

ANSICHT
DER
CHEMISCHEN NATURGESETZE

DURCH
DIE NEUEREN ENTDECKUNGEN GEWONNEN.

VON
H. C. OERSTED.

BERLIN, 1812.
IN DER REALSCHULBUCHHANDLUNG.

[Ein Auszug von diesem Werk mit kurzer Einleitung findet sich in »Journal für Chemie und Physik. Herausgegeben von *J. S. C. Schweigger*. Bd. 5. P. 398—440. Nürnberg 1812.]

EINLEITUNG.

In den bisherigen Untersuchungen der chemischen Wirkungen sind wir noch immer bei den sogenannten Verwandtschaften oder Anziehungen, als der letzten Grenze wohin wir dringen konnten, stehen geblieben. Damit konnte man nun unmöglich meinen, den letzten Grund aller chemischen Wirkungen angegeben zu haben; aber man musste der unbekanntten Ursache einen Namen geben, und man wählte erst den bildlicheren, Verwandtschaft, späterhin den näher bezeichnenden, Anziehung. Die Entwicklung der Wissenschaft verursachte aber, dass man den Blick fast immer auf das Besondere einer jeden Verwandtschaft heftete. Was von dieser Seite durch die Anstrengungen so vieler vortrefflicher Männer in der Chemie geschehen ist, wird dem verflossenen Jahrhundert ein ewiges Denkmahl bleiben. Zur Erforschung des allgemeinen Wesens der chemischen Verwandtschaften schienen aber die Untersuchungen noch nicht gereift zu seyn. Und das ist auch die Natur der chemischen Wirkung, dass, ob sie gleich vor unsern Augen die grössten und wunderbarsten Erscheinungen hervorbringt, bald unsichtbare Stoffe sich in einen festen Körper umbilden, bald wieder die härtesten Körper sich in Flüssigkeit auflösen, ja sogar in Dampf und Luft zerstreuen, so entziehen sich doch die Kräfte, woraus alle diese Wirkungen entspringen, unsern Augen. Die chemische Naturlehre hat daher auch bei weitem noch nicht die Vollkommenheit der mechanischen erreicht, und vermag nicht, wie diese, aus wenigen, in sich schon zusammenhängenden Grundsätzen, alle übrigen abzuleiten, sondern hat fast jeden einzelnen Satz, jedes einzelne Gesetz, durch besondere Experimente entdecken müssen; und diese Menge besonderer Gesetze verriethen in vielen Hinsichten so wenig innern Zusammenhang, dass, wer nicht schon von der Nothwendigkeit und Einheit in allen Werken der Natur überzeugt wäre, leicht auf den Verdacht gerathen könnte, dass die Gesetzmässigkeit, welche man in einigen Punkten deutlich zu erblicken meinte, doch nur zufällig sey, und dass überhaupt das Gegentheil von dem was geschehe eben so wohl möglich wäre. Es liesze sich füglich der bisherige Zustand der chemischen Naturlehre mit dem vergleichen, worin sich die mechanische befand, ehe *Galiläi*, *Descartes*, *Huygens* und *Newton* uns gelehrt hatten, die zusammengesetztesten Bewegungen auf ihre einfachsten Bestandtheile

zurück zu führen. Man kannte zwar in dieser manche wichtige Thatsache, und auch Reihen von Thatsachen, aber es mangelte noch das grosze vereinigende Princip, woraus das Ganze seinen inneren Reichthum, Ordnung und Stärke haben soll. So kannte man zum Beispiel aus der Erfahrung die Kreisbewegung: die Betrachtung des gestirnten Himmels hatte auch in den groszen Kreisbewegungen der Weltkörper etwas Gesetzmässiges gezeigt; so lange man sie aber nicht auf jene geradlinigten, welche zwar nicht der Aeuszerung, aber doch der Anlage nach darin liegen, zurückgebracht hatte, war man auch nicht im Stande die Einheit der verschiedenen Bewegungsarten zu entdecken. Man sah sich überhaupt genöthiget, nicht bloss die geradlinigte und krummlinigte Bewegung jede für sich ganz abgesondert zu betrachten, sondern man muszte noch jede Art der ungleichförmigen Bewegungen von der gleichförmigen, jede Art der krummlinigten von den übrigen auf dieselbe Art trennen; so dasz man ihren Zusammenhang nicht wissen, sondern höchstens ahnen konnte. Auf gleiche Weise kannte man auch bis auf unser Jahrhundert in der Chemie Verwandtschaften der Alkalien zu den Säuren, der Erdarten, der Metallkalke zu denselben Stoffen, der brennbaren Körper zum Sauerstoff u. s. w., ohne dasz man die eine aus der andern abzuleiten versuchte.

