

234. C. Rammelsberg: Ueber die Beziehungen der Chemie zur Mineralogie.

(Vorgetragen vom Verfasser.)

Niemand zweifelt daran, dass alle Eigenschaften eines Körpers in nothwendiger Beziehung zu einander stehen. Seit es eine Isomorphie giebt, d. h. seit 50 Jahren, weiss jeder Chemiker, dass die Krystallform eines Körpers mit seiner chemischen Natur durch ein Band verknüpft wird, welches, wenn es auch nicht als Causalnexus aufgefasst werden darf, doch unbestreitbar vorhanden ist. Die Krystallform aber ist das Resultat einer Anordnung der Moleküle nach ganz bestimmten Symmetrierichtungen; sie bedingt im Innern der Masse die Spaltungsrichtungen; von ihr hängen die Härteunterschiede und ähnliche physikalische Charaktere ab. Bedarf es noch des Beweises, dass die Krystallform unmittelbar mit den optischen Eigenschaften zusammenhängt? wir wissen ja, dass Krystalle mit einer optischen Axe ganz anderen Symmetriegesetzen gehorchen als solche mit zwei optischen Axen; wir wissen, dass die regulären Krystalle, denen der Gegensatz des Oben und Unten, des Vorn und Hinten, des Rechts und Links fehlt, auch gegen den Lichtstrahl allseitig symmetrisch (einfach brechend) sich verhalten. Knüpft sich nicht die Circularpolarisation an die Existenz ganz bestimmter Formen am Krystall, welche den Gegensatz von Rechts und Links zur Schau tragen? Dass die thermischen, die elektrischen und magnetischen Eigenschaften mit den geometrischen und dadurch mit allen übrigen verknüpft sind, wird auch gewiss zugestanden, und dass das Volumgewicht und die specifische Wärme die wichtigsten Relationen zur chemischen Natur der Körper haben, das sprechen gewisse Gesetze aus, denen ein Platz in der theoretischen Chemie längst eingeräumt ist.

Aber die Erkenntniss des nothwendigen Zusammenhanges aller Eigenschaften, deren Summe die Unterscheidung eines Körpers von allen anderen, und seine Stellung zu ihnen erst möglich macht, ist noch gar nicht alt. Es war lange das Kriterium des jugendlichen Zustandes der Chemie, dass die Chemiker bloß die materielle Natur ihrer Verbindungen und deren Wechsel, d. h. die Zusammensetzung und die Reactionen studirten und der Beschreibung höchstens einige Andeutungen über gewisse leicht zu beobachtende Eigenschaften (Farbe, Schmelzpunkt, Siedepunkt, Volumgewicht) hinzufügten. Heute geüßt dies nicht mehr. Es ist viel wichtiger für den Ausbau der Wissenschaft, die einzelnen Körper nach allen ihren Eigenschaften und Beziehungen möglichst vollständig zu studiren, als möglichst viele Körper fragmentarisch gleichsam nur anzudeuten, und später nicht wieder, wie es anfänglich wohl Absicht war, auf sie zurückzukommen.

Die allseitige Erforschung der Körper ist die Aufgabe und die Pflicht des Chemikers. Unterscheiden wir, dem Sprachgebrauch fol-

gend, geometrische, physikalische und chemische Eigenschaften, so wird also das Ziel unserer Studien sein, sie alle bei einem Körper zu ermitteln. Erst, wenn dies geschehen, können wir sagen, wir kennen ihn. Nun liegt es aber in den begrenzten Fähigkeiten der menschlichen Natur, dass der Einzelne nicht im Stande ist, diese Aufgabe in ihrem vollen Umfange zu lösen, auch sind offenbar nicht alle Eigenschaften gleichen Werthes, und es zeigt sich, dass die chemischen und geometrischen bei weitem die wichtigsten sind, denen die optischen sich zunächst anschliessen. Krytallform und Zusammensetzung sind vor allen anderen zu erforschen, und zwar beide in Gemeinschaft, denn sie bilden gleichsam die Grundlage des gesammten übrigen Verhaltens.

Der Chemiker muss seine Krystalle eben so genau zu messen und zu berechnen im Stande sein, als er sie zu analysiren und Reactionen zu unterwerfen vermag. Mitscherlich wurde der Entdecker der Isomorphie und der Heteromorphie, weil er Krystallograph war, und Pasteur hätte seine glänzende Entdeckung nicht gemacht, wenn er nicht gewusst hätte, dass das Rhombenocetaeder zwei enantiomorphe Tetraeder giebt.

