. Aus dem Mitgetheilten wird es einleuchten, wie complicirt die Wirkungen der Molekularbewegungen seyn mussten, indem in einem Krystallindividuum von Kupferlasur eine grosse Anzahl von freilich nicht zur Vollendung gekommenen, kleineren Malachitkrystallen in abweichender prismatischer Form sich bildete, und auf verschiedene Weise, bald concentrisch, bald den Krystallflächen der Kupferlasur entsprechend, sich gruppirte.

Jener auffallende Gang der Umwandlung der Kupferlasur in Malachit könnte es vielleicht zweifelhaft erscheinen lassen, ob hier wirklich eine Umbildung angenommen werden dürfe, oder ob nicht vielleicht Malachit und Kupferlasur gleichzeitig auf solche Weise entstanden seyen, dass die Krystallisation der Kupferlasur die Herrschaft behauptet habe, wogegen der in ihrem Bereiche gebildete Malachit mehr und weniger ihr unterthan geblieben sey; wofür bei der offenbar grösseren Krystallisationstendenz der Kupferlasur Manches sprechen dürfte. Doch möchte wohl die von Beudant, Haidinger und Blum aufgestellte Ansicht die richtigere seyn, in welcher Hinsicht berücksichtigt zu werden verdient, dass der bei der Umwandlung von Kupferlasur in Malachit sich zeigende, ungewöhnliche Gang, doch auch bei mehreren anderen, unzweifelhaften pseudomorphischen Bildungen beobachtet werden kann, wie u. a. oben auch bei der Umänderung von Grau- in Glanzbraunstein angegeben worden. Eine solche von Innen nach Aussen fortschreitende Umwandlung wird um so weniger räthselhaft erscheinen, wenn man sich davon überzeugen muss, dass zuweilen dem Anscheine nach vollkommen dichte Mineralkörper von Wasser und Luft durchdrungen, und durch solche im Innern verändert werden.

Es darf nicht übersehen werden, dass der durch Umwandlung der Kupferlasur gebildete Malachit nicht immer unmittelbar und ohne Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes daraus hervorgegangen ist, sondern aus einer ohne Zweifel durch Kohlensäure enthaltendes Wasser vermittelten Auflösung, bald auf der Kupferlasur, bald in grösserer oder geringerer Entfernung von derselben, in sphärischen oder stalaktitischen Formen sich abgesetzt hat.

Man würde indessen offenbar zu weit gehen, wenn man bei jedem Zusammenvorkommen von Kupferlasur und Malachit annehmen wollte, dass der letztere durch eine Umwandlung der ersteren entstanden sey. Oft zeigen sich beide verwandte Verbindungen in einem solchen gegenseitigen Verhältnisse, dass man der Kupferlasur sogar nothwendig eine spätere Entstehung als dem Malachit zuschreiben muss; dieses ist z. B. da der Fall, wo, wie so oft, auf einer Unterlage von erdigem oder dichtem Malachite, einzelne Krystalle von Kupferlasur sich befinden.

§. 39.

Umänderung des thonigen Sphärosiderites in thonigen Rotheisenstein durch das Glühen.

Der *thonige Sphärosiderit*, der aus einem innigen Gemenge von Sphärosiderit, dessen wesentlicher Bestandtheil kohlensaures Eisenoxydul ist, und Thon oder Mergel in einem variabelen quantitativen Verhältnisse besteht, kann durch höhere Oxydation des Eisens und Ausscheidung der Kohlensäure, eine Zersetzung erleiden, welche verschieden ist, je nachdem sie bei gewöhnlicher Temperatur, oder unter Einwirkung von Glühhitze vor sich gehet. Unter beiden Umständen findet ein Austausch von Bestandtheilen statt, der mit einer Formveränderung ohne Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes verknüpft ist. Im ersteren Falle, der später betrachtet werden wird, verwandelt sich das kohlensaure Eisenoxydul in Eisenoxydhydrat, indem mit dem Sauerstoffe auch Wasser aufgenommen wird; im letzteren Falle, von welchem gegenwärtig gehandelt werden soll, wird zugleich mit der Kohlensäure des Sphärosiderites, auch das Wasser des Thons ausgeschieden, und dafür nur Sauerstoff aufgenommen. Ist, wie manchmal, Mergel beigemengt, so wird der Kohlensäuregehalt welcher verloren geht, noch durch den des letzteren vermehrt. Die erste Art der Umänderung erfordert bis zu ihrer Vollendung eine nicht zu

berechnende Zeitdauer; wogegen die zweite rasch von Statten gehet. Jene ereignet sich ohne besondere Veranlassungen auf den natürlichen Lagerstätten des thonigen Sphärosiderites; diese wird zuweilen auf denselben durch besondere Umstände herbeigeführt, kann aber auch eben sowohl künstlich bewirkt werden.

Der thonige Sphärosiderit kommt bekanntlich am Häufigsten in sphäroidischen Nieren von verschiedener Grösse, aber auch in zusammenhängenden Lagern in verschiedenen Flötzformationen, vorzüglich aber im Steinkohlengebirge vor, in welchem die Lager welche ihn enthalten, nicht selten mit den Kohlenflötzen wechseln. Besonders häufig pflegt er in Schieferthonlagern sich zu finden, welche das unmittelbar Hangende der Kohlenflötze bilden [1]). Wenn nun ein Kohlenflötz, sey es durch Selbstentzündung, sey es durch andere Veranlassung, in Brand geräth, der, wenn er nicht zeitig erstickt wird, von langer Dauer seyn kann, wie es die unterirdischen Brände der Fanny-Grube in Niederschlesien, von Zwickau in Sachsen, von Duttweiler im Saarbrück'schen, von St. Etienne in Frankreich, von Dudley in England zeigen. Durch die Gluth werden die Massen, welche den Kohlenflötzen nahe liegen, in verschiedenem Grade verändert; es entstehen Erdschlacken, Porzellanjaspisse, welche Werner mit dem Namen der *pseudovulkanischen Producte* belegte; und auf diese Weise kann denn auch der thonige Sphärosiderit eine Umänderung erleiden, indem er durch die Gluth in *thonigen Rotheisenstein* umgewandelt wird. Zuweilen gehet mit seiner inneren Form eine merkwürdige Veränderung vor, indem er stängliche Absonderungen erhält. Dieser *stängliche rothe Thoneisenstein*, der durch seine ausgezeichnete Structur schon früh die Aufmerksamkeit auf sich gezogen, und dem man verschiedene Namen, als *Nagelerz*, *Schindelnageleisenstein*, gegeben hat, findet sich unter den Producten, welche durch Kohlenbrände entstanden sind, besonders in Böhmen, zu Hoschnitz, Delau im Saatzer, zu Straska und Schwindschitz im Leutmeritzer Kreise, so wie am brennenden Berge zu Duttweiler in der Gegend von Saarbrücken. Auch soll er in Schottland vorkommen. Eine ganz ähnliche stängliche Absonderung erhält zuweilen der thonige Sphärosiderit durch das

---

1) Vergl. Lehrbuch der Geognosie von Dr. C. Fr. Naumann. II. S. 480.

Rösten, wie ich es auf Eisenwerken in England, wo der thonige Sphärosiderit durch ein Rösten in Öfen zum Schmelzprocesse vorbereitet wird, gesehen habe [1]).

Der thonige Sphärosiderit ändert bekanntlich sowohl in seiner chemischen Zusammensetzung, als auch in seiner Mengung mit Thon oder Mergel ausserordentlich ab, daher auch der durch seine Umänderung unter Einwirkung von Glühhitze entstandene thonige Rotheisenstein sehr verschiedenartig seyn kann. Mag indessen sein Eisengehalt grösser oder geringer seyn; mag er, wie solches oft der Fall ist, neben dem kohlensauren Eisenoxydul auch kohlensaures Manganoxydul, neben dem wasserhaltigen Thonerdesilicat, kohlensaure Kalkerde, vielleicht auch etwas kohlensaure Talkerde, oder ausser der gewöhnlichen Beimengung noch kohlig-bituminöse Theile enthalten, so wird er doch durch das Glühen an Kohlensäure und Wasser immer weit mehr verlieren, als er durch die höhere Oxydation des Eisens an Sauerstoff aufnimmt. Um dieses genauer nachzuweisen, möge folgendes Beispiel dienen.

Ein nicht ungewöhnlicher Eisengehalt des thonigen Sphärosiderites ist der von 30 Procent.

---

1) Der verstorbene Reuss hat die Meinung geäussert (Orographie des nordwestlichen Mittelgebirges in Böhmen. 1790. S. 90.), dass der stängliche thonartige Eisenstein nicht immer unter Einwirkung von Hitze, sondern auch durch Austrocknung entstanden sey, welches namentlich bei dem, welcher in der Prohner Schrunde zwischen Lagen verhärteten Thons sich findet, anzunehmen seyn dürfte, weil in jener Gegend, wo doch übrigens auch Steinkohlen sich finden, keine Spur eines unterirdischen Feuers wahrgenommen werde. Da ich weder mit dem stänglichen Thoneisenstein von jener Localität, noch mit den dortigen geognostischen Verhältnissen näher bekannt bin, so muss ich mich sowohl über obige Meinung, als auch über das von Reuss erwähnte Vorkommen von stänglichem Thoneisenstein zu Amberg in der Oberpfalz, eines Urtheils enthalten. Es ist indessen nicht wohl anzunehmen, dass thoniger Sphärosiderit sich bei gewöhnlicher Temperatur in thonigen Rotheisenstein umwandlen könne. Enthält nun der stängliche Thoneisenstein von den genannten Localitäten das Eisen als Oxyd, so dürfte man eher berechtigt seyn, die Art der Absonderung für eine ursprüngliche Bildung anzusprechen.

Zum kohlensauren Eisenoxydul sind damit verbunden 8,57 Proc. Sauerstoff
und 23,56 — Kohlensäure
der Thongehalt betrage 37,87 —
in welchem etwa 5,00 — Wasser
enthalten sind. Von einem auf diese Weise zusammengesetzten thonigen Sphärosiderite gehen durch Glühhitze verloren: 23,56 Proc. Kohlensäure
und 5,00 — Wasser
28,56 —

wogegen bei dem Übergange des Eisenoxyduls
in Oxyd aufgenommen werden 4,28 — Sauerstoff
daher nach Abzug derselben der Verlust 24,28 — beträgt, also beinahe 1/4 des Ganzen. Dieser Verlust wird dadurch noch vergrössert, dass bei heftiger Gluth etwas Eisenoxyd zu Eisenoxyd-Oxydul wird, wie aus der schwarzen Färbung und dem metallischen Glanze zu schliessen ist, welche oft auf den Absonderungsflächen sich zeigen. Sollte der thonige Sphärosiderit vor seiner Umänderung durch Glühhitze schon in thonigen Braun- oder Gelbeisenstein umgewandelt worden seyn, so würde der Verlust durch die Austreibung des im Eisenoxydhydrate enthaltenen Wassers noch vergrössert werden. Ob dieses der Fall gewesen, lässt sich nach der Beschaffenheit des gebrannten Sphärosiderites nicht beurtheilen. Folge von diesem grossen Verluste von Bestandtheilen ist die Auflockerung, welche die ganze Masse des thonigen Sphärosiderites erleidet, die besonders dadurch sich zu erkennen giebt, dass das Mineral durch das Brennen weicher, zuweilen beinahe zerreiblich, und an der Zunge klebend wird. Damit hängt nun aber auch die innere Formveränderung zusammen, welche vor sich gieng, ohne dass die Masse in Fluss kam, mithin durch Molekularbewegungen bewirkt wurde, welche die Lage der kleinsten Theile veränderten, ohne dass eine Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes statt fand. Die Wirkungen der Molekularbewegungen zeigen sich auf gedoppelte Weise; theils nehmlich in der Veränderung des Bruches, der bei dem thonigen Sphärosiderite gewöhnlich muschelig oder eben, bei dem thonigen Rotheisenstein dagegen feinerdig ist; theils und vor Allem aber in der Entstehung der stänglichen Absonderungen. Diese setzt innere Attractionen voraus, welche mehr und weniger die ganze er-

glühende Masse betrafen, und nicht wie bei der langsamen Umwandlung des thonigen Sphärosiderites in thonigen Braun- oder Gelbeisenstein, allmählig von Aussen nach Innen sich verbreiteten, wodurch aus dieser Umbildung, der Oberfläche entsprechende, schaalige Absonderungen hervorgiengen.

Die stängliche Absonderung des thonigen Rotheisensteins ist nach einem kleinen Maassstabe ein treues Bild der säulenförmigen Absonderung des Basaltes und anderer Säulengebirgsarten. Sie ist eine ähnliche Bildung, wie sie zuweilen bei dem Brennen des Gypses entsteht, von welcher oben die Rede war; und nicht wesentlich verschieden von den ebenfalls beschriebenen, durch Einwirkung eruptiver Gebirgsarten auf Braun- und Schwarzkohlen veranlassten stänglichen Absonderungen. Hieraus gehet hervor, dass sie bei den verschiedenartigsten Körpern, und unter sehr abweichenden Umständen entstehen kann, wiewohl gewöhnlich der Einfluss höherer Temperatur dabei im Spiele ist. Daraus allein würde es sich schon ergeben, dass jene stängliche Absonderung mit Krystallisation gar Nichts gemein hat, wiewohl sie in älterer und neuerer Zeit hin und wieder irrig für eine krystallinische Bildung angesprochen worden. Da übrigens diese Absonderung von mannichfaltigem, besonders auch geologischem Interesse ist, und ihre Eigenthümlichkeiten an dem aus thonigem Sphärosiderite entstandenen, thonigen Rotheisensteine sich sehr ausgezeichnet zu erkennen geben, so wird es nicht unpassend seyn, bei dieser Gelegenheit etwas Umfassenderes darüber mitzutheilen, welches zur speciellen Erläuterung an die im 2ten §. enthaltenen allgemeinen Bemerkungen sich reihet.

Die Bildung der gemeinen, d. i. nicht krystallinischen stänglichen Absonderung, welche von der krystallinisch-stänglichen wohl unterschieden werden muss [1]), gehört zu den Wirkungen derselben Attractionskraft, welche Wassertropfen so gut wie Weltkörper formt [2]), welche in allen Abstufungen des flüssigen und starren Zustandes, in unorganisirten Körpern so wohl als in organisirten wirksam ist, und bei jenen eben so gut in einfachen als in gemengten sich zeigt, indem sie nicht, wie die Krystallisationskraft an die Sub-

1) Vergl. mein Handbuch der Mineralogie. 2te Ausg. I. S. 288. 292.

2) S. Geognostische Beobachtungen auf Reisen durch Deutschland und Italien, angestellt von Leopold von Buch. I. S. 17. — Meine Untersuchungen über die Formen der leblosen Natur. I. S. 102 ff.

stanz, sondern nur an die Masse der Körper geknüpft ist. Auf solche Weise ist die Bildungsart der Prismen der gemeinen stänglichen Absonderung, der Entstehungsart von prismatischen Krystallen, oder krystallinisch-stänglicher Absonderung gerade entgegengesetzt, wenn gleich die Formen Ähnlichkeit zeigen können; jene ist allein durch Centralattraction und gegenseitige Abplattung benachbarter Attractionssphären, diese durch polare Anziehung und Abstossung bedingt, wiewohl Centralattraction davon nicht ausgeschlossen ist, und auf verschiedene Weise dabei in Wirksamkeit treten, selbst mit der krystallinischen Bildung in Conflict gerathen kann [1]).

Um die Bildung der stänglichen Absonderung, die, wie gesagt, nicht im Wesen, sondern nur in der Grösse der Dimensionen, von der Säulenbildung des Basaltes und anderer Säulengebirgsarten abweicht, und von welcher sich allmählige Abstufungen bis zu den grössten und stärksten abgesonderten Stücken solcher Gebirgsarten verfolgen lassen, in das rechte Licht zu stellen, scheint es mir angemessen zu seyn, zu zeigen, unter welchen sehr verschiedenen Verhältnissen die Entstehung dieser Absonderungsform möglich ist. Folgende Hauptmodificationen der Umstände, unter welchen die Bildung der Säulen oder stänglich-abgesonderten Stücke erfolgt, dürften zu unterscheiden seyn:

1. Das Austrocknen feuchter Körper. Dahin gehört das oft regelmässige Zerbersten des gefällten Eisenoxydhydrates (§. 1.); das Aufreissen des Thons bei der Verdunstung des Wassers, wobei jedoch die Säulenform selten besonders regelmässig erscheint.

2. Das Erstarren geschmolzener Körper. Unter diesem Verhältnisse lässt sich jene Bildung zuweilen bei dem gemeinen Glase beobachten. Aus-

1) Die von mehreren ausgezeichneten Naturforschern gemachten Versuche, die Krystallbildung durch Abplattungen von Aggregaten krummflächiger Molekule zu erklären, sind ein Beweis von gänzlicher Verkennung des wahren Wesens der Krystallisation. Wohl können, wie ich in meinen Untersuchungen über die Formen der leblosen Natur, I. S. 129 gezeigt habe, durch gegenseitige Abplattungen benachbarter krummflächiger Körper, Formen entstehen, welche Ähnlichkeit mit gewissen Krystallisationen haben; aber durch die Annahme von Abplattungen krummflächiger Molekule gelangt man, wenigstens nach meiner Überzeugung, nicht zur Erklärung des Wesens der geradflächigen äusseren Krystallgestalten, und des krystallinischen Gefüges.

gezeichnet ist sie mir bei Schlacken vorgekommen, z. B. bei einer Kupfersteinschlacke zu Fahlun in Schweden, bei welcher der Übergang von der sphärischen Bildung in die durch Abplattung bewirkte regulär-sechsseitige Form äusserst schön zu verfolgen war [1]). Dahin gehört die oft ausgezeichnete Säulenbildung der Lavaströme [2]), und ohne Zweifel auch die Bildung der Säulen des vulkanoïdischen Basaltes und verwandter Gebirgsarten.

3. Die Abkühlung einer feurig-teigigen Masse. Dieser Aggregatzustand dürfte manchen eruptiven Gebirgsarten bei ihrem Emporsteigen eigen gewesen seyn. Ich möchte dahin den Trachyt [3]), manche Porphyre [4]) nebst der Porphyrbreccie [5]) zählen.

4. Die Abkühlung einer gefritteten, d. i. in einem halbgeschmolzenen Zustande befindlichen Masse. Dahin gehört die oft ausgezeichnete Säulenbildung in den aus Sandstein bestehenden Gestellsteinen von Schmelzöfen, so wie die sehr ähnliche Bildung, welche sich an Sandsteinen zeigt, auf welche Basalt eingewirkt hat [6]).

5. Die Abkühlung von Massen in welchen die Einwirkung hoher Temperatur eine chemische Veränderung verursacht hat, wohin die hier zunächst

---

1) Vergl. meine Commentatio de usu experientiarum metallurgicarum ad disquisitiones geologicas adjuvandas. Comment. Soc. Reg. scient. Gotting. recent. Vol. VIII. p. 164.

2) Z. B. an dem Lavastrome des Vesuvs von 1631 zwischen Portici und Torre del Greco (Institutions géologiques par Scipion Breislak, trad. par P. J. L. Campmas. Atlas, Pl. 1.); an dem des Vesuvs von 1794 bei Torre del Greco.

3) Säulenförmige Absonderung des Trachytes findet sich u. a. im Siebengebirge am Rhein, am Drachenfels, an der Wolkenburg, am Stenzelberge.

4) Die ausgezeichnetste, mir bekannte Säulenbildung eines Porphyrs ist die am Wildberge bei Schönau in Schlesien. (Vergl. G. F. R. Gerhard, i. d. Schriften der Berliner Gesellschaft naturforschender Freunde, V. S. 420 ff. Tab. VII. L. von Buch, geogn. Beobacht. auf Reisen durch Deutschl. u. Ital. I. S. 64.)

5) Ausgezeichnete Säulen- und Pfeilerbildung findet sich u. a. an der Porphyrbreccie des Badener Berges bei Baden am Schwarzwalde. (Vergl. meine geogn. Bemerkungen über die Gegend v. Baden bei Rastatt. A. a. O. S. 24.)

6) Vergl. u. a. meine Bemerkungen i. d. Gött. gel. Anzeigen v. J. 1816. S. 490, und v. Leonhard's Basalt-Gebilde. II. S. 354 ff. S. 511 ff.

betrachteten Erscheinungen so wie die früher angegebenen zu rechnen sind, welche zuweilen am gebrannten Gypse, am Anthracite, an der Pechkohle, am gebrannten Thone wahrgenommen werden, z. B. bei der Bildung von Porzellanjaspis, bei der Einwirkung des Basaltes auf den sogenannten Schwül des Meissners, und welches auch da wohl sich zeigt, wo Lava sich auf Thon ergossen hat, z. B. an mehreren Orten in Auvergne.

Wenn nun also nicht allein die chemische Natur der Körper, bei welchen, sondern auch die Umstände, unter welchen die Säulenbildung und stängliche Absonderung erfolgen, höchst verschieden seyn können, so ist doch die Art der Entstehung dem Wesentlichen nach überall dieselbe, indem sie sich durchgehends auf Centralattraction und tangentiale Abplattung benachbarter Attractionssphären zurückführen lässt. Die Form zeigt darin Übereinstimmung, dass sie von einer Normalform, dem regulär-sechsseitigen Prisma abzuleiten ist, von welchen Prismen mit einer geringeren oder grösseren Anzahl von Seiten, nur weniger regelmässige Abänderungen sind. Bei dem durch das Glühen aus thonigem Sphärosiderit entstandenen thonigen Rotheisenstein, stellt sich das sechsseitige Prisma oft in vollkommenster Regelmässigkeit dar; doch erscheinen auch, wie bei dem Basalte und anderen Säulen-Gebirgsarten, manchmal 4, 5, 7 seitige Prismen. Ist, wie zuweilen, die Anzahl der Seitenflächen noch grösser, und werden dadurch die Seitenkanten noch stumpfer, so findet ein Übergang in die Zylinderform statt; welches u. a. auch bei der oben erwähnten, stänglich abgesonderten Pechkohle vorkommt.

