Die Analysen der Säure und des Aethers führen wohl zu keiner andern Formel als :

Ich halte daher die Eigenthümlichkeit dieser Säure für bewiesen und den Namen Arachinsäure für gerechtfertigt. Allem Anschein nach ist sie identisch mit einer fetten Säure, deren Anwesenheit Prof. Heintz neuerlich in der Butter wahrscheinlich gemacht und für die er den Namen Butinsäure vorgeschlagen hat. Die arachinsauren Salze, mit deren Studium ich jetzt beschäftigt bin, werde ich später beschreiben.

Ueber die Darstellung krystallisirter Mineralien auf nassem Wege nach einer allgemein anwendbaren Krystallisationsmethode, unter Berücksichtigung der Verhältnisse in der Natur;

von A. Drevermann.

E r s t e A b h a n d l u n g.

Es läßt sich die Frage aufwerfen, ob jeder feste, homogene Körper fähig ist, eine ihm eigenthümliche Krystallgestalt anzunehmen. Die Bejahung dieser Frage wird wahrscheinlich, wenn man bedenkt, daß täglich neue oder schon bekannte Stoffe in Krystallgestalt dargestellt oder in der Natur fertig gebildet aufgefunden werden. Frankenheim*) geht noch weiter, indem er in einer gröfseren Abhandlung über Krystallisation und Amorphie zu beweisen sucht, daß die Eigenschaften, welche für den bisher angenommenen

*) Journ. f. pract. Chem. LIV, 430.

amorphen Zustand als charakteristisch gelten, recht gut mit der mikro- oder kryptokrystallinischen Form der Theilchen solcher Körper vereinbar seyen, ja, er hält sogar den festen Aggregatzustand überhaupt ohne Krystallform der Moleküle für undenkbar. Wenn man ersteres auch gelten lassen wollte, so kann man doch gegen die Annahme der unbedingten Nothwendigkeit der krystallinischen Textur bei festem Aggregatzustande erhebliche Einwendungen machen.

Es folgt eigentlich schon aus der gesetzmässigen, polyëdrischen Form der Krystalle und ist übereinstimmend damit durch viele Beobachtungen namentlich von Frankenheim*) selbst bewiesen, daß beim Wachsen eines Krystalls die sich abscheidenden Theilchen nach bestimmten, durch die jedesmalige Form bedingten Richtungen an einander gelagert werden. Verschieden von dieser Krystallkraft, welche nur zwischen den Theilchen von gleicher oder nahe gleicher Form stattfindet, ist die chemische Anziehung, welche vorzüglich zwischen den Theilchen sehr heterogener Körper thätig ist. Wenn das Molekül einer chemischen Verbindung selbst eine regelmässige Form besitzen soll, so ist es hiernach nothwendig, daß sich ihre constituirenden Bestandtheile nach der Richtung der chemischen und der Krystallkraft neben einander legen. Alle Beobachtungen ergeben übereinstimmend, daß die letztere nur dann in Wirksamkeit treten kann, wenn die Moleküle eines Körpers ganz allmählig aus dem tropfbar oder elastisch flüssigen Zustande in den festen übergehen. Die Vereinigung unter dem Einfluß der chemischen Verwandtschaft ist nicht an einen so langsam erfolgenden Act gebunden, dieselbe erfolgt im Gegentheil meistens rasch und stürmisch. Ist das Product einer solchen energischen Action fest, so werden in den meisten Fällen die Bestandtheile

---

*) Pogg. Ann. XXXVII, 516.

nicht nach der Richtung ihrer Krystallanziehung zusammen gelagert seyn und dieselben können daher auch keine regelmäßige Form besitzen, d. h. sie werden amorph seyn. Auf ähnliche Weise läßt sich der amorphe Zustand der Theilchen einer Verbindung erklären, wenn diese durch Abkühlung plötzlich aus dem flüssigen in den festen Zustand übergeführt werden.

Solche amorphen Verbindungen scheinen fast jedesmal zu entstehen, wenn durch Vermischung zweier Lösungen plötzlich sehr schwer lösliche Niederschläge erzeugt werden; wenigstens gelang es Ehrenberg*), Link**), Mitscherlich***), Harting †), Marchand ††) und Frankenheim †††) nicht, an derartigen Niederschlägen bei den stärksten mikroskopischen Vergrößerungen krystallinische Textur wahrzunehmen.

Die Eigenschaften dieser amorphen Präcipitate weichen mehr oder weniger von denen derselben Verbindung ab, wenn diese noch im krystallisirten Zustande bekannt ist. In letzterem sind sie weniger löslich in den verschiedenartigsten Mitteln, sie widerstehen einer chemischen Einwirkung weit mehr und besitzen ein anderes specifisches Gewicht. Auf diese Weise unterscheiden sich fast sämtliche krystallisirte Mineralien von den künstlich erzeugten Niederschlägen derselben Zusammensetzung. Werden die Unterschiede derselben Verbindung in dem amorphen und krystallinischem Zu-

---

*) Pogg. Ann. XXXIX, 101.

**) Ebendasselbst XLVI, 258.

***) Ebendasselbst XLIX, 405.

†) Bull. de sc. phys. et nat. en Neerlande 1840, 257; Berz. Jahresbr. XXII, 33.

††) Journ. f. pract. Chem. XXIII, 460.

†††) Ebendasselbst LIV, 430.

stande bedeutend, oder treten wohl gar noch auffallende Abweichungen in der Farbe dazu, wie beim Schwefelantimon, dem Schwefelquecksilber und dem Quecksilberoxyd, so hat man diese beiden Formen als isomere Modificationen unterschieden. Fuchs hat zuerst die Erklärung dieser Eigenthümlichkeiten in dem krystallinischen oder amorphen Zustande gesucht, während Berzelius sich bestrebte, dieselben aus den verschiedenen allotropischen Modificationen der Elemente abzuleiten. Die Ursache der Allotropie ist aber selbst weit davon entfernt, erkannt zu seyn, und die Herleitung der isomeren Modificationen aus dieser bringt die Sache der Erklärung nicht näher. Es sollte daher eine solche in der fernen Zukunft dämmernde Möglichkeit einer Herleitung in der Naturforschung so lange verworfen werden, als die Unzulänglichkeit einer näher liegenden, in der atomistischen Theorie begründeten Deutung nicht dargethan ist.

Ganz im Einklange mit dem Bisherigen ist eine Beobachtung von Link, welche nachher durch Marchand gegen den Widerspruch Harting's *) bestätigt wurde. Link bemerkte, daß die plötzlich entstandenen amorphen Niederschläge in ihrer Mutterflüssigkeit liegend nach einiger Zeit in kleine, leicht erkennbare Krystalle verwandelt werden. Diese Umlagerung der Atome, welche durch eine Menge chemischer Erfahrungen bestätigt wird, erfolgt am schnellsten bei den leichter löslichen Körpern und rascher beim Erhitzen. Andere Agentien, in welchen solche Niederschläge wenig und ohne Zersetzung löslich sind, bringen denselben Effect hervor, und die bekannte Verwandlung des schwarzen Schwefelquecksilbers in Zinnober durch anhaltendes Schütteln zeigt, daß man durch mechanische Bewegung diesen Vorgang beschleunigen kann. Die Erklärung desselben ist nicht schwer.

---

*) Vergl. die oben angegebenen Abhandlungen.