Es ist daher sehr zu wünschen, dass die jüngeren Chemiker sich mit der Krystallographie inniger vertraut machen, als dies bisher der Fall war, damit sie im Stande seien, bei ihren Arbeiten die Bedeutung der Formen zu würdigen und die Beziehungen derselben zu der chemischen Constitution aufzusuchen. Wenn man entgegen wollte, berühmte Chemiker, wie Berzelius, haben in diesem Wissenszweige nichts geleistet, so gilt dieser Hinweis auf einen Mangel an Fähigkeiten an sich sehr wenig, und noch weniger jetzt und für die Zukunft, welche wohl nicht wieder einen universellen Chemiker hervorbringen dürfte.

Die Mineralogie, eine ächt deutsche Wissenschaft, aus dem Bergbau und Hüttenwesen entsprungen, bestand lange Zeit in einer bloß äusserlichen, höchst unzuverlässigen Kenntniss, und hat auch noch bei Werner diesen empirischen Charakter. Romé de L'isle und Haüy fanden die mathematischen Gesetze der Krystallformen, der Letztere zog zugleich die übrigen physikalischen Charaktere in den Kreis seiner Untersuchung, allein er hatte an Vauquelin einen treuen Genossen, welcher von ihm das krystallographisch bestimmte Material empfing und es analysirte. Jene Männer aber und ihre Nachfolger, Weiss, Mohs u. A. vermochten nur die eine Seite der Kenntniss von den Mineralien zu erweitern, sie waren Krystallographen. Diejenigen wiederum, welche die chemische Natur der Mineralien untersuchten, Klaproth an der Spitze, waren nicht im Stande, die geometrischen Eigenschaften ihres Materials zu beurtheilen. Dies ist der Grund zahlloser Irrthümer in der Mineralogie geworden. Was

der Eine beobachtet hatte und was der Andere unter gleichem Namen zur Analyse erhielt, das waren oft ganz verschiedene Dinge. Die Theilung der Arbeit bestrafte sich in dem Zurückbleiben der Mineralogie.

Was sind denn Mineralien? Es sind chemische Verbindungen, welche sporadisch oder massenhaft an der Bildung des festen Erdkerns theilnehmen; es sind Verbindungen, welche sich künstlich ebenso gut darstellen lassen, wie alle anderen sogenannten künstlichen Verbindungen. Sie sind ohne unser Zuthun entstanden, gleich den im Organismus auftretenden. Sind die Schwefelkrystalle verschieden, welche aus Lösungen sich absetzen und die aus Sicilien oder der Solfatara? Ist das Eisenoxyd aus den Fumarolen der Vesuvlaven etwas anderes als das künstlich krystallisirte? Ist der Feldspath der Kupferschieferöfen verschieden von dem der Gesteine? Auf synthetischem Wege sind gewiss alle diese natürlichen Verbindungen darstellbar.

In der Mineralogie ist das Material eine beschränkte Anzahl von chemischen Verbindungen; die Eigenschaften, deren Studium wir uns hingeben, sind genau die nämlichen, die Methode der wissenschaftlichen Untersuchung ist in der Chemie und in der Mineralogie ganz dieselbe. Niemand ist ein Mineralog im vollen Sinne des Wortes, welcher nicht sein Material ebenso genau zu analysiren versteht, wie er seine Krystalle messen und berechnen kann.

Es war ein seltsames Schauspiel, als Mohs, ein ausgezeichnete Krystallograph, mit Aufwand von vielem Scharfsinn zu beweisen suchte, die Mineralien müssten wie Thiere und Pflanzen bloß nach äusseren Kennzeichen bestimmt und geordnet werden, nichts Chemisches gehöre in die Mineralogie. Dass Mohs sich begnügte zu wissen, wie ein Mineral aussieht, nicht was es ist, und von seiner Wissenschaft, ohne es zu ahnen, sehr gering dachte, erklärt sich einfach daraus, dass er von der Chemie nichts verstand, und dass die Entdeckung der Isomorphie ihm unbekannt geblieben war, dass er überhaupt keine Ahnung von dem Zusammenhange und den Beziehungen der gesammten Eigenschaften der Körper hatte. Sein sogenanntes naturhistorisches Mineralsystem war ein Unding.

Aber wir müssen, um gerecht zu sein, auch das Streben Berzelius's, welcher Mohs's Irrthum schonungslos darlegte, als einseitig verurtheilen, wenn er dahin strebte, ein rein chemisches Mineralsystem aufzustellen, in welchem nur die Zusammensetzung massgebend sein sollte. Die Heteromorphie allein schon sagt uns, dass dies unmöglich ist.

Die Neuzeit hat die sogenannten gemischten Systeme hervor gebracht, d. h. mehr oder minder gelungene Versuche, die Krystallform und die Zusammensetzung zur Basis einer Anordnung der Mineralien zu machen.

