

Zehnte Vorlesung.

Meine Herren,

Meine Absicht ist, Sie heute von dem zu unterhalten, was die Chemiker Verwandschaft genannt haben, und von den Beobachtungen, wozu diese Kraft Anlaß gegeben hat, weil man gewohnt ist, die Verwandschaft als eine besondere Kraft zu betrachten.

Das Wort Verwandschaft (Affinität) hat in dem ihm von den Chemikern beigelegten Sinn nicht mehr dieselbe Bedeutung wie in der Sprache des gewöhnlichen Lebens. Es bedeutet hier eine Verbindung durch Familienbande, und im figürlichen Sinn eine Aehnlichkeit; es ist ein Verhältniß der Uebereinstimmung, welches eine Grenze zwischen gewissen Körpern zieht, oder der Aehnlichkeit, welches die Zusammenstellung der Dinge zur Folge hat, zwischen denen es vorhanden ist. Wenn ich diesen Begriff des Worts Verwandschaft in der Chemie anwendete, so könnte ich z. B. sagen, daß das Chlor, Brom und Jod unter sich große Verwandschaft haben. Nun weiß man aber, daß diese drei Körper im Gegentheil sehr wenig Verwandschaft zu einander haben, in dem Sinne nämlich, wie wir dieses Wort zu nehmen gewohnt sind. Die Verwandschaft der Chemiker ist also keinesweges die der gewöhnlichen

Sprache, und es findet dies nicht allein in der französischen Sprache statt. Auch in anderen Sprachen sehen wir beide Bedeutungen in einem und demselben Worte vereinigt; so: Verwandschaft im Deutschen, *Fraendskap* im Schwedischen, *affinity* im Englischen, haben sämmtlich die zweifache Bedeutung, deren ich erwähnte. Ebenso ist es in anderen Sprachen.

Es ist sonderbar, und es wird zugleich nützlich sein, zu untersuchen, wie der Ausdruck Verwandschaft in die Wissenschaft gedrungen ist. Vor nicht sehr langer Zeit wurde er zum ersten Mal angewendet, und zwar in einem von Barchusen im Jahre 1698 unter dem Titel: *Pyrosophia* herausgegebenen Werke, worin man noch alchymistische Recepte antrifft. Wie viele Andere damals, erkannte Barchusen vier Grundstoffe an: das Salz, das Oel, das Wasser und die Erde. Die beiden ersten nannte er active Grundstoffe, den dritten den neutralen, und den letzten den passiven. Er setzte in Folge der damaligen Gewohnheit der Chemiker seiner Zeit hinzu, daß man sich hüten müsse, diese Grundstoffe mit den Körpern desselben Namens, die man sich verschaffen könne, zu verwechseln. Denn, sagt er, wenn wir sie abzuscheiden versuchen, so gelingt uns dies nicht, wir lassen stets etwas erdiges oder irgend einen anderen Stoff dabei, welcher in Folge einer engen und gegenseitigen Verwandschaft mit ihnen verbunden ist. *Arctam enim atque reciprocam interse habent affinitatem.... Impossibile arbitror, inveniendum elementum quodpiam simplicissimum, quod non peregrinis heterogenisve gaudeat particulis.* Durch diesen Satz sah sich die Verwandschaft in die Wissenschaft eingeführt.

Sicherlich ist ein großer Abstand zwischen der chemischen Verwandschaft in dem Sinn, welchen wir heutzutage damit verbinden, und dem von Barchusen

gebrauchten, womit er ohne Zweifel sagen wollte, daß die Schwierigkeit bei der Isolirung der Grundstoffe von einer Aehnlichkeit der gemischten Körper herrühre, in Folge deren sie ein gleiches Verhalten zeigten. Hier ist also das Wort Verwandschaft noch in dem gewöhnlichen Sinne gebraucht, um ein Verhältniß wie dasjenige, welches zwischen Chlor und Brom besteht, zu bezeichnen. Man könnte wirklich von diesen beiden Substanzen sagen, daß die Aehnlichkeit ihres chemischen Verhaltens bei ihrer Trennung ein Hinderniß darbiete, weil sie dadurch, daß Reagentien bei beiden die nämlichen Wirkungen hervorbringen, fast stets mit einander verflüchtigt, gefällt, verbunden oder in Freiheit gesetzt werden, unter dem Einfluß derselben Kräfte oder derselben Processe.

Wenn wir nachforschen, wann das Wort Verwandschaft in dem jetzt gebräuchlichen Sinne in die Wissenschaft eingeführt worden sei, so müssen wir bis auf Boerhaave zurückgehen. Er war es, welcher in seinen Vorlesungen über die Menstrua zuerst die Bedeutung desselben festsetzte. Sein Werk ist lateinisch geschrieben, und es müßte in Folge dessen das von ihm gebrauchte Wort *affinitas* in jede einzelne Sprache übersetzt werden, gleichsam als ob es seine gewöhnliche Bedeutung behalten hätte; dies ist höchstwahrscheinlich der Grund des Unterschiedes, der, wie ich anführte, in allen Ländern zwischen der allgemein bekannten Bedeutung desselben und der ihm in der Chemie beigelegten statt findet.

Boerhaave geht in Details ein, welche die große Sorgfalt und Geschicklichkeit, womit er seine Versuche ausführte, erkennen lassen. Ihm genügten nicht die von der Einbildung allein bestimmten Principien, welche niemals Gegenstände sinnlicher Wahrnehmung gewesen waren. Wirkliche Körper sind es, welche er prüft und

beobachtet. Boerhaave sagt in dem Kapitel von den Lösungsmitteln: Gießen wir in ein Glas ein wenig Salpetergeist (Salpetersäure), so befindet er sich in Ruhe. Lassen wir jetzt ein Stückchen Eisen hineinfallen, so sind wir alsbald Zeugen merkwürdiger Erscheinungen. Ein lebhaftes Aufwallen bewegt die Flüssigkeit, und eine eigenthümliche Luft entwickelt sich. Diese Bewegung ist von Geräusch, stechenden Dämpfen und vieler Wärme begleitet. Aber wie lange dauert dies alles? Bis das Eisen vollkommen verschwunden ist, und der Salpetergeist sich gänzlich mit den letzten Metalltheilen vereinigt hat; sobald diese Vereinigung erfolgt ist, so hört augenblicklich alles auf, und die frühere Ruhe tritt wieder ein. Bei den angeführten Erscheinungen ist zweierlei zu unterscheiden. Das Eisen hat zunächst seinen Zusammenhang verloren, hierauf hat es sich aufgelöst; es giebt also eine Kraft, die es in Auflösung erhält, nachdem die Theilchen getrennt sind; es ist folglich eine Verbindung eingegangen.

Boerhaave, welcher auf diese Umstände ein ganz besonderes Gewicht legte, suchte seine Ansicht durch verschiedene Bilder deutlich zu machen. Wenn das Eisen, sagte er, in das Lösungsmittel eingeht und darin bleibt, so kommt dies daher, weil zwischen beiden etwas vorgeht, welches eher Liebe als Haß ist: *«Magis ex amore quam odio.»* Für Boerhaave ist die Verwandtschaft nicht mehr eine Aehnlichkeit, sondern vielmehr eine Neigung der Körper, sich zu verbinden, welche im Gegentheil eine Verschiedenheit ihrer Natur erforderlich macht. Er vergleicht diese Verbindung mit einer Heirath, und sieht in der Wirkung des Salpetergeistes auf das Eisen die Hochzeitsfeier; auch kommt er mehrfach auf diesen Gegenstand zurück. Ich bitte Euch, meine lieben Zuhörer, sagt er, sammelt meine Worte sorgsam; was ich anführe, ist Eurer Aufmerk-

samkeit wohl werth. Ein Menstruum wirkt einmal, indem es feste Körper zertheilt; sodann aber, wenn ihre Theile getrennt sind, indem es sie in Auflösung erhält. Wie könnte dies nun geschehen, wenn das Menstruum und der aufzulösende Körper nach der Reaktion nicht durch eine eigenthümliche Verwandschaft verbunden wären, welche sie zu einem homogenen Körper zusammenhält?