Durch die Zurückführung aller Bewegungsarten auf ihre ersten Gesetze erhob sich die mechanische Naturlehre zu der Vollkommenheit, dasz sie alle Bewegung im Weltall als eine grosze mechanische Aufgabe umfaszt und betrachtet, und so unzählige Fälle zu berechnen vermag, ohne die Erfahrung darüber zu erwarten. Durch Zurückführung aller chemischen Wirkungen auf die Urkräfte woraus sie entspringen, müssen wir die chemische Naturlehre für eine ähnliche Vollkommenheit vorzubereiten suchen. Wir werden dann einst auch im Stande seyn, aus den Urkräften und ihren Gesetzen alle chemische Eigenschaften abzuleiten; und da nur durch diese Eigenschaften ein jeder Stoff, unmittelbar oder mittelbar, erkannt und von andern unterschieden wird, so werden wir hieraus eben sowohl alle mögliche Stoffe, als aus den mechanischen Gesetzen alle mögliche Bewegungen, berechnen. Die Chemie wird dann eine Kraftlehre werden, an welche sich die Mathematik aufs innigste anschlieszen musz, um die Gröszenverhältnisse, Richtungen und Wirkungsformen der Kräfte zu bestimmen; und aller Wahrscheinlichkeit nach wird sich dadurch ein neuer Zweig

der Mathematik eben so entwickeln, wie vormals auf Veranlassung der Bewegungslehre die Fluxionsrechnung. Die neueren Fortschritte unserer Wissenschaft haben uns der Erfüllung dieser groszen Hoffnungen so viel näher gebracht, dasz es mir an der Zeit scheint, die zerstreuten Materialien zu sammeln, um damit ein Lehrgebäude zu begründen. Ein solcher erster Versuch kann seiner Natur nach nicht anders als unvollkommen seyn, aber der erste Schritt musz doch einmal gemacht werden, und es scheint mir nicht unwichtig, dasz es jetzt geschehe. So wenig es der Wissenschaft zuträglich seyn kann aus einzelnen wenigen Beobachtungen ein System zu bilden, so sehr würde es ihr auch zum Nachtheil gereichen, wenn man grosze Massen von Erfahrungen unbenutzt liegen lassen wollte; denn der Forscher der Natur wird nur dann, wenn er eine Idee zur Prüfung vor Augen hat, grosze und eingreifende Entdeckungen machen. Die Absicht dieser Arbeit ist daher blosz, vollkommen vorzubereiten und wichtige Fragen zur Sprache zu bringen. Nur durch die vereinigten Bestrebungen vieler Denker, und nach Verlauf mehrerer Menschenalter, wird die chemische Wissenschaft jener Vollkommenheit sich bedeutend nähern, welche zu ahnen jetzt noch Viele zu kühn finden werden.

Es wird nicht ohne Nutzen seyn, hier bei dem ersten Schritt die ganze zu durchlaufende Bahn zu überschauen. Wir wollen mit einer Aufstellung und Ordnung aller Körper nach ihrer chemischen Natur den Anfang unserer Untersuchung machen. Darauf wollen wir einige Betrachtungen über die gewöhnlichen uns bekannten chemischen Wirkungen vortragen, und dabei zeigen, dasz alle bisher untersuchte chemische Veränderungen sich auf zwei überall verbreitete Naturkräfte zurückführen lassen: wir werden zugleich darthun, dasz diese Kräfte nicht nur bei unmittelbarer, sondern auch bei mittelbarer Berührung zu wirken vermögen, dasz sie folglich geleitet werden können. Dieses wird uns auf jene chemische Kettenwirkung führen, welche uns in dem Galvanismus schon eine zeitlang bekannt war. Und endlich soll uns dieses dahin bringen, die chemischen Kräfte in ihrer freieren Thätigkeit darzustellen, und hiemit zugleich ihre Identität mit den electricischen augenscheinlich zu machen. Hier wollen wir nun auf dem Wege unserer Untersuchung umkehren, und, unsere Aufmerksamkeit auf die electricischen Kräfte selbst richtend, zu entdecken suchen, wie diese auch zur chemischen Wirkungsform gebracht werden