Darf man Chemie und Mineralogie eine Wissenschaft nennen? Mancher sogenannte Mineralog, gewiss aber nur ein solcher, welchem der chemische Theil fremd ist, möchte dies übel nehmen. Mag nun die Unterscheidung im Namen bestehen bleiben, so wird doch die Mineralogie in der Chemie aufgehen, denn die gegenseitigen Beziehungen der Mineralien zu einander und ihre Bildungs- und Zersetzungsprozesse sind ja längst schon als Geognosie und Geologie eigene Gebiete geworden. „Die Mineralogie ist die Chemie der natürlich vorkommenden Verbindungen“, sprach schon Berzelius aus; das Gebiet der Chemie ist ein unendlich grösseres, allein die Eigenschaften, welche wir an jedem einzelnen Körper bestimmen, sind dieselben, und die Methoden und Hilfsmittel sind es nicht minder.

Die Chemie hat seit einem Vierteljahrhundert unermessliche Fortschritte gemacht, nicht blos im Gebiet der Thatsachen, sondern auch im speculativen. Es ist selbstverständlich, dass diese Fortschritte auch in der Mineralogie ihren Ausdruck finden müssen, ja es ist eine wichtige Aufgabe, eine Pflicht jedes Mineralogen, einerseits die Erfahrungen der analytischen Chemie bei der Untersuchung der Mineralien zu benutzen, andererseits die Vorstellungen und Ansichten der heutigen Chemie in ihrem ganzen Umfange auf die verhältnissmässig kleine Zahl der als Mineralien bezeichneten Verbindungen zu übertragen.

In der Chemie haben sich gewisse Ansichten gänzlich geändert. Aber vollkommen überflüssig ist es, zu sagen, dass die neuen Ansichten lediglich eine Folge der unglaublich vermehrten Thatsachen sind. Die volle Annahme des Satzes von Avogadro, die scharfe Unterscheidung der Begriffe Atom und Molekül, die gegenwärtige Annahme der Atomgewichte, die Aequivalenz der Elemente oder deren Werthigkeit, die Analogie in der Constitution aller Säuren, Basen und Salze sind nur einzelne, aber wesentliche Theile des jetzigen chemischen Lehrgebäudes.

Die Frage: Giebt es unter den Chemikern heute noch strenge Anhänger der älteren Ansichten? bedarf keiner Erörterung. Es genügt, zu sagen: dass kein namhafter Chemiker sich für ihre Vertheidigung erhoben hat. Wenn sich nun die Chemiker für gewisse Ansichten, Theorien, Hypothesen erklären, weil sie finden, dass dieselben den Thatsachen besser entsprechen, so wird Niemand glauben, dass diese Ansichten mehr seien, als ein Schritt vorwärts; die Zukunft mag daran ändern, allein sie wird den früheren Zustand nimmermehr wiederherstellen.

In dem, was Fleiss und Scharfsinn äusserst zahlreicher Forscher seit 25 Jahren neu geschaffen hat, muss unbedingt ein Fortschritt liegen. Wie kommt es nun, dass hie und da seitens der Mineralogen sich Stimmen erheben, welche davon nichts wissen wollen, welche an

dem Alten festhalten, in dem Neuen nur unnütze Veränderungen erblicken?

Gleichwie im Gebiete der gesammten Chemie sich der organische Theil heute vorzugsweise cultivirt findet, so wird in dem Kreise der mineralogischen Wissenschaften jetzt die Geognosie und Geologie mit Vorliebe betrieben; die eigentliche Mineralogie (Oryktognosie) zählt der Forscher nicht viele, und unter diesen wiederum solche, die ihre Thätigkeit besonders auf die morphologischen Eigenschaften der Mineralien, weniger auf die chemischen richten. Diese werden begreiflicher Weise nur die Resultate der Chemie, soweit sie die Mineralien betreffen, für ihren Zweck benutzen, und deshalb nicht im Stande sein, die Nothwendigkeit von Aenderungen einzusehen, welche eine Folge der Fortschritte im Gebiete der eigentlichen Chemie sind.

Die Einwürfe richten sich demgemäss hauptsächlich gegen die Formeln. Die Formeln der Mineralien waren, seit Berzelius sie für die Chemie und Mineralogie geschaffen hat, entweder empirische oder rationale. Jene geben blos die Art und relative Zahl der Elementaratome in der Verbindung an; insoweit also die Atomgewichte noch die alten sind, werden die empirischen Formeln auch jetzt noch die alten sein.

$\text{CuFeS}_2 =$ Kupferkies; $\text{CaSiO}_3 =$ Wollastonit; $\text{CaAlSi}_2\text{O}_8 =$ Anorthit; $\text{BaSO}_4 =$ Schwerspath, sind jederzeit die empirischen Formeln dieser Körper.