Wie Sie sehen, wendet sich Boerhaave in diesem Buche an seine Zuhörer, und in der That sind seine *Elementa Chemiae* vom Jahre 1733 nichts anderes, als seine zu Leyden gehaltenen Vorträge. Die Vorrede dieses Werkes ist, bei den jetzigen Verhältnissen, wahrhaft sonderbar geschrieben. Er zeigt darin an, daß er sich mit langwierigen und mühevollen Arbeiten beschäftigte. Man weiß in der That, wie sorgfältig er arbeitete, und welcher Ausdauer er fähig war, wie er sie unter anderen bei seinen Versuchen über das Quecksilber gezeigt hat, in deren Verlaufe er sich nicht scheute, denselben Apparat mehrere Jahre lang ununterbrochen in Gang zu erhalten, mehr aus dem Grunde, um die Alchymisten gänzlich in Verwirrung zu bringen, als um seine eigenen Ueberzeugungen zu befestigen. Es ist kein Zweifel, daß er sich damals mühsamen Forschungen unterzogen habe; er wollte einst die gelehrte Welt mit den Resultaten derselben bereichern, und sie in einer angemessenen Sammlung herausgeben; einstweilen gab er seinen Zuhörern nur die ersten Früchte dieser Arbeit zum Besten. Alles dies läßt sich leicht begreifen.

Aber, fährt er fort, ich bin gezwungen, es ganz anders zu machen. Unter meinen Zuhörern haben sich einige Undankbare gefunden, welche, durch die unersättliche Gier der Buchhändler (derer von 1730 nämlich) verführt, den Unterricht mir sehr verbittert haben.

Sie haben es gewagt, unter meinem Namen, meine Ansichten und Erfahrungen in der Chemie herauszugeben. Sie haben es ohne mein Wissen gethan, indem sie das Publikum und mich unter einem eitlen Vorwande von Freiheit und Fortschritten täuschten. In diesem Buche, setzt er hinzu, *falsa, ridicula, barbara*, in qualibet pagina mihi imputata haud indicabo: ne nauseam concitem. Würden die bitteren Vorwürfe, worin sich der gerechte Unwille des Leydener Professors Luft machte, jetzt weniger gültig und begründet sein?

(Hrn. Dumas's Vorlesungen waren jetzt gerade von einer Person, welche aller chemischen Kenntnisse durchaus entbehrte, gesammelt und publicirt worden).

In Folge dieser Publikation, welche ohne seine Einwilligung und zu seinem großen Leidwesen veranstaltet wurde, und von der wir noch einige Exemplare besitzen, entschloß sich Boerhaave, selbst seine Vorträge herauszugeben, um sich in den Augen der Nachwelt von den Flecken zu reinigen, womit er sich beschmutzt sah. Gleichwohl geschah dies im Jahre 1733; die Stenographie war noch nicht erfunden, und die Wissenschaft durfte damals noch nicht, so wie jetzt, befürchten, sich durch sie mit ebensoviel Dreistigkeit als Unwissenheit entstellt zu sehen.

Ueberlassen wir indessen die *falsa, ridicula et barbara* dem öffentlichen Bedauern, und bemerken wir, daß bei Barchusen die Körper, welche unter sich Verwandtschaft haben, sich ähnlich, Vettern sind, was nicht heißen soll, daß sie sich lieben; daß bei Boerhaave hingegen die Verwandtschaft sich zwischen Körpern äußert, welche nach ihm nicht im Verhältniß der Aehnlichkeit stehen, sich jedoch lieben, sich ver-

binden, und ihre Vermählung mit mehr oder minderem Lärm und Glanz feiern.

Auf solche Art begründete Boerhaave die beiden Aeufserungen des chemischen Prozesses, und blieb nicht bloß bei der Verbindung stehen, welche das Endresultat ausmacht; denn auch die begleitenden Nebenumstände, die Bewegung, die Wärme, das Geräusch, das Aufbrausen, zog er in Betracht.

Noch ist die Verwandschaft in einem anderen Werke sehr gut bezeichnet, welches fast zu derselben Zeit erschien, als Boerhaave blühte. Ich meine die Verwandschaftstafeln von Geoffroy, welche damals ganz mit Unrecht Berühmtheit erlangten, und viele Nachahmer fanden. Denn diese Verwandschaftstafeln waren die Quelle unzähliger Irrthümer in den Händen der Chemiker, welche ihren Angaben allzugroßes Vertrauen schenkten, vorzugsweise aber in den Händen der Fabrikanten. Die erste dieser Tafeln, welche das Werk eines der ältesten Mitglieder der französischen Akademie, Geoffroy's d. Aelt., ist, der sie im Jahre 1718 herausgab, ist dessenungeachtet im Ganzen nur der Ausdruck vieler im Allgemeinen gut ausgeführter Versuche. Einige von den sechszehn Reihen, welche seine Tafel enthält, werden den Beweis dafür liefern:

Säuren.	Vitriolsäure.	Min. Schwefel.
Fixe Alkalien.	Schwefelelement.	Fixe Alkalien.
Flüchtiges Alkali.	Fixe Alkalien.	Eisen.
Erden.	Flüchtiges Alkali.	Kupfer.
Metallische Substanzen.	Erde.	Blei.
	Eisen.	Silber.
	Kupfer.	Antimon.
	Silber.	Quecksilber.
		Gold.

Die erste Reihe giebt die allgemeine Verwandschaftsordnung der Körper für die Säuren. Es ist darin ge-

sagt, daß, wenn man eine Säure auf ein Metall wirken läßt, so daß sich ein Salz bildet, der Zusatz einer Erde, was ganz besonders von der Talkerde gilt, eine Zersetzung des Salzes und Fällung des Metalloxyds zur Folge hat; daß ferner, wenn man zu der Auflösung eines Erdsalzes Ammoniak mischt, die Erde niedergeschlagen wird, und das flüchtige Alkali an ihre Stelle tritt, und daß endlich Kali oder Natron, wenn sie mit einem Ammoniaksalze in Berührung kommen, die Basis desselben ausscheiden, und ihre Stelle einnehmen. Und so zeigt es in der That die Erfahrung.

In der Reihe, welche sich auf die Schwefelsäure bezieht, findet man das Eisen vor dem Kupfer, und dieses vor dem Silber, was der Fall sein muß, da das Kupfer das Silber aus den Auflösungen seiner Salze abscheidet, während es selbst diese Wirkung vom Eisen erfährt. Man sieht übrigens, daß die Metalle mit den Basen in demselben Rang stehen, denn man wußte damals wirklich nicht, in welcher Gestalt sie sich mit den Säuren verbinden.

Betrifft es einfache Substanzen, z. B. den Schwefel, so sieht man auch hier Geoffroy durch Erfahrungen geleitet, denen man wenig entgegensetzen kann. Auch heute noch könnte man fast dieselbe Ordnung befolgen, welche er angenommen hat.