können. Erst werden wir nemlich darauf hinweisen, dasz die electricischen Kräfte, eben so wie die chemischen, nur zwei, und zugleich entgegengesetzt sind, dasz beide überall verbreitet sind, und aus der relativen Ruhe, worin sie in den Körpern sich befinden, durch äuszere Kräfte geweckt, zur Thätigkeit übergehen können. Diese electricischen Kräfte wollen wir nun Anfangs in ihrer freiesten Thätigkeit betrachten; darauf aber wollen wir sehen, wie sie in den Condensatorwirkungen, der Ladung, und in den electrophorischen Verhältnissen nach und nach durch wechselseitige Anziehung mehr und mehr eingeschränkt, gebunden, und zu einer grösseren Innigkeit gezwungen werden. Endlich werden wir dahin kommen, zu zeigen, dasz die electricischen Kräfte zu einem solchen Grad der Innigkeit gebracht werden können, dasz sie dauernde innere Veränderungen, mithin chemische Wirkung hervorbringen. Wenn wir auf diese Weise den groszen Zusammenhang der chemischen und electricischen Wirkungen, und die Identität der sie hervorbringenden Kräfte, in diesen beiden entgegengesetzten Richtungen dargestellt haben, wollen wir, auf eine Untersuchung über die Natur der Leitung gestützt, zu zeigen streben, unter welchen Bedingungen die beiden Kräfte Wärme, und unter welchen sie Licht hervorbringen. Wir werden hierdurch diese groszen Erscheinungen in einer weit innigeren Verbindung mit der übrigen Natur erblicken, als solches nach der gewöhnlichen Ansicht möglich war. Dieses alles wird uns daher den Weg zu einer vollkommneren Einsicht in die Natur des Feuers bahnen, dessen mannichfaltige Erscheinungen bisher zu einseitig aufgefasst wurden. Zum Schlusz soll uns noch ein Blick auf den Magnetismus und auf die Sinneneindrücke die Allgemeinheit jener chemischen Kräfte, und ihre Identität mit den raumerfüllenden bestätigen.

Ohne Vorgänger sind wir auf der Bahn, die wir hier einschlagen wollen, nicht gewesen. Seitdem die Lehre von der Electricität in ein System gebracht war, finden wir auch Spuren ähnlicher Vorstellungen. Schon *Priestley* nahm die Materie, welche ihm, wie *Franklinen*, Ursache aller electricischen Wirkungen war, als identisch mit der Ursache der Brennbarkeit, dem Phlogiston, an. *Wilke* glaubte in den electricischen Kräften die Ursache sowohl des Feuers als der Sauerheit zu finden. *Kratzenstein* nahm in der Electricität eine saure und eine phlogistische Kraft an. *Henry, Karsten, Forster, Gren*, hatten Vorstellungen, welche sich dieser nähern. *Lichtenberg*

