Isomerismus und Amorphismus.

I.

Bemerkungen über den Isomerismus und Amorphismus,

vom

Professor Dr. JOH. NEP. FUCHS in München.

Es haben sich über das, was ich in Betreff des Amorphismus fester Körper bekannt gemacht habe, mehrere conträre Stimmen vernehmen lassen, worauf ich einiges zu erwiedern mich gedrungen fühle.

Berzelius sagt in seinem Jahresbericht von 1834 S. 184, am Schlusse einer kurzen und unvollständigen Anzeige, von meiner Abhandlung: „über den Opal und den Zustand der Gestaltlosigkeit (*Amorphismus*) fester Körper“ *), Folgendes: „Man sieht, dass Fuchs hiermit dasselbe meint, was wir unter gewissen isomerischen Zuständen verstehen; allein damit fällt auch das hauptsächlich Wichtige im Unterschied zwischen krystallisirend und gestaltlos weg, denn es giebt verschiedene isomerische Modificationen, die beide krystallisiren.“

Diess ist es nicht, was ich meine, sondern ich meine:

1) Dass bei den festen Körpern zwei Zustände zu unterscheiden seien, der krystallinische und amorphe; und dass dieser Unterschied sich auf gemeinsame physische Eigenschaften gründe, wodurch jeder dieser Zustände überhaupt ausgezeichnet ist.

2) Dass die nämliche Substanz in beiden Zuständen auf-

*) *Neues Jahrbuch der Chemie und Physik* Bd. VII, Hft. 7 u. 8. S. 418 — 434. Zugleich verweise ich hier auf einen spätern Aufsatz über den nämlichen Gegenstand in Poggendorff's *Annalen der Physik und Chemie* Jahrg. 1834. Bd. XXXI. S. 577 — 583.

Journ. f. prakt. Chemie. VII. 6. u. 7.

346 Fuchs, über Isomerismus und Amorphismus.

treten könne, und dann zweierlei Körper bilde, ja aus dem Grunde bilden müsse, weil an die Krystallisation gewisse Eigenschaften unzertrennlich gebunden sind, welche wegfallen oder modificirt werden müssen, wenn die Krystallisation wegfällt. Die Kieselerde z. B. bildet zweierlei Körper, den Quarz und den Opal, und dieser ist von jenem darum verschieden, weil er amorph ist.

Diess ist das hauptsächlich Wichtige im Unterschiede zwischen krystallisirend und gestaltlos; wozu aber noch manches andere kommt, was auch nicht unwichtig ist, wie ich in der angeführten Abhandlung gezeigt habe. Wir wollen nun den Isomerismus und den Amorphismus noch etwas näher betrachten.

Mit dem Worte „*Isomerismus*“ bezeichnet man das Verhältniss zweier Körper, welche, bei gleicher chemischer Constitution, verschiedene chemische Eigenschaften besitzen, und zum Theile mit anderen Körpern zweierlei Producte bilden.

So stand wenigstens diese Sache damals, als ich meine Abhandlung schrieb; in das, was sich daran seitdem etwa verändert hat, gehe ich hier nicht ein.

Die Körper, welche in einem solchen Verhältnisse stehen, heissen *isomerische Körper*. Keiner kann für sich als ein solcher bestimmt werden; der eine ist gleichsam der *Gegenkörper* des andern, oder der eine setzt immer die Existenz des andern voraus.

Dieses Verhältniss ist völlig unerklärt geblieben. Es war wohl dabei von einem *Umlegen der Atome* die Rede; allein diess wird man doch nicht im Ernste für eine Erklärung ausgeben wollen. Man könnte sich dabei nur eine ähnliche Veränderung in der Lage denken, wie wir sie im Groben bei den Zwillingsskrystallen beobachten; allein eine solche Veränderung verursacht keine qualitative Verschiedenheit der Körper, indem das Umlegen bloss ein mechanischer aber kein chemischer Vorgang ist.

Vom *Amorphismus* war bei allen Verhandlungen über die isomerischen Körper gar keine Rede; man hat daran gewiss ebenso wenig gedacht, als ich bei Entwicklung meiner Ansicht darüber an den Isomerismus dachte. Ob beide isomerische Modificationen krystallinisch oder amorph sein können, oder

die eine krystallinisch und die andere amorph vorkommen kann, das kümmert mich nicht.