Die Bildung einer Säule ist aus einer Reihe von über einander liegenden Kugeln abzuleiten, deren Grösse die Stärke, und deren Anzahl die Länge der Säulen bedingt. Bei dem Basalte und verwandten Gesteinen, bei welchen die Säulenbildung überhaupt am Ausgezeichnetsten erscheint, kommen die linear an einander gereiheten Kugeln mit ihren concentrisch-schaaligen Absonderungen, durch Verwitterung, zumal wenn die Entstehung von Eisenoxydhydrat eine Volumenvergrösserung bewirkt, oft deutlich zum Vorschein [1]). Es ist aber eine durchaus irrige Vorstellung, wenn man meint, dass die Kugeln und

1) Nirgends habe ich diese Kugelbildung in den Basaltsäulen ausgezeichneter gesehen, als in dem Eckartsberger Basaltbruche unweit Zittau in der Lausitz.

ihre Absonderungen Producte der Verwitterung seyen. Mit dieser Kugelbildung stehen die Aus- und Einbiegungen der Seitenkanten der Säulen im Zusammenhange, welche wie im Grossen bei den Basaltsäulen, so im Kleinen an den stänglich-abgesonderten Stücken des gebrannten Gypses, Anthracites, thonigen Rotheisensteins, wahrgenommen werden. Die Aus- und Einbiegungen der Kanten, werden auch an den Flächen wahrgenommen; und in seltenen Fällen gehen diese krummlinigen und krummflächigen Biegungen in Winkelbiegungen über, wie sie Noeggerath an dem Basalte der Casseler Ley bei Obercassel unweit Bonn nachgewiesen hat, und wie sie im Kleinen zuweilen ziemlich deutlich an den Stängeln des thonigen Rotheisensteins von Hoschnitz in Böhmen wahrzunehmen sind. Die Kugeln gehen dann und wann in Ellipsoïden über, so dass die Säulen oder Stängel eine Reihung derselben darstellen, wie man es zuweilen u. a. an dem thonigen Rotheisenstein von Duttweiler siehet; und indem damit eine schaalige Absonderung verknüpft ist, so verläuft jene Bildung in eine zylindrisch-schaalige Absonderung, welche besonders an Trachyt-Säulen vorkommt [1]) und auch wohl an stärkeren stänglich-abgesonderten Stücken des Böhmischen thonigen Rotheisensteins wahrgenommen wird.

Die Kugelbildung steht oft auch in Beziehung zu den Querabsonderungen, welche die Säulen und Stängel rechtwinkelig gegen ihre Achse, in Glieder theilen, und wie bei den Basalt-Säulen, so bei den stänglich-abgesonderten Stücken des Anthracites und thonigen Rotheisensteins vorhanden zu seyn pflegen. Am Häufigsten ist ihre Lage eine tangentiale, indem sie die Säulen da theilen, wo zwei Kugeln an einander gränzen; in welchem Falle die Länge der Glieder dem Durchmesser der Prismen mehr und weniger gleich kommt. Doch ist ihre Länge auch manchmal grösser. Oder die Querabsonderungen schneiden die Kugeln, indem sie dieselben in zwei bald gleiche bald ungleiche Hälften theilen; oder sie treffen auf den Umfang der Kugel, wodurch dann,

---

1) Ausgezeichnet findet sich diese merkwürdige Art der Absonderung an den Trachyt-Säulen des Stenzelberges im Siebengebirge am Rhein, wo sie von den Steinbrechern den Namen „Umläufer“ erhalten hat. (Noeggerath, das Gebirge in Rheinland u. Westphalen. IV. S. 360. Dr. H. von Dechen, geognostische Beschreibung des Siebengebirges am Rhein. S. 93.)

wenn schaalige Absonderungen damit verbunden sind, die Gliederung entstehet, bei welcher auf dem einen Gliede eine kugelsegmentförmige Convexität, und auf dem damit in Berührung stehenden, eine entsprechende Concavität sich befindet; welche Bildung man mit Knochengelenken verglichen, und für eine räthselhafte Erscheinung gehalten hat, die übrigens gar nicht selten am Basalte, und vielleicht nirgends ausgezeichneter als am Giant's Causeway in Ireland sich zeigt [1]). Zuweilen sind die Querabsonderungen einander sehr genähert, so dass die Säule wie aus übereinander liegenden Tafeln zu bestehen scheint, welches besonders an dem Basalte und an dem Klingstein manchmal vorkommt. Diese Querabsonderungen entsprechen stets den Abkühlungsflächen, und wo sie bei austrocknenden Massen sich zeigen, der Verdunstungsfläche; daher sie, je nachdem diese Flächen gerade und einander parallel oder gebogen sind, in ihren Fortsetzungen durch ganze Massen entweder in gerade, oder gekrümmte Ebenen fallen. Wo die Masse in Säulen oder Stängel abgesondert ist, werden diese, wie es beschrieben worden, dadurch in Glieder getheilt; sie kommen aber auch unabhängig von der Prismen-Bildung vor, und geben dann zuweilen der Masse ein tafelförmiges oder geschichtetes Ansehen, wie man es bei basaltischen Gebirgsmassen und Lavaströmen manchmal siehet. In gangförmigen Ausfüllungen haben sie oft eine verticale Stellung, wogegen ihnen sonst nicht selten eine horizontale oder wenig geneigte Lage eigen ist. In Nieren des gebrannten thonigen Sphärosiderites, die keine stängliche Absonderung erhalten haben, stellen sie schaalige Absonderungen dar.

Ausser den gewöhnlichen rechtwinkeligen Querabsonderungen, kommen dann und wann noch transversale, oder auch longitudinale vor. Durch die letzteren wird eine stärkere Säule in kleinere dreiseitige oder rhomboïdale Prismen abgetheilt, wie es am Basalte, an dem Dolerite, an der säulenförmigen Absonderung der Lavaströme, und im Kleinen auch an dem thonigen Rotheisenstein sich zeigt. An diesem habe ich hin und wieder dasselbe wahrgenommen, was Noeggerath an der Mühlsteinlava von Niedermendig nach-

---

1) Vergl. Blumenbach's Handbuch der Naturgeschichte. 12te Ausg. S. 507 und dessen Abbildungen naturhist. Gegenstände, Tab. 18.

gewiesen hat: dass die longitudinale Theilung nicht der ganzen Länge nach auf gleiche Weise hindurchgehet.

Die Stärke der Prismen ist ausserordentlich verschieden, indem sie von mehreren Fussen, wie sie bei dem Basalte, dem Trapp, dem Trachyte, der Porphyrbreccie, den Lavaströmen vorkommt, bis zur geringen Dicke der Stängel des thonigen Rotheisensteins abändert, welche höchstens einige Linien beträgt, aber wohl bis zur Dicke von etwa $^1/_4$ Linie sich vermindert. Die Stärke der Prismen ist bei derselben Art von Körpern sehr verschieden, wie man es an den Säulen des Basaltes, an den abgesonderten Stücken der Gestellsteine, des Anthracites, der Pechkohle, des thonigen Rotheisensteins siehet; aber doch auch im Allgemeinen nach der Verschiedenartigkeit der Körper abweichend; denn so starke Säulen wie sie z. B. bei den basaltischen Gesteinen, dem Trappe vorkommen, pflegen dem Porphyre nicht eigen zu seyn; und abgesonderte Stücke von stets geringerer Stärke finden sich bei dem gefritteten Sandsteine, dem Anthracite, dem gebrannten Thone. Von Haupteinfluss auf die Stärke der Prismen dürfte die langsamere und raschere Abkühlung seyn, indem sie um so grössere Dimensionen erlangen können, je langsamer die Abkühlung von Statten gehet. Darauf können nun aber sehr verschiedene Dinge modificirend einwirken. Ein Hauptmoment ist unstreitig die Grösse der Masse; daher mächtige Gebirgsmassen stärkere Säulen erlangen, als schmalere Lager- und Ausfüllungsmassen; daher in einzelnen Nieren von thonigem Sphärosiderit durch das Brennen nur dünne Stängel sich bilden können. Ein anderes Hauptmoment ist natürlicher Weise der Zustand, in welchem die geschmolzene Masse vor der Abkühlung sich befindet, und die damit zusammenhängende Temperatur derselben, worauf die chemische Natur der Körper, ihre verschiedene Wärme-Capacität, und dasjenige was die erhöhete Temperatur bewirkt, von Einfluss sind. Noch ein anderes Hauptmoment ist die Beschaffenheit, besonders die wärmeleitende Kraft, der umgebenden Körper. Dass da, wo Prismenbildung durch Austrocknung bewirkt wird, zum Theil andere, wenn gleich analoge Bedingungen statt finden, verstehet sich von selbst.

Dasjenige wodurch die Stärke der Prismen modificirt wird, hat auch auf die Regelmässigkeit und manche andere Beschaffenheiten derselben Einfluss.

Je gleichmässiger die Abkühlung erfolgt, um so gleichmässiger wirken die Attractionskräfte, um so regelmässiger kann daher auch die Form der Prismen werden. Bei einer vollkommen geschmolzenen Masse, die bei der Erstarrung in einen glasigen, oder diesem genäherten, gleichmässig dichten Zustand übergehet, kann die Bildung regelmässiger seyn, als bei einem Körper, in welchem bei der Abkühlung ein Aggregat von verschiedenen, krystallinisch sich aussondernden Substanzen entstehet; daher z. B. der dichteste Basalt gewöhnlich die regelmässigsten und schärfsten Säulen besitzt; wogegen bei dem Dolerite, dem Leuzitophyre, dem Trachyte, die Säulenbildung weit weniger regelmässig und nett zu seyn pflegt. Wo, wie bei dem Anthracite, dem thonigen Sphärosiderite, die Molekularbewegungen welche die stänglichen Absonderungen bewirken, in einem starren Körper statt finden, der sehr gleichmässig erhitzt wird, und in welchem durch Einwirkung der höheren Temperatur eine gleichförmig durch die Masse sich verbreitende chemische Veränderung erfolgt, kann auch die Abkühlung gleichmässig erfolgen, und die Bildung der Absonderungen ebenfalls eine regelmässige seyn. Bei der Entstehung der Absonderung durch Verdunstung, nähert sich dieselbe der Regelmässigkeit um so mehr, je gleichförmiger, je feiner die Theile, je gleichmässiger daher die Vertheilung der Feuchtigkeit, und der Gang ihrer Verdunstung ist.

Die Bildung der Prismen zeigt in der Hinsicht mannichfaltige Verschiedenheiten, dass die Absonderungen bald mehr bald weniger ausgezeichnet sind. Oft erscheinen sie nur angedeutet, wobei die einzelnen Säulen oder Stängel unter einander in fester Verbindung stehen; oft sind sie dagegen so vollkommen gesondert, dass sie sich leicht von einander ablösen; und manchmal sind zwischen den einzelnen sogar offene Räume. Es hängt dieses von dem Verhältnisse des Übergewichtes der Attractionen, welche die Bildung der einzelnen Prismen bewirken, über diejenigen, welche sie zu einem Ganzen zu vereinigen streben, ab, und zeigt sich nicht selten bei derselben Körperart sehr verschieden. Bei den Basaltsäulen kommen alle Abstufungen vor, und eben so bei der stänglichen Absonderung des thonigen Rotheisensteins. Übrigens ist hierbei wie bei der Kugelbildung zu bemerken, dass da wo durch Verwitterung Zersetzungen erfolgen, auch die Absonderungen der Prismen allmählig vollkommner werden können, wie solches ebenfalls der Basalt wahr-

nehmen lässt. In diesem Falle bilden sich oft Schaalen, welche sich von der Oberfläche der Basaltsäulen ablösen, und besondere Körper, welche die Absonderungsräume ausfüllen. Je ausgezeichneter die Absonderungen sich darstellen, um so stärker waren die Molekularbewegungen, welche die Sonderung bewirkten; und die Absonderungsräume geben ein Maass für die Grösse des Weges, den die kleinsten Theile bei ihrer Bewegung zurücklegten.

Was die Richtung der Säulen und stänglich-abgesonderten Stücke betrifft, so findet dabei das allgemeine Gesetz statt, dass sie rechtwinkelig gegen die Abkühlungs- und Verdunstungsflächen stehen; bei basaltischen und anderen Säulengebirgsmassen, wie bei Lavaströmen, rechtwinkelig gegen die Grundfläche; bei Lager- und gangförmigen Ausfüllungsmassen, gegen die Seiten-Begränzungsflächen; bei einzelnen Nieren, gegen die Oberfläche derselben. Davon ist denn zugleich Folge, dass die Säulen und stänglich-abgesonderten Stücke entweder eine parallele Richtung haben, und dann der ganzen Länge nach von gleicher Stärke sind, oder auf verschiedene Weise convergiren und divergiren, wobei sie sich nach dem einen oder anderen Ende verjüngen. Auch haben die Verhältnisse der Grund-, Begränzungs- und Oberflächen Einfluss darauf, dass die Säulen und stänglich-abgesonderten Stücke entweder gerade, oder auf verschiedene Weise gebogen sind. Da bei dem thonigen Sphärosiderite die Nieren von der Kugelform, bis zu der von platten Sphäroïden, oder elliptisch-sphäroïdischen Körpern abändern, oft aber auch ganz unregelmässig geformt sind, so wie bei ihm auch zusammenhängende Lager vorkommen, so sind seine durch das Glühen bewirkten stänglich-abgesonderten Stücke bald gleich stark, bald sich verjüngend; bald gerade, bald auf verschiedene Weise gebogen.

§. 40.

Umänderung des Sphärosiderites in Eisenoxydhydrat.

Früher war von dem wesentlichen Unterschiede die Rede, welcher zwischen der Umänderung des *Sphärosiderites* unter Einwirkung von Glühhitze, und der bei gewöhnlicher Temperatur statt findet. Die erstere hat man in der Natur nur selten zu beobachten Gelegenheit; wogegen die letztere, von welcher gegenwärtig gehandelt werden soll, zu den sehr gewöhnlichen

und sehr verbreiteten Naturerscheinungen gehört; welche nicht bloss ein wissenschaftliches, sondern auch ein praktisches Interesse gewährt, indem die durch atmosphärische Einwirkungen herbeigeführte Zersetzung des kohlensauren Eisenoxyduls, sehr zur Erleichterung seiner Zugutemachung beiträgt. Wenn die erste Art der Umänderung in der Natur nur zuweilen bei dem *thonigen Sphärosiderite* vorkommt, so ist dagegen die zweite nicht bloss bei diesem, sondern auch bei dem reinen Sphärosiderite, bei dem *Eisenspathe*, und namentlich auch bei der *faserigen Abänderung*, welche ursprünglich den Namen *Sphärosiderit* erhielt, zu beobachten. Die im Gefolge der chemischen Umänderungen vorgehenden Veränderungen der Form zeigen sich bei der reinen Formation zum Theil anders, als bei dem thonigen Sphärosiderite; daher sie im Nachfolgenden von einander getrennt betrachtet werden sollen. Es können übrigens bei beiden Formationen aus dem kohlensauren Eisenoxydul die drei in der Natur vorkommenden, bestimmt verschiedenen Eisenoxydhydrate, $\ddot{F}e\dot{H}$, $\ddot{F}e^2\dot{H}^3$, $\ddot{F}e\dot{H}^2$, durch höhere Oxydation des Eisenoxyduls, gleichzeitige Aufnahme von Wasser, und Ausscheidung der Kohlensäure hervorgehen, in welcher Hinsicht aber zu bemerken ist: dass die *reine Formation* am Häufigsten in das zweite Eisenoxydhydrat, den *Brauneisenstein*, seltener in das erste, den *Pyrrhosiderit*, am Seltensten in das dritte, den *Gelbeisenstein* [1]) umgewandelt wird; wogegen aus dem *thonigen Sphärosiderite* am Häufigsten *Gelb-* und *Brauneisenstein* entstehen, *Pyrrhosiderit* dagegen am Seltensten hervorgehet. Auch darf nicht übersehen werden, dass die Bildung der drei

1) Schon in meinem Entwurfe eines Systems der unorganisirten Naturkörper v. J. 1809, S. 107, und dann in der ersten Ausgabe meines Handbuches der Mineralogie v. J. 1813, I. S. 277. wurde von mir der *Gelbeisenstein* als ein von dem *Brauneisenstein* verschiedenes Eisenoxydhydrat aufgeführt, wobei meine Untersuchungen über das Eisenoxydhydrat (Gilbert's Annalen. XXXVIII. S. 1 ff.), durch welche ich zuerst nachzuweisen suchte, dass sich das Eisenoxyd im festen Verhältnisse mit dem Wasser verbinde, zum Grunde lagen. Nun hat neuerlich Herr Professor Schmid in Jena den *Xanthosiderit* als ein *neues* Eisenoxydhydrat beschrieben, wiewohl dieses Mineral nur eine krystallinische Abänderung meines *Gelbeisensteins* ist. (Vergl. Jahresbericht über die Fortschritte der Chemie von J. Liebig und H. Kopp für 1851. S. 763.)

verschiedenen Eisenoxydhydrate nicht immer von einander getrennt ist, sondern dass sie manchmal gemeinschaftlich entstehen; in welchem Falle sie entweder ein mehr und weniger inniges Gemenge bilden, oder sich bestimmt und scharf von einander sondern, welche letztere Erscheinung später genauer betrachtet werden wird.

Der reine Sphärosiderit enthält bekanntlich ausser dem kohlensauren Eisenoxydul gewöhnlich mehr und weniger kohlensaures Manganoxydul, und nicht selten etwas kohlensaure Kalkerde, oder auch kohlensaure Talkerde. Bei seiner Zersetzung wird auch das kohlensaure Manganoxydul durch Aufnahme von Sauerstoff und Wasser, und Ausscheidung von Kohlensäure, in Manganoxydhydrat umgewandelt; daher die aus dem Sphärosiderite entstehenden Mineralkörper, zumal der Brauneisenstein, ausser dem Eisenoxydhydrate auch Manganoxydhydrat zu enthalten pflegt. Wenn der Sphärosiderit ganz aus kohlensaurem Eisenoxydul bestehet, so sind in ihm

62,07 Procent Eisenoxydul mit
37,93 — Kohlensäure

verbunden. Bei der Umwandlung des Eisenoxyduls in Eisenoxyd nehmen jene

62,07 Procent Eisenoxydul
6,90 — Sauerstoff auf.

Bei der Bildung von *Pyrrhosiderit* ausserdem

7,76 Procent Wasser,

daher der Verlust

23,27 Procent beträgt.

Bei der Bildung von *Brauneisenstein* beträgt die Wasseraufnahme

11,64 Procent, mithin der Verlust
19,39 —

Bei der Bildung von *Gelbeisenstein* beträgt die Wasseraufnahme

15,52 Procent, mithin der Verlust
15,51 —

Durch einen Gehalt von kohlensaurem Manganoxydul, verändern sich diese Zahlen natürlicher Weise bald mehr, bald weniger. Die Zersetzung welche der Sphärosiderit allmählig erleidet, beschränkt sich auf diese Umänderung nicht immer; sondern es findet häufig ausserdem auch noch eine Auslaugung

durch kohlensäurehaltiges Wasser statt. Das mit dem Sphärosiderite in Berührung kommende Wasser, nimmt wohl selbst zum Theil Kohlensäure aus demselben auf, die dann zur Auflösung von kohlensaurem Eisen- und Manganoxydul, von kohlensaurer Kalk- und Talkerde verwandt wird. Die auf diese Weise fortgeführten Substanzen setzen sich daraus später, bald näher bald entfernter, zum Theil in veränderten Zuständen, das kohlensaure Eisenoxydul in verschiedene Eisenoxydhydrate umgewandelt, das kohlensaure Manganoxydul als Manganoxydhydrat ab, aus welchem später noch andere Manganfossilien hervorgehen können. Die kohlensaure Kalkerde scheidet sich als Kalk oder Arragonit aus, und die kohlensaure Talkerde am Häufigsten in Verbindung mit kohlensaurer Kalkerde, als Bitterkalk. Hiernach hat man bei dem Sphärosiderite zwei Arten von Umbildungen zu unterscheiden, welche oft, aber keinesweges immer, vereinigt sind, und von welchen namentlich die zuerst erwähnte nicht selten allein vorkommt, wogegen die andere wohl nicht leicht ohne jene erfolgen dürfte. Wenn gleich nun die zweite Art der Umbildung durch einen tropfbar flüssigen Körper vermittelt wird, so gehen doch stets in dem Körper der die Umänderung erleidet, Molekularbewegungen ohne Aufhebung des starren Aggregatzustandes vor; wogegen die Fortführung und der spätere Absatz von Bestandtheilen Bewegungen veranlasst, welche nicht in die Kategorie der hier zu betrachtenden Erscheinungen gehören.

Durch die zuvor angegebene Art der Zersetzung erleidet die Masse des Sphärosiderites eine bedeutende Auflockerung, welche indessen verschiedene Grade hat, je nachdem durch die Bildung verschiedener Eisenoxydhydrate ein bald geringerer bald grösserer Verlust von Theilen entstehet, der am Geringsten bei der Entstehung von Gelbeisenstein, am Grössten bei der Bildung von Pyrrhosiderit ist. Die durch diese Umwandlung bewirkte Auflockerung wird noch sehr vergrössert, wenn mit derselben sich die oben bezeichnete Auslaugung verbindet. Es gehen indessen auch im Innern der Masse manchmal Bewegungen vor, wodurch die aufgelockerten Theile wieder mehr verdichtet werden. Nehmen wir an, dass ein Sphärosiderit ganz aus kohlensaurem Eisenoxydul bestehe, und dass sein specifisches Gewicht 3,8 sey, so würde bei vollständiger Umwandlung desselben in Brauneisenstein, wenn keine Volumenveränderung statt fände, das specifische Gewicht desselben 3,06 betragen.