ging mit dem ihm eigenen Geist vielleicht weiter als alle seine Vorgänger, drückte sich aber nur in zweifelnden Fragen aus. *Hube* giebt ausdrücklich zu erkennen, dass die chemischen Verwandtschaften seiner Meinung nach auf electricen Verhältnissen beruhen. Indem aber diese sonst vortrefflichen Männer, zum Theil durch die Annahme einer eigenthümlichen electricen Materie dazu verleitet, von der besondern Wirkungsform, die wir Electricität nennen, als von der Ursache der übrigen Erscheinungen ausgingen, anstatt diese als eine der verschiedenen Thätigkeitsformen der allgemeinen Naturkräfte anzunehmen, beschränkten sie sich selbst den Gesichtskreis, und gaben der ganzen groszen Theorie, welche daraus entspringen sollte, den Anschein einer einseitigen Hypothese. Man musz aber auch gestehen dass es kaum möglich war diese Ansicht vollkommner auszubilden, ehe unsere Kenntnisse von der Electricität und mehreren damit verbundenen Wirkungen zu einer gröszeren Reife gediehen waren, so dass dieser Fortschritt den neueren Zeiten natürlich vorbehalten war. *Ritter* kann daher als Schöpfer der neueren Chemie betrachtet werden. Seine weitumfassenden Ideen, und seine mit so groszer Kraft und Anstrengung unternommenen Arbeiten, verbreiten hier in allen Richtungen ein groszes Licht. Von einer gewissen Seite verdient *Winter*¹ neben ihn gesetzt zu werden. Seine Gedanken über Alkalität und Acidität, sowohl wie die über die Wärme, sind von groszem Werthe, und haben sich durch die neueren Entdeckungen vielfältig bestätigt. Es ist nicht zu leugnen, dass der grosze Geist dieser Männer sie oft zu weit in das Gebiet der bloszen Ahndungen führte. Wir wollen, dem klareren und bestimmteren Wissen nachstrebend, dieses zu vermeiden suchen, müssen uns aber daher auch bequemen nur ein weit beschränkteres Lehrgebäude zu errichten, als jenes, welches sie vor Augen hatten. Wie sehr viel die tiefsinnigen Untersuchungen *Berthollets* und die groszen Entdeckungen *Davys*, *Berzelius* und einiger andern Experimentatoren, noch dazu beigetragen, unsere darzustellende Ansicht zu leiten, zu erweitern und zu bestätigen, wird sich ein jeder aus frischem Andenken leicht vergegenwärtigen.

Doch wir würden zu weitläufig werden, wenn wir einen jeden nennen wollten, der dazu beigetragen, den uns vorliegenden Weg zu bahnen. Dankbar erkennen wir die Verdienste der Naturphi-

¹ [o. Winterl.]

losophen unseres Zeitalters, auch mit Rücksicht auf die chemischen Ansichten. Auch gestehen wir gern, von älteren Philosophen, von den Mathematikern und von einzelnen Experimentatoren, manchen glücklichen Wink erhalten zu haben. Wo wir ihre Verdienste vergessen glauben können, werden wir nicht versäumen, indem wir sie benutzen, sie zu erkennen und zu ehren.

WIE DIE ANORGANISCHEN KOERPER NACH IHRER CHEMISCHEN
NATUR ZU ORDNET SIND

Da alle chemische Untersuchungen von den Eigenschaften der Stoffe ausgehen, so wird es nicht unzweckmässig seyn, diese erst in der lichtvollsten und besten Ordnung aufzustellen, die wir zu entdecken vermögen. Zwar hat man von jeher in der Chemie die Körper nach gewissen Kennzeichen einzutheilen, und von den auf diese Weise gebildeten Klassen Definitionen zu geben gesucht; auch ist hierdurch einer noch vollkommneren Anordnung sehr glücklich vorgearbeitet worden; aber für den jetzigen Zustand der Wissenschaft ist dies nicht hinreichend. Jene Begriffe nach denen man alles ordnen wollte, fingen zu einer Zeit an sich zu bilden, in der die Masse der chemischen Kenntnisse noch klein war, als man es schon für ein Glück ansehen musste, die Gegenstände in einzelnen Gruppen zusammenstellen zu können. So lange diese noch so isolirt dastanden, wie sie es Anfangs thaten, konnten sich die Begriffe leicht den Sachen genau anschliessen, und die Grenzen der Begriffe konnten daher als Naturgrenzen erscheinen. Nach und nach aber, wie die Reihe der Entdeckungen so manche Lücke zwischen jenen Gruppen ausgefüllt, mussten auch die vormals bestimmten Grenzen zum Theil sich erweitern, zum Theil sogar verschwinden. Manche aber haben durch ihre alte Ehrwürdigkeit und den wichtigen Dienst den sie in den Wissenschaften geleistet haben, noch eine Art von Bestand, der bei einer genauern Untersuchung zerfallen muss. Wir werden uns dadurch nicht abhalten lassen einen freien Blick auf die vor uns ausgebreitete grosze Reihe der Körper zu werfen, und ihre verwandte Natur ohne Vorurtheil aufzusuchen. Auch werden wir, wo wir es nöthig finden werden, jene alte Begriffe einer Prüfung unterwerfen.