Ich verstehe unter *Amorphismus* denjenigen Zustand der Körper, in welchem sie ein Continuum bilden, was in allen Theilen und nach allen Richtungen gleiche physische Beschaffenheit zeigt, d. h. gleich cohärent, gleich elastisch, gleich hart ist, und gleiches Verhalten zum Licht und zur Wärme hat.

Darin kommen alle amorphe Körper überein, von welcher Natur sie übrigens sein mögen, und dadurch unterscheiden sie sich von allen krystallinisch gebildeten. Man kann demnach einen amorphen Körper für sich als einen solchen bestimmen, ohne Kenntniss von seinem krystallinischen Gegenkörper zu haben. Den Opal z. B. würde man als einen amorphen Körper erkennen, wenn man auch gar nichts vom Quarz wüsste. Viele Körper sind uns ja bis jetzt nur im amorphen Zustande bekannt, und manche scheinen des Vermögens zu krystallisiren ganz beraubt zu sein.

Haben wir die nämliche Substanz oder Mischung in beiden Zuständen, im krystallinischen und amorphen, so fragt sich erst, wie sich der krystallinische und amorphe Körper zu einander verhalten. Dabei findet sich, dass, abgesehen von der Krystallisation, ein mehr oder weniger bedeutender Unterschied zwischen ihnen Statt findet, in Hinsicht der physischen Eigenschaften sowohl, als des chemischen Verhaltens. Dieses Verhältniss kommt uns oft sehr zu Statten, den krystallinischen Körper von dem amorphen zu unterscheiden, besonders wenn bei jenem die Krystallisation nicht unmittelbar erkannt werden kann, wie es der Fall ist, wenn er compact oder pulverig erscheint. Wenn z. B. das präcipitirte und geglühte Eisenoxyd, was bekanntlich in den Glasschleifereien als Schmirgel sehr gute Dienste leistet, so hart ist wie Eisenglanz (krystallisirtes Eisenoxyd) und das nämliche Verhalten gegen die chemischen Agentien hat, während das ungeglühte sich in dieser Hinsicht auffallend verschieden davon zeigt: so ist mit Grund anzunehmen, dass dieses amorph und jenes krystallinisch sei, wenn man auch nichts von Krystallisation daran wahrnehmen kann.

Was das verschiedene chemische Verhalten beider Körper anlangt: so ist diess so zu verstehen, dass der eine den chemischen Agentien mehr, der andere weniger Widerstand leisten

348 Fuchs, über Isomerismus und Amorphismus.

kann, dass aber dabei nicht zweierlei Producte entstehen, wenn das quantitative Verhältniss der Bestandtheile nicht verschieden ist. Und wenn eine Verschiedenheit zwischen den Producten Statt fände: so könnte sie nur von der Art sein, dass das eine amorph und das andere, unter veränderten Umständen, krystallinisch würde, oder auch dass der *Dimorphismus* in's Spiel käme.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass sich der Amorphismus nicht unter den Begriff des Isomerismus bringen lasse, vielmehr hat es den Anschein, dass dieser sich zum Theil in Krystallismus und Amorphismus auflösen werde.

Uebrigens freuet es mich, dass Berzelius gegen den Amorphismus selbst nichts zu erinnern gefunden hat; dagegen erklärt sich aber Frankenheim. In seinem Werke „*die Lehre von der Cohäsion*“ kommt er auch auf den Amorphismus zu sprechen und führt S. 391 einige Fragmente von dem an, was ich darüber gesagt hatte. Er unterscheidet krystallinische und unkrystallinische Massen, macht aber diese am Ende alle wieder zu krystallinischen, indem er sie für Aggregate kleiner Krystalle, für erstarrte Gallerte (?) anspricht. Das geringe specifische Gewicht und die Leichtigkeit der Auflösung erklärt er durch die Anwesenheit von Poren, die, wie er meint, bei dem Opal, in Folge seiner Bildung aus einer Gallert, eben so wenig fehlen können, als bei dem gebrannten Thone, und in welche das Auflösungsmittel leichter eindringe, als in die compacte Quarzmasse, so fein sie auch zerrieben sein möge.

Ich kann kaum glauben, dass Frankenheim alles, was ich in meinen beiden Abhandlungen über den Amorphismus sagte, aufmerksam gelesen, noch weniger, dass er darüber ernstlich nachgedacht habe, denn sonst hätte er schwerlich das hier Angeführte sagen und insbesondere eine so ganz unstatthafte Vergleichung des Opals mit dem gebrannten Thone machen können.