Bei dem gemeinen Brauneisenstein, der nebst dem ochrigen am Häufigsten aus der Zersetzung des Sphärosiderites hervorgehet, beträgt aber das eigenthümliche Gewicht mindestens 3,5, und bei dem schlackigen, der zuweilen entstehet, 3,6 — 3,8. Es findet also bei der Bildung solcher Abänderungen eine Verdichtung statt. Dieses ist noch im höheren Grade bei der Bildung von Pyrrhosiderit der Fall. Unter obigen Voraussetzungen würde das specifische Gewicht desselben 2,92 seyn; seine dichte Abänderung hat aber ein eigenthümliches Gewicht von 3,55 — 3,57. Die Nebenbestandtheile des Sphärosiderites machen freilich diese Bestimmungen ungenau; doch wird bei den dichteren Abänderungen des Brauneisensteins und Pyrrhosiderites das specifische Gewicht wohl stets etwas grösser seyn, als die Berechnung nach dem Verluste an Bestandtheilen dasselbe ergiebt.

Der Sphärosiderit zeigt verschiedene Grade der Zersetzbarkeit, welches ohne Zweifel mit dem verschiedenen Gehalte an kohlensaurem Manganoxydul zusammenhängt, welche Beimischung die Verwitterung befördert [1]). Die Zersetzung beginnt in der Regel an der Oberfläche, und schreitet allmählig gegen das Innere fort. Doch bemerkt man zuweilen auch im Innern dunkle Flecke, welche den Anfang der Verwitterung zu erkennen geben [2]). So lange die umgeänderte Rinde sehr schwach ist, zeigen sich wohl bunte Stahlfarben. Bei ihrer Zunahme gehet aber die ursprünglich gewöhnlich blassgelbe Farbe des Körpers an der Oberfläche in eine bräunliche, oder bräunlichschwarze Farbe über. Die dunklere Färbung wird durch einen grösseren Gehalt an gebildetem Manganoxydhydrat bewirkt [3]). Allmählig verbreitet sich dann die braune Farbe durch das Innere des Körpers. Ist dieser späthig oder

---

1) Vergl. die Verwitterung im Mineralreiche, von Dr. G. Suckow. S. 37.

2) Daselbst. S. 36.

3) Die dunkle Farbe welche der Sphärosiderit in der Glühhitze annimmt, rührt von der Bildung von Eisenoxydoxydul her, welches zuerst entstehet, woraus dann bei fortgesetztem Glühen Eisenoxyd wird, wie man es bei dem Rösten des Eisenspathes und thonigen Sphärosiderites auf Eisenhütten beobachten kann. Der schon in Eisenoxydhydrat umgewandelte Sphärosiderit verhält sich im Feuer anders, indem er durch den Verlust des Wassers sogleich die rothe oder rothbraune Farbe des Eisenoxydes annimmt.

faserig, so erhalten sich anfangs noch Spuren der Textur, die aber später ganz verschwinden. Der Körper nimmt einen erdigen oder unebenen, seltener einen muscheligen Bruch an. Nur in diesem Falle erlangt der Bruch stärkeren Wachsglanz, wogegen er bei unebenem Bruche höchstens schimmernd, bei erdigem matt ist. Krystallindividuen des Eisenspathes und Kugeln des fasrigen Sphärosiderites behalten bei dieser Umwandlung oft ihre äussere Gestalt. Wie bei einzelnen Körperindividuen im Innern häufig unzersetzte Kerne gefunden werden, so zeigen sich in grösseren Massen oft einzelne Kerne unzersetzten Eisenspathes von dichtem Brauneisenstein oder Pyrrhosiderit umgeben. Aber auch im Innern der völlig zersetzten Individuen und Massen ist der Aggregatzustand nicht immer von gleicher Beschaffenheit, woran ungleiche Wirkungen von Molekularbewegungen erkannt werden. An Krystallen siehet man zuweilen einen dichteren Brauneisenstein in der Umgebung eines lockeren, ochrigen, porösen Kernes [1]); und Ähnliches nimmt man nicht selten an grösseren Massen wahr, indem verschiedene Varietäten von Brauneisenstein und Pyrrhosiderit unter einander wechseln. Auch werden zuweilen schaalige Absonderungen gefunden, welche erst in Folge der Zersetzung, z. B. in dem kugelförmigen fasrigen Sphärosiderite entstanden sind [2]). Haidinger beobachtete zu Hüttenberg in Kärnthen die Bildung von Geoden in der umgewandelten Masse des Eisenspathes [3]), und eine ähnliche Beobachtung der Entstehung von Brauneisenstein-Nieren mit schaaligen Absonderungen aus der früher späthigen Masse, habe ich auf Lagerstätten des Eisenspathes am Harz zu machen Gelegenheit gehabt. Die hier beschriebenen Erscheinungen lassen verschiedenartige Wirkungen von Molekularbewegungen im starren Zustande des Sphärosiderites nicht verkennen. Sie offenbaren sich besonders auf dreifache Weise: 1. in der Umwandlung einer krystallinischen Masse in eine nicht krystallinische; 2. in der Verdichtung der durch die Zersetzung aufgelockerten Masse, indem die ochrige Beschaffenheit in eine dichte mit unebenem oder muscheligem Bruche umgewandelt worden; 3. in der Bildung von Nieren und

---

1) Blum's Pseudomorphosen. S. 201.

2) Daselbst. S. 204.

3) Poggendorff's Annalen. XI. S. 190.

schaaligen Absonderungen. Die erste Art der formverändernden Wirkungen von Molekularbewegungen wird bei jedem Sphärosiderite von krystallinischer Beschaffenheit wahrgenommen; wogegen die beiden anderen Arten nicht immer bemerkt werden.

Ausser diesen gewöhnlichen Wirkungen der Molekularbewegungen im Gefolge der Zersetzung des Sphärosiderites, kommt zuweilen eine Erscheinung vor, deren Deutung etwas zweifelhaft ist. Eisenspath-Rhomboëder, die mit Beibehaltung ihrer Form in Brauneisenstein umgewandelt worden, sind auf ihren Flächen mit höchst zarten, glänzenden Prismen von Graubraunstein bekleidet. Die Krystalle liegen flach und fest auf, bald in unbestimmten Richtungen, bald unter einander parallel. An einzelnen Stellen ragen sie über die Kanten hervor und erscheinen dann wie aus denselben herausgesponnen. Ein ausgezeichnetes Stück dieser Art besitze ich vom Stahlberge bei Schmalkalden. Man möchte vielleicht glauben, dass die Krystalle des Manganoxydhydrates aus einer Auflösung von kohlensaurem Manganoxydul in kohlensäurehaltigem Wasser abgesetzt worden seyen, und dass daher ihre Bildung in die Kategorie der Auslaugungs-Erscheinungen gehöre. Die ganze Art des Vorkommens dürfte indessen mehr dafür sprechen, dass sie unmittelbar aus der Zersetzung des Eisenspathes hervorgegangen sind, indem ein Theil des an der Oberfläche gebildeten Manganoxydhydrates sich krystallinisch ausschied. Darf man dieses annehmen, so bietet diese Erscheinung, welche nicht ohne Analogieen ist, ein besonders interessantes Beispiel der Wirkung von Molekularbewegungen ohne Aufhebung der Rigidität dar.

Die Erscheinungen, welche durch den oben angegebenen Auslaugungs-Process herbeigeführt werden, gehören zwar nicht zum eigentlichen Gegenstande dieser Betrachtungen, dürfen doch aber nicht übergangen werden, um die Wirkungen der Molekularbewegungen, welche ohne Aufhebung des starren Aggregatzustandes vorgehen, im rechten Lichte erscheinen zu lassen. Man nimmt diese Erscheinungen besonders da wahr, wo der Eisenspath in grösseren Massen, theils auf Lagern und Nestern, theils auf Gängen bricht, und auf diesen Lagerstätten ganz besonders unter solchen Verhältnissen, unter welchen Luft und Wasser am Ungehindertsten einwirken können; daher z. B. auf Gängen in oberen Teufen derselben. Ausgezeichnete Gelegenheiten zu Beobach-

tungen bieten der Iberg bei Grund am Harz, der Stahlberg und die Mommel bei Schmalkalden, der Stahlberg bei Müsen, der Hollerter Zug im Saynischen, die Eisenzeche bei Eiserfeld im Siegenschen, der Erzberg in Steyermark, der Knappenberg bei Hüttenberg in Kärnthen, Sommorostro in Biscaya dar. Indem das den Sphärosiderit durchdringende kohlensäurehaltige Wasser, welches besonders in der Masse desselben mit Kohlensäure angeschwängert wurde, Theile vom kohlensauren Eisen- und Manganoxydul aufnimmt und entführt, giebt es zur Bildung von Eisen- und Manganoxydhydraten Veranlassung, die sich theils von einander getrennt, theils unter einander verbunden, entweder in Krystallen, oder in krummflächigen, vorzüglich stalaktitischen Gebilden daraus absetzen. Auf diese Weise dürfte die Entstehung mancher Krystalle und krystallinischer Massen von Grau- und Weichbraunstein, welche in Begleitung von Brauneisenstein, u. a. so ausgezeichnet in der Gegend von Siegen vorkommen, abzuleiten seyn; und eine gleiche Erklärung scheint mir auf die Bildung der Krystalle des Rubinglimmers, in den schönen Drusen von der Eisenzeche bei Eiserfeld und vom Hollerter Zuge im Saynischen, angewadnt werden zu können. In krummflächigen, zumal stalaktitischen Formen stellen sich fasriger Brauneisenstein, schuppig-fasriger Pyrrhosiderit (Lepidokrokit), Schwarzbraunstein (Psilomelan), Manganschaum, dar. Aber auch in dichten und ochrigen Absätzen erscheinen mitunter Eisen- und Manganoxydhydrate, wohin namentlich ochriger Braun- und Gelbeisenstein, muschliches und ochriges Wad gehören. Die verschiedenen, auf solche Weise aus dem Eisenspathe hervorgegangenen Substanzen lassen in ihrer Bildung oft eine gewisse Zeitfolge erkennen. So zeigt sich der Brauneisenstein in der Regel früher abgesetzt als der Pyrrhosiderit; der Graubraunstein oft früher als der Brauneisenstein; aber der Manganschaum so wie das Wad in der Regel später als der Brauneisenstein. Indessen findet auch manchmal ein Wechsel unter Substanzen statt, die sonst gewöhnlich in einer gewissen Reihefolge zu erscheinen pflegen, z. B. zwischen fasrigem Brauneisenstein und fasrigem Pyrrhosiderit, wie man es an Stufen von Ilfeld am Harz, Friedrichrode am Thüringer Walde, Horhausen in der Gegend von Siegen siehet. Dass übrigens die Bildungsart im Allgemeinen wirklich die angegebene ist [1]), erhellt theils aus den Formen der

1) Vergl. in dieser Beziehung: v. Pantz und Atzl, Versuch einer Beschreibung

Absätze, theils aus dem hin und wieder gemeinschaftlichen Vorkommen von Stalaktiten von Kalkspath, Arragonit (Eisenblüthe) und Chalcedon. Die Bildung der beiden letzteren Körper machen es um so wahrscheinlicher, was auch überhaupt aus den Umänderungen mancher Lagerstätten des Eisenspathes hervorzugehen scheint, dass die grösseren in ihnen sich offenbarenden Wirkungen in Zeiten sich ereignet haben, in welchen höhere Temperaturen, heisse Wasser und Wasserdämpfe auf die Metamorphosirung des Eisenspathes von Einfluss seyn konnten.

Die Wirkungen der Molekularbewegungen welche durch die Zersetzung des *thonigen Sphärosiderites* veranlasst werden, zeigen sich etwas verschieden von den beschriebenen Erscheinungen, welche die mit der reinen Formation vorgehenden Mischungsveränderungen begleiten. Es braucht nicht wiederholt zu werden, was im 39sten §. über das verschiedene Vorkommen und den abweichenden Gehalt des thonigen Sphärosiderites mitgetheilt worden. Zur Erläuterung dessen, was bei seiner Zersetzung in gewöhnlicher Temperatur vorgehet, möge auch hier als Beispiel eine Abänderung dienen, in welcher der Eisengehalt 30 Procent beträgt. Zum kohlensauren Eisenoxydul sind damit verbunden:

8,57 Procent Sauerstoff und
23,56 — Kohlensäure.

Der Thongehalt betrage

37,87 Procent, in welchem etwa
5 — Wasser enthalten sind. Bei der Umwandlung eines solchen thonigen Sphärosiderites in *Pyrrhosiderit* gehen verloren

23,56 Procent Kohlensäure,

wogegen aufgenommen werden

4,28 Procent Sauerstoff und
4,82 — Wasser;

---

der vorzüglichsten Berg- und Hüttenwerke des Herzogthums Steyermark. S.45.

Noeggerath, Geognostische Beobachtungen über die Eisensteins-Formationen des Hunsrückens, in Karsten's und v. Dechen's Archiv. XVI. S. 470 ff.

Majendie, in den Transactions of the geological Society of Cornwall. I. p. 226.

Bischof, Lehrbuch der chem. u. phys. Geologie. II. S. 1341 ff.

daher der Verlust beträgt
14,46 Procent.
Bei der Umwandlung in *Brauneisenstein* werden aufgenommen
7,23 Procent Wasser,
daher der Verlust beträgt
12,05 Procent.
Bei der Umwandlung in *Gelbeisenstein* werden aufgenommen
9,64 Procent Wasser,
daher der Verlust 9,64 — beträgt.

Die Zersetzung, welche durch die Umänderung der gewöhnlich grauen Farbe in eine braune oder gelbe sich zu erkennen giebt, beginnt an der Oberfläche und schreitet allmählig gegen das Innere fort. Es findet mit dem Verluste von Theilen gewöhnlich eine Zusammenziehung der Masse statt, wobei die Oberfläche nicht aufberstet, indem die weiter nach Innen liegenden Theile von den weiter nach Aussen befindlichen, in einer gegen die Oberfläche senkrechten Richtung angezogen werden, wovon die schaalenförmige Absonderung einer äusseren umgeänderten Rinde, von der inneren unveränderten Masse Folge ist. Die Rinde löst sich bald vollkommner bald weniger vollkommen von dem Kerne ab, welches von dem verschiedenen Grade der Verdichtung der Theile in der sich bildenden Rinde abhängt. An einem thonigen Sphärosiderite aus den Karpathen, von welchem ich Exemplare meinem werthen Freunde, dem Professor Zeuschner in Krakau verdanke, besteht die 1 — 2 Linien starke Rinde aus thonigem Brauneisenstein, und löst sich vollkommen und leicht von dem aschgrauen unzersetzten Kerne ab. Das specifische Gewicht des letzteren fand ich 3,05, wogegen das der Rinde zu 4,27 bestimmt wurde. Zuweilen findet indessen bei der Zersetzung keine Zusammenziehung der Theile statt, in welchem Falle die umgeänderte Rinde mit dem Kerne fest verbunden bleibt. Bei einem thonigen Sphärosiderite vom Vorgebirge der guten Hoffnung[1]), an welchem die ochergelbe, etwa 2 Linien

1) Stücke desselben habe ich, nebst vielen anderen mineralogischen und geognostischen Merkwürdigkeiten aus Südafrica, von meinem unvergesslichen Jugendlehrer, dem verewigten Superintendenten Hesse erhalten, der sechzehen Jahre lang Prediger der Lutherischen Gemeinde in der Cap-Stadt war.

starke Rinde mit dem rauchgrauen unzersetzten Kerne fest verwachsen ist, fand ich das specifische Gewicht des Kernes 2,66, und das der Rinde 2,62. Auf die Verdichtung scheint der Eisengehalt von besonderem Einflusse zu seyn, indem die Zusammenziehung um so stärker seyn dürfte, je grösser der Gehalt des thonigen Sphärosiderites an kohlensaurem Eisenoxydul ist. Doch mögen dabei auch noch andere Umstände mitwirken. Bei fortschreitender Zersetzung bilden sich nach Innen neue Schaalen, und zuletzt bleibt manchmal ein loser Kern im Innern, wodurch die sogenannten Klapper- oder Adlersteine entstehen. Die Stärke der Schaalen ist verschieden; doch pflegt sie selten mehr als einige Linien zu betragen. Es kommen aber auch zuweilen in Braun- oder Gelbeisenstein umgewandelte Nieren von thonigem Sphärosiderit vor, welche völlig dicht geblieben sind. Die Form der Schaalen richtet sich natürlicher Weise nach der ursprünglichen Gestalt des thonigen Sphärosiderites. Wenn dieser, wie gewöhnlich, in sphäroïdischen oder elliptisch-sphäroïdischen Nieren sich findet, entsprechen sie der krummflächigen äusseren Gestalt; sie erscheinen aber auch in verschiedenartigen geradflächigen Abplattungsformen, oder in ganz unregelmässigen Gestalten. Die Wirkung der Molekularbewegungen äussert sich nicht bloss in der Bildung der Schaalen, sondern, wiewohl weniger auffallend, auch in der Umänderung des Bruches, der bei dem thonigen Sphärosiderite ursprünglich muschelig oder eben zu seyn pflegt, und durch Zersetzung gewöhnlich erdig wird.

Zuweilen zeigt sich die Formveränderung im Gefolge der Mischungsveränderung des thonigen Spärosiderites im Grossen auf Lagern von sandig-thonigem Gelbeisenstein im Quadersandstein, wie sie an mehreren Orten im nördlichen Deutschland, u. a. an der Fuhregge, einem Flötzrücken bei Delligsen im Herzogthume Braunschweig vorkommen, woher die benachbarte Carlshütte das Hauptmaterial zum Betriebe des dasigen Eisenhohofens entnimmt. Jene Lager enthalten im Innern Nieren von schuppig-körnigem, sandig-thonigem Sphärosiderite, von verschiedenem, aber oft bedeutendem Umfange, welche von dem dortigen Bergmann „*Wacken*“ genannt werden, die rindenförmig von dem aus der Zersetzung desselben hervorgegangenen sandig-thonigen Gelbeisenstein umgeben sind [1]). Anderer Seits wird dieselbe Erscheinung nach einem

1) Vergl. meine Bemerkungen über den Quadersandstein, in meinen Norddeutschen

kleineren Maassstabe an dem körnigen thonigen Braun- und Gelbeisenstein, dem sogenannten *Bohnerze*, wahrgenommen, dessen Körner gewöhnlich aus von einander sich absondernden Schaalen bestehen, welche dadurch ihre Abkunft von thonigem Sphärosiderit verrathen, wenn auch von diesem in ihrem Innern keine Reste sichtbar sind. Ausgezeichnet siehet man u. a. diese Bildung in mannichfaltigen Abstufungen an dem Bohnerze von Mardorf unweit Homberg in Hessen. Wo die Umwandlung grosser Massen thonigen Sphärosiderites erfolgt, wird die gewöhnliche Zersetzung zuweilen auch von dem oben beschriebenen Auslaugungsprocesse begleitet, wodurch dann und wann ebenfalls Krystallisationen und stalaktitische Gebilde von Eisenoxydhydraten erzeugt werden, wie solches z. B. das Vorkommen von fasrigem Brauneisenstein auf den zuvor erwähnten Eisensteinslagern der Fuhregge zeigt.

Bei dieser Gelegenheit mag auch die Veränderung des *Ankerites* erwähnt werden, der dem Spärosiderite verwandt ist, dessen variabler Gehalt an kohlensaurem Eisenoxydul aber von dem Gehalte an kohlensaurer Kalkerde stets übertroffen wird. Haidinger hat bemerkt [1]), dass bei der Zersetzung dieses Minerals gleichsam ein Skelet von Eisenoxydhydrat zurückbleibe. Es wird daher eine Auslaugung der kohlensauren Kalkerde durch kohlensäurehaltiges Wasser angenommen werden dürfen. Dasselbe findet bei der Zersetzung des *Mesitins* hinsichtlich der kohlensauren Talkerde statt. Die Auslaugung derselben durch kohlensäurehaltiges Wasser ist die Ursache, dass Mesitin-Krystalle, deren kohlensaures Eisenoxydul in Eisenoxydhydrat umgewandelt worden, zuweilen ein völlig zerfressenes Ansehen haben, wie es die Krystalle von Traversella manchmal zeigen.

§. 41.

Umänderungen von Sulfuriden.

Von den verschiedenen Classen von Mineralkörpern gehören die *Sulfu-*

Beiträgen zur Berg- und Hüttenkunde. 1. S. 82. Die sogenannten *Wacken* wurden, ob sie gleich an 40 Procent Eisen enthalten, vormals nur zur Wegebesserung benutzt; machen aber, seitdem ich vor vielen Jahren auf ihren reichen Gehalt aufmerksam machte, nach vorgängiger, sorgfältiger Röstung, einen Theil der Beschickung für den Hohofen der Carlshütte aus.