Vor weniger als hundert Jahren, zu *Stahls* und *Boerhaves* Zeiten, erkannte man nur 6 eigentliche oder vollkommene Metalle an. Die übrigen sonst schon bekannten metallischen Körper schloz man wegen ihrer Sprödigkeit aus, bis man durch Entdeckung mehrerer neuen sich nach und nach überzeugte, dasz die ungeheure Kluft zwischen der Dehnbarkeit des Goldes und der Brüchigkeit des Arseniks durch eine grosze Menge von Mittelgliedern ausgefüllt wird, und noch mehr künftig ausgefüllt werden muss. Eben so wollte man dem Quecksilber, wegen seiner gewöhnlichen Flüssigkeit, seine Stelle unter den vollkommenen Me-

tallen abstreiten, bis man endlich entdeckte, dasz es auch fest werden könne, und dasz sein Gefrierpunkt dem des Zinnes oder Bleies weit näher liege, als der Gefrierpunkt dieser Metalle dem des Eisens, oder auch nur des Kupfers. Eine bedeutende Flüchtigkeit hat ebenfalls zum Hülfgrund dienen müssen, Körper aus der Zahl der vollkommnen Metalle auszuschlieszen. Jetzt kann man auch hierin keine Grenze festsetzen. Die Feuerbeständigkeit des Goldes mag den Alten als absolut vorgekommen seyn; seit den Versuchen mit dem Brennspiegel und der Electricität wissen wir, dasz es so wenig wie irgend ein anderer Körper der Wärme durchaus widersteht. Von dieser höchst geringen Flüchtigkeit bis zu der ziemlich bedeutenden des Arseniks, kommen so viele Abstufungen vor, dasz nirgend eine Grenze zu setzen ist. Hier nun eine zu ziehen, würde die unerlaubteste Willkührlichkeit seyn, wenn wir auch nicht in dem Ammoniakmetalle schon ein Beispiel einer weit grösseren Flüchtigkeit hätten, ja vielleicht, wenn es für sich darstellbar wäre, das eines luftförmigen Metalls. Gesetzt aber, dasz diese Darstellbarkeit unmöglich sey, so sieht man doch leicht ein, dasz ein luftförmiges Metall nichts sich selbst Widersprechendes, ja nicht einmal etwas Unwahrscheinliches ist. Von dem Wärmegrad an wo sich das Gold verflüchtigt, bis zu dem wo dieses mit dem Arsenik oder Quecksilber geschieht, ist eine Entfernung von mehreren hundert Thermometerscalen, oder Einheiten unsers Wärmemaasz¹. Wäre aber die niedrigste Temperatur unserer Erde 5 solcher Wärmemaasze über der jetzigen, so würden schon die beiden letzten Metalle eine für uns beständige Luftform haben, ohne dasz man noch eine grosze Veränderung der Flüchtigkeit des Goldes, in Bezug auf die atmosphärische Wärme, bemerken würde.

Das grosze eigenthümliche Gewicht der Metalle hielt man bisher auch für ein sehr wichtiges Kennzeichen derselben, ungeachtet es

¹ Ich finde es weit bequemer, grosze und noch dazu unbestimmte Wärmegrade nach ganzen Thermometerscalen anzugeben, als nach irgend einer willkührlichen Gradabtheilung. Auch ist die Entfernung zwischen dem Gefrier- und Siedepunkt des Wassers, wirklich die Einheit unsers Wärmemaasz, welches man schlechthin ein Wärmemaasz (mètre thermique) nennen könnte. Alle andre Grade müszten dann entweder als Brüche oder als Multipla von diesem ausgedrückt werden: auf diese Weise würden alle die verschiedenen Thermometersprachen aufhören. Ein jeder könnte mit seinem Thermometer messen; aber 50° C., 40° R., 112° F. würden alle $\frac{1}{2}$ oder 0,5 Wärmemaasz über dem Gefrierpunkte, oder noch kürzer (weil man den Gefrierpunkt immer als Anfangspunkt betrachten könnte) schlechthin $+\frac{1}{2}$ oder $+0,5$ M. zu nennen seyn. Gewöhnlich versteht man unter diesen Theilen Längentheile des Maaszes; man könnte aber auch, wenn man die gehörigen Bestimmungen dazu hätte, den Maaszstab nach der Intensität theilen.