Diese Verwandtschaftstafel drückte mithin begründete Thatsachen aus: dennoch konnte sie zu großen Irrthümern führen, wie wir sogleich sehen werden, ungeachtet dieser Punkt von Geoffroy's Zeitgenossen ganz und gar unbeachtet blieb. Man kann nicht sagen, daß ihre Einreichung bei der Akademie willkommen gewesen sei. Der Begriff von Kräften wurde zu jener Zeit von der Chemie entschieden zurückgewiesen; man wollte von ihnen nicht sprechen hören. Auch wurde der Bericht über Geoffroy's Arbeit mit der größten

Zurückhaltung abgefaßt. Der Geschichtsschreiber der Akademie bemerkt, daß es sehr schwer sei, den chemischen Prozeß, z. B. die Metallpräcipitationen zu erklären. Warum wird das Kupfer durch das Eisen von der Schwefelsäure getrennt? Es ist eine Sache größserer Convenienz, sagte er; und die Sympathie, die Anziehung würde hier sehr gut ihren Platz finden, wenn sie überhaupt nur etwas wären. Hören wir ihn aber im Jahre 1731; Geoffroy war todt, und er mit einer Lobrede für diesen beauftragt; er konnte deshalb freimüthiger von den Verwandtschaftstafeln reden, ohne befürchten zu dürfen, seinen Amtsgenossen zu kränken. Er sprach: „Er (Geoffroy) gab im Jahre 1718 ein eigenthümliches System und eine Tafel der chemischen Verwandtschaften heraus. Diese Verwandtschaften fanden viel Anstoß bei Einigen, welche fürchteten, daß es versteckte Anziehungen seien, um so gefährlicher, als geschickte Männer ihnen schon eine verführerische Form zu geben wußten. Endlich sah man jedoch ein, daß man diese Skrupel beseitigen könne.“

Versteckte Anziehungen! Das war es, was die Zeitgenossen Geoffroy's beim Lesen seines Werkes erschreckte. Fast haben sie Lust, sich gegen diese Verwandtschaften zu erheben, fürchtend, daß sie Anziehungen in sich verbergen! Nur mit Mühe, und erst nach reiflicher Ueberlegung kommen sie überein, diese große Schwierigkeit zu überschreiten.

Sie hören hier den Lärmruf der schlechten Physik jener Zeit, allein Sie finden nichts, was die wirkliche Gefahr von Geoffroy's Verwandtschaftstafeln enthüllt hätte. Der wahre Fehler seines Systems und die Mängel desselben wurden erst lange nachher bemerkt.

An und für sich betrachtet, giebt es nichts Besseres, als lineare Reihen, welche die Ordnung der Verwandtschaften, auf Beobachtung gegründet, ausdrücken.

Es ist eine Art, die Resultate der Erfahrung darzustellen, welche unbestreitbaren Nutzen gewähren kann. Allein die Forderungen des Autors blieben nicht dabei stehen. Er bildete sich ein, daß die Verhältnisse, welche seine Tafeln ausdrückten, und für diejenigen Umstände richtig waren, unter denen er gearbeitet hatte, es auch für alle sein müßten, mithin absolute Thatsachen vorstellten: Er glaubte folglich das Recht zu haben, bei jeder Gelegenheit die gegenseitige Wirkung der in seiner Tafel enthaltenen Körper vorhersagen zu können, was unmöglich ist, weil diese Wirkung nach den physischen Umständen variirt, welche er nicht in Betracht gezogen hatte. Auf solche Art vermengte er solche Thatsachen, welche auf trockenem Wege beobachtet waren, mit solchen, welche unter dem Einfluß des Wassers erfolgen, wiewohl die Resultate die entgegengesetzten sein können.

Nehmen wir z. B. an, daß er, seiner Tafel vertrauend, vorausgesetzt habe, daß kohlen-saures Ammoniak und schwefelsaure Kalkerde sich gegenseitig zersetzen müssen. Dies ist richtig, sobald man beide Salze in Auflösung nimmt, um ihre gegenseitige Wirkung zu erforschen; wenden wir sie aber in fester Form an, bringen sie in eine Retorte, und untersuchen, ob die Wärme bei ihnen eine Reaktion hervorbringt, so wird sie, wie wir wissen, nicht erfolgen; das kohlen-saure Ammoniak verflüchtigt sich, und die schwefelsaure Kalkerde bleibt zurück.

Selbst wenn wir im Gegentheil schwefelsaures Ammoniak und kohlen-saure Kalkerde zusammen erhitzen, welche gebildet werden, wenn man die Auflösungen von schwefelsaurer Kalkerde und kohlen-saurem Ammoniak mit einander vermischt, so sehen wir eine gegenseitige Reaktion erfolgen, und die beiden ursprünglichen Salze sich wiedererzeugen.

Die Anmaßung Geoffroy's war mithin viel zu groß, und die Anwendung, welche er von seinen Tafeln machen wollte, zu ungenau. Man bemerkte die Unrichtigkeit des Princip's nicht, welches ihnen zur Grundlage diente; man hielt sich einzig und allein an ihre Schlussfolgerungen, welche nothwendigerweise lebhaftere Sensation erregen mußten. Denken Sie sich eine Stimme, welche sich erhebt, um zu verkündigen, daß die schon bekannten verwirrten und zahlreichen Beobachtungen sich durch ein Band verknüpfen lassen, welches noch nicht bemerkt worden war. Stellen Sie sich einen Chemiker vor, welcher sagt: Unter den chemischen Erscheinungen, die ihr in den Lehrbüchern beschrieben findet, die in euren Laboratorien auftreten können, oder zu deren Zeugen die Natur euch macht, ist eine Mannigfaltigkeit vorhanden, zu der euch eine einzige Tafel sogleich den Schlüssel liefern kann. Dies drückte Geoffroy's Abhandlung aus, und Sie werden nun begreifen, welches Aufsehen sie erregte. Auch hatte sich diese Tafel kaum unter die Chemiker verbreitet, als sich jeder von ihnen seine eigene verfertigen wollte. Einige setzten eine größere Anzahl Reihen, Andere weniger derselben hinein. Dieser ließ Hunderte von Körpern darin auftreten; Jener wollte deren noch mehr. So erschien im Jahre 1730 eine solche Tafel von Grosse; 1750 eine von Gellert, 1756 eine von Rüdiger. Endlich setzte die Akademie für die beste Verwandtschaftstafel einen Preis aus, welchen Limburg im J. 1758 erhielt, der die Frage von einem wesentlich praktischen Gesichtspunkte aus behandelte. Nachdem einmal dieser Affinitätsgeschmack herrschend geworden war, verfiel man bald in einen größeren Fehler. Man täuschte sich in der Unterscheidung einer Menge Arten von Verwandtschaften, insofern man eine Zusammenhangsverwandtschaft, welche nichts anderes als Cohäsion war,

und eine Mischungsverwandschaft, die Affinität im engeren Sinne des Worts ausmachend, anerkannte. Indem man beide Kräfte auf solche Art verglich, hatte man vielleicht Recht. Ferner aber nahm man Auflösungs-, Zersetzungs- und Fällungsverwandschaften, so wie einfache, doppelte, zusammengesetzte, rückwirkende, intermediäre und prädisponirende Verwandschaften an; kurz es war dies ein unendliches Labyrinth, wobei ich nicht zu verweilen brauche.

Allerdings waren einige Gründe zur Aufstellung dieser Unterabtheilungen vorhanden, die aus der Verlegenheit entsprangen, worin sich die Chemiker bei Erklärung chemischer Prozesse bisweilen versetzt sahen. Wollten sie alle Wirkungen auf eine einzige Kraft zurückführen, so schien dies nicht bei allen Thatfachen möglich. Versuchten sie, die Fakta wirklich als Ausgangspunkt zu wählen, so sahen sie sich gezwungen, die Kräfte auf eine beklagenswerthe Art zu vervielfachen, oder Modificationen ohne Zahl an der angenommenen Kraft anzuerkennen.