1) A. a. O. S. 190.

ride zu denen, welche am Häufigsten Zersetzungen erleiden, wobei ein Austausch von Bestandtheilen statt findet, und wodurch Veranlassung zur secundären Bildung von Mineralsubstanzen, namentlich von Oxyden, Hydraten und mannichfaltigen Salzen gegeben wird, die sich daraus vorzüglich auf den Erzgängen, aber auch wohl auf anderen Lagerstätten erzeugen. Der Schwefel gehet davon, oft vermuthlich als Schwefelwasserstoff, und die Metalle oder Metalloide verbinden sich mit Sauerstoff, selten mit Chlor, Fluor, ausserdem oft mit Wasser, oder mit einer Säure. Diese kommt entweder, wie besonders die Kohlensäure, von Aussen hinzu, indem sie entweder aus der Luft, oder aus dem Wasser aufgenommen wird, oder nachdem sie durch eine stärkere Säure, namentlich durch die bei dem Vitriolesciren von Kiesen entstandene Schwefelsäure, aus Carbonaten ausgetrieben worden, sich darbietet; oder sie entstehet aus einem Bestandtheile der Schwefelverbindung, wie u. a. die Arseniksäure bei der Zersetzung des Kupferfahlerzes. Zuweilen kann es indessen zweifelhaft seyn, woher die Säure rührt, welche die neue Verbindung eingehet, wie solches z. B. wohl bei der Phosphorsäure [1]), der Chromsäure, Vanadinsäure, Molybdänsäure der Fall ist. Nach der verschiedenen chemischen Zusammensetzung gehet aus ihrer Aufhebung bald nur eine neue Mineralsubstanz hervor, bald entstehen dadurch mehrere neue Mineralkörper. Manche dieser Zersetzungen erfolgen, ohne dass der rigide Zustand eine Änderung erleidet; wogegen bei anderen ein theilweiser, oder auch gänzlicher Übergang in den flüssigen Aggregatzustand statt findet. Bei den mehrsten dieser Umänderungen wird die krystallinische Beschaffenheit der Schwefelverbindung zerstört, indem am Häufigsten ein zerfallener, erdiger, oder dichter Aggregatzustand an die Stelle tritt. Selten gehet ein neuer krystallinischer Körper aus dem zersetzten hervor. In einem solchen Falle erscheint die Wirkung der Molekularbewegungen am Auffallendsten. Sie machen sich auch besonders da bemerklich, wo ein durch blätterige Textur ausgezeichneter Körper, in

1) Dass die Phosphorsäure aus der organischen Natur abstammt, ist manchmal nicht zweifelhaft, z. B. bei der Bildung von Pyromorphit aus Bleiglanz am Ausgehenden eines Ganges bei Clausthal auf dem Galgenberge, wo die Grube Neufang auf dem in oberer Teufe aus Eisenspath entstandenen Brauneisenstein bauete. Vergl. mein Handbuch d. Min. 2te Ausg. II. S. 1048.

einen erdigen verwandelt wird. Am Wenigsten tritt ihre Wirkung hervor wo der umgeänderte Körper die ursprüngliche äussere Gestalt behält. Zu verkennen sind indessen die Molekularbewegungen auch hier nicht, indem das blätterige Gefüge verloren gehet, oder der ursprünglich muschelige Bruch in einen unebenen, der unebene Bruch in einen erdigen verwandelt wird. Wenn aus einer Substanz, welche verschiedene Schwefelverbindungen, oder neben einer Schwefelverbindung eine Arsenikverbindung enthält, mehrere neue Verbindungen entstehen, so bilden diese entweder ein mehr und weniger inniges Gemenge, oder sie trennen sich von einander. Wo das Letztere der Fall ist, wo selbst krystallisirte Körper hervorgehen, lässt sich oftmals die Wirkung eines theilweise flüssigen Aggregatzustandes eben so wenig verkennen, als bei der früher erwähnten Fortführung von kohlensaurem Kupferoxyd, und kohlensaurem Eisenoxydul durch kohlensäurehaltiges Wasser.

Von den mannichfaltigen Erscheinungen, welche die bei Zersetzungen von Sulfuriden durch Molekularbewegungen in starren Körpern bewirkten Formveränderungen zeigen, können im Nachfolgenden nur einige besonders ausgezeichnete näher betrachtet werden.

§. 42.

Umänderungen des Antimonglanzes.

Der *Antimonglanz* erleidet eine Reihe von Umänderungen, indem er *Schwefel* verliert, und dagegen *Sauerstoff* in verschiedenen Verhältnissen aufnimmt.

Als niedrigste Stufe der Mischungsveränderung des Antimonglanzes ist seine Umwandlung in *Antimonblende* ($2\ddot{\ddot{S}}b + \ddot{S}b$) zu betrachten, indem hierbei der grössere Theil des Schwefelantimons unverändert bleibt, und nur der kleinere durch Verlust des Schwefels und Aufnahme von Sauerstoff sich in Antimonoxyd verwandelt. Früher war es mir unwahrscheinlich, dass die Antimonblende auf diese Weise gebildet werde [1]); durch fortgesetzte Untersuchungen habe ich mich indessen von der Richtigkeit der in dieser Beziehung

1) Vergl. mein Handbuch der Min. 2te Ausg. II. S. 193.

früher von Mohs [1]), und nachher von Blum [2]) u. A. geäusserten Meinung überzeugt. Darin kann ich aber der früheren Ansicht des Ersteren nicht beipflichten, dass das Anlaufen des Antimonglanzes seine Gränze erreicht zu haben scheine, wenn es eine dem Kirschrothen sich nähernde Farbe angenommen habe. Krystallindividuen und strahlige Massen von Antimonglanz bekleiden sich, wie es sich besonders an Stufen von Bräunsdorf in Sachsen und Malaczka in Ungarn zeigt, mit kirschrother Antimonblende, und häufig beginnt, wie Blum richtig bemerkt hat, die Umwandlung an den Spitzen der Krystalle. Es lassen sich alle Abstufungen von dem Beginnen der Zersetzung bis zur völligen Umwandlung der Krystalle und strahligen Massen verfolgen. Wenn nun gleich die äussere Gestalt der Krystalle des Antimonglanzes sich erhält, so scheint doch bei dieser Umwandlung die Structur desselben zerstört zu werden. Die Entstehung solcher Pseudomorphosen lässt sich ohne Molekularbewegungen nicht denken. Ihre die Form verändernde Wirkung würde aber noch bedeutender erscheinen, wenn auch die wesentlichen klinorhombischen Krystalle der Antimonblende als Zersetzungsproducte des Antimonglanzes betrachtet werden dürften, welches von mehreren Mineralogen angenommen wird, worüber ich mir indessen kein Urtheil erlauben darf, wiewohl ich es nicht für unwahrscheinlich halte.

Entschieden glaube ich mich aber dafür aussprechen zu dürfen, dass die *Antimonblüthe* (S̈b) nicht allein in Pseudomorphosen nach Antimonglanz vorkommt, sondern dass auch die wesentlichen Krystalle derselben aus einer Zersetzung des Antimonglanzes, bei welcher der Schwefel gänzlich entweicht und Sauerstoff an seine Stelle tritt, hervorgehen können. Strahliger Antimonglanz wird auf solche Weise allmählig in Antimonblüthe umgewandelt, an welcher die frühere äussere Form verschwindet, und in einen erdigen matten Bruch umgewandelt wird. Aber auch Krystalle der Antimonblüthe mit ihrem ausgezeichneten Blätterdurchgange und demantartigem Glanze kommen unter

---

1) Des Herrn Jac. Friedr. von der Null Mineralien-Kabinet, beschrieben von F. Mohs. III. S. 706. Später scheint Mohs die hier geäusserte Ansicht geändert zu haben. Vergl. dessen leichtfassliche Anfangsgründe der Naturgeschichte des Mineralreichs. 2te Ausg. II (von Zippe) S. 571.

2) Pseudomorphosen. S. 172.

solchen Verhältnissen mit Antimonglanz, z. B. in Höhlungen desselben vor [1]), dass ihre Entstehung aus dem Schwefelantimon wohl nicht bezweifelt werden kann. Dass auch der *Senarmontit*, die isometrisch krystallisirende *Antimonige Säure*, auf gleiche Weise gebildet wird, macht mir ein ausgezeichnetes Stück desselben, von Babouch, südöstlich von Constantine, welches ich der Güte des Herrn Dr. Jordan zu Saarbrücken verdanke, sehr wahrscheinlich. Die ½ Zoll grossen Oktaëder sind an manchen Stellen mit haarförmigem Antimonglanz verwachsen, und einige Krystalle schliessen sogar Gruppen desselben ein. Darf man diese Entstehungsweise annehmen, so liefert sie ein sehr ausgezeichnetes Beispiel der formverändernden Wirkung von Molekularbewegungen, wobei doch wohl kein Grund seyn dürfte, die Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes vorauszusetzen, indem keine Andeutung sich findet, durch welches Auflösungsmittel dieselbe bewirkt seyn könnte. Blum führt an [2]), dass aus der *Antimonblende* zuweilen *Antimonblüthe* entstehen solle, welches ich durch eigene Beobachtungen nicht bestätigen kann.

Dagegen hat es den Anschein, dass die aus dem Antimonglanze gebildete, *erdige Antimonblüthe* zuweilen durch Aufnahme von einer grösseren Sauerstoffmenge in *Antimonocher* ($\ddot{S}b$) übergehet. Beide Körper finden sich manchmal neben einander, und durch Übergänge verbunden. Der *Antimonocher* entsteht aber auch sehr häufig unmittelbar aus *Antimonglanz*, in dessen Begleitung er nicht selten vorkommt. Die Umwandlung beginnt gewöhnlich an der Oberfläche, und schreitet allmählig nach Innen fort. Eine höchst schwache Bekleidung giebt zur Entstehung der oft schönen angelaufenen Farben des Antimonglanzes Veranlassung [3]). Zuweilen erscheinen Krystalle und strahlige Massen ganz in Antimonocher umgewandelt, wobei die äussere Gestalt erhalten ist, das Innere aber einen unebenen oder erdigen matten Bruch angenommen hat. Manchmal haben sich schaalige, dem ausgezeichnetsten Blätterdurchgange des Antimonglanzes entsprechende Absonderungen gebildet, wie

1) Vergl. Haidinger, in Poggendorff's Annalen. XI. S. 379.
2) Pseudomorphosen. S. 172.
3) Vergl. meine Bemerkungen über die Erscheinung des Anlaufens der Mineralkörper, in den Studien des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. V. S. 326.

man es z. B. an dem Antimonocher von Cervantes in Galicien in Spanien siehet; und an Stücken die solches zeigen, wird auch zuweilen die von Blum[1]) bemerkte Erscheinung wahrgenommen, dass sich abwechselnde Lagen von Antimonglanz und Antimonocher darstellen, woran man erkennt, dass die Zersetzung nicht bloss von Aussen nach Innen sich verbreitet, sondern gleichzeitig auch das Innere des Antimonglanzes ergriffen hat, indem durch den ausgezeichneten Blätterdurchgang den die Umwandlung bewirkenden Agentien der Zutritt eröffnet worden. Die entstandenen Absonderungen zeigen es unzweideutig, wie die im Innern wirkenden Molekularbewegungen den Zusammenhang der Theile nach Ebenen, welche dem Hauptblätterdurchgange entsprechen, aufgehoben haben. Manchmal gehet bei der Bildung des Antimonochers die äussere Gestalt des Antimonglanzes ganz verloren. Dann und wann stellt jener Körper schwammförmige Massen dar. Die Härte des Antimonochers hat sehr verschiedene Grade, indem sie vom Zerreiblichen bis zur Feldspathhärte abändert. Blum hat die harte Abänderung unter dem Namen *Stiblith* unterschieden[2]), und gründet auf eine Untersuchung von Delffs die Meinung, dass derselbe auch chemisch von dem Antimonocher sich unterscheide, indem er antimonsaures Antimonoxyd sey. Ich kann dieser Unterscheidung nicht beistimmen, da der Antimonocher gewiss oft ausser der Antimonsäure, Antimonige Säure (Antimonoxyd) in unbestimmten Verhältnissen enthält, wovon seine verschiedenen Farben, die vom Hochgelben bis beinahe in das Weisse verlaufen, zum Theil abhängig seyn dürften. Oft hat der Antimonocher auch einen Wassergehalt, der vermuthlich auch auf seine Farbe von Einfluss ist.

§. 43.

Umänderung verschiedener, Schwefelantimon enthaltender Schwefelsalze.

Den Erscheinungen welche die Zersetzung des *Antimonglanzes* begleiten, sind diejenigen zunächst verwandt, welche bei mehreren *Schwefelsalzen* wahrgenommen werden, in welchen Schwefelantimon elektronegativer Bestandtheil ist; denn auch bei diesen gehet durch das Entweichen des Schwefels und die

1) Pseudomorphosen. S. 171.

2) Nachtrag zu den Pseudomorphosen des Mineralreichs. S. 91.

Aufnahme von Sauerstoff, Antimonige Säure oder Antimonsäure hervor, welche neue Substanz entweder für sich, oder in Verbindung mit dem gleichzeitig aus dem basischen Theile des Schwefelsalzes entstandenen Metalloxyde erscheint. Es gehört dahin die Erzeugung der *Bleiniere* aus dem *Bleischimmer*, so wie die Zersetzung des *Boulangerites*, des *Bournonites*.

Der dem *Jamesonite* zunächst verwandte, von ihm vielleicht nicht wesentlich verschiedene *Bleischimmer*, der nach Pfaff in 100 Theilen aus 43,44 Blei, 35,47 Antimon, 17,20 Schwefel, 3,56 Arsenik, 0,16 Eisen, 0,18 Kupfer bestehet, und zu Nertschinsk in Sibirien vorkommt, wird durch Zersetzung in *Bleiniere* verwandelt, die nach einer Untersuchung von Pfaff[1]) hauptsächlich aus Bleioxyd, Antimoniger Säure und Arseniksäure bestehet. Der Bleischimmer welcher eine krystallinisch-feinkörnige Structur besitzt, bildet oft den Kern der Bleiniere, und ist auf solche Weise mit derselben verwachsen, dass ihre Bildung durch eine Zersetzung jenes Erzes nicht zweifelhaft seyn kann. Die durch den Verlust des Schwefels und die Aufnahme von Sauerstoff bewirkte chemische Umänderung ist von einer gänzlichen Umwandlung der Form begleitet; denn das krystallinisch-körnige Gefüge ist in der Bleiniere verschwunden, und bald ein muscheliger, in das Ebene oder Unebene verlaufender, mit wachsartigem Glanze oder Schimmer verbundener, bald ein erdiger, matter Bruch an die Stelle getreten. Der Zusammenhang der Theile ist sehr verschieden, indem er von der festen Beschaffenheit der dichten Varietät, deren Härte den vierten Grad erreicht, bis in das Zerreibliche der erdigen Abänderung übergehet. Die nieren- und knollenförmigen Stücke der ersteren werden von der letzteren theils bekleidet, theils aderartig durchzogen. Bei dieser Umbildung, welche die Wirkung von Molekularbewegungen ohne Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes nicht bezweifeln lässt, hat sich die ursprüngliche Dichtigkeit bedeutend vermindert, indem das specifische Gewicht des Bleischimmers 5,95, das der Bleiniere dagegen 3,93 — 4,76 beträgt.

Wie dem *Bleischimmer* der *Boulangerit* nahe verwandt ist, so zeigt sich auch bei diesen beiden Schwefelsalzen eine sehr ähnliche Art der Zersetzung. Der Boulangerit von der Staroserentnischen Grube im Nertschinskischen ent-

---

1) Schweigger's Journal. XXVII. 1.

hält nach einer i. J. 1838 auf meinen Wunsch von Herrn Bromeis im hiesigen Academischen Laboratorium gemachten Analyse, in 100 Theilen, 56,288 Blei, 25,037 Antimon, 18,215 Schwefel [1]). Die Stufen von diesem Erze, welche sich in der Mineraliensammlung des hiesigen Academischen Museums befinden, haben eine verworren faserige Structur, und enthalten hin und wieder Schwefelkies und Misspickel eingesprengt. Die Oberfläche hat einen Beschlag von verschiedenen gelben und braunen Farben, der offenbar durch Zersetzung des Boulangerites und seiner Begleiter entstanden ist. An manchen Stellen dringt dieser Überzug weiter in das Innere ein, und nimmt dann muscheligen Bruch und Wachsglanz an, wogegen der äussere Beschlag erdig und matt ist. Es scheint mir sehr wahrscheinlich zu seyn, dass die von Hermann zerlegte Bleiniere [2]), in welcher derselbe in 100 Theilen 61,83 Bleioxyd, 31,71 Antimonsäure, 6,46 Wasser fand, ein solches, aus Boulangerit hervorgegangenes Zersetzungsproduct war.

Die Zersetzung des aus einer Verbindung von Schwefelantimon-Schwefelblei und Schwefelantimon-Schwefelkupfer bestehenden *Bournonites* kann zur Entstehung verschiedenartiger neuer Substanzen Veranlassung geben, wobei auf eine ausgezeichnete Weise die umformende Wirkung von Molekularbewegungen ohne Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes sich offenbart. In Madrid erhielt ich eine Stufe von *Bournonit* aus Peru, an welcher die zusammengehäuften prismatischen Krystalle grösstentheils mit einem Überzuge kleiner, weisser, demantartig glänzender Krystalle von *Antimonblüthe* bekleidet sind, deren Entstehung aus dem Bournonite wohl mit Gewissheit angenommen werden darf. Hin und wieder hat die drusige Rinde einen zitronengelben, matten Überzug von *Antimonocher*, der ohne Zweifel durch höhere Oxydation der Antimonblüthe gebildet worden. An einigen Stellen haben die Bournonit-Krystalle, statt jener Bekleidung, einen Beschlag von *Kupfergrün;* an anderen eine dunkelschwarze, matte, erdige Decke, die hin und wieder auch in das Innere der Krystalle eingedrungen erscheint, und die sich durch Versuche vor

1) Notizenblatt des Göttingischen Vereins Bergmännischer Freunde. 1838. Nr. 18. Seite 3.

2) Bulletin de la Société Imp. des naturalistes de Moscou. 1845. I. 251.

dem Löthrohre, als *Kupferoxyd* zu erkennen gab. Auf welche Weise bei dieser Zersetzung der Schwefel entführt seyn mag, lässt sich eben so wenig mit Sicherheit angeben, als solches bei den Umänderungen des Antimonglanzes und der eben erwähnten, Schwefelantimon enthaltenden Schwefelsalze möglich ist. Während bei der Entstehung der Antimonblüthe aus dem Bournonite das Antimon den Schwefel verlor und sich dagegen mit Sauerstoff verband, verwandelt sich vielleicht das Schwefelblei durch Anziehung von Sauerstoff in *Bleivitriol*, der als ein im Wasser etwas auflösliches Salz, durch dasselbe fortgeführt wurde. Das Kupfer tauschte gegen den entweichenden Schwefel Sauerstoff ein, wodurch die aus Kupferoxyd bestehende *Kupferschwärze* sich erzeugte; zum Theil verbanden sich aber ausserdem Kohlensäure und Wasser damit, zur Bildung von *Kupfergrün*. Diese merkwürdige Umänderung des Bournonites habe ich bisjetzt nur an dem einen, oben erwähnten Stücke wahrgenommen; wogegen die Entstehung von *Kupfergrün* aus demselben mir öfterer, namentlich an alten Stufen von dem Rosenhöfer Zuge bei Clausthal, vorgekommen ist. Die Bournonit-Krystalle vom Meiseberge bei Neudorf am Harz haben zuweilen einen schwärzlichgrauen, matten Überzug, der sich abschaben lässt, und in welchem ich durch Löthrohrversuche Blei, Kupfer und Antimon auffand. Ohne Zweifel ist diese Rinde aus einer oberflächlichen Zersetzung des Bournonites hervorgegangen, indem Schwefel entwich und Sauerstoff aufgenommen wurde, und vermuthlich ist sie ein Gemenge von Bleisuboxyd, Kupferoxyd und Antimoniger Säure, bei welchem die dunkelschwarze Farbe der beiden ersten Körper, durch das Weiss der letzten Substanz, zu einer schwärzlich grauen geworden.

§. 44.

Umwandlung von Schwefel- und Wasserkies in Eisenoxydhydrat.

Als bei früherer Gelegenheit von dem Vitriolesciren der Kiese die Rede war, wurde beiläufig auch ihre Umwandlung in *Eisenoxydhydrat* erwähnt, welche nunmehr näher betrachtet werden soll. Die Bildung der *Eisenoxydhydrate* durch Zersetzung von *Schwefel-* und *Wasserkies* ist die Entstehungsart derselben, welche in der Natur am Häufigsten vorkommt. Vorzüglich ist es der *Schwefelkies*, aus welchem Eisenoxydhydrate hervorgehen. Bei dem

Wasserkiese zeigt sich, wie früher bemerkt worden, häufiger das Vitriolesciren. Auch aus dem *Magnetkiese* bildet sich Eisenoxydhydrat; aber das seltenere Vorkommen desselben ist Ursache, dass seine Zersetzung nicht oft wahrgenommen wird. Die verschiedenen in der Natur sich findenden Eisenoxydhydrate gehen aus Schwefel- und Wasserkies hervor; aber bei Weitem am Häufigsten erzeugt sich daraus *Brauneisenstein.* Auch der *Pyrrhosiderit* scheint aus beiden Arten von Kiesen zu entstehen, vorzüglich doch aber aus dem Schwefelkiese. *Gelbeisenstein* bildet sich am Häufigsten aus Wasserkies.

Bei der Erzeugung von Eisenoxydhydrat aus Schwefel- und Wasserkies entweicht der Schwefel, und Sauerstoff und Wasser werden dafür aufgenommen. Man wird wohl annehmen dürfen, dass *Wasser* es ist, wodurch der Zersetzungsprocess eingeleitet wird. Blum hat die in dieser Beziehung interessante Beobachtung mitgetheilt [1]): dass in dem Karstenite des Canaria-Thales in der Schweiz kleine Schwefelkieskrystalle in grosser Menge eingeschlossen vorkommen, welche frisch und ohne Spur von Zersetzung sind, da aber wo jener in Gyps umgewandelt ist, zu Eisenoxydhydrat geworden sind [2]). Wie nach den von mir angestellten Versuchen, der Karstenit durch die Feuchtigkeit der Luft in Gyps umgewandelt werden kann, so ist auch bei der Zersetzung der Kiese vermuthlich nicht bloss tropfbar flüssiges Wasser, sondern auch das in der Atmosphäre enthaltene thätig. Dass Kiese welche im Gestein eingeschlossen sind, oft in Eisenoxydhydrat umgeändert erscheinen, wird nicht für einen Einwand gegen jene Annahme gelten können, wenn man sich auch durch andere Erfahrungen davon überzeugt, dass Wasser und Luft in feste Gesteine einzudringen vermögen. In manchen Fällen sind vermuthlich erhöhete Temperatur und starker Druck bei dem Eindringen behülflich gewesen. Dass bei der Einwirkung des Wassers auf das Schwefeleisen ein

---

1) Preudomorphosen. S. 191.

2) Im Gypse zu Osterode am Harz, dessen Entstehung aus Karstenit nicht bezweifelt werden kann, finden sich Schwefelkies-Oktaëder, die mehr und weniger im Zustande der Zersetzung, zum Theil ganz in Eisenoxydhydrat umgewandelt sind, welches sich auch wohl um dieselben verbreitet zeigt; wogegen ich Karstenit aus der Schweiz besitze, der vollkommen frischen Schwefelkies eingesprengt enthält; wodurch das Obige bestätigt wird.