vom Platin an bis zum Tellurium zwischen sehr entlegenen Grenzen schwankt. Die Entdeckungen der letzten Jahre haben uns schon Metalle gezeigt, die leichter als das Wasser sind, und die Kluft zwischen dem Leichtesten unter den für sich dargestellten, dem Kalium, und dem Leichtesten der früher bekannten, ist schon durch andre neue Metalle, das Calcium und Baryum, so weit ausgefüllt, dass kein Grund da ist, diese neuentdeckten Metalle unter einem eignen Namen von den andern trennen zu wollen.

Ein wichtigeres Kennzeichen für die Metalle ist die Undurchsichtigkeit. Sie ist aber doch nicht absolut, wie wir an den dünnen Blättern des Goldes sehen; es ist daher auch möglich, dass sie noch kleiner seyn könnte, und wer sagt uns nun, welches die geringste Undurchsichtigkeit oder die grösste Durchsichtigkeit sey, die ein Metall haben darf? Dasselbe gilt auch von dem Glanze. Dieser ist eine Folge der Wirkung, welche die Körper mittelst ihrer Brennbarkeit und Dichtigkeit auf das Licht äuszern. Da die Dichtigkeit unter den Metallen so ziemlich in demselben Grade abnimmt, wie die Brennbarkeit zunimmt, so haben wir Grund zu erwarten, dass die Ungleichheiten dieser Eigenschaften zwischen ziemlich engen Grenzen liegen; da aber doch jenes Verhältnisz nicht strenge ist, so würden wir auch nicht wagen, einen Körper wegen geringer Lichtwirkung aus der Reihe der Metalle auszuschliessen.

Noch mehr als dieses zeichnet die grosze electriche Leitungsfähigkeit die Metalle von andern Körpern aus; es ist aber doch nicht zu läugnen, dass diese Fähigkeit in den unbestreitbarsten Metallen schon in sehr verschiedenen Gröszen vorkömmt, z. B. im Kupfer viele Mal gröszer als im Platin. Es lässt sich also der kleinste Grad der Leitungsfähigkeit der Metalle nicht bestimmen, und wir dürfen es nicht für unmöglich erklären, dass unter den Metallen auch schlechte Leiter anzutreffen seyn könnten. Setzen wir noch hinzu, dass es auch luftförmige Metalle geben kann, so musz es nothwendig doch auch ein Zeichen geben, wodurch sich die Metallität selbst in diesem Zustande verrathe, welches aber weder die Undurchsichtigkeit, noch der Glanz, noch die Leitungsfähigkeit seyn kann. Ohne also die Wichtigkeit und Bedeutsamkeit dieser Eigenschaften für die Erkenntnis der Metallität bestreiten zu wollen, müssen wir doch gestehen, dass sie zur Definition des Metalls

noch nicht hinreichen. Dasselbe lässt sich auch von der wärmeleitenden Fähigkeit der Metalle sagen.

Fragen wir also ernstlich: woran erkennt man denn, dass ein Körper zu den Metallen gehöre? so ist die ganz aufrichtige Antwort: durch seine Aehnlichkeit mit den andern Metallen. Wenigstens ist man bisher so verfahren; denn wäre man von einem festen Begriffe ausgegangen, so hätte dieser ja bleiben müssen wie er war, ohne alle jene Erweiterungen, welche man sich nach und nach damit erlaubt hat. Es ist überhaupt das wahre Verfahren der Naturwissenschaft, das Aehnliche nach und nach an einander zu reihen, ohne sich um die nach Begriffen gesetzten Grenzen zu bekümmern, oder, wenn sie auch dann und wann sich auf ihrem Wege dadurch aufhalten lässt, dieselben doch endlich zu durchbrechen. Die Begriffe sind nur Hilfsmittel zur Verständigung, keine Naturgrenzen. Wollte man etwas andres annehmen, so müsste man erstlich behaupten, dass die Natur gewisse Begriffe darstelle, und zweitens, dass man diese mit Sicherheit erkannt habe. Kann man aber dieses nicht, nun so fahren wir in unsern Vergleichen und Zusammenreihungen immer fort. Die gestrige Grenze sey nicht die heutige, wenn die weiter geführte Untersuchung es anders fordert. Wir gehen also nicht von Begriffen, sondern von Individuen aus, stellen an das erste ein zweites, was damit die grösste Aehnlichkeit hat, neben dieses ein drittes, dem zweiten am meisten ähnlich, dem ersten aber schon etwas fremder, u. s. w., so lange man noch Gründe der Fortsetzung entdeckt. Wir werden auf diesem Wege zwar am Ende der Reihe Stoffe aufstellen müssen, welche dem ersten höchst unähnlich, ja entgegengesetzt sind; wir dürfen aber dieses nicht scheuen, da wir ja einen Zusammenhang, nicht aber einen Begriff darstellen wollen.