Auch Newton nahm anziehende Kräfte in der Chemie an. Er sagte von den Säuren, sie seien Körper, welche in hohem Grade anzögen und selbst angezogen würden. In seinen Schriften findet man unter anderen folgende Stelle: „Bei jeder Auflösung haben die Theilchen der aufgelösten Körper mehr Anziehung zu denen des Auflösungsmittels als unter sich.“ Wir sehen, daß bei Newton mithin die chemischen Erscheinungen auf Kräften beruhen. Aber er schweigt, wenn es sich darum handelt, ihre Natur zu bestimmen, und setzt sogar der Gravitation, welche zwischen den Himmelskörpern stattfindet, und ihrer Bewegung zum Grunde liegt, andere anziehende und abstossende Kräfte gegenüber, denen er die Bewegungen der einzelnen Körpertheilchen zuschreibt.

Newton hatte sich also damit begnügt, die Anziehung in der Chemie im allgemeinen anzuerkennen; Boerhaave sprach seinerseits das Wort Verwandschaft aus, in gewisser Hinsicht die nämliche Idee, nur in einem mehr poetischen Ausdruck bingestellt. Später versuchte man das zu thun, was Newton nicht gewagt hatte. Indem Buffon die allgemeine Gravitation auch als die Ursache der chemischen Erscheinungen ansah, nahm er an, daß wenn die große Entfernung der Himmelskörper den Prozeß der Anziehung von der Gestalt der Massen unabhängig mache, es nicht mehr ebenso bei den chemischen Erscheinungen sei, wo der Einfluß der Form der Partikeln eine neue Verwicklung herbeiführen könne.

Der berühmte Naturforscher drückt sich hierüber in seiner *Seconde vue de la nature* folgendermaßen aus: „Die Gestalt, welche bei den Himmelskörpern in Bezug auf das Gesetz der gegenseitigen Einwirkung nichts oder fast nichts bedeutet, weil der Abstand sehr groß ist, bewirkt alles oder fast alles, wenn die Entfernung sehr klein oder Null ist. Nach diesem Principe kann der menschliche Geist einen Schritt weiter thun, und tiefer in das Innere der Natur eindringen. Wir wissen nicht, welches die Gestalt der constituirenden Theile der Körper sei, allein unsere Nachkommen können sich mit Hülfe des Calculs ein neues Gebiet des Wissens eröffnen. Wenn sie durch vielfache Versuche das Gesetz der Anziehung für eine einzelne Substanz gefunden haben, so werden sie im Stande sein, vermittelst des Calculs die Gestalt seiner constituirenden Theilchen zu finden.“

Bergman, welcher die allgemeine Anziehung Newton's bei dem chemischen Prozesse zum Grunde legte, schrieb nicht allein der Form der Partikeln, sondern auch ihrer Stellung einen wesentlichen Einfluß auf die

Bildung der Produkte zu, wozu Macquer noch den ihres Volumens, ihrer Dichtigkeit und ihrer Theilbarkeit fügte, ein Zusatz, welcher sehr überflüssig erscheint.

Erblickt man sich nach allem dem viel weiter vorgerückt? Liegt nicht zwischen der Aufstellung dieser Kraft, und der Anwendung, welche man davon machen muß, eine ungeheure Kluft, welche noch zu überschreiten ist? Es ist gleichsam als ob man sagte: Es giebt eine Kraft, die Anziehung, welche alle astronomischen Erscheinungen hervorbringt; allein man kennt ihre Gesetze nicht, so daß man keine ihrer Wirkungen weder erklären noch vorhersehen kann. Wir würden darauf erwidern: ich glaube gern, daß diese Kraft existirt; aber gleichwohl welchen Beweis habe ich dafür, und wozu nützt mir sonst eure Behauptung? Es ist dies für mich eine durchaus unfruchtbare Kenntniß.

Was hätte man aber in diesem Fall zu thun? Das Telescop nehmen, und die Gesirne beobachten, um die Gesetze dieser Anziehung erforschen und daraus Nutzen ziehen zu können. Lassen Sie uns in der Chemie ebenso verfahren, und Versuche anstellen, indem wir die allgemeine Gravitation der Materie annehmen, und es ausgemacht ist, daß sie für sich, oder nach Art Bergman's oder Macquers ausgeschmückt, bisher nichts erklärte und nichts vorhersehen liefs.

Dies sagte Pott, welcher zu derselben Zeit lebte, von der Speculation sich fern hielt, und mit Geoffroys Nachfolgern verglichen werden kann. Bei ihm finden wir deswegen nur genaue Beobachtungen ohne alle theoretische Erklärung, bei jenen nichts als mühevollen und zahlreiche Bestrebungen, auf noch unvollkommenen Grundlagen allgemeine Lehren aufzuführen. Pott war ein Berliner Chemiker, und ein sehr geschickter Arbeiter, dessen Werke im Jahre 1759 gesammelt erschienen. Unter allen Umständen begnügt er sich damit,

die Fakta festzustellen. Hier giebt er eine Verbindung, dort eine Zersetzung, anderwärts eine doppelte Zersetzung an. Niemals indessen stellt er Betrachtungen an über die Fakta, welche er mittheilt, niemals macht er einen Versuch, zu der Erforschung der Ursache sich zu erheben. Indem er von der Wirkung der Chlorwasserstoffsäure auf die salpetersauren Salze vom Silber, Quecksilber, Blei und Wismuth spricht, fügt er hinzu, daß die französischen Chemiker die Fällung als durch Verwandtschaft erzeugt ansähen, „denn, sagt er, dieses Wort gefällt ihnen sehr.“ Was ihn betrifft, so zieht er es vor, sich auf die Angabe zu beschränken, daß die Salzsäure die in der Salpetersäure aufgelösten Metalle niederschlage, sich aneigne und in Hornsilber etc. verwandle. Uebrigens sind seine Schriften voll von gut beobachteten Thatsachen, erregten zu ihrer Zeit Aufsehen, und können sogar jetzt noch zuweilen mit Nutzen befragt werden. Seine Zurückhaltung verdient oft Nachahmung, vorausgesetzt, daß man sie nicht übertreibe. Lassen Sie uns zunächst an Thatsachen festhalten, und dann erst ihre Gesetze aufsuchen. Aber das Streben der Wissenschaft beschränkt sich darauf nicht, und wir sind Achtung und Erkenntlichkeit denen schuldig, welche Gesetze aufsuchen, selbst wenn sie bei ihrem Unternehmen scheitern sollten.

Lavoisier, dessen Talent der Wissenschaft so große Dienste leistete, hat uns in Betreff der Verwandtschaft nichts gelehrt. Man sieht ihn nur im Jahre 1788 sich auf die Aeußerung beschränken, daß er einige Ideen über diese Kraft habe und daß er sich in Zukunft einmal damit beschäftigen werde.

Bergman hingegen legte seine Ansichten ausführlich dar, und bezeichnete die Meinungen in Betreff dieses Gegenstandes vor Berthollet so gut, daß wir nothwendigerweise bei ihm etwas verweilen müssen.

Bergman hatte sich anfangs dem Studium der Astronomie gewidmet, und die Ideen Newton's hatten einen lebhaften Eindruck auf ihn gemacht. Voll Bewunderung für seine Entdeckung der allgemeinen Gravitationsgesetze, und voll edlem Eifer, ihm nachzustreben, schmeichelte er sich mit der Hoffnung, über die Wissenschaft der molekularen Bewegungen ein ähnliches Licht zu verbreiten, wie es Newton für die gethan hatte, welche die Bewegung der Himmelskörper zum Gegenstand hat. Diese Idee hat ihn stets beherrscht, und sie war der stete Gegenstand seines Strebens. Allein unglücklicherweise war sie verfehlt.