Theil von jenem zersetzt wird, indem der Sauerstoff das Eisen in Eisenoxyd verwandelt, während der Wasserstoff sich mit dem Schwefel verbindet und solchen entführt, halte ich mit Gustav Rose [1]) für das Wahrscheinlichste; so wie ich glauben möchte, dass auch bei der Zersetzung mancher anderer Sulfuride, die Fortführung des Schwefels auf gleiche Weise bewirkt wird. Hierdurch erklärt es sich, dass der Schwefel bei Weitem am Gewöhnlichsten verschwindet; zugleich reimt sich aber auch damit, dass er in seltenen Fällen auf Lagerstätten, auf welchen Kieszersetzungen erfolgten, in zarten Krystallen oder in Pulverform abgesetzt sich findet. Auch erhält dadurch die Einwirkung des Schwefelwasserstoffes auf verschiedene Körper, welche auf Erzlagerstätten in Begleitung von Schwefelkies vorkommen, z. B. die Umwandlung des Silbers in Silberglanz, des Bleispathes in Bleiglanz, Aufklärung.

Die Zersetzung der Kiese beginnt gewöhnlich an ihrer Oberfläche, und schreitet im Allgemeinen von Aussen nach Innen fort, welches man am Besten an Krystallen wahrnehmen kann. Die zuerst gebildete zarte Haut von Eisenoxydhydrat bewirkt angelaufene Farben, die sich zuweilen auf glatten Krystallflächen überaus schön darstellen. An ihre Stelle tritt, bei zunehmender Stärke der Eisenoxydhydrat-Rinde, die braune oder gelbe Farbe, wobei Krystalle entweder glatt und glänzend bleiben, oder ein ochriges, mattes Ansehen bekommen. Dass die Zersetzung nicht immer gleich- und regelmässig von Aussen nach Innen fortschreitet, davon kann man sich leicht durch das Zerschlagen von Krystallen überzeugen. Die in Eisenoxydhydrat umgewandelte Rinde hat nicht immer gleiche Stärke; der unzersetzte Kern besitzt oft eine sehr unregelmässige Form, und in dem gebildeten Eisenoxydhydrate zeigen sich nicht selten einzelne Kiespuncte, so wie auf der anderen Seite oftmals im Innern des Kieses einzelne Flecke von Eisenoxydhydrat wahrgenommen werden [2]). Häufig ist aber auch die Zersetzung so vollständig, dass

---

1) Reise nach dem Ural u. s. w. I. S. 214, in welchem reichhaltigen Werke sich an mehreren Stellen überaus schätzbare Beobachtungen über die Zersetzung des Schwefelkieses, namentlich über den von Beresow finden.

2) Ähnliche Beobachtungen hat Leymerie in seiner Abhandlung über die Kreideformation des Aube-Departements i. d. Mémoires de la Société géologique de France IV. p. 303 mitgetheilt.

nicht die geringste Spur vom Kiese zu bemerken ist, und dass, wo grössere Massen desselben in Eisenoxydhydrat umgewandelt worden, Eisen von guter Beschaffenheit daraus dargestellt werden kann [1]).

Die Umwandlung der Kiese in Brauneisenstein oder Pyrrhosiderit erfolgt sehr oft auf solche Weise, dass die äussere Gestalt unverändert sich erhält. Dieses ist besonders bei dem Schwefelkiese der Fall, und zeigt sich am Ausgezeichnetsten bei den Krystallen desselben. Pseudomorphosen von Brauneisenstein und Pyrrhosiderit nach Schwefelkies möchten überhaupt wohl von allen Afterkrystallisationen diejenigen seyn, welche am Häufigsten sich finden. Dass nach Wasserkies gebildete Pseudomorphosen weit seltener vorkommen, liegt gewiss hauptsächlich darin, dass bei diesem Kiese das Vitriolesciren weit gewöhnlicher ist, als die Umwandlung in Eisenoxydhydrat. Die Bildung der Afterkrystalle von Brauneisenstein und Pyrrhosiderit nach Schwefel- und Wasserkies wird ohne Zweifel dadurch besonders begünstigt, dass bei ihrer Zersetzung das Volumen keine merkliche Veränderung erleidet, worauf schon Bischof aufmerksam gemacht hat [2]). Wird das specifische Gewicht des Schwefelkieses zu 5,0 angenommen, so würde, wenn bei seiner Umwandlung in Brauneisenstein das Volumen keine Änderung erleidet, das eigenthümliche Gewicht desselben 3,896 seyn, welchem das specifische Gewicht seiner dichten Abänderungen oft sehr nahe kommt. Unter gleichen Voraussetzungen würde das eigenthümliche Gewicht des Pyrrhosiderites 3,709 betragen, welches ebenfalls mit dem specifischen Gewichte dieses Minerals nahe übereinstimmt. Bei der Umwandlung des Wasserkieses in Brauneisenstein und Pyrrhosiderit bleibt das Volumen in einem noch höheren Grade das frühere; denn wird das specifische Gewicht des Wasserkieses zu 4,8 angenommen, so würde bei unverändertem Volumen das eigenthümliche Gewicht des daraus entstandenen Brauneisensteins, 3,74, und das des Pyrrhosiderites, 3,56 seyn.

---

1) Haidinger erwähnt (a. a. O. S. 191), dass zu Wochein in Krain das durch Zersetzung des Schwefelkieses erzeugte Eisenoxydhydrat in solcher Menge und Reinheit vorkommt, dass es als ein sehr bauwürdiges Eisenerz verschmolzen wird, und dass sich das daraus dargestellte Eisen durch seine Weichheit besonders auszeichnet.

2) A. a. O. II. S. 1358.

Den Gelbeisenstein habe ich niemals in eigentlichen, nach Schwefel- oder Wasserkies gebildeten Afterkrystallen gefunden, wiewohl er als gelber Ocher zuweilen Pseudomorphosen von Brauneisenstein und Pyrrhosiderit bekleidet. Dieses liegt wohl eben mit darin, dass bei der Umwandlung der Kiese in Gelbeisenstein, eine nicht ganz unbedeutende Volumenvergrösserung erfolgt, indem unter den früheren Voraussetzungen, bei der Umänderung des Schwefelkieses in Gelbeisenstein, das specifische Gewicht desselben 4,084, und bei seiner Erzeugung aus Wasserkies, 3,92 betragen würde; wogegen das specifische Gewicht des aus Kiesen entstandenen Gelbeisensteins, wohl selten 3,2 übersteigt.

Wenn gleich bei der Umwandlung der Kiese in Brauneisenstein und Pyrrhosiderit sehr oft keine die äussere Gestalt verändernde Wirkung von Molekularbewegungen wahrgenommen wird, so zeigt sich solche doch stets bald mehr bald weniger in der Umänderung der Structur. Am Wenigsten auffallend pflegt diese Veränderung bei dem Schwefelkiese hervorzutreten, da bei ihm die blätterige Textur, welche durch die Zersetzung verschwindet, nur unvollkommen zu seyn pflegt. Doch nimmt man gewöhnlich eine Umänderung des Bruches wahr, indem aus dem unebenen Bruche ein ebener oder muscheliger, aus dem muscheligen manchmal ein unebner wird; oder es entstehet aus dem einen wie aus dem anderen wohl ein erdiger Bruch. Bei dem Wasserkiese wird die oftmals vollkommen blätterige Textur zerstört, und höchstens bleiben bei seiner Zersetzung, wie auch bei der von manchem Schwefelkiese, Spuren von den ursprünglichen Absonderungen. Zuweilen gehet aber auch bei der Umwandlung der Kiese in Brauneisenstein und Pyrrhosiderit die ursprünglich äussere Gestalt verloren, indem eine ochrige Masse daraus hervorgehet. Eine solche entstehet gewöhnlich bei der Umwandlung der Kiese in Gelbeisenstein, daher bei dieser Wirkung der Molekularbewegungen auf die Veränderung der Form am Auffallendsten sich zeigt. Als eine allgemeine Wahrnehmung verdient angemerkt zu werden, dass bei der Umwandlung der Kiese in Eisenoxydhydrat, welche ohne Aufhebung des rigiden Zustandes erfolgt, niemals krystallinische Abänderungen zu entstehen pflegen. Faseriger Brauneisenstein, so wie die verschiedenen krystallinischen Varietäten von Pyrrhosiderit und Gelbeisenstein sind mir niemals unter solchen

Verhältnissen vorgekommen, dass auf eine Entstehung derselben aus Kiesen ohne Vermittelung einer tropfbaren Flüssigkeit geschlossen werden könnte. Dieses führt zu einer näheren Betrachtung von Erscheinungen, welche mit den bisher erörterten zwar im Zusammenhange stehen, aber doch von ihnen wohl unterschieden werden müssen.

Faseriger Brauneisenstein ist zuweilen auf solche Weise mit Schwefelkies verbunden, dass eine Entstehung des ersteren aus dem Kiese für sehr wahrscheinlich zu halten ist. Aber die stalaktitische Form in welcher der faserige Brauneisenstein erscheint, nöthigt zur Annahme, dass er aus dem Schwefelkiese nicht unmittelbar, sondern durch eine vermittelnde Auflösung erzeugt worden. Zur Annahme eines flüssigen Auflösungsmittels wird man auch bei dem Versuche einer Erklärung der bei der Zersetzung von Schwefel- und Wasserkies so häufig vorkommenden Erscheinung, dass das Eisenoxydhydrat die Räume verlässt, welche der Kies einnahm, Zuflucht nehmen müssen, wenn man nicht etwa eine durch Galvanische Wirkung erfolgte Wanderung annehmen will, wozu doch wohl keine hinreichende Berechtigung vorhanden seyn dürfte. Die Entweichung des Eisenoxydhydrates aus den Räumen die früher vom Schwefelkiese erfüllt wurden, zeigt sich auf verschiedene Weise. Manchmal, wie u. a. bei dem in Quarz eingeschlossenen, Gold führenden Schwefelkiese von Beresow, erscheinen die Räume mehr und weniger leer; bald ist der zellig gewordene Quarz durch Eisenocher gefärbt, bald ist in den Räumen nicht einmal ein Anflug von Eisenoxydhydrat zurückgeblieben [1]). Dieses findet sich dagegen zuweilen in einiger Entfernung davon in verschiedener Gestalt. Eine andere Erscheinung bestehet darin, dass das Gestein welches die mehr und weniger zersetzten Kiese enthält, in der Nähe der-

1) Ich besitze Goldstufen aus Mexico, und von einem Lager, genannt Santa Rita, in der Provinz Antioquia in Neu-Granada, welche letztere ich dem Herrn Degenhardt vom Harz, der einem dortigen Bergbaubetriebe vorstand, verdanke, an welchen der in Quarz eingewachsene, das Gold eingesprengt enthaltende Schwefelkies in Brauneisenstein umgewandelt worden, der zum Theil die von dem Kiese eingenommenen Räume mehr oder weniger verlassen hat, wogegen das Gold auf ähnliche Weise zurückgeblieben ist, wie man es an Stufen von Beresow siehet.

selben von Eisenoxydhydrat gefärbt ist. G. Rose erwähnt [1]), dass in dem kleine Krystalle von Schwefelkies eingesprengt enthaltenden Granite der Beresow'schen Gruben, nicht allein der Kies in Brauneisenstein umgeändert, sondern auch der umgebende Feldspath dadurch braun gefärbt sey. Beinahe noch auffallender als diese Eindringung ist die Verbreitung des Eisenoxydhydrates in eine dichte Quarzmasse, wie es mir ein Stück von der in der Anmerkung angeführten Goldkies-Lagerstätte in Neu-Granada zeigt, an welchem der Quarz in der Umgebung eines jeden in Brauneisenstein umgewandelten Schwefelkies-Krystalles, bis auf eine Entfernung von 1—4 Linien von Eisenoxydhydrat gefärbt ist. Die schönste Gelegenheit zu Beobachtungen über diese merkwürdige Erscheinung bietet das Vorkommen der Schwefelkies-Krystalle in dem Mergel der Wesergegenden, und in dem Kreidesteine des Lindener Berges bei Hannover dar. Die Kieskrystalle welche in diesen Gesteinen in allen Abstufungen der Zersetzung sich finden, sind sehr oft von einer durch Eisenoxydhydrat gefärbten Masse umgeben, wogegen das übrige Gestein eine graue oder weisse Farbe besitzt. Die Eindringung des Eisenoxydhydrates in die umgebende Masse erstreckt sich bald auf geringere, bald auf grössere Entfernungen von den Krystallen, indem ihre Dimensionen die Grösse der letzteren oft bedeutend übertreffen. Dabei zeigt sich die Stärke der Färbung mit der Entfernung von den Krystallen vermindert; sie erscheint nach allen Seiten wie in die Farbe des Gesteins verwaschen. Zuweilen verästeln sich zarte schwarze Dendriten von der Begränzung der Krystalle in das Gestein, welche einen Mangangehalt des Schwefelkieses anzeigen, der bei der Zersetzung in Manganoxydhydrat sich verwandelte. Es liegt nun wohl die Annahme sehr nahe, dass die Wanderung des Eisenoxydhydrates in diesen Fällen einen ähnlichen Grund habe, wie bei dem Rosten des Eisens, wovon im 24sten Paragraphen gehandelt worden. Denn sollte nicht auf ähnliche Weise wie bei diesem Processe, ein Theil des Eisens im Kiese, welchem der Schwefel geraubt worden, in kohlensaures Eisenoxydul verwandelt und durch kohlensäurehaltiges Wasser aufgelöst und fortgeführt werden können, aus welchem sich später, näher oder entfernter von der Stelle der

---

1) A. a. O. S. 187.

Aufnahme, das Eisen als Oxydhydrat wieder absetzt? Sollte diese Erklärung zulässig seyn, so würde sie auch für die Bildung der Mangandendriten gelten können. Eine nur mechanische Aufnahme und Fortschlämmung des Eisenoxydhydrates wird in jenem Falle nicht wohl angenommen werden können. Eine solche findet indessen sehr häufig da statt, wo Schwefel- oder Wasserkies in ochriges Eisenoxydhydrat umgewandelt worden, namentlich also bei dem gelben Eisenocher, der besonders aus dem Wasserkiese, welcher Schwarz- und Braunkohlen begleitet, entstehet, und dessen Fortführung durch Quell- und Grubenwasser eine gewöhnliche Erscheinung ist. Auf diese Weise wird gewiss auch in vielen Fällen die Eindringung von ochrigem Braun- und Gelbeisenstein in Gesteins-Absonderungen und Klüfte bewirkt.

§. 45.

Zersetzung des Kupferkieses.

Die gewöhnlichste Art der Zersetzung des *Kupferkieses*, welche die formverändernde Wirkung von Molekularbewegungen ohne Aufhebung des starren Aggregatzustandes erkennen lässt, ist die Umwandlung desselben in *Kupferbraun*, bei welcher der Schwefel entweicht, während das Kupfer durch Aufnahme von Sauerstoff zu Kupferoxydul, und das Eisen durch Verbindung mit Sauerstoff und Wasser zu Eisenoxydhydrat wird. Beide Substanzen bilden dabei ein inniges Gemenge, welches entweder einen dichten Körper, oder ein lockeres, ochriges Aggregat darstellt. Bei beiden Abänderungen des Kupferbrauns ist das blätterige Gefüge des Kupferkieses verschwunden; und bei der dichten Varietät zeigt auch der Bruch, welcher flachmuschelig oder eben und wachsartig glänzend oder schimmernd zu seyn pflegt, eine mehr und weniger bemerkbare Veränderung; bei der ochrigen Abänderung ist aber die Wirkung der Molekularbewegungen am Auffallendsten, indem bei ihr aus dem krystallinischen Aggregatzustande des Kupferkieses ein ganz zerfallener geworden. Bei einer früheren Gelegenheit [1]) habe ich bereits gezeigt, wie aus einer von Herrn Bornträger im hiesigen Academischen Laboratorium i. J. 1844 auf meinen Wunsch gemachten Analyse des dichten Kupferbrauns hervorgehet, dass nicht alles bei der Zersetzung des Kupferkieses oxydirte

1) In meinem Handbuche der Mineralogie. 2te Ausg. II. S. 372.

Kupfer in das Kupferbraun überzugehen pflegt, sondern dass aus einem Theile desselben andere Zersetzungsproducte entstehen. Oft scheidet sich ein Theil des Kupferoxyduls im mehr und weniger reinen Zustande aus, indem es gewöhnlich als erdiges Kupferroth erscheint, welches vormals unter dem Namen Ziegelerz mit begriffen zu werden pflegte. Zuweilen stellt es sich auch krystallinisch, selbst wohl in ausgebildeten Krystallen dar. Am Häufigsten wird aber das Kupferoxydul durch höhere Oxydation und Verbindung mit Kohlensäure und Wasser, zu Malachit, der besonders als erdiger und faseriger zu erscheinen pflegt, manchmal zu Kupferlasur. Dann und wann entsteht zugleich auch Kupferschwärze; oder das Kupferoxyd tritt auch wohl mit Eisen- und Manganoxydhydrat, welches letztere von manganhaltigen, mit dem Kupferkiese gemengten Fossilien dargeboten wird, zur Bildung der früher mit Kupferschwärze verwechselten Kupfermanganschwärze zusammen. Diese Zersetzungsproducte kommen auf verschiedene Weise unter einander und mit dem noch unzersetzten Kupferkiese verwachsen vor; manchmal stellt dieser aber auch einzelne Kerne dar, um welche die aus der Zersetzung hervorgegangenen verschiedenen Körper sich ordnen, in welchem Falle das Kupferbraun den Kupferkies zunächst zu umgeben, das kohlensaure Kupfer dagegen mehr nach Aussen vorzukommen pflegt [1]). Krystalle von Kupferkies werden zuweilen

1) Ausgezeichneter habe ich dieses Vorkommen nirgends gesehen, als auf den Kupfererzgängen bei Lauterberg am Harz, auf welchen ehemals ein ergiebiger Bergbau getrieben wurde. Die Hauptausfüllung der mächtigen, im Grauwacke- und Thonschiefer-Gebirge aufsetzenden Gänge bestand aus einem loskörnigen Gemenge von krystallinischem Schwerspath und Quarz, welches irrig mit dem Namen *Sand* belegt zu werden pflegte. Die Erze bildeten darin gewöhnlich sphäroïdische Nieren von sehr verschiedenem Umfange, deren grössere Durchschnittsebene der Hauptgangebene parallel lag. Der Kern der Nieren bestand vorzüglich aus Kupferkies mit beigemengtem Schwefelkies. Umgeben war derselbe von Kupferbraun, mit hin und wieder eingesprengtem Kupferkiese, und von erdigem und faserigem Malachit begleitet, der nach Aussen zunahm. In der Umgebung der Nieren war die Gangmasse durch Eisenoxydhydrat gelbbraun, hin und wieder durch beigemengte Kupferschwärze, bräunlichschwarz gefärbt. Diese in weiterer Entfernung sich verlierende Färbung diente als Wegweiser zur Auffindung der Erzmittel.

mit Beibehaltung ihrer äusseren Gestalt, in Kupferbraun umgewandelt. Man kann alle Abstufungen von der dünnsten Haut welche angelaufene Farben erzeugt, zur braunen Rinde, und von dieser bis zur völligen Zersetzung der Krystalle verfolgen, wozu u. a. auf Drusen von Flussspath und Eisenspath sitzende Kupferkies-Krystalle von dem Gange der von meinem Sohne betriebenen Grube Louise unweit Stolberg am Harz, Gelegenheit geben. Auch finden sich zuweilen Pseudomorphosen von Malachit, die aus Krystallen von Kupferkies entstanden sind, und im Innern ochriges Kupferbraun zu enthalten pflegen. Blum erwähnt solche Afterkrystalle von faserigem Malachit von der Grube Herrenseegen im Schapbachthale in dem Schwarzwalde und von Moldawa im Bannate [1]).

Da der gewöhnlichste Begleiter des Kupferkieses wo dieser auf Gängen und Lagern vorkommt, Schwefelkies ist, und Beide häufig in einem innigen Gemenge vorkommen, so erleiden Beide auch nicht selten gemeinschaftlich eine Zersetzung, daher denn auch die Producte derselben oft innig verbunden bleiben, oder doch wenigstens nahe bei einander erscheinen. Die oben bereits angeführte Analyse einer dichten Abänderung des Kupferbrauns von Bornträger hat einen weit grösseren Gehalt an Brauneisenstein ergeben, als die Zersetzung des Kupferkieses liefern konnte, daher wohl ein Theil davon dem mit dem Kupferkiese gemengt gewesenen Schwefelkiese zugeschrieben werden darf. Das quantitative Verhältniss zwischen Kupferroth und Brauneisenstein im Kupferbraun schwankt aber ohne Zweifel sehr, so dass es einen Übergang von an Kupferoxydul reichem Kupferbraun, bis in reinen Brauneisenstein giebt. Dieser sowohl in seinen dichten und ochrigen Abänderungen, als auch ochriger Gelbeisenstein, finden sich nicht selten auf Kupferkies-Lagerstätten.

Ausser diesen Zersetzungsproducten, an welchen sich die Einwirkungen von Molekularbewegungen auf verschiedenartige Umformungen von Körpern im starren Aggregatzustande unzweideutig zu erkennen geben, kommen in Begleitung des Kupferkieses auch mannichfaltige andere Mineralkörper vor, zu deren Bildung dieses Erz ebenfalls einen Theil des Materials darbot, deren Entstehung aber nur durch Annahme eines vorhergegangenen flüssigen Zu-

---

1) Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 117.

standes erklärt werden kann. Dahin sind Kieselmalachit und das zuweilen damit verbundene Pechkupfer zu zählen; dahin gehören die stalaktitischen Gebilde von Brauneisenstein und Malachit, so wie manche andere Kupfer- und auch einige Eisensalze, welche auf Kupferkies-Lagerstätten, zumal auf Gängen vorkommen, über deren Erzeugung ich mich hier nicht weiter verbreiten kann. Nur die Bemerkung mag hier noch eine Stelle finden, dass erhöhete Temperatur, wie sie z. B. bei der Gewinnung der Erze durch Feuersetzen auf den Kupferkies und den damit gemengten Schwefelkies einwirkt, die Zersetzung derselben sehr zu beschleunigen vermag, ihr aber auch dadurch einen abweichenden Gang giebt, dass der Schwefel sich zum Theil in Schwefelsäure verwandelt, wodurch die Bildung von Vitriolen veranlasst wird, die dann durch hinzukommendes Wasser ausgelaugt werden, wie man es u. a. im Rammelsberge bei Goslar, zu Fahlun in Schweden siehet.