Die Bestandtheile der amorphen Verbindungen kann man nach dem vorhergehenden als im labilen Zustande an einander gelagert denken. Durch ihre, wenn auch geringe Auflöslichkeit wird der Uebergang in den stabilen Gleichgewichtszustand möglich, und ein solches verändertes Theilchen scheidet sich in Krystallform aus, weil es schwerer löslich geworden ist, während dessen Lösungsmittel eine neue Menge der amorphen Verbindung aufnimmt u. s. w. Die Einwirkung des Lösungsmittels ist beendet, wenn sämmtliche Theilchen krystallinische Form angenommen haben. Diese Darstellung des Vorganges ist so einfach und nahe liegend, daß man schwer begreift, wie man zu der bloßen Nominalerklärung eines katalytischen Einflusses des Lösungsmittels seine Zuflucht nehmen konnte.

Die Umlagerung der Theilchen amorpher Niederschläge widerlegt die Annahme Frankenheim's, als ob dieselben schon bei ihrer Entstehung aus Aggregaten selbst unter dem Mikroscope nicht nachweisbarer Krystalle beständen. Denn in diesem Falle wäre schwer einzusehen, durch welche Ursache diese kleinen Individuen in gröfsere, leicht erkennbare umgewandelt werden sollten.

Die hier versuchte Erklärung des amorphen Zustandes ist einer experimentellen Begründung fähig, sofern es gelingt, nachzuweisen, daß die durch plötzliche Mischung zweier Mittel erhaltene amorphe Modification einer Verbindung mit allen Eigenthümlichkeiten der krystallinischen erhalten wird, wenn man die Einrichtung trifft, daß die Bestandtheile durch ein ganz allmähliges Zusammentreten die Möglichkeit erhalten, sich ebenfalls nach der Richtung ihrer Krystallkraft zusammen zu legen. Diesen Beweis hoffe ich binnen Kurzem führen zu können.

Die Umwandlung der amorphen Niederschläge in krystallinische unter dem Einflusse eines schwachen Lösungsmittels

giebt einen ganz beachtenswerthen Fingerzeig für die Erklärung des Vorganges bei der Metamorphose ganzer Gebirgsglieder, namentlich des metamorphischen Kalkes und des Dolomits. Wenn durch ein Experiment nachgewiesen würde, daß eine solche Umlagerung der Theilchen unter dem Einflusse des reinen oder kohlensäurehaltigen Wassers in einem festen Gestein möglich wäre, so würde gegen die Annahme eines gleichen Vorganges in der Natur um so weniger zu erinnern seyn, als der dichte Kalkstein von atmosphärischen Niederschlägen durchdrungen werden kann *) und durchdrungen wird. Außerdem hat G. Bischof **) in ganz umfassenden Erörterungen nachgewiesen, daß die einzige noch mögliche Annahme einer plutonischen Metamorphose nicht wahrscheinlich ist.

Nach dem Bisherigen lassen sich drei Bedingungen angeben, welche bei der Bildung größerer Krystall-Individuen erfüllt seyn müssen.

1) Die Theilchen des Körpers müssen aus dem tropfbaren oder elastisch flüssigen Zustande in den festen so allmähig übergehen, daß sie der Richtung der Krystallanziehung folgen können.

2) Die sich abscheidenden Moleküle müssen mit denen des in der Bildung begriffenen Krystalls gleiche oder wenigstens nahe übereinstimmende Form haben.

3) An einem und demselben Orte müssen auf diese Weise nach und nach sehr viele Theilchen zur Abscheidung kommen.

Man kann einen festen Körper durch Anwendung von Hitze und durch ein Lösungsmittel in den flüssigen Zustand versetzen, und hiernach unterscheidet man die Krystallisations-

---

*) Bischof, Lehrb. der chem. u. phys. Geol. I, 241.

**) Ebendasselbst II, Kap. 13 u. 15.

methoden in die auf trockenem und auf nassem Wege. Seitdem man in neuester Zeit die verschiedenen Methoden auf mannigfache Weise combinirt und variirt hat, kann diese Bezeichnung nicht mehr als streng unterscheidend betrachtet werden. Die vier gebräuchlichsten Arten der Krystallisation sind die durch Sublimiren, durch Erkalten geschmolzener Massen oder heifs gesättigter Lösungen, und durch Verdunsten. Aufser diesen giebt es noch eine fünfte, welche seltener zur Erzeugung von Krystallen, aber ungemein häufig zur Darstellung unkrystallinischer Niederschläge angewandt wird. Sie besteht darin, dafs man einem Körper das Lösungsmittel entzieht, indem man einen anderen Stoff zusetzt, der eine gröfsere Verwandtschaft zu demselben besitzt. Der Art sind die Fällungen aus wässriger Lösung durch Alkohol, aus Alkohol durch Wasser oder Aether u. s. w., oder wenn man eine saure Lösung durch Alkali, oder umgekehrt eine alkalische durch Säure neutralisirt etc. etc. Man würde nach dieser Verfahrensweise ohne allen Zweifel Krystalle erhalten, wenn man den oben angegebenen Bedingungen der Krystallisation Genüge leistete. Ich werde weiter unten zeigen, dafs es einen in der Allgemeinheit seiner Anwendung noch weit über die hier begriffenen Fälle hinausgehenden Procefs giebt, vermittelt welches man diesen Zweck erreichen kann.

Ordnet man die bekannten krystallisirten Körper nach der abnehmenden Löslichkeit in Wasser, so gelangt man durch fast stetige Uebergänge zu einer Reihe, deren letzte Glieder man gewöhnlich als unlöslich zu bezeichnen pflegt. Vergleicht man die einzelnen Glieder derselben in ihren Darstellungsweisen, so bemerkt man gleich, dafs die auf den Gyps folgenden Körper (löslich in 460 Theilen kalten Wassers) weder durch Abkühlen oder Verdunsten gesättigter wässriger Lösungen erhalten worden sind. Der Grund davon ist leicht einzusehen. Es wäre bei Anwendung der Verdunstungs-

methode nöthig gewesen, ganz bedeutende Mengen Wasser zu verdampfen, um einen erheblichen Rückstand zu bekommen, und da dieser an sehr vielen Punkten zur Abscheidung gelangen mußte, so war es voraussichtlich fast unmöglich, auf diese Weise gröfsere Krystalle der schwerlöslichen Körper darzustellen, und diefs hat wahrscheinlich die Chemiker abgehalten, auch nur den Versuch zu machen. Sind solche Körper, welche meistens auch von andern Lösungsmitteln ohne Zersetzung nicht aufgenommen werden, überhaupt in Krystallform künstlich dargestellt, so hat man sie durch Sublimiren oder viel häufiger durch langsames Erkalten geschmolzener Massen erhalten. Im Mineralreiche sind die sehr schwerlöslichen Stoffe die bei weitem am meisten vorkommenden, und wenn man zuweilen leichtlösliche, wie Salmiak, Eisenvitriol, Alaun, Salpeter etc. findet, so haben diese ihr Ent- und Bestehen nur vergleichungsweise abnormen Bildungs- und Lagerungsverhältnissen zu danken.