Die Porosität, welche schon oft in physischen und chemischen Dingen als Erklärungsmittel in Anspruch genommen wurde, wird auch hier zu Hülfe gerufen; allein es ist gewiss damit hier eben so wenig auszurichten, als in manchen anderen Fällen.

Es können hier nicht die Poren gemeint sein, welche nach dem Atomismus das *Vacuum disseminatum* ausmachen, und nach

dieser Theorie den Körpern wesentlich angehören, und folglich auch im Quarz vorhanden sein müssen: sondern diejenigen zufälligen Zwischenräume, welche, ausser den wesentlichen, in Folge der vermeintlichen Zusammenhäufung der kleinen Quarz-Krystalle im Opal und der kleinen Krystalle in den amorphen Körpern überhaupt entstehen müssten. Allein diess ist eine Annahme, für welche keine Gründe vorhanden sind, und wonach sich höchstens das geringere specifische Gewicht der amorphen Körper, sonst aber durchaus nichts erklären lässt. Es fragt sich dabei zuvörderst: womit sind diese Zwischenräume ausgefüllt? Beim Opal, der auf nassem Wege durch Coagulation entstanden ist und stets wasserhaltig gefunden wird, kann man sagen, sie seien mit Wasser ausgefüllt; allein womit sind sie bei den auf trockenem Wege entstandenen, beim Glase und allen glasartigen Körpern ausgefüllt? Vielleicht mit Wärmestoff?

Mit den leeren Zwischenräumen stehet die vollkommene Continuität der amorphen Körper in Widerspruch, vermöge welcher sie einen starken Glanz und vollkommene Durchsichtigkeit besitzen, wenn sie je von Natur aus die Eigenschaft haben, dem Lichte den Durchgang zu gestatten, nicht mit fremdartigen Substanzen verunreinigt sind, und nicht im pulverigen oder erdigem Zustande vorkommen.

Aus der zufälligen Porosität lassen sich manche andere Eigenschaften, wodurch sich die amorphen Körper von ihren krystallisirten Gegenkörpern unterscheiden, gar nicht erklären; z. B. nicht die geringe Härte des Opals, nicht die schwarze Farbe des amorphen Schwefelquecksilbers, nicht die rothbraune des amorphen Schwefelantimons, nicht die Geschmeidigkeit des amorphen Schwefels, der fast so dehnbar und elastisch ist wie Kautschuck. Diess wären in der That wunderbare Wirkungen der Krystallzusammenhäufung und der dadurch veranlassten leeren Räume, insbesondere bei dem amorphen Schwefel, dessen specifisches Gewicht nur wenig geringer ist als das des krystallisirten.

In einen so beschaffenen Körper, wie der aus einer Gallerte entstandene Opal ist, heisst es, kann das Auflösungsmitel leichter eindringen, als in die compacte Quarzmasse. Zugestanden, dass es sich so verhalte; allein daraus folgt nur,

350 Fuchs, über Isomerismus und Amorphismus.

dass der Opal sich schneller in Kali auflösen kann, als der Quarz, aber nicht, dass dieser bei der gewöhnlichen Temperatur davon gar nicht angegriffen werden kann, wie es wirklich der Fall ist.

Diese Ansicht lässt sich übrigens nicht auf diejenigen Silicate übertragen, welche sich nach dem Schmelzen in Säuren auflösen und damit eine Gallerte bilden, während sie vor dem Schmelzen nur schwer davon angegriffen und dann so zersetzt werden, dass sich die Kieselerde pulverförmig abscheidet. Dieses beweiset zur Genüge, dass beim Schmelzen dieser Körper etwas ganz anderes vorgeht, als eine blossе Veränderung in der Lage ihrer Theile oder Bildung, und Gruppierung von kleinen Krystallen und Entstehung von leeren Zwischenräumen.