§. 46.

Zersetzung des Fahlerzes.

Die Mannichfaltigkeit der Zusammensetzung des *Fahlerzes* veranlasst auf seinen Lagerstätten, und besonders auf den Gängen welche dasselbe führen, die secundäre Bildung vieler Mineralkörper, die nach der Verschiedenheit der Formationen jenes Erzes abändert. Gewöhnlich macht sich dabei auf ähnliche Weise wie bei den Zersetzungsproducten des Kupferkieses und bei vielen anderen Gelegenheiten der Unterschied bemerklich, dass ein Theil der Umbildung vorgegangen zu seyn scheint, ohne dass der rigide Aggregatzustand aufgehoben wurde, wogegen ein anderer deutliche Spuren einer vorhergegangenen Auflösung in einer Flüssigkeit, und zum Theil auch einer durch dieselbe bewirkten Fortführung wahrnehmen lässt. Mag nun die Umbildung auf die eine oder andere Art erfolgt seyn, so ist doch das der Zersetzung sämmtlicher Formationen des Fahlerzes Gemeinsame, die Entweichung des Schwefels, welche vermuthlich auf gleiche Weise wie bei dem Schwefelkiese und vielen anderen Sulfuriden vor sich gieng. Was nun zunächst die erste Art der Umformung betrifft, so wird bei den Formationen, welchen ein bedeutender Eisengehalt eigen ist, wie besonders bei dem Kupferfahlerze, die Bildung von Eisenoxydhydrat bemerkt, welches sich als gemeiner und ochriger

Brauneisenstein darzustellen pflegt. Weit seltener erscheint dichtes oder ochriges Kupferbraun. Am Allgemeinsten zeigt sich unter den Zersetzungsproducten Malachit, in den faserigen, dichten und erdigen Abänderungen; nächst ihm Kupferlasur. Für die Formationen welche Arsenik enthalten, namentlich für den Tennantit, das Kupferfahlerz, Graugiltigerz, ist die Bildung von arseniksaurem Kupfer, zumal von Pharmacochalcit charakteristisch, der in den erdigen und muscheligen Abänderungen vorzukommen pflegt, welche von Werner mit dem sehr unpassenden, hin und wieder noch von neueren Schriftstellern gebrauchten Namen des *eisenschüssigen Kupfergrüns* belegt wurden. Bei den Fahlerz-Formationen welche reich an Antimon sind, namentlich bei dem Graugiltig- und Schwarzgiltigerze, kommt zuweilen Antimonocher vor. Die Erzeugung dieser Producte, für welche die Einwirkung von feuchter Luft, oder vielleicht auch von kohlensäurehaltigem Wasser anzunehmen ist, gieng zwar gewöhnlich von der Oberfläche aus, es wurde ihr aber auch durch Absonderungen das Innere der Masse eröffnet; daher man zwar oft Kerne von Fahlerz findet, welche von den Zersetzungsproducten umgeben sind, diese aber auch häufig mit dem Erze unregelmässig verwachsen antrifft. Am Seltensten hat die Umwandlung von Krystallen mit Beibehaltung ihrer äusseren Gestalt statt gefunden. Doch finden sich zuweilen Pseudomorphosen von Kupferbraun, Malachit und Kupferlasur nach Fahlerz [1]). Die Structurbeschaffenheiten, so wie die Art des Vorkommens der erwähnten Zersetzungsproducte geben die formverändernden Wirkungen von Molekularbewegungen in verschiedenem Grade zu erkennen. Am Auffallendsten erscheinen sie, wo aus dem Fahlerze Malachit von faseriger Structur, oder Krystalle von Kupferlasur hervorgegangen sind. Sie werden aber auch in der Umwandlung des unebenen oder muscheligen Bruches des Fahlerzes in die erdige Beschaffenheit des ochrigen Brauneisensteins und Kupferbrauns, des Kupfergrüns und Pharmakochalcites erkannt. Nicht weniger machen sie sich in der Art, wie die verschiedenen Zersetzungsproducte unter einander gemengt, oder von einander gesondert sind, bemerklich. Dieses ist besonders auch bei den aus Fahlerz-

---

1) Vergl. Blum's Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 115. 118. 120. Zweiter Nachtrag. S. 77.

krystallen entstandenen Pseudomorphosen der Fall. Blum hat Afterkrystalle von Kupferbraun beschrieben, die zu Schriesheim in Baden vorkommen, welche eine äussere Rinde von dichtem Kupferbraun besitzen, wogegen das Innere, in welchem hin und wieder hohle Stellen vorhanden sind, aus einer lockeren, zum Theil schaaligen Masse der ochrigen Varietät besteht. Wie in den derben Massen des zersetzten Fahlerzes Malachit, Pharmakochalcit und Antimonocher bald vermengt, bald scharf von einander gesondert vorkommen, so zeigt sich dieser Unterschied auch bei den aus Krystallen hervorgegangenen Pseudomorphosen. Blum erwähnt Afterkrystalle von Malachit, welche zu Bieber in Kurhessen vorgekommen sind, deren Inneres, welches noch Fahlerztheilchen enthält, von seladon-, oliven-, oder schwärzlichgrüner Farbe, dicht und wenig fettartig glänzend ist, wogegen das Äussere eine gelblichgrüne bis spangrüne Farbe besitzt, aus welcher Beschreibung geschlossen werden kann, dass das Innere aus Pharmakochalcit, das Äussere dagegen aus Malachit, oder einem Gemenge desselben mit Antimonocher besteht. Haidinger hat ein merkwürdiges Beispiel von Kupferlasur in Formen des Fahlerzes von Kogell bei Brixlegg in Tyrol beschrieben [1]), an welchen eine krystallinische Haut von Kupferlasur gewissermaassen das Gehäuse der dodekaedrischen Krystalle darstellt; und auch Blum fand an einer Stufe aus dem Bannate Pseudomorphosen von Kupferlasur nach Fahlerz-Tetraedern, welche aussen aus kleinen Krystallen von Kupferlasur bestehend, im Innern sich theils hohl, theils mit ochrigem Brauneisenstein erfüllt zeigen. Derselbe erwähnt Pseudomorphosen von Camsdorf und Saalfeld, an welchen das Äussere aus strahliger Kupferlasur besteht, das Innere dagegen theils von feinen Schnüren von Kupferlasur durchzogen und dadurch porös erscheint, theils Pharmakochalcit enthält, in welchem noch unzersetzte Fahlerztheile oder auch ochriger Brauneisenstein eingesprengt sich zeigen.

Bei dieser Gelegenheit darf ich die von Herrn Volger [2]) ausführlich dargelegte, und von Blum [3]) beifällig aufgenommene Meinung nicht unerwähnt

1) Bericht über die Mineralien-Sammlung der k. k. Hofkammer im Münz- und Bergwesen. 1843. S. 12.

2) Poggendorff's Annalen. LXXIV. S. 25 ff.

3) Zweiter Nachtrag zu den Pseudomorphosen. S. 77 ff.

lassen, dass die bekannten Kupferkies-Überzüge, welche besonders ausgezeichnet an den Schwarzgiltigerz-Krystallen vom Rosenhöfer Grubenzuge bei Clausthal, aber auch an Krystallen anderer Fahlerz-Formationen von verschiedenen Fundorten vorkommen, durch eine Umwandlung des Fahlerzes entstanden seyen, in welchem Falle sie einen interessanten Beitrag zu den Erfahrungen über die durch die Molekularbewegungen bewirkten Formveränderungen starrer Körper liefern würden. Durch die von Zincken und Rammelsberg gegen jene Meinung erhobenen Einwendungen [1]), scheint mir dieselbe hinreichend widerlegt zu seyn. Ganz einfach gehet aber ausserdem das Unstatthafte jener Hypothese aus der zwar von Herrn Volger geläugneten, aber doch längst bekannten [2]), und an einer in meiner eigenen Sammlung befindlichen Stufe wahrzunehmenden Erscheinung hervor, dass ausser dem Schwarzgiltigerze auch die zugleich mit demselben vorkommenden Krystalle von Zinkblende, zuweilen auf ganz ähnliche Weise von Kupferkies bekleidet sind; so wie anderer Seits neben den von Kupferkies überzogenen Krystallen von Schwarzgiltigerz solche dann und wann vorkommen, welche keinen Überzug haben. Auch dürfte die von Herrn Grandjean [3]) angegebene Art des Vorkommens eines Überzuges von Kupferkies auf Fahlerzkrystallen von der Grube Aurora bei Dillenburg, welche von ihm als Bestätigung der Volger'schen Meinung angeführt worden, eher gegen dieselbe sprechen.

Von der Entstehungsart mannichfaltiger aus dem Fahlerze hervorgegangener Mineralkörper, deren Vorkommen zur Annahme einer die Bildung und zum Theil auch die Fortführung vermittelnden Flüssigkeit berechtigt, wohin namentlich stalaktitische und krystallinische Abänderungen von Brauneisenstein, Malachit, Kupferlasur, Kieselmalachit, von arseniksauren Kupfer- und Eisensalzen gehören, kann hier nicht weiter die Rede seyn.

---

1) Poggendorff's Annalen. LXXVII. S. 249.

2) S. Holzmann's Hercynisches Archiv. II. S. 248.

3) Jahrbücher des Vereins für Naturkunde im Herzogthum Nassau. VII. Abthl. 2 und 3. S. 226.

§. 47.

Umwandlung des Bleiglanzes in kohlensaures Bleioxyd.

Das *kohlensaure Bleioxyd* ist gewiss in den mehrsten Fällen aus *Bleiglanz* entstanden, indem der Schwefel desselben ausgeschieden worden, und Sauerstoff und Kohlensäure dagegen mit dem Bleie sich verbunden haben. Auch hat man auf vielen Bleiglanzlagerstätten, zumal in den oberen Teufen der Gänge, u. a. auf einigen Gruben bei Clausthal und Zellerfeld, Gelegenheit, sich von der Abkunft jener Substanz zu überzeugen, die um so weniger zweifelhaft seyn kann, da Versuche gezeigt haben, dass auf Lagerstätten, deren Bleiglanz silberhaltig ist, auch das zugleich sich findende kohlensaure Bleioxyd einen Silbergehalt besizt [1]). Wo dieses Mineral vorkommt, pflegt die Masse worin es sich findet, mehr und weniger bedeutende Spuren einer Umänderung zu zeigen, und wahrnehmen zu lassen, dass ausser dem Bleiglanze auch andere Mineralkörper in seiner Nähe, z. B. Schwefelkies, Kupferkies, Eisenspath, Kalkspath, theils gänzlich zerstört, theils in andere Mineralsubstanzen umgewandelt worden, zu welchen u. a. Brauneisenstein, Malachit, Kupferlasur, gehören. Auch kommen auf solchen Lagerstätten ausser dem kohlensauren Bleioxyde manchmal andere Bleisalze vor, von welchen der Bleivitriol am Sichersten den Ursprung aus dem Bleiglanze bezeugt. Die Bildung des kohlensauren Bleioxydes wurde in vielen Fällen vermuthlich dadurch befördert, dass durch vitriolescirende Kiese erzeugte Schwefelsäure, aus Kalkspath Kohlensäure entwickelte, zu deren Freiwerdung oft auch die Zersetzung von Eisenspath beitragen konnte [2]).

An dem Vorkommen der mehrsten Bleispathkrystalle in Räumen, welche durch die Zerstörung von Mineralkörpern leer geworden waren, ist es zu erkennen, dass sie nicht unmittelbar aus der Zersetzung des Bleiglanzes hervorgiengen, sondern vermuthlich aus kohlensäurehaltigem Wasser, welches

---

1) S. Versuche mit einigen Erzen vom Harz im kleinen Feuer, v. d. Schichtmeister Bauersachs, in meinen Norddeutschen Beiträgen zur Berg- und Hüttenkunde. I. S. 131.

2) Vergl. meine Bemerkungen über das Verhalten der Gänge der Grube St. Katharina bei Clausthal, i. d. Norddeutschen Beitr. z. Berg- u. Hüttenk. III. S. 34.

das kohlensaure Bleioxyd auflöste, sich bildeten [1]). Auf ähnliche Weise ist auch der Überzug von Malachit, Kupferlasur und ochrigem Brauneisenstein zu erklären, der zuweilen die Bleispathkrystalle bekleidet, wie man es u. a. an denen von mehreren Zellerfelder Gruben siehet [2]). Zuweilen findet sich indessen sowohl Bleispath als auch Bleierde unter solchen Verhältnissen, dass die unmittelbare Erzeugung aus Bleiglanz ohne Ortsveränderung nicht bezweifelt werden kann. Dieses ist zumal da der Fall, wo das kohlensaure Bleioxyd noch die äussere Gestalt und Spuren der Structur des Bleiglanzes, aus welchem es hervorgieng, erkennen lässt. Die Wirkung von Molekularbewegungen ohne Aufhebung des starren Zustandes erscheint dann besonders auffallend, weil äussere Form und Structur des kohlensauren Bleioxydes von der Krystallisation und dem ausgezeichneten Blätterdurchgange des Bleiglanzes sich so weit entfernen. Es kommen Pseudomorphosen von Bleispath nach Bleiglanz vor, wie sie von Selb, Burkart, Blum [3]) u. A. beschrieben worden, an welchen theils die äussere Krystallform des Bleiglanzes sich vollständig erhalten hat, theils Spuren des hexaëdrischen Gefüges sichtbar sind. Zu Syränowsk am Altai finden sich stängliche Massen, auch Krystalle von

---

1) Vergl. J. Braid, Observations on the Formation of various Lead-Spars, i. d. Mem. of the Wernerian Soc. IV. p. 511.

2) Blum zählt die Bekleidung der nadelförmigen Krystalle von Bleispath mit Malachit, wie sie besonders ausgezeichnet an Stufen von der alten Grube Glücksrad auf dem Schulenberger Zuge bei Zellerfeld sich zeigt, zu den Verdrängungs-Pseudomorphosen (Pseudomorphosen. S. 309.), worin ich ihm nicht beistimmen kann. Die einfachste Erklärung dieser Erscheinung scheint mir die zu seyn, dass beide kohlensaure Salze, aus kohlensäurehaltigem Wasser, worin sie etwas auflöslich sind, gemeinschaftlich sich ausschieden, wobei das schwerer auflösliche kohlensaure Bleioxyd zuerst krystallisirte. Der Malachit kam auf dem Glücksrade nicht bloss als Überzug der Bleispathkrystalle, sondern auch unabhängig davon in stalaktitischen Massen, und gewöhnlich von faseriger Structur vor. Haben die Überzüge einige Stärke, so sind sie ebenfalls faserig, und die Fasern stehen gegen die Oberfläche der Bleispathnadeln rechtwinkelig. Das Vorkommen der Überzüge von Kupferlasur und Brauneisenstein scheint mir eine ähnliche Erklärung zu gestatten.

3) Vergl. Blum's Pseudomorphosen. S. 183.

Bleispath, die zuweilen einen Kern von Bleiglanz einschliessen[1]). Ich selbst besitze ein derbes Stück von Bleispath aus Sibirien mit ausgezeichnet muscheligem Bruche, an welchem die cubische Form des Bleiglanzes deutlich zu erkennen ist. Nicht weniger auffallend wie die Umwandlung der krystallinischen Natur des Bleiglanzes in die höchst abweichende des Bleispathes, ist die Umänderung des ausgezeichnet blätterigen Schwefelbleies in die ganz unkrystallinische, theils dichte, theils zerreibliche Bleierde. Wenn diese, wie zuweilen, Überzüge von Bleiglanzkrystallen bildet, könnte man annehmen, dass solche nicht aus dem Bleiglanze unmittelbar hervorgegangen, sondern aus einer Auflösung des kohlensauren Bleioxydes abgesetzt seyen. Oft kommt aber die Bleierde auf solche Weise mit Bleiglanz verwachsen, einzelne Kerne desselben einschliessend, und hin und wieder Spuren der Bleiglanzstructur zeigend vor, dass die Erzeugung des ersteren aus dem Schwefelbleie ohne Ortsveränderung, und ohne Vermittelung einer flüssigen Auflösung, nicht wohl bezweifelt werden kann.

§. 48.

Concentrirung des Kupfergehaltes bei dem Rösten des Kupferkieses und Kupfersteins.

An die im Vorhergehenden enthaltenen Untersuchungen über Formveränderungen im Gefolge von in der Natur vorgehenden chemischen Umänderungen von Sulfuriden, mag sich hier die Betrachtung einer sehr auffallenden Erscheinung reihen, welche auf Kupferhütten die Concentrirung des Kupfergehaltes zeigt, die unter gewissen Umständen sowohl bei der Röstung eines Gemenges von Kupfer- und Schwefelkies, als auch bei dem Rösten des Kupfersteins statt findet; welcher Vorgang ein besonders merkwürdiges Beispiel der Wirkung von Molekularbewegungen in starren Körpern darbietet. Ich wurde auf diese Erscheinung, welche in der Bildung von kupferreichen Kernen in der Umgebung kupferarmer Rinden besteht, schon i. J. 1807 bei der in freien Haufen ausgeführten Röstung des mit Schwefelkies gemengten Kupferkieses auf der Hütte bei Röraas in Norwegen aufmerksam. Dieselbe Beobachtung wurde von Brocchi auf der Hütte zu Agordo gemacht. Breislak

1) Handwörterbuch der topographischen Mineralogie von G. Leonhard. S. 84.

hat darüber Folgendes mitgetheilt [1]). Der Kupferkies von Agordo liefert in roher Masse 4 bis 5 Procent Kupfer. Nachdem er zu Tage gefördert, zerschlägt man ihn in ungefähr faustgrosse Stücke, um ihn in Haufen einer Röstung zu unterwerfen. Diese dauert drei bis vier Monate, nach welcher Zeit die Kiesstücke sich in eine schwärzliche, aufgeborstene Masse verwandelt haben, deren innerer Theil jedoch völlig die natürliche Farbe des Kieses, nur mit einem Stich in das Blaue, behielt. Das Auffallende dabei ist, dass der Kern der Stücke mehr als $^2/_3$ seines Gewichtes an Kupfer liefert, wogegen die Rinde an Gehalt verloren hat, daher anzunehmen ist, dass während der Röstung die Massentheile des Kupfers allmählig das Äussere der Stücke verliessen, und sich in dem Innern zusammenzogen. Zuweilen trifft man sogar im Innern der gerösteten Stücke Fäden oder kleine Bleche von regulinischem Kupfer an. Doch ist die Hitze der Röstung sehr mässig, und erhebt sich nie bis zu dem Grade der Schmelzung. Hiermit stimmen im Wesentlichen die Nachrichten überein, welche der Bergmeister L. Ström über die auf Foldals Kupferhütte in Norwegen schon im vorigen Jahrhundert betriebene, sogenannte *Kernröstung* mitgetheilt [2]), so wie mit den Erfahrungen, welche Bredberg bei den i. J. 1824 zu Fahlun in Schweden angestellten Versuchen, ein Gemenge von Kupfer- und Schwefelkies in freien Haufen zu rösten, gemacht hat [3]). Der Gehalt des rohen Erzes betrug 3 bis 4 Procent Kupfer. In dem Innern der Stücke des gerösteten Erzes fand sich ein grüner kupferreicher Kern; oder es zeigte sich auch wohl ein ähnliches kupferreiches concentrisches Band von der Stärke einiger Linien, in der Umgebung eines weniger Kupfer enthaltenden Schwefelmetalles. Der Kupfergehalt der grünen Kerne betrug über 19 Procent, während in der dicken, stark gerösteten, äusseren Schaale

---

1) Introduzione alla Geologia di Scipione Breislak. 1811. II. p. 14.
Institutions géologiques par Scipion Breislak, trad. par Campmas 1818. II. p. 280.
Scipio Breislak's Lehrbuch der Geologie, übers. von Fr. K. v. Strombeck. II. S. 344 ff.

2) Budstikken. Christiania 1821.

3) Jern-Kontorets Annaler. 1826. Tionde Årgången. Förra Bandet. Stockholm 1827. p. 174 ff.

nur etwas über 2 Procent enthalten waren. Bei einer späteren Gelegenheit [1]) hat Bredberg mitgetheilt, dass die Concentration des Kupfers bei dem Rösten des Kieses noch viel weiter gehen könne, als zuvor angegeben worden; dass bei fortgesetzter Röstung oft nur ein kleiner Kern von Bronzefarbe bleibe, der höchstens $^1/_{500}$ des Ganzen ausmache. In einem solchen fand derselbe:

Kupfer	47,4
Eisen	19,4
Schwefel	19,8
Erdsilicate	13,3
	99,9

Die Schwefelverbindungen bestanden hiernach aus:

Kupfer	54,7
Eisen	22,4
Schwefel	22,9
	100,0

welche Zusammensetzung der Formel $FeS + FeS^2 + CuS$ zu entsprechen scheint. Es hat mich sehr überrascht, die Concentration des Kupfers bei der Röstung des Kupferkieses in einem Buche erwähnt zu finden, wo man eine solche Beobachtung wohl nicht erwarten sollte. In den berühmten *„Briefen eines Verstorbenen“* [2]) heisst es da, wo von der Gewinnung und Röstung des Kupfererzes auf der Insel Anglesea die Rede ist: „Eine sonderbare Erscheinung ist es für den Layen, dass, während dieses neunmonatlichen Brennens, welches allen Schwefel austreibt, bloss durch die Kraft der Wahlverwandtschaft, die durch das Feuer rege gemacht wird, das reine Kupfer, welches vormals durch den ganzen Stein vertheilt war, sich nachher in ein Klümpchen zusammengezogen, compact in der Mitte zeigt, so dass, wenn man die gebrannten Steine zertrümmert, man in jedem das Kupfer, wie den Kern in einer Nuss erblickt.“ Wenn gleich diese Angabe wohl nicht ganz genau ist, so ersieht man doch daraus, dass auf Anglesea bei dem Rösten

1) Jern-Kontorets Annaler. 1827. Elfte Årgången. Stockholm 1828. p. 199.
2) I. 1830. S. 149.

des Kupferkieses etwas Ähnliches sich zeigt, als an den oben angeführten Orten in Italien, Norwegen und Schweden.