Es war natürlich, dafs diese Erfahrungen über die Entstehung von schwerlöslichen Krystallen auf die Geologie, deren Theorien überhaupt von der jeweiligen Entwicklung der Physik und Chemie abhängig sind, einen entschiedenen Einfluß hatten. Die Geologie (Geogenie) beschäftigt sich zwar mit der Entstehung der Erdrinde und der sie zusammensetzenden Gesteine, da diese aber aus einzelnen oder meistens aus Aggregaten mehrerer Mineralspecies bestehen, so hat sie zunächst die Entstehung dieser nachzuweisen. Entsprechend den Darstellungen auf nassem und trockenem Wege wurden gleich mit dem Beginne der systematischen geologischen Forschungen von Werner und Hutton zwei Theorien, die neptunische und die plutonische, über die Entstehung der Erdrinde aufgestellt, welche beide auf der voreiligen Generalisirung sehr beschränkter Beobachtungen beruhend, anfangs ihre Ausschließlichkeit in Anspruch nahmen. Nach

langen Kämpfen einigte man sich dahin, jede dieser Theorien für gewisse Gebirgsglieder gelten zu lassen. Demnach hält man noch jetzt die geschichteten, Versteinerungen führenden Gebirgsarten für unzweifelhafte Absätze aus Wasser, während man den gegenwärtig noch von Vulkanen gebildeten oder doch mit erloschenen Vulkanen in genauestem Zusammenhang stehenden Gesteinen, wie Lava, Bimstein, Obsidian, Basalt, Dolerit, Phonolith etc. eine pyrogene Entstehungsweise zuschreibt. Von dieser Erklärung zunächst nicht betroffen sind die älteren, krystallinischen Gesteine, wie Gneifs, Granit, Syenit, Diorit, Melaphyr, Felsitporphyr u. a. Diese Felsarten stehen zwar durch ihre jüngeren Glieder einigermaßen im Zusammenhange mit den oben genannten vulkanischen Bildungen, andererseits bieten sie aber auch durch Glimmer-, Talk-, Chlorit- und die versteinerungsleeren Schiefer ganz allmälige Uebergänge zu entschieden sedimentären Formationen dar. Hier war es nun, wo die oben erwähnten Erfahrungen über die Darstellung von Krystallen schwerlöslicher Körper und die Analogie mit den vulkanischen Bildungen die Entscheidung zu Gunsten einer pyrogenen Erklärungsweise lenkten. Dieselbe wurde fast ohne Widerstand und ganz allgemein angenommen, als man durch die Entdeckung der inneren Erdwärme im Einklang mit den Ergebnissen der Astronomie und Paläontologie dazu genöthigt wurde, der Erde als Ganzes einen feurig-flüssigen Ursprung zu vindiciren. Auf dieser Basis wurde nun von Alexander von Humboldt, Leopold von Buch, El. de Beaumont ein System der Geologie begründet, welches durch die großartige Weise seiner Entwicklung überall angenommen, noch jetzt ziemlich allgemein Geltung besitzt.

Die fast widerspruchlose Annahme dieses Systems hat der weiteren Entwicklung der Geologie ein eigenthümliches Gepräge aufgedrückt. Da man die Theorie als über allen

Zweifel erhaben annahm, bemühte man sich durch Erweiterung der geognostischen Beobachtungen das relative Zeitalter und den petrographischen Bestand der plutonischen und vulkanischen sowohl als der sedimentären Gesteine festzustellen, und man muß anerkennen, daß in dieser Beziehung Großartiges geleistet wurde. Indem man aber vergaß, daß die sorgfältigsten geognostischen Forschungen für sich eben so wenig im Stande sind, eine wahre Geologie zu begründen, als aus der reinen Anatomie die Physiologie abgeleitet werden kann, versäumte man es, der plutonischen Theorie diejenige experimentelle Begründung zu geben, deren sie so sehr bedurfte. Die Nachfolger jener großen Forscher, welche die weitere Ausbildung der von diesen in ihren Grundzügen entwickelten plutonischen Theorie übernahmen, erhoben dieselbe zu einem förmlichen Dogma; sie ließen bei Entstehung und Anbildung verschiedener Felsarten fabelhafte Temperaturgrade wirken, sie zogen den Druck zu ihren Hypothesen hinzu und vindicirten demselben die Eigenschaft, das chemische Verhalten der Körper zu einander umzukehren; sie ließen Körper durch Hitze destilliren, die man im Laboratorium als feuerbeständig kannte, während leichtflüchtige daneben wie durch Zauber gebannt zurückblieben, ja, sie kamen endlich dahin, sich gegen jede Kritik von Seiten der experimentellen Wissenschaften zu verwehren, weil die Natur mit Quantitäten und Qualitäten operire, die mit den beschränkten menschlichen Mitteln nicht zu vergleichen seyen. Diese Schule der Ultraplutonisten vergaß vollständig, daß ein solches Verfahren der echten Naturforschung völlig fremd ist, daß solche auf bloßen Phantasiegebilden beruhenden Theorien keinen größeren Werth haben, als die kosmogonischen Speculationen der alten Völker, ihrer Dichter und Philosophen, und höchstens interessante Beispiele dafür abgeben, wohin man gelangt, wenn

man die bloße Speculation zur Führerin bei naturwissenschaftlichen Forschungen erwählt.

Die Chemie, welche ihrer Natur nach vor allen anderen Wissenschaften dazu berufen ist, die Fragen zu entscheiden, hatte unterdessen nach langem Widerstande durchgesetzt, daß in der Mineralogie die chemische Zusammensetzung als oberstes Classifications-Princip anerkannt wurde. Ebenso wie die Zoologie und Botanik hätte auch die Mineralogie im Verlaufe ihrer Entwicklung dahin gelangen müssen, die Genesis der in ihr Bereich gehörenden Individuen bei Feststellung der Species zu berücksichtigen, wie dies schon aus dem mehrere genetische Momente enthaltenden Begriffe der Mineralspecies hervorgeht. Ehe die Chemie auf diesem indirecten Wege dahin gelangte, ihren Einfluß auf die Entscheidung geologischer Probleme geltend zu machen, geschah dies aus anderen Gründen direct. Es ist schon erwähnt, daß die immer weiter ausgedehnten Speculationen der Plutonisten bald in directen Widerspruch mit den Lehren der Chemie traten. Es konnte daher nicht fehlen, daß viele Chemiker, und unter diesen vorzugsweise Fuchs, welche daran festhielten, daß das im Laboratorium beobachtete Verhalten der Körper ebenso in der freien Natur gelten müsse, die neptunische Theorie auch in Bezug auf die älteren krystallinischen Gesteine festhielten und vertheidigten. Zwei Beobachtungen waren es vor allen, welche an der plutonischen Bildung dieser Felsarten zweifeln ließen. Die Gemengtheile dieser Gesteine, wie z. B. Feldspath, Glimmer und Quarz beim Granit, sind regelmäfsig in umgekehrter Reihenfolge krystallisirt, als es nach ihrer verschiedenen Schmelzbarkeit bei langsamem Erkalten hätte geschehen müssen. Sodann enthält der Feldspath meistens und der Glimmer immer in der Zusammensetzung Wasser, dessen Vorkommen man mit ihrer pyrogenen Entstehung nicht vereinbar hielt.

Den ersten dieser Einwürfe suchte Fournet durch die Annahme des état de surfusion zu beseitigen, indem er der Ansicht war, daß ein ungeheurer Druck die Reihenfolge der Krystallisirung abgeändert habe. Scheerer *) hat das Vorkommen des Wassers im Granit und den anderen krystallinischen Gebirgsarten dazu benutzt, eine neue Hypothese über die Erstarrung des Granits aufzustellen. Er schreibt dem durch einen großen Druck zurückgehaltenen Wasser den Einfluß zu, den Granit bei weit niederer Temperatur zu verflüssigen, als es ohne Wasser geschieht, bei der Abkühlung die Erstarrungsfolge der Gemengtheile zu ändern und sogar die Gegenwart der pyrogenischen Mineralien zu erklären. Obgleich sich bedeutende Autoritäten für diese Theorie Scheerer's ansprachen, so wird sie doch, so lange die experimentellen Beweise für eine derartige Wirkung des Wassers fehlen, schwerlich allgemein Eingang finden.