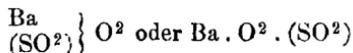
Durch Aenderungen mancher Atomgewichte ergeben sich selbstverständliche Aenderungen der Formeln:

Flussspath = CaFl_2 statt früher CaFl , Leucit = $\text{K}^2\text{AlSi}^4\text{O}^{12}$ statt $\text{KAlSi}^4\text{O}^{12}$, Orthoklas = $\text{K}^2\text{AlSi}^6\text{O}^{16}$ statt $\text{KAlSi}^6\text{O}^{16}$ u. s. w.

Ganz etwas anderes ist es mit den rationalen Formeln, denn diese drücken eine bestimmte Ansicht von der gegenseitigen Anordnung der Atome im Molekül aus. Weil man sich früher die Sauerstoffsalze als Additionsprodukte der Basis- und Säureanhydride dachte, mussten sie demgemäss geschrieben werden.

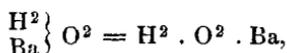
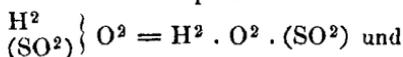
$\text{CaO} + \text{SiO}_2$, $\text{BaO} + \text{SO}_3$, noch mehr $(2\text{CaO} + \text{SiO}_2) + (2\text{AlO}_3 + 3\text{SiO}_2) =$ Anorthit waren der Ausdruck einer zu jener Zeit in der Chemie allgemein geltenden Hypothese. Diese Hypothese aber ist von den Chemikern, nicht aus blossem Behagen am Neuen, sondern aus gewichtigen Gründen, verlassen; eine andere ist an ihre Stelle getreten und findet ihren Ausdruck in den rationalen Formeln.

Wenn wir die Formel des schwefelsauren Baryts



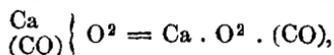
oder sonstwie schreiben, so wollen wir damit in jedem Fall sagen, dass ein Molekül (2 Atome) Sauerstoff einerseits ein Atom Baryum,

andererseits die Atomgruppe SO^2 (das Radikal der Schwefelsäure) binden, genau entsprechend den Körpern

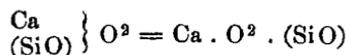


der Säure und der Basis, aus deren Wirkung das Salz unter Austausch der äquivalenten $\text{H}^2 = \text{Ba}$ oder $\text{H}^2 = \text{SO}^2$ hervorgeht.

In ganz gleicher Art denken wir uns das Kalkcarbonat als



das Kalksilikat als



und Jeder wird zugeben, dass diese Anschauung sich von der früheren ganz bestimmt unterscheidet.

Wenn die Chemiker sich derartige Vorstellungen angeeignet haben, so kann der Schwerspath nicht $\text{BaO} \cdot \text{SO}^3$, der Wollastonit nicht $\text{CaO} \cdot \text{SiO}^2$, das Kalkspath nicht $\text{CaO} \cdot \text{CO}^2$ formulirt werden, und wer diese Formeln heute in der Mineralogie anwenden wollte, würde die Chemie in ihrem dermaligem Stande ignoriren. Im Grunde ist dies auch nicht zu befürchten, da der Mineralog insoweit Chemiker sein soll, dass er die Gründe zu würdigen vermag, welche die Reform der Theorie hervorgerufen haben.

Mitunter hört man von Mineralogen, es sei noch ungewiss, ob das Kieselsäureanhydrid SiO^2 oder SiO^3 sei, und die Isomorphie der Doppelfluorüre von Si, Ti, Zr und Sn scheint ihnen nicht beweisend für SiO^2 . Ist denn aber nicht Allen bekannt, dass die Formeln SiCl^3 , SiFl^3 mit den Gasvolumgewichten dieser Körper nicht harmoniren? Sind denn die Entdeckung des Siliciumwasserstoffs und der den organischen analogen Verbindungen von Si, H und O nicht ebensoviele Beweise der Gleichwerthigkeit von Kohlenstoff und Silicium? In der That wird es kaum einem Chemiker einfallen, die Formel SiO^3 jetzt noch in Betracht zu ziehen.

So leicht sich neue Thatsachen Anerkennung verschaffen, so schwer ist es, besonders für ältere Forscher, sich von alten Ansichten zu trennen, für Mineralogen insbesondere, welche den Fortschritten der Chemie nicht gefolgt sind. Und doch bleibt ihnen, wie Prof. Streng noch kürzlich treffend bemerkte, nichts anderes übrig, als sich in das Unvermeidliche zu fügen und sich mit den neuen Ansichten auszusöhnen.