Bergman hatte von der Natur und dem Glück alles empfangen, was erforderlich ist, um sich mit Erfolg chemischen Studien hinzugeben. Als Mann der Erfahrung hat er in seinen Schriften die Beobachtung zur Führerin gewählt, und man dürfte glauben, daß er sich nie von ihr entfernt habe. Wenn man jedoch seine Abhandlung über die chemische Verwandtschaft liest, so kann man die darin enthaltenen Fehler nicht begreifen unter der Voraussetzung, daß er der Beobachtung der Fakta die ganze ihr gebührende Wichtigkeit beigelegt habe.

Nach Bergman sind die Verwandtschaften beständig. Es giebt wohl, sagte er, einige Unregelmäßigkeiten, aber diese außergewöhnlichen Fälle sind den Cometen vergleichbar, deren Bahn man aus Mangel an Beobachtungen noch nicht hat berechnen können. Er scheut sich nicht, es als einen allgemeinen Satz auszusprechen, daß man z. B. fast ohne Ausnahme alle Wirkungen durch die Affinität vorhersehen könne, woraus sich seine Verwandtschaftstafeln ergaben, welche in einer durchdachten Arbeit unbegreiflich erscheinen. Um einige Beispiele davon zu finden, so lassen Sie uns die Verwandtschaftsordnung der Basen für die Schwefelsäure

aufsuchen; wir finden, was uns nicht erstaunen macht, die Baryterde an der Spitze und das Silberoxyd unter den letzten. Lassen Sie uns alsdann sehen, wie die Basen in Bezug auf ihre Verwandschaft zur Salzsäure geordnet sind: auch hier treffen wir die Baryterde oben an, und das Silberoxyd fast zuletzt. Sollen wir aber annehmen, daß auf nassem Wege Baryt und Silberoxyd sich zur Schwefelsäure ebenso wie zur Salzsäure verhalten? Man muß es lesen, um die Ueberzeugung zu gewinnen.

Diese irrige Meinung über die Verwandschaft des Baryts zur Schwefelsäure, welche den Glauben veranlaßte, daß die Wirkung dieser Basis auf die Säuren die jeder anderen übertreffe, hat sich lange erhalten, und üble Folgen gehabt, welche den ganzen Mißbrauch, den man von dieser Art Arbeiten gemacht hatte, ins klarste Licht setzten. Während der Revolution begann die Soda zu mangeln, und Frankreich mußte die Mittel in sich besitzen, sie sich zu verschaffen; es kam also darauf an, eine passende Darstellungsart derselben zu entdecken. Was that man? Man fiel sogleich darauf, das Kochsalz durch Baryt zu zerlegen. Man erblickte in diesem Vorhaben nur eine Schwierigkeit, die nämlich, Baryt zu wohlfeilen Preisen zu erlangen. Indessen wurde dies Problem sehr gut gelöst, und eine Barytfabrik zu Paris gegründet. Schon hatte sie einige hundert Centner dieses Alkalis producirt, welches nicht allzu hoch zu stehen kam, und es blieb nur noch eine Kleinigkeit zu thun übrig, die, woran man am wenigsten gedacht hatte, weil man sie für die geringste hielt; damit ein vollständiges Gelingen das Werk krönte, brauchte nur noch das Kochsalz durch den Baryt zersetzt zu werden; allein trotz der Verwandschaftstafeln ergab sich, daß nichts weniger als dies der Fall war.

In Bergman's Werke treffen wir aber nicht blos

auf Irrthümer in Einzelheiten, wie diese so eben erwähnten, sondern auch auf allgemeinere, große Irrthümer.

Berthollet hatte den Ruhm, die Wissenschaft davon zu befreien. Bergman hatte angenommen, daß die Verwandtschaften constant, und daß, wenn es einige Ausnahmen gebe, diese sehr selten seien, so wie, daß die Kenntniß dieser Verwandtschaften alle Reaktionen vorauszusehen gestatte. Durch eine jener großen Umwälzungen, wie sie in der Chemie selten zu Stande gekommen sind, zeigte Berthollet gerade das Gegentheil, indem er durch positive Versuche darthat, daß die der bloßen Verwandtschaft zugeschriebenen Erscheinungen ins Gebiet der Erfahrung gehören, und sich nicht vorhersehen lassen, während ganz entgegengesetzt diejenigen, wobei die Verwandtschaft modificirt ist, leicht im Voraus zu bestimmen sind. Ferner zeigte er, daß jene viel seltener seien, diese sich in jedem Augenblick darstellen. Kurz Berthollet schien in seinen Ansichten Bergmans Antipode zu sein, und dadurch leistete er der Wissenschaft einen unerwarteten Dienst, besonders was das Studium der Reaktionen betrifft, welche im Innern eines Lösungsmittels vor sich gehen.

Seine Ideen finden sich in seiner *Statique chimique* erläutert, einem derjenigen Werke, welche der französischen Chemie zur größten Ehre gereichen. Den ersten Gedanken zu diesem Buche faßte er in Aegypten. Bekanntlich begleitete er Napoleon bei seiner Expedition nach diesem Lande, und baute dort im Geiste die Grundlagen zu seiner Statik. Uebrigens ist dieses Werk etwas dunkel geschrieben; die Gedanken sind schön, aber ihre Erläuterung ist verwirrt; es ist bisweilen schwer, sie zu fassen. Man findet viele Stellen, welche nur zu verstehen sind, wenn man zu den Schriften seiner Schüler seine Zuflucht nimmt.

Was ich hier von der *Statique chimique* sage, kann den Ruhm ihres Verfassers nicht vermindern, noch den Glanz seines großen Genies in etwas verdunkeln. Ich darf übrigens von diesem Werke mit Freimüthigkeit reden, was seine Form betrifft, denn in Bezug auf das Wesen des Inhalts hat es keinen größeren Bewunderer als mich: es hat mich drei bis vier Jahre ununterbrochen beschäftigt; vom siebzehnten bis zum einundzwanzigsten Jahre habe ich es wiederholt gelesen und durchdacht. Oft machte ich mir Vorwürfe, es nicht zu verstehen, aber es war, wie ich jetzt einsehe, eben so sehr die Schuld des Verfassers als die meinige. Ich las es mit der Feder in der Hand, machte Auszüge und Bemerkungen; aber diese Arbeit ist mir, wie ich gestehen muß, von großem Nutzen gewesen. Durch Berthollet habe ich mich für das Studium der Chemie ausgebildet, und ich darf in gewisser Hinsicht sagen, daß ich es der Statik Berthollet's verdanke, wenn ich jetzt in diesen Räumen meine Stimme zu erheben, und mir Ihre Aufmerksamkeit zu erbitten, das Recht habe.