Die Chemiker haben sich schon seit langer Zeit bemüht, die Frage über die Mineral- und Gesteinsbildung experimentell zu begründen, indem sie die Objecte der Natur künstlich nachzubilden versuchten. Namentlich die letzten Jahre haben eine große Menge hierzu dienlicher Methoden kennen gelehrt. Auf trockenem Wege sind künstliche Mineralien dargestellt worden von Mitscherlich (Abh. d. Academie d. Wissenschaften zu Berlin 1823), Berthier (Ann. de chim. et de phys. XXIV, 376), Ebelmen (Ann. de chim. et de phys., III. ser., XXII, 211, ebendasselbst XXXIII, 34; Compt. rend. XXXII, 710, ebendasselbst XXXIII, 525), Daubrée (Compt. rend. XXIX, 227, ebendasselbst XXXII, 625), Durocher (Compt. rend. XXXII, 823, ebendasselbst XXXIII,

---

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1847, S. 854 und Handwörterbuch der reinen und angewandten Chemie III, 685 ff.

64), Manrofs (Ann. d. Chem. und Pharm. LXXXI, 243, ebendasselbst LXXXII, 348). Fast eben so zahlreich sind die künstlich auf nassem Wege dargestellten Mineralien von Becquerel (unter Mitwirkung der Electricität in einer ganzen Reihe von Abhandlungen), Stein (Vortrag, gehalten in der Sitzung der Gesellschaft für Natur- und Heilkunde, Dresden, 20. Januar 1845, vergl. Berz. Jahresbericht XXVI, 316), Morlot (Jahrbuch für Mineralogie etc. 1847, 862 und ebendasselbst 1848, 469), Sénarmont (Compt. rend. XXIII, 603; Ann. de phys. et de chim., III. ser., XXX, 129), Becquerel (Compt. rend. XXXIV, 29 und 573; ebendasselbst XXXVI, 209), Lavalley (Compt. rend. XXXVI, 493), Frémy (Compt. rend. XXXV, 27).

Entsprechend den Methoden auf trockenem und nassem Wege sind noch eine Menge von zufälligen Mineralbildungen bei technischen, namentlich metallurgischen Operationen, so wie in verlassenen Bergwerken oder Halden beobachtet, welche anzuführen zu weitläufig sein würde.

So interessant derartige Experimente und Beobachtungen auch sind, so läßt sich daraus zunächst nur schliessen, daß unter denselben Umständen in der Natur gleiche Bildungen erfolgt seyn würden. Wird aber der Nachweis nicht geliefert, daß bei Entstehung der in der Natur vorkommenden Fossilien gleiche oder ähnliche Bedingungen vorhanden waren, so haben dieselben nur ein untergeordnetes, geologisches Interesse. Wenn daher Chemiker, welche sich mit der Darstellung künstlicher Mineralien beschäftigten, die meistens sehr künstlichen Processe der Laboratorien direct auf die Natur übertrugen, so bedachten sie nicht, daß deren Bildungen immer auf eine äußerst einfache Weise erreicht werden, und sie machten sich daher einer ebenso großen Einseitigkeit schuldig, wie jene Geologen, welche die experimentelle Begründung ihrer Theorien für überflüssig hielten.

Zu weit wichtigeren und umfassenderen Resultaten gelangt man auf dem entgegengesetzten Wege, indem man die Experimente auf ein genaues und angeheudes Studium der in der Natur thätigen Kräfte begründet. Wenn man diese Vorgänge chemisch verfolgt, so kann man, auf die Kenntnifs des chemischen, petrographischen und geognostischen Characters anderer Bildungen gestützt, Rückschlüsse über deren Entstehung machen. Die zwei einzigen derartigen Processe sind die vulkanischen und die damit in Verbindung stehenden, sowie die Wirkungen der Atmosphärien und des Wassers. In Bezug auf die Generalisirung der erhaltenen Resultate sind dieselben sehr verschieden. Die vulkanischen Erscheinungen sind trotz ihrer Grofsartigkeit localer Natur, sie treten erst in den verhältnifsmäfsig jüngeren Perioden der Erdbildung auf; ihre Producte sind in mineralogischer Beziehung sehr verschieden von den älteren Gesteinen, so dafs man von jenen nicht unmittelbar auf die Processe früherer Epochen schliessen kann.

Anders verhält es sich mit der zweiten Klasse. Die Thätigkeit der Atmosphärien und des Wassers erstreckt und erstreckte sich über die ganze Erdoberfläche, sie war in qualitativer Beziehung ohne allen Zweifel zu allen Zeiten dieselbe und man kann daher mit grofser Wahrscheinlichkeit aus den jetzigen die vorangegangenen Bildungen erschliessen. Versucht man dagegen, wie diefs zur Begründung einer wahren Theorie unumgänglich nothwendig ist, die künstliche Nachahmung der natürlichen Processe, so ist der Vortheil auf Seiten des Vulkanismus. Die vulkanischen Vorgänge verlaufen verhältnifsmäfsig rasch und energisch, und da man die chemische Zusammensetzung der Gesteine nachahmen kann, so tritt wenigstens der experimentellen Begründung dieser Theorie von vorn herein kein Hindernifs entgegen.

Die Wirkungen der Atmosphärien und des Wassers sind in einem beschränkten Zeitraume so gering, daß sie der oberflächlichen Beobachtung ganz entgehen. Die massenhaften Bildungen in der Natur müssen daher, wenn man ihnen eine sogenannte neptunische Entstehung zuschreibt, zu ihrer Ausbildung ganz unermessliche Zeiträume gebraucht haben, Zeiträume, gegen welche die Dauer des menschlichen Lebens so verschwindend klein ist, daß die Forscher in Berücksichtigung dieser Verhältnisse nothwendig von der Bestätigung durch den Versuch zurückgeschreckt werden mußten.

Daß in Bezug auf die Ergründung der vulkanischen Processe trotzdem erst in neuester Zeit umfassende Versuche ausgeführt wurden, kann man nur der obenerwähnten, vorherrschend naturhistorischen Richtung der Geologen zuschreiben. Solche Versuche, gegründet auf ein sorgfältiges Studium der thätigen Vulkane Italiens und namentlich Islands, sind von R. Bunsen, einem der geschicktesten experimentellen Chemiker unserer Zeit, ausgeführt und in einer Reihe von Abhandlungen *) veröffentlicht, deren letzte: „Ueber die Processe der vulkanischen Gesteinsbildung Islands,“ die Vorläuferin eines größeren Werkes über diesen Gegenstand ist. Bunsen hat dabei auch die erwähnten Einwürfe gegen die pyrogene Entstehung der älteren krystallinischen Gesteine experimentell zu beseitigen gesucht, indem er zeigte, daß ein verhältnißmäßig noch geringer Druck schon eine erhebliche Aenderung des Erstarrungspunktes bei Körpern von verschiedener Schmelzbarkeit hervorbringen kann. Merkwürdiger noch ist die Darstellung eines schön krystallisirenden wasserhaltigen Silicats ($3 \text{ CaO}, 2 \text{ SiO}_2 + 5 \text{ aq.}$) bei der Roth-

---

*) Diese Ann. LXI, 265; LXII, 1; LXV, 70; Pogg. Ann. LXXXI, 562; LXXXIII, 197.

glühhitze, welches nach dem Erkalten und abermaligem Erhitzen vier Fünftel seines Wassergehaltes schon bei 109° und den Rest noch unter der Rothglühhitze verliert. Durch diese einzigen Untersuchungen Bunsen's sind die eigentlich vulkanischen Processe und die durch diese eingeleiteten pneumatolytischen Nachwirkungen ihrem Wesen nach besser erkannt, als es durch die seit einem halben Jahrhundert fortgesetzten bloßen Beobachtungen geschehen war.