Über diesen merkwürdigen Hergang sind verschiedene Erklärungen gegeben worden [1]). In einem Irrthume befinden sich aber diejenigen, welche, wie namentlich Werther [2]), annehmen, dass bei dem Kernrösten eine Schmelzung statt finde, indem, wie solches auch von Karsten [3]) bemerkt worden, das Überraschende des Concentrirens des Kupfergehaltes bei der Röstung des Kupferkieses gerade darin liegt, dass sich die neuen Verbindungen bei einem nicht flüssigen Zustande des Erzes bilden. Nach Karsten's Meinung liegt die Ursache des merkwürdigen Erfolges darin, dass Schwefelkupfer und Kupferoxyd sich schon in einer niedrigeren Temperatur zersetzen, als Schwefeleisen und Eisenoxyd. Das entstehende regulinische Kupfer entzieht dem Schwefelkiese den Antheil Schwefel, welchen der Kies abgeben kann, um eine niedrigere Schwefelungsstufe zu bilden. Der Erfolg ist nach Karsten's Ansicht wahrscheinlich abhängig, theils von der Temperatur, theils von einem grossen Übermaass des Schwefelkieses im Verhältniss zum Kupferkiese. Am Gründlichsten hat Lürzer die Kernröstung mit Agordoer Erzen beleuchtet [4]). Er nimmt an, dass das beim Rösten äusserlich gebildete Kupferoxyd durch das Schwefeleisen der nach dem Innern damit in Verbindung befindlichen Kupferkiesschicht in Schwefelkupfer verwandelt wird, welches dann von dem, von dem zerlegten Kupferkies herrührenden Schwefelkupfer aufgenommen wird. So wie nun die Röstung durch die beständige Einwirkung der Hitze von Aussen nach Innen fortschreitet, findet auch die Zerlegung des Kupferoxyds durch das Schwefeleisen, und in Folge dessen eine Wanderung des Kupfers nach dem Innern des Stückes statt.

---

1) Vergl. die Rammelsberger Hüttenprozesse am Communion-Unterharze von Bruno Kerl. S. 73.

2) Erdmann's Journal für prakt. Chem. LVIII. S. 321 ff.

3) System der Metallurgie. III. S. 432 ff.

4) Tunner's Jahrbuch der k. k. Montan-Lehranstalt zu Leoben. 1853. S. 339. Handbuch der metallurgischen Hüttenkunde von Bruno Kerl. II. S. 168.

Bredberg hat Bemerkungen darüber mitgetheilt [1]), dass bei dem Rösten des *Kupfersteins* sich etwas Ähnliches zeigt, als bei dem Kiesrösten, indem sich Kerne bilden, die eine andere Farbe haben, als der ungeröstete Stein besass, indem sie zuweilen hochgelb, oder grüngelb, und wenn sie der Hitze mehr ausgesetzt waren, tombackfarben, und dabei glänzend sind. In diesen Kernen findet sich ein grösserer Schwefel- und Kupfergehalt als in dem ungerösteten Stein, und in der äusseren Rinde. Die Untersuchung der bei einem zu Fahlun in einem Flammofen angestellten Röstungsversuche erhaltenen Producte, ergab in der äusseren Schaale einen Gehalt von 2,25 Procent Kupferoxyd, wogegen in dem bronzefarbenen Kerne 33,92 Procent metallisches Kupfer gefunden wurden, obgleich der mittlere Gehalt des ungerösteten Steins nur 10 Procent betrug. In der Schaale waren nur 0,87 Procent, in dem Kerne dagegen 20,11 Procent Schwefel enthalten. Auch Karsten hat die Bemerkung mitgetheilt [2]), dass bei dem Rösten des Kupfersteins sich kupferreichere Kerne bilden, die zuweilen nicht bloss Schwefelkupfer, sondern selbst regulinisches Kupfer enthalten, während die äusseren Schaalen fast nur aus oxydirtem Eisen bestehen.

Etwas Ähnliches wie bei dem Rösten des Kupferkieses und Kupfersteins die Concentrirung des Kupfers im Innern der Stücke zeigt, findet hinsichtlich des Silbers bei den Rohsteinkernen statt, welche bei der Röstung der Amalgamirerze entstehen. Diese Rohsteinkerne bilden, wie Winkler bemerkt [3]), beim Schliechrösten die unsichtbaren Mittelpunkte der einzelnen Schliechstäubchen, wogegen sie beim Stufrösten im Innern der aufgeschlagenen Stufen deutlich erkennbar sind. Sie enthalten nicht nur das Silber, welches ursprünglich mit dem gleichen Gewichte Schwefelmetall, aus dem sie sich erzeugten, verbunden war; sondern sie haben auch ihrer abgerösteten Umgebung etwas Silber entzogen.

---

1) Jern-Kontorets Annaler. 1827. p. 187. 1828. p. 253. 293. Erdmann's Journal für techn. Chem. XVI. S. 56.

2) System der Metallurgie. III. S. 434.

3) Die europäische Amalgamazion der Silbererze und silberhaltigen Hüttenproducte von K. A. Winkler. 1848. S. 69. Anm.

§. 49.

Umänderungen von Silicaten.

Da unter allen Abtheilungen der Mineralkörper den *Silicaten* die grösste Mannichfaltigkeit eigen ist, so lässt sich erwarten, dass bei ihnen auch besonders viele und verschiedenartige Umänderungen erfolgen. Die Mannichfaltigkeit derselben scheint indessen der grossen Anzahl verschiedenartiger Silicate nicht ganz zu entsprechen, welches unstreitig darin liegt, dass im Allgemeinen die Zersetzungsfähigkeit derselben ungleich geringer ist, als bei manchen anderen Abtheilungen der Mineralkörper. Umänderungen der chemischen Zusammensetzung welche in einem Austausche von Bestandtheilen bestehen, werden besonders bei solchen Silicaten wahrgenommen, in welchen die Kieselsäure mit Eisenoxydul, Manganoxydul, Talkerde, Kalkerde, Kali, Natron verbunden ist, so wie bei manchen zusammengesetzten Silicaten, in welchen Verbindungen jener Art mit kieselsaurer Thonerde vereinigt sind. Die auffallendsten und häufigsten Zersetzungen finden bei zwei Familien statt, den *hornblendeartigen* und den *feldspathartigen* Körpern, von welchen jenen die erste Art, diesen die zweite Art der Zusammensetzung eigen ist, und welche gerade zu den Mineralkörpern gehören, welche für die Bildung der plutonischen, vulkanoïdischen und vulkanischen Gebirgsarten von grösster Wichtigkeit sind, daher denn auch ihre Umwandlung in geologischer und agronomischer Hinsicht von ganz besonderer Bedeutung ist; so wie einige dadurch entstandene Körper, auch in technischer Hinsicht grossen Nutzen gewähren. Bei der Zersetzung jener Mineralkörper sind Luft und Wasser, mit Einschluss der in jener und in diesem enthaltenen Kohlensäure, am Allgemeinsten thätig. Für das Ganze von geringem Belange sind Einwirkungen von Schwefelsäure, Chlorwasserstoffsäure und einigen anderen Substanzen. Am Häufigsten gehen die Zersetzungen bei gewöhnlicher Temperatur vor. Nur bei Vulkanen und Erdbränden werden sie durch erhöhete Temperatur, zumal durch die Einwirkung heisser Wasserdämpfe, befördert [1]). Bei den

---

1) Dass verschiedenartige Dämpfe, besonders heisse Wasserdämpfe, zum Theil unter hohem Drucke, auf die Bildung eruptiver Gebirgsarten von grossem Einflusse waren, und dass durch sie auch wohl noch nach ihrer Bildung in den

Umänderungen welche die erwähnten Silicate gewöhnlich erleiden, pflegt ein Theil der veränderten Masse keine Ortsveränderung zu erleiden, wogegen ein anderer durch Auslaugung fortgeführt wird. In der zurückbleibenden Masse, aus welcher einer Seits Theile entfernt, anderer Seits aber auch Theile aufgenommen worden, gehen eben hierdurch Molekularbewegungen vor, welche die Form bald mehr bald weniger verändern. Zuweilen erhält sich die äussere Gestalt; aber sehr gewöhnlich wird auch diese allmählich zerstört, wozu freilich mechanische Wirkungen, namentlich das fortführende Wasser, oft beitragen. Am Allgemeinsten besteht die Formveränderung darin, dass der krystallinische Zustand in einen nicht krystallinischen, zerfallenen umgewandelt wird, wobei das krystallische Gefüge verschwindet, höchstens Spuren von demselben entsprechenden Absonderungen bleiben, und die mehr und weniger aufgelockerte Masse einen unebenen oder erdigen Bruch enthält. Selten gehet aus dem krystallinischen Körper ein anderer krystallinischer hervor. Nicht immer findet die Auflockerung gleichmässig durch die ganze umgeänderte Masse statt; der Auslaugung von Theilen ist es wohl besonders zuzuschreiben, dass das Innere manchmal löcherig wird. In der Regel beginnt die Zersetzung an der Oberfläche, und schreitet allmählig nach Innen fort, so dass man oft Gelegenheit hat, die verschiedensten Grade derselben, von einer schwachen Verwitterungsrinde bis zur völligen Umwandlung des Körpers zu sehen; in seltenen Fällen zeigt indessen die Zersetzung einen entgegengesetzten Gang, indem sie im Innern beginnt und nach Aussen sich verbreitet. Oft schreitet die Umänderung gleichmässig fort; doch gehet sie zuweilen auch ungleichmässig von Statten.

Über die Mischungsveränderungen welche mit den hornblende- und feldspathartigen Mineralkörpern vorgehen, zumal über die letzteren, sind zahlreiche Untersuchungen geliefert, und bekanntlich haben sich besonders Berthier, Bischof, Brongniart, Forchhammer, Fournet, Fuchs, Malaguti, Rammelsberg um die genauere Kunde derselben verdient gemacht. Ich

---

sie zusammensetzenden Mineralkörpern, so wie auch in Gebirgsmassen von anderer Entstehung, Veränderungen bewirkt wurden, lässt sich wohl kaum bezweifeln.

gehe daher nicht ausführlich auf diesen Gegenstand ein, sondern beschränke mich auf wenige Bemerkungen über denselben.

Zu den *hornblendeartigen* Silicaten zähle ich zunächst die *Pyroxen-* und *Amphibol-Substanz*, denen sich hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung die *Peridot-Substanz*, und einige andere unbedeutende Mineralkörper, u. a. *Babingtonit*, *Ilvait*, *Krokydolith* anschliessen. Pyroxen-, Amphibol- und Peridot-Substanz zeichnen sich durch mannichfaltige Abänderungen der Mischung aus, welches bei ihnen nach meiner mineralogischen Methode, die Unterscheidung zahlreicher Formationen veranlasst. Die Zersetzbarkeit zeigt sich bei ihnen sehr abweichend, und im Allgemeinen scheint sie besonders durch den Gehalt an Mangan- und Eisenoxydul befördert zu werden. Beide nehmen Sauerstoff und Wasser auf, und verwandeln sich dadurch in Mangan- und Eisenoxydhydrat. Daher nehmen die an Mangan- und Eisenoxydul reicheren Formationen jener Mineralsubstanzen durch Verwitterung gewöhnlich braune und gelbe Farben an, und daher bewirkt die durch die Aufnahme von Sauerstoff und Wasser verursachte Volumenvergrösserung häufig ein Zerfallen der Masse. Dieses zeigt sich nicht bloss bei den einzelnen Individuen jener Körper, sondern besonders auch an den Gebirgsarten, zu deren Hauptgemengtheilen Augit, Hypersthen, Diallag, Hornblende, Arfvedsonit, Olivin gehören, namentlich bei dem Hypersthenfels, Diabas, Euphotid, Trapp, Dolerit, Anamesit, Basalt, Hornblendgestein, Diorit, Syenit. Bei diesen verräth sich die Verwitterung nicht allein häufig durch eine rostfarbene Oberfläche, sondern es äussert sich zugleich die Wirkung der Molekularbewegungen in der Auflockerung der äusseren Masse, in der Bildung von schaaligen Absonderungen, und in dem allmähligen gänzlichen Zerfallen des Gemenges. Ein Theil vom Eisen- und Manganoxydul der Pyroxen- und Amphibol-Fossilien wird aber auch oft entführt, wobei Kohlensäure und Wasser behülflich sind, und die Auslaugung kann sogar so weit gehen, dass eine Entfärbung Folge davon ist. Besonders bei dem Dolerite, Anamesite und Basalte habe ich oft Gelegenheit gehabt, den allmähligen Übergang der dunklen Farbe des frischen Gesteins bis in eine völlig weisse Färbung des verwitterten zu verfolgen. Der in kohlensaure Verbindungen umgewandelte Gehalt an Eisen- und Manganoxydul, wird durch kohlensäurehaltiges Wasser ausgelaugt, und scheidet sich als Eisen- und

Manganoxydhydrat wieder aus, welches sich bald fleckenweise oder dendritisch, bald rinden- oder gangförmig zusammenziehet, und auf solche Art entweder die aufgelockerte Masse schaalig umgiebt, oder dieselbe durchziehet. An einzelnen Krystallindividuen von Pyroxen- und Amphibol-Fossilien verräth sich die Auslaugung dann und wann sowohl durch die erlangte Porosität, als auch durch einen Überzug von Brauneisenstein, der manchmal geflossen, klein-getropft oder kleinnierenförmig erscheint [1]). Nicht bloss Eisen und Mangan, sondern zuweilen auch Talk- und Kalkerde, werden bei der Verwitterung von Körpern der Pyroxen- und Amphibol-Substanz, vermuthlich durch kohlensäurehaltiges Wasser, bald mehr bald weniger denselben entführt, und auch ein Theil der Kieselsäure wird manchmal daraus entfernt [2]). Ein merkwürdiges Product dieses Auslaugungsprocesses ist Scheerer's *Neolith*, der an manchen Orten als ein secundäres Gebilde in basaltischen Gesteinen angetroffen wird. Besonders auffallend zeigt sich die formverändernde Wirkung der Molekularbewegungen bei der Verwitterung des Olivins, dessen körnige Absonderung die Zersetzung befördert. Die Umwandlung seines Eisenoxyduls in Eisenoxydhydrat wird durch die Umänderung seiner grünen Farbe in eine braune oder gelbe verrathen, und die Bewegung der kleinsten Theile im rigiden Zustande, zeigt sich nicht allein in der Umwandlung seines muscheligen Bruches in einen erdigen, sondern besonders auch in dem gänzlichen Zerfallen seiner Masse, als Folge der durch die Aufnahme von Sauerstoff und Wasser bewirkten Volumenvergrösserung. Dass zugleich eine Auslaugung von einem Theile des Talkerdegehaltes statt finden kann, hat sich aus Walmstedt's Untersuchung eines verwitterten Olivins ergeben [3]). Der Hyalosiderit, welcher sich durch einen weit grösseren Gehalt an Eisenoxydul von dem Olivine unterscheidet, scheint darum noch leichter zu verwittern als der letz-

---

1) Vergl. meine Bemerkungen über pseudomorphische Bildungen des Brauneisensteins, i. d. Studien des Götting. Vereins Bergmännischer Freunde. VI. 3. S. 311 ff.

2) Über die merkwürdigen und verschiedenartigen Umänderungen welche der *Augit* erleidet, haben besonders Rammelberg's lehrreiche Untersuchungen Aufschluss gegeben. S. Poggendorff's Annalen. XLIX. 387. Handwörterbuch des chemischen Theils der Mineralogie. I. 68.

3) Kongl. Vetenskaps Academiens Handlingar. 1824. II. p. 359.

tere. Der Anfang der Zersetzung seiner Krystalle giebt sich in den lebhaften, mit metallischem Glanze verbundenen angelaufenen Farben der Oberfläche zu erkennen. Die äussere Form erhält sich, wenn gleich der muschelige Bruch bereits ein erdiger geworden; die Verwitterung endet aber, wie bei dem Olivine, mit gänzlichem Zerfallen. Der Ilvait verhält sich in Ansehung der Zersetzung ähnlich wie die Formationen der Peridot-Substanz.

An die *feldspathartigen* Silicate, zu welchen *Feldspath* oder *Orthoklas*, *Albit*, *Oligoklas*, *Ryakolith*, *Labradorit*, *Anorthit* gehören, schliessen sich hinsichtlich der chemischen Zusammensetzung und davon abhängigen Art der Zersetzung, besonders *Wernerit* (Mejonit, Skapolith), *Leuzit* und *Porzellanspath* nahe an. Diese verschiedenen Mineralsubstanzen zeigen sehr abweichende Grade der Verwitterbarkeit. Am Leichtesten scheinen Wernerit, Leuzit, Porzellanspath und Feldspath zersetzt zu werden. Suckow hat darauf aufmerksam gemacht, dass die feldspathartigen Körper, welche viel Kali und Kalkerde enthalten, weit eher verwittern, als diejenigen, in welchen das Natron die Rolle des Kali und der Kalkerde zum grossen Theil oder ganz übernimmt [1]). Aber auch bei derselben Mineralsubstanz zeigen sich Unterschiede in Ansehung der Verwitterbarkeit, wovon der Grund nur in dem Aggregatzustande gesucht werden kann, indem es sich bei den feldspathartigen Fossilien eben so wie bei vielen anderen Mineralkörpern zeigt, dass sie um so mehr einer durch äussere Einflüsse verursachten Umänderung trotzen, je weniger sie abgesondert und je glatter ihre äusseren und inneren Flächen sind; daher Adular-Feldspath nicht so leicht verwittert als gemeiner, und ähnliche Unterschiede bei verschiedenen Varietäten von Wernerit und Leuzit wahrgenommen werden. Bei der Verwitterung der feldspathartigen Silicate werden Kali, Natron, Kalkerde, Eisenoxydul und ein Theil der Kieselerde durch Auslaugung entführt, wobei Wasser und Kohlensäure wirksam sind, wodurch ein an Thonerde reicheres Silicat sich bildet, welches mit Wasser sich verbindet, und auf solche Weise die verschiedenen Modificationen des Kaolins darstellt, zu denen auch das Steinmark und verschiedene andere Thonarten zu zählen sind. Dieser Process gehet zuweilen von Statten, ohne

1) Die Verwitterung im Mineralreiche. S. 132.

dass die äussere Krystallform zerstört wird, wie man es u. a. ausgezeichnet an den von Klaproth zerlegten Afterkrystallen von Steinmark in einem in der Verwitterung begriffenen Thonsteinporphyr vom Oehmrichsberge bei Flachenseifen im Fürstenthume Jauer, und nicht selten an Krystallen von Wernerit, Leuzit, Porzellanspath siehet. Gewöhnlich gehet aber bei vollendeter Zersetzung die äussere Form verloren. Am Häufigsten zeigt sich bei dem allmähligen Fortschreiten der Verwitterung die Wirkung der Molekularbewegungen darin, dass das Krystallinische Gefüge zerstört wird, indem nur hin und wieder den Blätterdurchgängen entsprechende Absonderungen sich erhalten. Aus dem ursprünglich muscheligen oder splitterigen Bruche wird ein erdiger, und indem die Masse eine Auflockerung erleidet, endet die Verwitterung gewöhnlich mit einem gänzlichen Zerfallen. Kommen die feldspathartigen Fossilien als Gemengtheile von Gebirgsarten vor, so wirken die ihre Zersetzung begleitenden Molekularbewegungen auf die allmählige Auflockerung und das endliche Zerfallen der Gesteine ein. Von der Auslaugung des Eisengehaltes und eines Theiles der Kieselsäure, ist die Bildung von Eisenoxydhydrat und von verschiedenen Kieselfossilien abzuleiten, welche in der verwitterten Masse auf die eine oder andere Art sich absetzen. Das durch Vermittelung der Kohlensäure vom Wasser entführte Eisen, ziehet sich als Braun- oder Gelbeisenstein, bald in einzelnen Flecken von verschiedenem Umfange, bald rinden- oder gangförmig, in der durch die Verwitterung gewöhnlich mehr und weniger gebleichten Masse zusammen. Die Kieselsäure stellt am Häufigsten als Opal oder Chalcedon nieren- oder auch gangförmige Concretionen dar. Zuweilen zeigt sie sich aber auch als Quarz oder Bergkrystall, theils für sich, theils in Verbindung mit amorpher Kieselsäure. Auf solche Weise ist u. a. die Bildung von Quarzkrystallen zu erklären, welche die durch Auswitterung von Krystallen feldspathartiger Körper leer gewordenen Räume in Porphyren zuweilen auskleiden [1]).

1) Über diese Bildungen, deren genauere Betrachtung nicht hierher gehört, vergl. u. a. Fuchs, i. d. Denkschriften der Akad. d. W. zu München. VII. S. 65 ff. Meine Abhandl. über d. Bildung des Harzgebirges, i. d. Abhandl. d. Kön. Gesellsch. d. W. zu Göttingen. I. S. 420. Meine geol. Bemerkungen über die Gegend von Baden bei Rastadt, das. II. S. 23.

Ausser den hier betrachteten und anderen völlig evidenten Umänderungen von Silicaten, kommen noch manche Gebilde vor, welche für Pseudomorphosen gehalten werden, die einem Austausche von Bestandtheilen ihre Entstehung verdanken, bei denen aber entweder die Beweise gänzlich fehlen, dass eine Umwandlung der einen Mineralsubstanz in eine andere wirklich statt fand, oder deren Natur auch auf andere Weise gedeutet werden kann. Solche noch problematische Erscheinungen in den Kreis dieser Untersuchungen zu ziehen, entspricht nicht dem Zwecke dieser Arbeit.

§. 50.

Umänderung des Glases bei gewöhnlicher Temperatur.