Man könnte aber sagen, dass nach dem Schmelzen dieser Körper andere Krystalle entstehen, und der Dimorphismus die Ursache dieses verschiedenen Verhaltens sei. Ich will nicht in Abrede stellen, dass es bisweilen so sein könne; allein es ist gar nicht wahrscheinlich, dass es immer so sei. Wenn ein so, wie gesagt, sich verhaltendes Silicat aus dem flüssigen Zustande, in welchen es durch die Wirkung des Feuers versetzt worden, in den festen übergeht, so sind, wie auch bei anderen Körpern, wenn ihre Mischung unverändert bleibt, 3 Fälle möglich:

- 1) dass es die ursprüngliche Form wieder annimmt;
- 2) dass es in einer anderen, generisch verschiedenen Form erscheint;

3) dass es gar nicht krystallisirt, sondern amorph oder glasartig sich zeigt. Ist es so oder anders krystallisirt, so erkennt man es, falls andere Anzeigen fehlen, am Bruchansehen; der Bruch ist uneben und matt oder höchstens schimmernd; ist es aber amorph, so ist er glatt und glänzend. Daraus lässt sich abnehmen, ob die Eigenschaft eines Silicats, nach dem Schmelzen mit Säuren eine Gallerte zu bilden, der Veränderung der Gestalt oder dem Amorphismus zuzuschreiben sei; denn nur auf die eine oder andere Weise lässt sich das abweichende Verhalten nach dem Schmelzen erklären, indem, wenn es die ursprüngliche Gestalt wieder angenommen hätte, sich darin nichts geändert haben könnte. Da nun nach den bisherigen Beobachtungen alle nach dem Schmelzen mit Säuren

gelatinirende Silicate glasartig erscheinen: so ist als höchst wahrscheinlich anzunehmen, dass dieses Verhalten in der Regel seinen Grund im Amorphismus habe. Diess ist z. B. der Fall beim Granat, welcher, wenn er geschmolzen wird, eine dem Obsidian ähnliche Masse liefert, die in Salzsäure sich auflöst, und eine ausgezeichnete Gallerte bildet, während er geradezu von dieser Säure nur schwer und unter Abscheidung pulverichter Kieselerde zersetzt wird. Dass nicht der Dimorphismus die Ursache dieses verschiedenen Verhaltens sein könne, ist auch darum mehr als wahrscheinlich, weil der so häufig und unter so mannigfaltigen Verhältnissen in der Natur vorkommende Granat immer nur in der einen bekannten Gestaltung sich findet, und kein der Form nach von Granat verschiedenes und mit Säuren gelatinirendes Silicat bisher angetroffen wurde, was mit ihm der Mischung nach vereinigt werden könnte. Eben so wenig wie der Granat scheinen die übrigen, nach dem Schmelzen mit Säuren gelatinirenden Silicate Neigung zum Dimorphismus zu haben.

Aus allem dem ergiebt sich, dass die Einwendungen, welche Frankenheim gegen den Amorphismus vorgebracht hat, wenig Grund haben, und dass es aller Wahrscheinlichkeit nach nicht bloß *scheinbar*, wie er sich ausdrückt, sondern *wirklich amorphe* feste Körper giebt; wofür wir auch vorzügliche Belege in der organischen Natur finden, wo die Krystallisation durch die Vitalität völlig verdrängt ist.

Als *scheinbar amorphe Körper* könnte man vielleicht diejenigen bezeichnen, welche die Mineralogen gewöhnliche dichte oder compacte und erdige Mineralien nennen; z. B. dichten Kalkstein, dichten Flass, dichten schwefelsauren Baryt, Kreide u. s. w. *). Ein solcher Körper ist auch der Hornstein, welcher nach Frankenheim's Ansicht mit dem Opal identisch sein müsste, da er wie dieser auch bloß aus Kieselerde besteht. Allein diese Körper sind wirklich krystallinische Gebilde, weil sie in allen wesentlichen Eigenschaften mit den deutlich krystallisirten von gleicher chemischer Constitution übereinkommen, und sich auch öfters allmählig in diese verlaufen. Von den wirklich amorphen Körpern unterscheiden sie sich äusser-

*) Die sogenannte *Bergmilch* scheint wenigstens theilweise wirklich amorpher kohlensaurer Kalk zu sein.

352 Fuchs, über Isomerismus und Amorphismus.

lich dadurch, dass sie nie vollkommen durchsichtig und auf dem Bruche nie glänzend, sondern matt oder höchstens nur schwach schimmernd sind, was eine Folge von Zusammenhäufung höchst kleiner und daher nicht wahrnehmbarer Krystalle ist.