Eine der vulkanischen entgegengesetzte Theorie hat sich erst in der neueren Zeit mehr Geltung verschaffen können. Die naturhistorischen Beobachtungen der Geognosten hatten zuerst den Nachweis geliefert, daß die meisten der von ihnen unterschiedenen Gebirgsarten auf der ganzen Erdoberfläche so ziemlich denselben Character haben, und später bemerkte man, daß bestimmte Gesteinsarten durch ganz allmähliche Uebergänge mit einander im Zusammenhang standen. Hierzu kam die Beobachtung, daß außer den schon lange bekannten Veränderungen der Gesteine, welche man unter dem Begriffe der Verwitterung zusammenfafste, noch andere Umwandlungen ganzer Gebirgsglieder existiren, die jenen insofern entgegengesetzt zu seyn scheinen, als aus einem festen, amorphen Material nach und nach Gesteine von bestimmter krystallinischer Textur hervorgehen. Diese Beobachtungen mehrten sich, nachdem Keilhau auf das Räthselhafte des Vorganges aufmerksam machte, für denselben die Bezeichnung Metamorphismus vorschlug und eine Erklärung versuchte, welche die Ursache der Erscheinung vollständig dunkel liefs. Seitdem man noch die erwähnten Gesteinsübergänge hiermit in Verbindung brachte, hat sich das Gebiet der metamorphischen Erscheinungen der Art vergrößert, daß es einen großen Theil der neueren Geologie umfaßt.

In der Mineralogie zeigten sich ähnliche Verhältnisse. Schon gleich nachdem man anfang, die chemische Zusammen-

setzung der Mineralien festzustellen, bemerkte man theils ein großes Schwanken in der Zusammensetzung vieler Mineralien, anderentheils die Unmöglichkeit, eine gefundene Zusammensetzung durch eine in einfachen Aequivalentverhältnissen darstellbare Formel auszudrücken. Für einen Theil der Mineralien wurde dieß möglich durch Mitscherlich's Entdeckung der Isomorphie, während andere sich auch dann noch nicht fügten. Man glaubte dann lange Zeit, es seyen mangelhafte Methoden, falsche Analysen oder nicht homogene Substanzen daran schuld; nachdem aber die seither gemachte, ungeheure Anzahl von Mineralanalysen, bei denen alle mögliche Sorgfalt auf die Genauigkeit der Resultate verwendet wurde, diesen Uebelständen nicht allein nicht abgeholfen, sondern dieselben noch vergrößert hat, mußte man das Irrthümliche dieser Ansicht einsehen. Die Mineralogen suchten, bewußt oder unbewußt, einen Ausweg. Schon die vorzugsweise in der Mineralogie angewandte Bezeichnung durch ein System von Punkten, senkrechten und Querstrichen neben den chemischen Symbolen kann man nur dem Bestreben zuschreiben, die aufgestellten complicirten mineralogischen Formeln dem Auge einigermaßen erträglich zu machen, da das hierfür auch wohl angewandte Argument der Raumersparung in das directe Gegentheil umgeschlagen ist. Die übermäßige Vermehrung der mineralogischen Species, die Theorie der polymeren Isomorphie von Scheerer und der Heteronomie von Hermann u. a. lassen sich aus demselben Streben ableiten. Indem man die chemische Zusammensetzung der Fossilien gewaltsam in verhältnißmäßig einfache Formeln zu zwingen suchte, gelangte man endlich dahin, daß diese ihren Zweck gänzlich verfehlten, indem sie weder die Zusammensetzung der untersuchten Körper möglichst genau ausdrücken, noch ein Bild von der Constitution derselben geben.

Diesen Bestrebungen der Mineralogen liegt die Annahme zu Grunde, daß jeder krystallisirte Körper eine den allgemeinen chemischen Gesetzen entsprechende Zusammensetzung haben müsse. Will man dies auch für jeden neugebildeten Krystall zugeben, so ist noch zu untersuchen, ob die in der Natur vorkommenden krystallinischen Fossilien im Verlaufe der Zeit unter den mannigfachen Einwirkungen der verschiedenen Naturprocesse Zusammensetzung und äußere Form unverändert beibehalten, ob beide immer gleichzeitig aufgehoben werden, oder ob das eine ohne das andere geschehen kann. Nimmt man dies letztere als möglich an und sieht von dem hier unerheblichen Falle ab, wo die Form früher als die Zusammensetzung zerstört wird, so muß man bei dem entgegengesetzten zugeben, daß ein bestimmtes krystallisirtes Mineral nicht nothwendig eine bestimmte oder einfache chemische Zusammensetzung zu zeigen braucht.

Untersucht man die Gründe, welche die Mineralogen dazu bewogen haben, eine solche Veränderung bei ihren Untersuchungen fast gar nicht in Betracht zu ziehen, so findet man, daß dieselben nur die durch gewöhnliche Verwitterung hervorgebrachten Wirkungen berücksichtigten, und da diese in vielen Fällen erst wahrnehmbar sind, wenn sie schon verhältnißmäßig tief eingegriffen haben, so mußten ihnen häufig die ersten Stadien des Verwitterungsprocesses entgehen. Man findet daher bei der Beschreibung des Materials zur Analyse nicht selten die Bemerkung, dasselbe sei „frisch“, „unzersetzt“ u. s. w. gewesen, ebenso wie die Geognosten die Gebirgsarten nach ihrem äußeren Habitus oft als von „offenbar feurig-flüssigem Ursprung“ characterisiren. Hiergegen ist zu bemerken, daß man direct nichts Anderes als eine bestimmte Farbe, Form, Textur etc. wahrnimmt, und wenn man von diesen Wahrnehmungen aus auf die Entstehung oder Veränderung des Beobachtungsobjectes

schließt, so sind diese Schlüsse abhängig von dem jeweiligen Zustande der Wissenschaft und von den Kenntnissen, Erfahrungen und Ansichten des betreffenden Autors.

Eine schon von Werner gemachte, aber lange Zeit kaum beachtete Beobachtung war es, welche bei ihrem genaueren Studium die Discussion auf diesen Punkt hinlenkte. Werner bemerkte nämlich, daß zuweilen Mineralien nicht in der ihnen eigenthümlichen, sondern in der Form eines fremden Fossils auftreten. So lange die Anzahl dieser sogenannten Pseudomorphosen selten war, konnte man sich damit begnügen, dieselben als „interessante Naturspiele“ zu betrachten; nachdem aber durch die systematische Sammlung und Erweiterung dieser Beobachtungen durch Landgrebe und namentlich durch Blum die allgemeine Verbreitung und das sehr häufige Vorkommen derselben dargethan war, konnte man nicht umhin, die Ursache dieser Erscheinung aufzusuchen. Ohne hierauf näher einzugehen, kann man nach Blum die Vorgänge bei der Bildung der Pseudomorphosen auf zwei zurückführen :

- 1) auf Umwandlung eines Minerals in ein anderes;
- 2) auf Verdrängung eines Minerals durch ein anderes.

Die Umwandlungs-Pseudomorphosen können entstanden seyn durch Verlust, durch Aufnahme und durch Austausch von Bestandtheilen; die Verdrängungs-Pseudomorphosen haben sich gebildet durch Umhüllung oder durch Ersetzung der ursprünglichen Masse. Beide Arten der pseudomorphischen Processe müssen fast stetig und äußerst langsam große Zeiträume hindurch thätig gewesen sein, da die von ihnen hervorgebrachten Pseudomorphosen in allen Graden der Ausbildung von der kaum bemerkbaren Afficirung der ursprünglichen krystallisirten Masse bis zu deren gänzlichen Veränderung vorhanden sind. Wenn man bedenkt, daß von dem Schwanken in der Zusammensetzung an bis zu dem theilweisen oder dem gänz-

lichen Verdrängen vieler Mineralien durch andere Stoffe und der Metamorphose ganzer Gebirgsglieder nur allmäliger Uebergang stattfindet, daß alle diese Vorgänge wegen der bei ihnen vorhandenen Erhaltung oder Neubildung einer Krystallform nur durch allmälige Einwirkungen hervorgebracht seyn können; daß dieselben weder an eine bestimmte Formation, noch an einen bestimmten Ort gebunden sind; so wird es fast gewiß, daß eine langsam wirkende, an allen Orten und zu jeder Zeit thätige Ursache existiren müsse, welche einen von den geringsten bis zu den großartigsten Effecten steigenden Orts- und Stoffwechsel im Mineralreiche zur Folge habe.