Ich bin in Verlegenheit, indem ich Ihnen seine Ideen im Auszug mittheilen soll, die er in den beiden Bänden seines Werkes zerstreut hat; denn nirgends findet man seine hauptsächlichlichen Meinungen klar ausgedrückt. Ich muß Sie bitten, mir so viel Vertrauen zu schenken, um zu glauben, daß ich seinen Hauptgedanken verstanden habe, der nach meiner Meinung sich folgendermaßen darstellen läßt:

Die Körper können nur dann auf einander wirken, sobald sich ihre Theilchen in unmerklicher Entfernung befinden, aber sobald dies der Fall ist, wirken sie stets auf einander. Nehmen wir z. B. eine Auflösung von schwefelsaurem Kali, und setzen wir Salpetersäure hinzu, oder nehmen wir eine Auflösung von salpetersanrem Kali, und setzen wir Schwefelsäure hinzu, so giebt sich

inbeiden Fällen keine wahrnehmbare Erscheinung zu erkennen, und man könnte glauben, daß beide Flüssigkeiten sich vermischen, ohne auf einander eine chemische Wirkung auszuüben. Nach Berthollet aber enthält jedes der beiden Gemische vier Körper, welche in Auflösung bleiben, nämlich: Salpetersäure, Schwefelsäure, salpetersaures und schwefelsaures Kali; d. h. beide Säuren wirken zu gleicher Zeit auf die Basis, und theilen sich darin nach Verhältniß ihrer Mengen, oder vielmehr, wenn man in Berthollet's Vorstellung eine Modification anbringt, die er sicherlich selbst eingeführt haben würde, wenn er die atomistische Theorie gekannt hätte, sie theilen sich in die Basis nach Verhältniß der Zahl ihrer Atome.

Beide Salze und beide Säuren bleiben zusammen, so lange kein Umstand hinzukommt, der das Gleichgewicht zu stören vermag. Nehmen wir aber an, daß irgend eine Ursache den einen dieser vier Körper entfernt, so wird das Gleichgewicht gestört und hierauf durch eine neue Reaktion wieder hergestellt werden, und die Zersetzung wird nach und nach fortschreiten. Wenn man z. B. das Gemenge erhitzt, so wird der am meisten flüchtige unter den vereinigten Körpern zuerst entweichen, und dies wird die Salpetersäure sein. Nachdem nun diese Säure entfernt ist, findet sich der Einfluß der Schwefelsäure im Gleichgewicht nicht mehr unterstützt; sie veranlaßt die Bildung einer neuen Quantität schwefelsauren Kali's und freier Salpetersäure. Verflüchtigt sich diese von neuem, so fährt die Schwefelsäure in gleicher Art zu wirken fort, und wenn sämtliche Salpetersäure nach und nach entfernt ist, so bleibt nichts weiter als schwefelsaures Kali und ein Ueberschuß von Schwefelsäure zurück, wenn man einen solchen genommen hatte.

Wenn man Kali mit einer Auflösung von schwefel-

saurem Ammoniak in Berührung bringt, so finden ähnliche Erscheinungen statt. Zunächst die Bildung von freiem Ammoniak und schwefelsaurem Kali, welche mit dem Rest des Kali's und dem nicht zersetzten Antheil des schwefelsauren Ammoniaks in der Auflösung bleiben. Sobald man aber die Flüssigkeit zum Sieden erhitzt, so entweicht das freie Ammoniak; indem der Einfluss des Kalis von neuem wirksam wird, fährt dies Alkali fort, das Ammoniak aus seiner Verbindung mit der Schwefelsäure zu verdrängen, und dadurch, daß sich diese Wirkungen in jedem Augenblick erneuern, schreitet die Reaktion ununterbrochen fort, bis alles Ammoniak verschwunden ist, und die sämtliche Schwefelsäure sich mit dem Kali verbunden hat.

Bei zwei Salzen wird die gegenseitige Einwirkung sich in derselben Art erklären lassen. Es werden z. B. salpetersaures Kali und schwefelsaures Natron in Wasser aufgelöst und mit einander vermischt. In diesem Fall findet eine Theilung jeder Säure in die vorhandenen Basen, und jeder Basis in die vorhandenen Säuren statt, woraus vier verschiedene Salze, nämlich salpetersaures Kali, salpetersaures Natron, schwefelsaures Kali und schwefelsaures Natron hervorgehen. Und wenn das Gleichgewicht der so gruppirten Basen und Säuren nicht gestört wird, so können diese vier Salze unendlich lange neben einander bestehen. Dies ist aber nicht mehr der Fall, sobald eins derselben aus irgend einer Ursache aus dem Wirkungskreise der übrigen entfernt ist, was unter anderen eintreten würde, wenn eins von ihnen unlöslich wäre.

Dieser Fall würde bei einem Gemenge von salpetersaurer Baryterde und schwefelsaurem Natron statt finden. Sobald man die Auflösungen dieser beiden Salze mit einander vermischt, so bildet sich bekanntlich ein Niederschlag, welcher in Form von schwefelsaurer Ba-

ryterde die ganze Menge Baryterde des salpetersauren Salzes und alle Schwefelsäure des schwefelsauren Natrons enthält. Nach Berthollet erfolgt die Zersetzung nicht augenblicklich; es giebt einen Moment, wo die Flüssigkeit gleichzeitig, wie im vorigen Fall, vier Salze, nämlich salpetersaure Baryterde, salpetersaures Natron, schwefelsaure Baryterde und schwefelsaures Natron enthält. Allein kaum ist die Theilung der Basen und Säuren auf diese Art vor sich gegangen, so scheidet sich die schwefelsaure Baryterde wegen ihrer Unlöslichkeit aus; die gegenseitige Einwirkung des salpetersauren Baryts und des schwefelsauren Natrons beginnt von neuem, oder setzt sich vielmehr ohne Unterbrechung fort, und geht so schnell von Statten, daß die zu ihrem Sichtbarwerden erforderliche Zeit für uns unmerklich wird.

Berthollet hat nicht allein, indem er die entgegengesetzten Ansichten von Bergman vertheidigte, die von diesem Chemiker als Ausnahmen betrachteten Fälle der Regel unterworfen, sondern er hat auch die Mittel zur Erklärung von Thatsachen angegeben, welche auf den ersten Anblick sehr sonderbar erscheinen. Wie kommt es, daß schwefelsaure Kalkerde und kohlen-saures Ammoniak in der Kälte bei Gegenwart von Wasser schwefelsaures Ammoniak und kohlen-saure Kalkerde liefern, während in der Hitze diese beiden Salze jene ersteren wieder erzeugen? Berthollet giebt von diesen beiden entgegengesetzten Wirkungen vermittelt des nämlichen Principis Rechenschaft. Im ersten Falle ist es die kohlen-saure Kalkerde, welche wegen ihrer Unlöslichkeit sich aus dem Wirkungskreise entfernt, und die Reaction vollkommen macht; im zweiten ist es das kohlen-saure Ammoniak, welches wegen seiner Flüchtigkeit analoge Erscheinungen hervorruft.

Die auffallende Beobachtung des Hrn. Pelouze, die Zersetzung des in Alkohol aufgelösten essigsauren

Kali
gleich
unlös
res
unte
ihre
sten
fließ
und

nem
Proz
trete
rung
ten
nach
nach
nicht
ner
verlo
dung
an,
Körp
eine
der
anlas
Entfe
so h
Rege

pier,
unter
tigtes
Hypo

Kali's durch Kohlensäure betreffend, findet eine ganz gleiche Erklärung. Das kohlensaure Kali ist in Alkohol unlöslich; deshalb kann die Kohlensäure, ungeachtet ihres Bestrebens, den gasförmigen Zustand beizubehalten, unter diesen Umständen die Essigsäure austreiben, und ihre Stelle einnehmen. Dieses Faktum kann beim ersten Anblick allerdings auffallend erscheinen, allein es fließt gleich den vorhergehenden als eine natürliche und unvermeidliche Folge aus Berthollet's Gesetzen her.