Glocker äussert sich in seinem dritten mineralogischen Jahreshefte (vom Jahre 1833) S. 203 beifällig über den Amorphismus, und weist zugleich auf sein *Handbuch der Mineralogie* hin, wo er S. 214 sagt, dass es *ursprünglich unkrystallinische Massen* gebe, und als Beispiele den Hyalith, Opal und Obsidian anführt. Er fügt dann bei, dass die Benennung „*gestaltlose Körper*“ für einen grossen Theil dieser Körper nicht passe, namentlich für alle kegelförmige, traubige, stalaktitische u. dgl.

Allein, da diese Benennung den Zustand der unorganischen Körper richtig bezeichnet, in welchem sie derjenigen Gestalt beraubt sind, die allein für sie wesentlich ist, der Krystallgestalt nämlich: so scheint sie mir gar nicht unpassend zu sein. Der zufällige äussere Umriss, welcher überaus mannigfaltig sein kann, und in der Mineralogie nur zu lange für wichtig gehalten wurde, kommt dabei gar nicht in Betrachtung. Der Opal z. B. ist ein gestaltloser Körper, er mag zufällig traubig, eierförmig, stalaktitisch, oder wie immer geformt sein. Uebrigens habe ich nichts dagegen, wenn man diese Körper unkrystallinische Massen nennen will; wiewohl ich glaube, dass man dabei in einige Verlegenheit kommt, wenn man diesen Zustand mit einem Hauptwort bezeichnen will.

Glocker ist auch mit dem nicht einverstanden, was ich von der Vermengung des Quarzes mit Opal im Chalcedon und Feuerstein sagte. Er meint, dass diese Mineralien aus einem Gusse (?) entstanden seien, und meine Ansicht sich daher nicht mit der Entstehungsart dieser Mineralien vertrage. Ferner glaubt er, dass die Kieselerde, welche das Kali aus diesen Steinen aufgenommen, nicht nothwendig von darin vorhandener Opalmasse hergerührt habe, sondern dass sich bei dem, ein Jahr lang dauernden Versuche auch Quarz könne aufgelöst haben.

Darauf habe ich nichts zu erwidern, als dass eine Ansicht, welche sich auf Versuche stützt, nicht durch eine blosse entgegengesetzte Meinung, sondern nur durch Versuche widerlegt werden kann. Glocker hat daher die Verbindlichkeit

auf sich genommen, diese Versuche, welche sehr einfach sind, anzustellen und die Resultate bekannt zu machen.

II.

Ueber den Graphit und verwandte Gegenstände,

von

dem Akademiker und Conservator Dr. J. N. FUCHS *).

(Gelesen in der Akademie der Wissenschaften in München am
11. Juli 1835.)

Obwohl über den Graphit schon viele Untersuchungen angestellt worden, so ist er doch in gewisser Hinsicht immer noch ein problematischer Körper, und er hüllt sich besonders in ein tiefes Dunkel, wenn man ihn mit dem *Demant* vergleicht, mit welchem er bei der Verbrennung das nämliche Product (Kohlensäure) liefert. Es findet dabei nur der Unterschied Statt, dass der Demant ohne allen Rückstand verbrennt, der Graphit hingegen stets mehr oder weniger Asche hinterlässt.

Da diese Asche immer eisenhaltig gefunden wurde, so glaubte man lange, dass das Eisen ein wesentlicher Bestandtheil des Graphits sei und seine Abweichung vom Demant verursache, obwohl schon der unsterbliche Scheele dasselbe für einen blossen Gemengtheil erklärt hatte. Dieses bewies auch vor einigen Jahren Karsten mit der ihm eigenthümlichen Gründlichkeit, indem er zeigte, dass der Graphit keine wesentliche Veränderung erleidet, wenn ihm das Eisen durch Salzsäure entzogen wird, und dass es darin nicht metallisch, sondern in oxydirtem Zustande enthalten ist, und schon desshalb nicht als ein Bestandtheil desselben betrachtet werden kann. Zum Ueberfluss beweiset dieses auch die nachstehende, von mir unternommene Untersuchung des Graphits von Wunsiedel, welcher so viel wie kein Eisen enthält.

Mit Sorgfalt unter der Muffel verbrannt, gab er nicht mehr als 0,33 p. C. Asche. Diese Asche war höchst locker, hatte eine blass isabellgelbe Farbe und reagirte alkalisch. Vor

*) Aus den *gelehrten Anzeigen*, herausgegeben von Mitgliedern der königl. baier. Akademie der Wissenschaften. Intelligenzblatt No. 23. S. 177 — 187.