Von diesem allgemeinen Gesichtspunkte ausgehend hat zuerst G. Bischof in seinem anerkannt classischen Lehrbuche der chemischen und physikalischen Geologie (Band I, 1847, Band II, 1847 bis 1851, noch nicht vollendet), unter Berücksichtigung aller anderen Erklärungsversuche, die Ursache der Pseudomorphosen und der erwähnten verwandten Erscheinungen in der Wirkung des Wassers und der Atmosphärien gesucht. Die Pseudomorphosen dienen ihm dann unter Benutzung eines großartigen chemischen, mineralogischen und geognostischen Materials, und gestützt auf eine Menge eigener Experimente und Analysen, als Leitsterne zur Herstellung eines neuen Systems der Geologie und einer genetischen Mineralogie, deren Hauptresultat man, wie ich glaube, dahin aussprechen kann, daß die massigen und schieferigen älteren krystallinischen und die sogenannten metamorphischen Gebirgsarten durch das Wasser und die Atmosphärien bewirkte Umbildungen einer schon vorhandenen, nicht krystallinischen Grundmasse sind. Die Theorie Bischof's ist von der älteren, neptunischen, ganz verschieden, da sie es unentschieden läßt, ob das amorphe Material der jetzigen krystallinischen Gebirgsarten unter Mitwirkung des Feuers

oder des Wassers entstanden ist. dieß neigt sich Bischof mehr zu der Annahme hin, daß aus genannte Material ein unmittelbares Product der mechanischen Zerstörung und Ablagerung durch Wasser, ähnlich wie die älteren versteinungsleeren Schiefer sei, indess schließt dieß die ursprünglich pyrogene Bildung der Erde als Ganzes nicht aus. Dieß kann auch bei der vorliegenden Frage kein Gegenstand der Discussion seyn, da es sich in der Geologie, wie Naumann *) richtig bemerkt, nicht um die ursprüngliche Genesis des Materials einer Formation, sondern lediglich darum handelt, auf welche Weise das Material in diejenigen Formen und Zustände übergegangen ist, in welchen es gegenwärtig erscheint.

So scharfsinnig Bischof auch alle vorhandenen That-sachen bei der Frage über die Entstehung der einzelnen Fossilien combinirt, und so schlagend auch seine Experimente in vieler Beziehung sind, so wenig ist es ihm doch gelungen, durch einen Versuch ein krystallisirtes Mineral hervorzubringen oder überhaupt die Möglichkeit der künstlichen Bildung derselben auf nassem Wege mit Rücksicht der natürlichen Verhältnisse zu zeigen, wie es für die vulkanischen Processe auf eine so überraschende Weise von Bunsen geschehen ist. Der schon oben hierfür angegebene Grund ist kein individueller, sondern ein ganz allgemeiner. Unter Berücksichtigung der schon characterisirten Krystallisationsmethoden, und übereinstimmend mit den Ergebnissen seiner eigenen Untersuchungen, mußte Bischof zu dem Resultate kommen, daß äußerst lange Zeiträume zur Bildung eines größeren krystallisirten Fossils nothwendig seyen. Das Element der Zeit hat man aber im Laboratorium nicht unbeschränkt zur Verfügung.

---

*) Lehrbuch der Geognosie I, 730 f.

Von der Noth weniger ist überzeugt, daß die Bischof'sche Ansicht, wenn schwer einer Hypothese zu einer wahren Theorie erhoben so eben soll, der beweisenden Experimente bedarf, sucht Die sonach einer Methode der Darstellung von Krystallen schwer löslicher Körper auf nassem Wege, welche keine anderen Qualitäten in Anspruch nimmt, als die Natur selbst. Die so eben erwähnten allgemeinen Betrachtungen konnten mich davon um so weniger zurückschrecken, als Erfahrungen genug bekannt sind, daß die Producte von äußerst langwierigen Naturprocessen durch Herstellung günstigerer Bedingungen ihrer Wirksamkeit bedeutend rascher hergestellt werden können. So ist die Bildung der natürlichen Mineralwasser in den meisten Fällen das Resultat eines Auslaugungsprocesses fester Felsarten durch mehr oder weniger kohlensäurehaltigen Wassers. Indem man die Gesteine möglichst zerkleinert und unter hohem Druck mit Kohlensäure gesättigtes Wasser darauf wirken läßt, kann auf demselben Wege, wie die Natur, ein genau gleiches Mineralwasser in einigen Stunden dargestellt werden, während die Natur ohne Zweifel zu demselben Zwecke langer Perioden bedarf. Ebenso bringt man in der Landwirthschaft durch Bearbeitung des Bodens und die Zufuhr einer Kohlensäurequelle Mineralsubstanzen zur Lösung und Assimilation, welche unter dem ungestörten Einflusse der natürlichen Agentien hierzu langer Jahre nöthig gehabt hätten. Zwar ist die Krystallisation ein Proceß, der sich nicht über eine gewisse Grenze beschleunigen läßt, allein die Erfahrungen in den Gewerben, wo oft in wenigen Stunden Zoll große Krystalle entstehen, beweisen, daß diese Grenze ziemlich weit hinausgerückt werden kann.

In der Natur findet man die größten und ausgebildetsten Krystalle in Gängen oder in Drusenräumen. Bischof hält dieses Vorkommen überhaupt für einen Beweis der Entstehung

auf nassem Wege. In Bezug auf die Erz- und Quarzgänge hat er diese Ansicht in einer schon früher erschienenen Abhandlung *) zu beweisen gesucht, während in seiner Geologie die umfassende Discussion über diese Punkte erst mit der Beendigung derselben zu erwarten steht. Wenn man von den seitdem durch Bunsen nachgewiesenen Zeolithbindungen in Drusenräumen auf trockenem Wege, welche nur in beschränkten Localitäten und unter besonders günstigen Umständen stattgefunden haben können, absieht, so wird man *Bischof's Annahmen in den meisten Fällen als richtig voraussetzen können.* Ganz unzweifelhaft aber sind die Geoden und Mandeln von Quarz in verschiedenen Gebirgsarten, namentlich im Melaphyr, Ausfüllungen auf nassem Wege. Wie, kann man hier fragen, sind die oft zoll- oder sogar fußlangen Quarzkrystalle entstanden? *Bischof **) kommt nach umfassender Würdigung aller in Betracht kommenden Umstände zu dem Schlusse, daß diese Geoden durch Verdunstung kieselsäurehaltiger Gewässer entstanden sind, und er verspricht den Beweis hierfür zu liefern.***)* Da die Kieselsäure sehr wenig auflöslich in Wasser ist (in c. 10,000 Thl.), so müßte zur Bildung derartiger Krystalle dieser Proceß ungeheure Zeiträume hindurch in Wirksamkeit gewesen seyn. Hiergegen wäre in geologischer Beziehung Nichts einzuwenden, da man auf jedem Schritt in dieser Wissenschaft genöthigt wird, Zeiträume anzunehmen, für die wir keinen Maßstab mehr besitzen. Anders stellt sich dagegen die Sache, wenn man von folgendem Raisonnement ausgeht. Die meisten Gewässer sind bei weitem nicht mit den in ihnen aufgelösten Substanzen gesättigt, und erstere können

---

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1844.