Es stellt sich also in allen Auflösungsmitteln, mit einem Wort, in allen Gemischen, in denen der chemische Prozeß sich äußern kann, zwischen den in Berührung tretenden Körpern eine Reaktion ein, und die Gruppierung der mit entgegengesetzten Verwandtschaften begabten Körper geschieht in Folge einer Theilung, welche nach Maafgabe ihrer Mengen, oder, wenn man will, nach ihrer Atomenzahl statt findet. Dies ist, wenn ich nicht irre, der Ausgangspunkt Berthollet's, die Basis seiner Schlüsse, welche man sehr häufig aus den Augen verloren hat, weil man nicht die gewöhnliche Anwendung davon machen konnte. Berthollet nimmt mithin an, es finde eine Theilung zwischen den vorhandenen Körpern statt; eine Base theile sich in mehrere Säuren, eine Säure in mehrere Basen, und er setzt hinzu: wenn der chemische Prozeß zur Bildung eines Produkts Veranlassung giebt, dessen physische Eigenschaften seine Entfernung aus dem Wirkungskreise zur Folge haben, so hört jede Art der Theilung auf. Diese letzte, schöne Regel ist einer täglichen Anwendung fähig.

Wie Sie sehen, lassen folglich Berthollet's Principien, in ihrer Gesamtheit betrachtet, zweierlei wohl unterscheiden: ein praktisches, durch alle Fakta bestätigtes Gesetz, und eine zu seiner Erklärung bestimmte Hypothese. Jenes stützt sich auf die Erfahrung, und be-

darf keiner Erörterung; lassen Sie uns daher nur diese ihrem Grunde nach untersuchen.

Ist es wahr, daß in einer Auflösung die Körper von ähnlicher Natur sich in entgegengesetzte Substanzen theilen, so daß daraus Mischungen in unbestimmten Verhältnissen erfolgen? Zu Gunsten dieser Annahme dürfen wir nicht mehr zu positiven und complicirten Versuchen unsere Zuflucht nehmen; sie kann gerechte Zweifel einflößen. In dieser Beziehung sind die Meinungen der Chemiker getheilt. Und wenn ich Hrn. Gay-Lussac als Bewahrer der Ideen Berthollet's nenne, werden Sie gewiß erstaunen, daß man denselben etwas entgegen zu setzen habe. Dessen ungeachtet hat Hr. Thénard, gleich Hrn. Gay-Lussac ein Schüler Berthollet's, sis stets bekämpft.

Unter den Thaten, welche man zu Gunsten dieses Letzteren anführen könnte, scheint mir eine von großem Gewicht. Eine Auflösung von Borsäure nämlich äußert auf das Lakmuspigment eine ganz andere Wirkung wie die stärkeren Säuren, z.B. Schwefelsäure; es findet nur eine weinrothe Färbung statt. Man füge nun eine Auflösung von schwefelsaurem Natron hinzu; wenn, nach Berthollet's Vorstellung, die beiden Säuren, die Borsäure und die Schwefelsäure, sich in die Base theilten, so müßte ein Theil der Schwefelsäure frei werden, und die weinrothe Farbe der Flüssigkeit in eine blutrothe übergehen, wie sie das Lakmus bei Gegenwart von jener Säure stets annimmt. Dennoch beobachten wir keine Farbenveränderung. Wollen Sie sich von der Wirkung überzeugen, welche die freie Schwefelsäure in diesem Falle hervorbringt, so dürfen Sie nur einige Tropfen derselben hinzufügen, worauf sogleich die rothe Farbe, von der ich sprach, erscheint, und sich nicht weiter verändert, wieviel Säure man auch hinzusetzen mag.

Auch die Hydrothionsäure und die Kohlensäure geben ganz ähnliche Resultate, und man muß daraus schließen, daß die von Berthollet angenommene Theilung nicht immer oder wenigstens so eintritt, daß die stärkere Säure sich fast der ganzen Menge der Basis bemächtigt, und nur eine unmerklich geringe Quantität der schwächeren übrig läßt.

Was mich betrifft, so möchte ich Berthollets Vorstellungen wohl annehmen, sobald es sich um Basen oder Säuren handelt, deren Stärke fast dieselbe ist; sobald aber Körper, welche mit sehr energischen Verwandschaften begabt sind, mit anderen von sehr schwachen Verwandschaften zusammentreffen, so schlage ich vor, folgende Regel gelten zu lassen: In einer Auflösung werden, so lange alles gelöst bleibt, die starken Verwandschaften ihre Neigung befriedigen, während sie die schwächeren sich untereinander ordnen lassen. Die starken Säuren bemächtigen sich der starken Basen, und die schwachen Säuren können sich nur mit den schwächeren Basen verbinden. Die bekannten Thatfachen stehen mit dieser praktischen Regel im vollkommenen Einklang.

Hiernach müssen z. B. essigsaures Kali und schwefelsaures Eisen, sobald sie vermischt werden, sich gegenseitig zerlegen, und schwefelsaures Kali und essigsaures Eisen bilden. In der That, wenn man ein solches Gemisch mit Schwefelwasserstoffgas behandelt, schlägt sich das Eisen im geschwefelten Zustande nieder, gleichwie aus einer essigsauren Auflösung, während der gleiche Erfolg niemals beim schwefelsauren Eisen eintritt.

Allein wir müssen jetzt zur Beurtheilung des Unterschiedes zwischen beiden Gesichtspunkten zurückkehren. Wenn wir Berthollet's Meinungen angenommen

haben, so lassen sich fast alle chemische Thatsachen trefflich erklären, und in ihrer Gesamtheit klar begreifen. Wenn wir hingegen einerseits sagen: in einer Auflösung befriedigen sich die stärkeren Verwandtschaften ohne Theilung, und ardererseits: in jedem flüssigen Gemisch werden die ausscheidbaren Stoffe erzeugt, und ziehen eine vollständige Reaktion nach sich, so sprechen wir hiermit zwei empirische, sehr nützliche Gesetze aus, unter denen man indess kein verknüpfendes Band bemerkt. Es ist jedoch besser, hierbei stehen zu bleiben, als Prinzipien zu Hülfe zu nehmen, welche der Erfahrung zu widerstreiten scheinen.

Wenn Berthollet z. B. annimmt, daß eine Base bei Gegenwart zweier Säuren sich darin im Verhältniß ihrer Atomenzahl theile, so spricht er eine schwer zu beweisende Meinung aus. Die Versuche zeigen im Gegentheil, daß die stärkste Säure sich der ganzen Basis bemächtigt, oder daß sie der anderen wenigstens nur eine so geringe Menge übrigläßt, daß wir sie durch unsere Reagention nicht mehr wahrnehmen können.

Wenn er aber die Wirkungen erklärt, welche bei so vielen chemischen Reaktionen aus dem Hinzutreten der Unauflöslichkeit oder der Flüchtigkeit eines der möglichen Produkte hervorgehen, so begründet er eins der sichersten und fruchtbarsten Gesetze, mit denen die Chemie jemals bereichert wurde.

Hierauf sollte, um bei genau erkannten Thatsachen stehen zu bleiben, diese Discussion sich beschränken. Ich glaube indess, daß es nicht ohne Nutzen sein wird, Ihnen einige Betrachtungen vorzulegen, welche mich seit langer Zeit beschäftigt haben; ich meine den Unterschied, welchen man zwischen Verwandtschaft und Cohäsion zu machen hat.

Beim Nachdenken hierüber sieht man, daß die molekulare Anziehung sich uns unter drei verschiedenen Formen darstellt, denn sie kann statt finden:

Zunächst zwischen den Molekülen eines und desselben Körpers; es ist die Cohäsion im eigentlichen Sinne des Worts, die Cohäsion der Physiker.

Sodann zwischen den mehr oder minder ähnlichen Molekülen, welche bei ihrer Vermischung die individuellen, sie charakterisirenden Eigenschaften beibehalten; es ist dies die Kraft der Auflösung, diejenige Kraft, welche sich dem Widerstande der Körper, sich aufzulösen, entgegenstellt, und die man in der Chemie gleichfalls häufig Cohäsion nennt.