An die Bemerkungen über die Umänderungen, welche in der Natur sich findende Silicate durch Austausch von Bestandtheilen erleiden, möge sich hier die Betrachtung der Veränderung reihen, welche mit dem *gemeinen Glase* durch Einwirkung von Feuchtigkeit bei gewöhnlicher Temperatur vorgehet. Es ist eine allgemein bekannte Erscheinung, dass manches Fensterglas mit der Zeit, wie man zu sagen pflegt, blind wird; dass es eine zarte Rinde erhält, welche mit bunten Farben spielt und die Durchsichtigkeit des Glases vermindert. Wird die dünne Haut etwas stärker, so bemerkt man oft, dass sie zerspringt und vom Glase sich stellenweise ablöst. Man nimmt diese Erscheinung besonders auffallend an Stallfenstern wahr. Glas, in welchen von Alkalien zu viel vorhanden, erleidet jene Umänderung leichter, als richtig zusammengesetztes. Auch hat man bemerkt, dass mit Kali bereitetes Glas eher, als Natron enthaltendes blind wird. Nicht bloss die Feuchtigkeit der Atmosphäre, vermuthlich durch den Kohlensäuregehalt unterstützt, bewirkt die angegebene Veränderung [1]), indem man sie besonders auch an dem Glase

---

1) Unter gewissen Umständen scheint auch Schwefelwasserstoff auf die Umänderung des Glases Einfluss haben zu können. Dieses wird wenigstens durch die von Bizio mitgetheilte Analyse eines schön irisirenden Glases wahrscheinlich, welches i. J. 1823 bei der Reinigung eines Canales zu Murano gefunden worden. 500 Theile der schillernden Häutchen sollten nach Bizio enthalten: Schwefel 136, Alkali 173, Kieselerde 112, Kalkerde 29, Bleioxyd 18, Manganoxyd 12, Zinnoxyd 5, Kupferoxyd 4, Eisenoxyd 2,5, Zinkoxyd 2, Arsenik 3,5,

wahrnimmt, welches eine längere Zeit im Boden gelegen hat. Durch sehr lange Dauer der Einwirkung der Bodenfeuchtigkeit schreitet die Umänderung weiter fort. Die äussere Rinde nimmt an Stärke zu, wodurch sie allmählig ein weisses, opakes, mit lebhaftem Farbenspiel verbundenes, dem Perlmutter ähnliches Ansehen erhält [1]), und es bilden sich mehrere dünne, vollkommen von einander sich ablösende Schaalen. Hat die Oberfläche des Glases kleine Blasen, so stellen sich diese auch in den Rinden dar, indem Concavitäten oder Convexitäten derselben denen des Glases entsprechen, wodurch ihre Form zuweilen im Kleinen den nierenförmig schaaligen Absonderungen des Arseniks oder Glaskopfes ähnlich wird. Manchmal hat das Glas eine nur unter der Loupe erkennbare, gekörnte Oberfläche, welche sich auch in den schaaligen Absonderungen der Rinde erhält. Die ohne Aufhebung des rigiden Aggregatzustandes erfolgende Bildung derselben, lässt die Wirkung von Molekularbewegungen nicht verkennen.

Was die Art der Mischungsveränderung betrifft, welche mit dem Glase vorgehet, so lässt sich erwarten, dass sie der bei natürlichen Silicaten erfolgenden analog ist, und dass dabei besonders eine Ausscheidung der Alkalien statt findet. Dieses hat sich auch bei einer von Griffiths mit der perlmutterähnlichen Rinde eines unter der Erde gefundenen, antiken Glases vorgenommenen Untersuchung gezeigt, in welcher er beinahe nur Kieselerde fand [2]).

Talkerde 3. Gegen die Richtigkeit dieser Angabe dürfte Mehreres sprechen; und besonders auffallend ist es, dass kein Wassergehalt gefunden wurde, der doch nach dem was unten mitgetheilt werden wird, in dem umgeänderten Glase nach aller Wahrscheinlichkeit vorhanden war. (Giornale di Fisica, etc. 1827. Bim. 5. p. 391.)

1) Diese Umänderung des Glases habe ich nie ausgezeichneter gesehen, als an den mannichfaltigen, aus den Katakomben von Rom stammenden, gläsernen Bildwerken, welche in der Sammlung der christlichen Alterthümer des Vaticans aufbewahrt werden, unter welchen manche sich finden, die so grosse Ähnlichkeit mit Arbeiten aus Perlmutter haben, dass sie bei nicht genauer Betrachtung dafür gehalten werden könnten.

2) The quarterly Journal of Science Literature, and Art. V. 20. p. 258. Der verstorbene R. Brandes hat ein bei Brool am Rhein gefundenes Stück eines antiken Glasgefässes untersucht, welches eine milchweisse Farbe besass, und

Versuche, welche ich mit der durch Zersetzung der Oberfläche eines antiken Glases gebildeten Rinde vor dem Löthrohre anstellte, liessen bemerken, dass sie etwas schwerer schmelzbar ist, als die darunter befindliche unveränderte Glasmasse, und ergaben einen nicht unbedeutenden Wassergehalt derselben. Da mir sehr daran lag, genauere Auskunft über die mit dem Glase vorgehende Veränderung zu erhalten, so ersuchte ich Herrn Doctor Geuther, der sich hier unter der Leitung des Herrn Obermedicinalrathes Wöhler mit ausgezeichnetem Erfolge dem Studium der Chemie widmet, eine vergleichende Analyse von unverändertem Glase und der durch Zersetzung desselben entstandenen Rinde zu unternehmen, wozu ich ihm das Material von dem Bruchstücke eines antiken Gefässes aus grünlichweissem Glase darbot, welches ich i. J. 1819 in einer Excavation in der Nähe des Grabmahles der Caecilia Metella bei Rom fand. Die von Herrn Geuther im Academischen Laboratorium vorgenommenen Zerlegungen haben nachstehende Resultate geliefert.

Analyse des unveränderten Glases.

0,580 Gr. mit Flusssäure aufgeschlossen.				0,532 Gr. mit kohlensaurem Natron-kali aufgeschlossen, auf 0,580 Gr. reducirt.
		Prct.	Sauerstoffgehalt.	
Kieselsäure	0,3410	59,2	31,36	0,3410
Thonerde	0,0325	5,6	2,61	
Kalkerde	0,0398	7,0	2,00	0,0340
Talkerde	0,0054	1,0	0,40	0,0055
Eisenoxydul mit Spuren v. Manganoxydul	0,0144	2,5	0,56	0,0144
Natron	0,1253	21,7	5,60	
Kali	0,0173	3,0	0,50	
	0,5757	100,0	11,67	

von einer goldglänzenden Haut überzogen war. Er fand in dem Glase Kieselerde, Natron, Blei, Manganoxyd, Eisenoxyd, Kalkerde, Thonerde, und war der Meinung, dass dasselbe eine Umänderung erlitten, und dass der Metallglanz der Oberfläche einen ähnlichen Entstehungsgrund habe, als die Farbenerscheinung an altem Fensterglase. (Schweigger's Jahrbuch d. Chem. u. Phys. X. S. 304.)

In dem untersuchten antiken Glase stehet hiernach die Kieselsäure in einem solchen Verhältnisse zu den Basen, dass der Sauerstoffgehalt der ersteren beinahe das Dreifache von dem der letzteren beträgt.

Analyse der umgeänderten Rinde.

1. 0,0440 Gr. erlitten bei'm Glühen einen Verlust von 0,0085 Gr. = 19,3 Prct.
(Bis 233° erhitzt, blieb ihr Gewicht noch constant.)
2. 0,0495 Gr. erlitten bei'm Glühen einen Verlust von 0,0110 Gr. = 22,3 Prct.

Das verwitterte Glas verlor erst bei anhaltender Rothgluth im Platintiegel sein Wasser und damit seinen schönen irisirenden Perlmutterglanz, indem es ein mehr oder weniger rothbraunes Ansehen annahm und zusammensinterte.

0,0440 Gr. mit Flusssäure aufgeschlossen.					0,0495 Gr. mit kohlensaurem Natronkali aufgeschlossen, auf 0,0440 Gr. reducirt.
		Prct.	Sauerstoffgehalt.		
Kieselsäure	0,0215	48,8	25,85		0,0215
Thonerde	0,0015	3,4	1,59		
Kalkerde	0,0050	11,3	3,23		
Talkerde	0,0030	6,8	2,72		
Eisenoxydul mit Spuren v. Manganoxydul	0,0050	11,3	2,51	11,76	
Wasser	0,0085	19,3	1,71		
	0,0445	100,9			

Aus dieser Untersuchung gehet hervor, dass das Glas bei seiner oberflächlichen Zersetzung, den ganzen Gehalt an Natron und Kali verlor, wogegen es einen bedeutenden Wassergehalt sich aneignete. Die Berechnung zeigt aber, dass mit den Alkalien auch 3,2 Procent Kieselsäure ausgeschieden wurden, wogegen der Gehalt an Thonerde, Kalkerde, Talkerde und Eisenoxydul beinahe ganz unverändert blieb. Durch den Verlust an Alkalien und Kieselsäure wurde das quantitative Verhältniss zwischen der letzteren und den Basen ein anderes, als in dem unveränderten Glase, indem der Sauerstoffgehalt der Kieselsäure nur etwas über das Zweifache von dem der Basen, mit Einschluss des Wassers, beträgt. Es ist hieraus zu ersehen, dass die Zersetzung, welche das Glas bei gewöhnlicher Temperatur erleidet, der Kaolinbildung verwandt ist, wodurch die Meinung bestätigt wird, welche in dieser Beziehung von

mir bereits in meiner Abhandlung über die Erscheinung des Anlaufens der Mineralkörper geäussert wurde [1]).

Eine ganz ähnliche Veränderung als das künstlich erzeugte Glas an der Luft und im Boden erleidet, zeigt sich zuweilen auch an einem in der Natur sich findenden Glase, dem *Obsidian.* Nöggerath hat von einem Obsidian mit silberweisser, metallisch glänzender Oberfläche von Regla bei Real del Monte in Mexico Nachricht gegeben [2]), den Herr von Gerolt von dort mitgebracht hatte. Die von Nöggerath geäusserte Meinung, dass der metallähnliche Überzug von einer Zersetzung der Oberfläche des Obsidians herrühre, und der Umänderung analog sey, welche man an künstlich gebildetem Glase, namentlich an Fensterscheiben wahrnehme, bei welcher er eine Hydratbildung vermuthete, ist gewiss vollkommen richtig. Was die von ihm zugleich hinsichtlich der Ursache der metallischen Farben mit dem entsprechenden Glanze aufgeworfene Frage betrifft, so beantwortet sich diese leicht durch die Übereinstimmung jener Erscheinung mit der bei den verschiedenartigsten Körpern sich zeigenden, welche durch Zersetzung oder auch auf andere Weise, einen dünnen, das Licht durchlassenden Überzug erlangt haben [3]). Nach Nobili's bekannten Untersuchungen ist das Silberweiss die Farbe des allerdünnsten Überzuges.

§. 51.

Umänderung fossiler Zähne.

Zur Wahrnehmung der Wirkung von Molekularbewegungen auf die Veränderung der Form starrer Körper, giebt zuweilen eine merkwürdige Zersetzung Veranlassung, welche *fossile Zähne* erleiden. Besonders ausgezeichnet zeigt sie sich an den *Stosszähnen* des *Mammuths.* Die äussere Rinde erscheint gewöhnlich wenig verändert, aber stark zerborsten. Das Innere dagegen ist auffallend umgewandelt. Die Farbe der inneren Masse ist kreideweiss; der

---

1) Studien des Götting. Vereins Bergmännischer Freunde. V. 3. S. 329.

2) Schweigger's Jahrbuch. XXII. S. 217 ff.

3) Vergl. meine Abhandlung über die Erscheinung des Anlaufens der Mineralkörper. A. a. O. S. 299 ff.

matte Bruch theils muschelig, theils erdig. Ausgezeichnete krummschaalige Absonderungen entsprechen der gebogenen Oberfläche; und andere radiale theilen die Schaalen in kleinere Stücke. Specifisches Gewicht und Härte sind bedeutend vermindert. Die dagegen sehr vergrösserte Porosität ist daran zu erkennen, dass die Masse stark an der Zunge haftet. Die Molekularbewegungen welche bei der Umänderung der Stosszähne erfolgten, geben sich theils durch die Bildung der Absonderungen und die Umänderung des Bruches der inneren Zahnmasse, theils durch die Zerberstung der äusseren Rinde zu erkennen. Was nun die chemische Umänderung betrifft, in deren Gefolge die Molekularbewegungen statt fanden, so hat darüber eine auf meinen Wunsch von Herrn Doctor Wicke sowohl mit der inneren Masse, als auch mit der äusseren Rinde von einem im hiesigen Academischen Museum befindlichen Stosszahne des Russischen Mammuths vorgenommene chemische Analyse, Aufschluss gegeben. Um die vorgegangene Substanz-Veränderung übersehen zu können, lasse ich die von dem Herrn Freiherrn Ernst von Bibra gelieferte Analyse des unveränderten Elfenbeins [1]) hier vorangehen.

Reiner Zahnknochen aus Ostindien.		Zähne aus dem Handel von welchen die Rinde entfernt war.	
		I.	II.
Phosphorsaure Kalkerde und Fluorcalcium	38,48	41,28	46,48
Kohlensäure	5,63	3,04	3,86
Phosphorsaure Talkerde	12,01	8,20	7,84
Salze	0,70	0,75	0,77
Knorpelsubstanz	42,94	46,43	40,71
Fett	0,24	0,30	0,34
	100,00	100,00	100,00
Organische Substanz	43,18	46,73	41,05
Unorganische Substanz	56,82	53,27	58,95
	100,00	100,00	100,00

1) Untersuchungen über die Knochen und Zähne des Menschen und der Wirbelthiere. 1844. S. 268.

Analyse der Zahnrinde und des Zahnknochens von einem fossilen Stosszahne des Mammuths, vom Dr. Wicke[1]).

	Zahnrinde.	Zahnknochen.
Phosphorsaure Kalkerde	47,51	67,94
Phosphorsaure Talkerde	0,53	1,93
Kohlensaure Kalkerde	10,83	18,45
Eisenoxyd	1,63	Spuren
Thonerde	0,72	—
Kieselerde	0,24	—
Fluorcalcium	1,24	—
Wasser	9,63	6,26
Organische Substanz	28,57	6,38
	100,90	100,96
Organische Substanz	28,57	6,38
Unorganische Substanz	72,33	94,58
	100,90	100,96

Die letzteren Analysen zeigen: dass bei der inneren Masse des umgeänderten Stosszahnes die organische Substanz bis auf 6,38 Prct ausgelaugt wurde, wogegen eine 6,26 Prct betragende Aufnahme von Wasser statt gefunden hat. Von den unorganischen Bestandtheilen ist, wenn man die Analysen vom unveränderten Elfenbein des Herrn von Bibra damit vergleicht, vorzüglich phosphorsaure Talkerde ausgeschieden. Ganz anders verhält sich die äussere Rinde der Stosszähne, welche von der organischen Substanz weit weniger verloren hat, wiewohl auch bei ihr eine Aufnahme von Wasser statt fand. Dem obigen Resultate der Analyse von der Zahnrinde des fossilen Mammuths nähert sich das Ergebniss einer von dem Doctor C. T. Jackson unternommenen Zerlegung eines Stückes von dem Stosszahne des Mastodon giganteus, in welchem derselbe fand[2]):

1) Annalen der Chemie und Pharmacie. XC. S. 100.

2) The mastodon giganteus of North America by John C. Warren. Boston 1852. p. 87.

Phosphorsaure und kohlensaure Kalkerde nebst Fluorcalcium	69,2
Wasser	4,6
Organische Substanz	26,2
	100,0

Eine ähnliche Umänderung wie fossile Elephantenzähne zeigen, nimmt man zuweilen auch an Zähnen anderer urweltlicher Thiere, z. B. des Höhlenbären (Ursus spelaeus) wahr. Ich besitze aus verschiedenen Höhlen, namentlich aus der Scharzfelder Höhle am Harz, Bärenzähne, deren Rinde keine bedeutende Veränderung wahrnehmen lässt, wogegen das Innere ähnliche Beschaffenheiten zeigt, als der Zahnknochen umgeänderter fossiler Elephantenzähne. Die weisse Farbe hat gewöhnlich einen schwachen Stich in das Blaue; der matte Bruch ist flachmuschelig, hin und wieder in das Erdige übergehend, und die an den Kanten durchscheinende Masse stark an der Zunge klebend. Es sind schaalige Absonderungen vorhanden, die der äusseren Form entsprechen, und andere, gegen die äussere Oberfläche rechtwinkelig gerichtete. Zuweilen zeigt sich in der inneren Zahnmasse die Bildung von Eisenblau, indem etwas Phosphorsäure in Verbindung mit Wasser sich des geringen Eisengehaltes bemächtigt hat, welches sich von Aussen nach Innen abnehmend verbreitet und besonders den Querabsonderungen folgt. Von Eisenblau rührt auch ohne Zweifel der blauliche Stich der Farbe her, den sowohl der matte Bruch der inneren Masse, als auch die glatte glänzende Oberfläche der Bärenzähne, namentlich aus der Scharzfelder Höhle, oft besitzt.

Auffallend ist in vieler Hinsicht die Ähnlichkeit, welche die beschriebene, durch Molekularbewegungen bewirkte Umänderung der Structur fossiler Zähne, mit der oben betrachteten Veränderung zeigt, welche die innere Form des Holzes bei der Verkohlung erleidet. Wie bei diesem Processe, so ist auch im Gefolge der Zersetzung der Zahnsubstanz, mit dem Verluste eines bedeutenden Theils der Bestandtheile, eine Zusammenziehung der Masse verknüpft, welche zwar der äusseren Form entsprechende, und andere dieselben durchsetzende Absonderungen bewirkt, doch aber die durch die Ausscheidung von Theilen verursachte Auflockerung nur bis zu einer gewissen Gränze aufhebt, bei welcher die umgeänderte Masse ein geringeres specifisches Gewicht an-

nimmt, als das ursprüngliche war. Nur die bei der Verkohlung des Holzes besonders starke Zusammenziehung in der Richtung der Fibern, und die dadurch bewirkte Bildung ausgezeichneter, rechtwinkelig dieselben schneidender Querabsonderungen, findet nicht in gleicher Weise bei der Zersetzung fossiler Zähne statt. Dagegen ist das Aufbersten der äusseren Rinde der Stosszähne des Mammuths dem Aufreissen der Rinde der Holzstämme analog; so wie der Bruch der inneren Masse der Zähne eine ganz ähnliche Umänderung erleidet, als bei der Verkohlung des Holzes erfolgt.

§. 52.

Schluss.

Diese Arbeit, welche ich hier vorerst abschliesse, deren Gegenstand ich aber, so lange es mir noch vergönnt seyn wird, meine Kräfte dem Studium der Natur zu widmen, nicht aus den Augen verlieren werde, konnte, wie auch schon in der Einleitung bemerkt worden, nur einige Beiträge zur näheren Kenntniss eines Gebietes von Erscheinungen darbieten, dessen Umfang unendlich gross ist, und welches künftigen Forschungen das reichste Material zu gewähren verspricht. Wie unbedeutend und unvollkommen das hier Mitgetheilte ist, kann wohl Niemand lebhafter erkennen als ich selbst. Doch wird es vielleicht dazu dienen, die Aufmerksamkeit mehr darauf zu lenken, wie auch in dem Theile der Schöpfung, in welchem immerwährendes Gleichgewicht und beständige Ruhe zu herrschen scheinen, Bewegungen statt finden, die, wenn sie gleich im Stillen wirken, und gewöhnlich dem Auge sich entziehen, dennoch die mannichfaltigsten und einflussreichsten Formveränderungen hervorbringen [1]); und dass ähnliche Bewegungen der kleinsten Theile, wie sie in starren natürlichen Körpern vorgehen, oft auch bei künstlich dargestellten

---

1) Schätzbare, auf diesen Gegenstand gerichtete Untersuchungen sind in einer Arbeit des Herrn Dr. Adolph Knop, meines lieben ehemaligen Zuhörers, enthalten, die das Programm zu der im März d. J. zu haltenden Prüfung der Schüler der Königl. Gewerbschule zu Chemnitz begleitet, welches mir gerade zukam, als ich das Obige niederschrieb. Der Titel des interessanten Aufsatzes ist: „Der Chloritschiefer von Harthau und die Bedeutung der Pseudomorphosen von Glimmer nach anderen Mineralien für Bodenkunde.“

sich wirksam zeigen. Absichtlich habe ich mich von Hypothesen und theoretischen Speculationen möglichst fern gehalten, und solche Gegenstände für meine Untersuchungen ausgewählt, bei welchen die Aussicht war, durch Beobachtungen und Versuche zu sicheren Resultaten zu gelangen. Ich verkenne es nicht, dass man auf dem hier betretenen Pfade gar leicht auf Abwege gerathen und verleitet werden kann, einen Zusammenhang unter gewissen Erscheinungen anzunehmen, der entweder in Wahrheit gar nicht vorhanden, oder doch ein anderer als der angenommene ist. Dieses ist namentlich bei manchen Gegenständen der Fall, die zu dem in neuerer Zeit mit besonderer Vorliebe bearbeiteten Felde der Pseudomorphosen und Metamorphosen gehören, auf welchem Manches dem Anscheine nach in einer genetischen Verbindung stehet, die doch vielleicht nicht wirklich vorhanden ist. Indem ich Vieles unberücksichtigt gelassen habe, wodurch ich für jetzt noch keine sichere Belege für die formverändernde Wirkung von Molekularbewegungen in starren Körpern erlangen zu können glaubte, wird man in dieser Arbeit wahrscheinlich einige Gegenstände vermissen, die aus einem anderen Gesichtspuncte betrachtet, gerade vorzugsweise für dieselbe geeignet gehalten werden dürften. Zu den Erscheinungen, welche für das Studium der im Starren wirksamen Bewegungen der kleinsten Theile ganz besondere Beachtung verdienen, gehören die von Scheerer mit dem Namen der *Paramorphosen* bezeichneten. Die in der diesen Gegenstand behandelnden Schrift [1]) meines hochgeschätzten Freundes enthaltenen scharfsinnigen Ideen und Winke, eröffnen ein neues Feld für Untersuchungen, dessen weitere Bearbeitung reiche Früchte zu tragen verspricht.

---

1) Der Paramorphismus und seine Bedeutung in der Chemie, Mineralogie und Geologie. Von Dr. Theodor Scheerer. Braunschweig 1854.