**) Lehrbuch der chem. und phys. Geol. Bd. II, Cap. XVII, A.

***) Ebendasselbst II, 1284.

daher schon ganz bedeutende Verdunstungen erleiden, ohne dafs sie das Geringste absetzen. Wenn man nun auch in Gängen oder Höhlen, die mit der äufseren Luft communiciren, eine solche fortwährende Verdunstung annehmen kann, so ist dagegen nicht einzusehen, wie diese in Drusenräumen, die oft tief in festen Gesteinen sitzen, stattfinden soll. Enthält Wasser 0,0001 Kieselsäure gelöst und ist dasselbe dann gesättigt, so müssen für jeden Volumtheil eines Quarzkrystalls 25000 Theile Wasser verdunsten. Bischof erinnert, um dies für Bergkrystalle von der angegebenen Gröfse nur einigermaßen wahrscheinlich zu machen, 'daran, dafs man in nicht absolut luftdicht verschlossenen Gläsern im Verlaufe von einigen Jahren zuweilen zolllange Krystalle aus Salzlösungen anschiefsen sieht. Ein mit einem Stöpsel nicht sorgfältig verschlossenes Glas, dessen Inneres bei allen Schwankungen der Temperatur und des Drucks mit der äufseren Luft communicirt, ist aber nur sehr uneigentlich mit einem von festem Gestein umgebenen Drusenraume zu vergleichen, und eine gesättigte Salzauflösung steht noch weit von einer eben solchen Kieselsäurelösung ab. Sind die Drusenräume von mit Wasser getränkten Gesteinen umgeben, wie es meistens der Fall ist, so findet eine Verdunstung nur so lange statt, bis der Höhlenraum mit Dampf gesättigt ist. Ausserdem sind die Fälle gar nicht selten, wo solche Blasenräume ganz mit sogenanntem Urwasser erfüllt sind*), und dann ist jede Verdunstung im Innern unmöglich. Man kann hier zwar zu der Annahme einer Verdunstung von aufsen seine Zuflucht nehmen; diese setzt indefs eine Circulation der Flüssigkeit voraus, wie bei einer in einem offenen Gefäfse verdunstenden Salzlösung, wo die ihres Wassers beraubten Theilchen zu Boden sinkend meistens erst hier krystallisiren. Eine solche Hypothese ist

---

*) Vgl. die Paragenesis der Mineralien von A. Breithaupt, S. 100 f.

aber für die meisten Fälle unzulässig. Bei unbefangener Würdigung dieser Verhältnisse muß man zu dem Schlusse kommen, daß die auf nassem Wege entstandenen Ausfüllungen der Drusenräume nicht durch Verdunstung entstanden sind. Noch weniger können diese Gebilde, wie leicht begreiflich, durch Erkalten gesättigter Lösungen abgesetzt seyn. Die Natur hat sich also dieser beiden Wege zur Hervorbringung der Geoden nicht bedient, und ich mußte mich daher nach einer andern Methode der Krystallbildung umsehen. Den schon untersuchten Bedingungen über die Entstehung größerer Krystalle gemäß, mußten bei regelmäßiger Form der kleinsten Theilchen jedesmal Krystalle entstehen, wenn ein fester Körper aus einer Flüssigkeit abgeschieden wird, sofern nur diese Abscheidung hinreichend langsam erfolgt. Außer den Niederschlägen, die durch chemische Veränderung des Lösungsmittels entstehen, werden dieselben unheim häufig durch Vermischen zweier zusammengesetzten Körper, die sich durch doppelte Wahlverwandschaft umsetzen, hervorgebracht. Ich suchte daher schon vor einigen Jahren, solche Verbindungen durch die Endosmose allmählig zusammen zu bringen, indem ich zwei sich zersetzende Salze durch eine Thierblase in reines Wasser übertreten liefs. Da ich indeß damals die gewöhnlichen Niederschläge erhielt, so stand ich davon ab. Beim Durchlesen der Graham'schen Abhandlung über die Diffusion der Flüssigkeiten kam ich auf die Idee, zu demselben Zwecke zwei Salzlösungen durch Diffundiren in reines Wasser allmählig zusammentreten zu lassen. Wenn man erwägt, daß die Diffusion in jedem Zeittheilchen stetig wirkt, daß man das Zusammentreffen zweier Salzlösungen durch Verdünnung derselben, durch Entfernung und Verkleinerung der diffundirenden Flächen und Vermehrung des reinen Wassers beliebig verlangsamten kann, so liefs sich kaum ein geeigneterer Proceß denken. Die Versuche ge-

langen vollkommen. In Folgendem erlaube ich mir einige derselben zu beschreiben.

Versuch I. — Gepulvertes salpetersaures Bleioxyd wurde auf den Boden eines längeren Glascylinders gebracht und dieses dann vorsichtig mit Wasser übergossen. Ein zweiter Cylinder von gleichen Dimensionen wurde ebenso mit neutralem chromsaurem Kali und Wasser gefüllt und beide dann neben einander in ein großes Becherglas gestellt. In dieses wurde so viel Wasser gegossen, daß die Cylinder reichlich überdeckt waren. Die auf dem Boden derselben entstandenen Salzlösungen diffundirten langsam nach oben. Da das angewandte Wasser lufthaltig war, so wurden bei dem allmäligen Aufsteigen des Salzes Luftblasen ausgeschieden, welche emporsteigend Theile der Lösung mitrissen, so daß sich im größeren Becherglase ein Niederschlag von Chromgelb bildete. Nach einigen Monaten war das salpetersaure Bleioxyd, wahrscheinlich durch seine raschere Diffusion, in dem Becherglase im Ueberschuß vorhanden. Nun bildete sich an dem äußersten Ende des Randes vom zweiten Cylinder ein hellcitronengelber, amorpher Absatz, welcher sich allmählig dendritenförmig nach der Mündung hin verbreitete und dabei eine dunklere Farbe annahm. Auf diesem amorphen Niederschlage zeigten sich nach und nach kleine prächtig purpurrothe Punkte, welche ziemlich rasch wachsend zu kleinen Warzen wurden, die unter dem Mikroskop keine Spur von krystallinischer Textur bemerken ließen. Die Warzen schlossen sich dann zu einem Ringe zusammen, welcher in einer horizontalen Zone ganz allmählig an der innern Wand des Cylinders hinabrückte. Der übrige Theil des letzteren bedeckte sich mit einem röthlichen Anfluge, den man schon nach einigen Tagen unter der Loupe als aus kleinen Krystallen bestehend erkennen konnte. Diese vergrößerten sich ziemlich rasch, namentlich auf einer anderthalb

Zoll breiten Zone unterhalb des dunkelrothen Ringes. Sie bilden kleine, büschelweise zusammengruppirte Nadeln und Spiefse von schön morgenrother Farbe. Einige derselben waren 4 bis 5 Millimeter lang geworden, dann wurden sie durch die Erschütterungen des Bodens und durch ihr großes specifisches Gewicht abgebrochen und fielen zu Boden.