Endlich zwischen den unähnlichen Molekülen, welche sich eng verbinden, und ein mit eigenthümlichen Eigenschaften begabtes Produkt liefern: es ist dies die Verwandtschaft.

Wir bemerken, daß die physische Cohäsion keine Grenzscheide zwischen den Molekülen gestattet, welche sie vereinigt hält. Jeder Krystall, jede homogene feste oder flüssige Masse ist im Stande, sich zu vergrößern, durch Hinzufügung neuer Theile anzuwachsen, und dieses Anwachsen hat keine Grenze.

Nicht ganz so ist es bei Auflösungen. Sie können nicht über gewisse Grenzen hinaus erfolgen, innerhalb deren die Verhältnisse übrigens unendlich variiren können. So kann man zu Zucker- oder Salzwasser weder Zucker noch Salz hinzufügen, wenn die Auflösung bereits gesättigt ist; allein man kann Wasser in großer Menge hinzusetzen. Erfolgt in jedem Fall ein unbestimmtes Gemisch, oder ist es eine Verbindung, welche verdünnt wird? Es ist dies ein Punkt, den ich hier nicht weiter erörtern will; ich kann nur im Vorbeige-

hen bemerken, daß ich mich zu der letzteren Meinung neige; dies kommt überdies hier nicht in Betracht, denn es bleibt stets wahr, daß man einer Auflösung viel von dem Lösungsmittel, welches angewendet wurde, hinzu setzen kann, ohne daß die Mischung geändert wird.

Ist endlich von stark entgegengesetzten Körpern, wie von einer Säure und einer Base die Rede, kurz von Körpern, welche sich eng verbinden, und zwar ohne ihre Eigenschaften dabei zu bewahren, so zeigt die molekulare Wirkung scharfe und bestimmte Grenzen; sie erfolgt nach entschiedenen Abstufungen.

Soll man hier drei Kräfte, die Cohäsion, die Auflösungskraft und die Verwandtschaft sehen, oder nur Modificationen einer und derselben Kraft? Diese letztere Meinung ist die einfachste. Ist sie es nicht ebenfalls, welche zu einer aufmerksamen Prüfung der Frage führt?

Die Cohäsion findet zwischen gleichartigen Theilchen statt, sie ist schwach und ohne sichtbare Grenze. Die Kraft der Auflösung äußert sich vorzugsweise bei analogen Theilchen; sie ist stärker als die Cohäsion, und wenn sie in unbestimmter Art auftritt, so geschieht dies nur innerhalb gewisser Grenzen. Die Verwandtschaft äußert sich vorzüglich zwischen sehr ungleichartigen Theilchen; sie ist sehr energisch, zeigt scharfe Grenzen, und liefert stets bestimmt verschiedene Produkte.

Sind Sie nicht erstaunt, die Kraft an Intensität wachsen, und ihre Wirkungen immer bestimmter werden zu sehen, je weiter die Eigenschaften der Moleküle sich von einander entfernen? Nehmen wir einen Krystall: nichts ist leichter, als die gleichartigen Theile zu trennen: ein Schlag ist hinreichend, ihn zu zerbrechen. Verlangen wir die Trennung zweier Silikate, woraus er

im wesentlichen zusammengesetzt ist, so ist dies schon schwieriger, indessen kann ein gelindes Schmelzen sie theilweise zu Wege bringen. Wollen wir die Kieselsäure von den Basen trennen, so müssen wir zu kräftigeren Reagentien unsere Zuflucht nehmen; starke Säuren werden die Kieselsäure frei machen, und sich der Basen bemächtigen. Fordert man aber die Zerlegung der Kieselsäure selbst, so muß man die Kraft überwinden, welche den Sauerstoff an den Kiesel bindet, und in diesem Fall ist man gezwungen, alles zu Hülfe zu nehmen, was die Chemie an energischen Reaktionsmitteln besitzt.

An diese Grundsätze knüpfen sich mehrere allgemeine, durch ihre Wahrheit ausgezeichnete Erscheinungen; von der Art sind die beiden wohl bekannten Resultate, daß die Körper sich mit um so größerer Kraft verbinden, je entgegengesetzter ihre Eigenschaften sind, und daß sie sich um so besser auflösen, je ähnlicher sie einander sind. So verbinden sich z. B. die Metalle vorzugsweise mit den nicht metallischen Stoffen; die Alkalien werden von den Säuren am kräftigsten angezogen u. s. w. Wenn es hingegen darauf ankommt, Lösungsmittel zu finden, so muß man Substanzen suchen, welche sich denen am meisten nähern, die man auflösen will. Gilt es, Metalle aufzulösen, so nehme man dazu andere Metalle; das Quecksilber wird sich z. B. in den meisten Fällen dazu eignen. Sind es sehr oxydirte Körper, so greife man zu sehr oxydirten Auflösungsmitteln; sind es sehr wasserstoffreiche Körper, so muß man in der Regel sehr wasserstoffreiche Auflösungsmittel wählen. Ein Oel löst leicht Harz und Fett auf; untersuchen wir aber die Mischung dieser Körper, so finden wir sie einander höchst ähnlich.

Hieraus sieht man leicht, daß Barchusens, Verwand-

schaft sich besonders auf die Kraft der Auflösung bezog, welche in der That die Eigenschaft besitzt, die Körper zu vereinigen, welche sich gleichen, und zwar oft auf solche Art, daß sie nicht mehr getrennt werden können.

Fassen wir alles zusammen, so ergiebt sich, daß eine einzige molekulare Anziehung sehr wohl hinreichen könnte, um die Verschiedenheiten, die man in den Erscheinungen wahrnimmt, zu erklären, sobald sie sich bald auf identische, bald auf analoge, bald auf unähnliche Partikeln erstreckt. Wenn die Gestalt der Partikeln in Betracht gezogen werden muß, so müßte ihre gegenseitige Wirkung in demselben Sinn wie ihre Unähnlichkeit variiren, und dies findet allerdings statt. Ueberlassen wir es einer weiteren Erfahrung, die Natur dieser Kraft auszumitteln, und die Gesetze ihrer verschiedenen Wirkungsweisen zu bestimmen, wenn die Ansichten, welche man gegenwärtig nur für sehr wahrscheinlich ausgeben kann, sich in der Folge bestätigt finden.

Dies sind im allgemeinen diejenigen Betrachtungen, welche ich über die Verwandschaft Ihnen vorzutragen hatte, über die chemische Anziehung, als ein Faktum betrachtet, dessen Folgerungen man zu enträthseln sucht, ohne daß man sich anmaßt, bis zu seiner Ursache vordringen zu wollen. Allein wir haben bisher nur den ersten Theil der Frage behandelt, und um das von Boerhaave gebrauchte Bild wieder anzuwenden, haben wir bei dieser Vermählung der Theilchen die Eigenschaft der Verbundenen, zu einander zu passen, geprüft; wir haben die Eigenschaften der Kinder zu errathen gesucht. Allein die Hochzeitsfeier erfolgt nicht in der Stille und ohne Zurüstungen; es giebt Bewegung, Lärm, Tumult, wie Boerhaave sagte; es entsteht, wie

wir uns jetzt ausdrücken, oft eine Lichtentwicklung, gewöhnlich eine Wärmeentbindung, stets, wie es scheint, ein Freiwerden von Elektrizität. Durch das Studium dieser vorübergehenden Erscheinungen hat man die Ursache der Verwandtschaft zu ermitteln gesucht, wie wir dies in der nächsten, und, wie ich hoffe, letzten Sitzung erörtern wollen.