Die Krystalle haben im durchfallenden Lichte die sattgelbe Farbe des Blutlaugensalzes. Sie besitzen Diamantglanz und gewähren, wenn man im Dunkeln mit einem Lichte neben dem Becherglase vorbeifährt, während man oben hineinsieht, durch ihr Funkeln einen sehr schönen Anblick. Die Krystalle gehören ins monoklinoëdrische System, und sie zeigen nach qualitativer Bestimmung die Flächen ∞P , welches immer vorherrschend ist, — P , seltener und zurücktretend $+ P$ und häufig noch $(\infty P \infty)$. Außerdem sind noch mehrere $m P$ ($m > 1$) Flächen zu unterscheiden, welche den Krystallen meistens eine spiefsförmige Gestalt geben. Die ∞P Flächen sind gestreift. Die Krystalle sind meistens drusenförmig zusammengruppirt, oft nadelförmig oder spiefsig von einem Punkte ausgehend, seltener einzeln. In Salpetersäure lösen sie sich, in Kalilauge werden sie undurchsichtig, bei auffallendem Lichte dunkler; nach einiger Zeit lösen sie sich zu einer gelben Flüssigkeit. Da die Anzahl der möglicherweise bei diesem Processe entstehenden Verbindungen äußerst beschränkt ist, so kann bei der vollkommenen Uebereinstimmung der Eigenschaften dieser Krystalle mit dem natürlich vorkommenden Rothbleierz kaum noch ein Zweifel darüber sein, daß dieselben chromsaures Bleioxyd PbO, CrO_3 sind, welches als amorphes, hellgelbes Pulver entsteht, wenn man die angewandten Salzlösungen zusammengießt. Wenn man die Krystalle zu dem feinsten Pulver zerreibt, so wird dieses pomeranzengelb, also sehr zu unterscheiden von der Farbe des Chromgelbs.

Auf dem erwähnten dunkelrothen Ringe und bei dessen Herabrücken auch neben und auf den Krystallen des Rothbleierz es entstanden nach und nach dunkel cochenillerothe rhombische Tafeln, deren Winkel ganz nahe rechte sind. Meistens haben dieselben durch das Vorherrschen zweier paralleler Flächen ein lattenartiges Ansehen. In durchfallendem Lichte sind sie prächtig dunkelroth, fast genau so wie das Ferridcyankalium bei auffallendem Lichte. Die Krystalle sind stängelig zusammen gewachsen, oft drusenförmig oder netzartig gruppirt. Sie besitzen Glas- bis Diamantglanz. In Kalilauge sind sie schwerer löslich als das Rothbleierz, wobei sie die Farbe nicht verändern. Hiernach stimmen sie in ihren Eigenschaften mit dem von Hermann entdeckten Melanochroit, dessen einziger Fundort Beresow am Ural ist, überein. Diefs wird auch noch durch folgende interessante Reaction bewiesen. Bringt man die Krystalle in verdünnte Salpetersäure, so färben sich die Ränder gelb, während der innere Kern eine Zeit lang die rothe Farbe beibehält. Hat man die Säure hinreichend schwach genommen, so behalten die Krystalle ihre Form vollständig bei, während sie ganz gelb geworden sind. Die Erklärung dieses Vorganges ist sehr einfach. Die Salpetersäure entzieht dem Melanochroit (3 PbO , 2 CrO_3) ein Aequivalent Bleioxyd, und verwandelt ihn unter Beibehaltung der Form in Chromgelb. Die Einwirkung der verdünnten Salpetersäure hat daher eine künstliche Umwandlungspseudomorphose durch Verlust von Bestandtheilen hervorgebracht.

Die Bildung der Krystalle von Melanochroit und Rothbleierz geht dem Orte nach so vor sich, dafs es von der Mündung des Cylinders eine Zone giebt, in der nur Melanochroit vorkommt, weiter nach unten sitzen beide neben einander auf und von da bis zu dem ungelösten Salze sind nur Krystalle von Rothbleierz, nach unten indefs von abnehmender

Größe, vorhanden. Im Anfang, als die Krystalle noch nicht durch Abbrechen und Hinabstürzen eine mechanische Bewegung der Flüssigkeit bewirkt hatten, waren die beiden Zonen scharf geschieden. Später wurde auch durch das Hinabrücken der Zone des Melanochroïts ein allmäliger Uebergang von der einen zur anderen vermittelt. Wenn man vorsichtig ein Reagenzpapier in den Cylinder senkte, so reagierte die Flüssigkeit innerhalb der Zone des Melanochroïts neutral, und alkalisch in der des Rothbleierz. Hierauf komme ich weiter unten noch zurück.

An der inneren Wand des großen Becherglases und der äußeren der beiden Glasylinder setzen sich nach und nach kleine, weiße bis durchscheinende Krystalle an, welche auch auf der Oberfläche der Flüssigkeit des Becherglases als ein aus mikroskopischen Kryställchen bestehendes, vom Wasser schwer benetzbares Pulver schwammen. Nach und nach bildete sich dasselbe auch dendritenförmig auf dem Rande und dann im Innern des mit chromsaurem Kali versehenen Cylinders. Hier findet es sich in fächerförmig gruppirten Nadeln und in schönen sechseitigen Säulen, welche ganz farblos oder etwas grünlich gefärbt sind und Glasglanz besitzen. Die Säulen sind kurz, oft senkrecht auf einander sitzend, meistens auf die Nadeln von Rothbleierz aufgewachsen. Sie gehören ins rhombische System und zeigen folgende Combinationen: $\infty P . O P . \infty \bar{P} \infty . \bar{P} \infty . P$. Sie lösen sich unter Entwicklung von Kohlensäure in verdünnter Salpetersäure.

Die Krystalle stimmen in ihren Eigenschaften mit dem Weisbleierz (PbO, CO_2) überein. Da das angewandte chromsaure Kali mit kohlensaurem Kali verunreinigt war, so ist ihre Entstehung leicht zu begreifen.

Neben dem Weisbleierz bilden sich noch andere tafelförmige Krystalle, welche durchsichtig sind und Glasglanz besitzen. Dieselben sind meistens drusenförmig durchchein-

ander gewachsen, seltener einzeln; sie sind sehr spröde und spalten zu rhombischen Tafeln. In verdünnter Salpetersäure sind sie unlöslich, in concentrirter Kalilauge oder heißer concentrirter Salzsäure lösen sie sich leicht. Sie gehören zum rhombischen System und lassen folgende Combinationsformen erkennen: $OP \cdot \infty \bar{P} \infty \cdot \check{P} \infty \cdot \infty \check{P} m$ ($m > 1$). Da sie die Reactionen von Schwefelsäure und von Bleioxyd zeigen, so sind sie ohne allen Zweifel Bleivitriol. Das angewandte chromsaure Kali war schwefelsäurehaltig.

Einige Monate nach dem Auftreten dieser verschiedenen Krystalle bildeten sich im Innern des mit chromsaurem Kali gefüllten Cylinders kleine Krystallschuppen, welche einen höchst intensiven Flächenschiller besitzen. Es lassen sich weder mit der Loupe, noch mit schwachen Vergrößerungen des Mikroskops regelmäßige Formen an denselben wahrnehmen. Sie zerfallen bei heftigen Bewegungen einer Flüssigkeit, in der sie suspendirt sind, zu einem silberweißen, perlmutterglänzenden Pulver. Die Reactionen dieser Schuppen scheinen anzudeuten, daß sie eine Doppelverbindung von chromsaurem Bleioxyd mit kohlsaurem Bleioxyd sind. Sie entwickeln nämlich mit sehr verdünnter Salpetersäure zusammengebracht Kohlensäure, unter Zurücklassung eines gelben Niederschlags von chromsaurem Bleioxyd. Mit verdünnter Kalilauge zusammengebracht, werden sie etwas undurchsichtig, und es bleibt ein weißer Niederschlag in einer gelben Flüssigkeit. Bei der allmäligen Einwirkung der Kalilauge konnte man erkennen, daß die Schuppen aus kleinen Prismen bestehen, welche zu einem regelmäßigen, sechsstrahligen Sterne kreuzförmig durcheinander gewachsen waren, ähnlich wie beim Staurolith. Es ist noch zu bemerken, daß der hier beschriebene Vorgang bei mehreren Versuchen ganz gleich verlief.

(Fortsetzung folgt.)