Unter den schon anerkannten Metallen musz man gewisz den Arsenik sehr weit vom Golde setzen. Dieses ist dehnbar, und lässt sich zu feinem Theilen ausziehen und aushämmern als irgend ein anorganischer Körper: jener hingegen so spröde, dass man ihn leicht pülvern kann. Dieses ist so feuerbeständig, dass es in keinem Ofenfeuer verdampft: jener so flüchtig, dass er schon bei 2,82 Wärmemaasz über dem Gefrierpunkte eine vollkommene Dampfform annimmt. Dieses ist so schwerbrennlich, dass wir, ohne die oxydirte Salzsäure und deren Verbindungen, es leicht für unverbrennlich halten würden: jener so entzündbar, dass er schon bei einer

mäsigen Temperaturerhöhung in Flammen ausbricht; so vieler andern Unähnlichkeiten noch zu geschweigen. Stellen wir nun eine Vergleichung zwischen dem Arsenik und dem Phosphor oder Schwefel an, so finden wir gewisz hier die Unähnlichkeit vielfach geringer. Es ist wahr, die beiden letztern sind durchsichtig, und schlechte Leiter für die Electricität, was jener nicht ist, aber wie viele andre Aehnlichkeiten haben sie darum nicht? Alle drei sind flüchtig, haben einen ausgezeichneten Geruch, eine sehr durchdringende Wirkung auf den thierischen Körper. Mit dem Hydrogen vereinigen sie sich alle drei, und können damit Gasarten bilden. Ihre Oxydationsstufen sind dieselben, in dem niederen Grade eine flüchtige Verbindung saurer Natur, in der höchsten eine sehr feuerbeständige Säure, worunter doch die des Schwefels zurücksteht. Die kaustischen Alkalien disponiren sie alle drei zur Wasserzersetzung, und Hervorbringung ziemlich ähnlicher Producte. Hierzu kommt noch, dasz alle drei sich mit andern Metallen vereinigen, was die erweislich unmetallischen Körper, die oxydirten, nicht thun. Die Wichtigkeit dieses Kennzeichens werden wir weiterhin betrachten; hier wollen wir uns damit begnügen, auf den Umstand aufmerksam zu machen, dasz so viele höchst dehnbare Körper eben sowohl durch die Verbindung mit Arsenik, als durch die mit Schwefel und Phosphor, selbst in kleinen Quantitäten, ausnehmend spröde werden. Doch ist es wahr, dasz der Arsenik auch manche dehnbare Zusammensetzung giebt, wodurch er sich von den übrigen beiden unterscheidet. Das Boracium und das Fluoricum haben mit dem Schwefel und Phosphor zu viel Analogien, besonders mit dem ersten, dasz man sie nicht ihnen nothwendig anreihen müszte.

Vergleichen wir endlich die Metalle in Rücksicht ihrer Brennbarkeit, so finden wir noch ein neues Beispiel der mannichfaltigsten Abstufungen einer Eigenschaft in derselben Reihe. Man mache sich nur erst eine recht deutliche Vorstellung von der Brennbarkeit des Ammoniummetalls. Wir treffen in seinem Oxyde das Hydrogen an, das uns schon wegen seiner groszen Brennbarkeit bekannt war, aber in dem Metalle selbst musz etwas noch weit Brennbareres da seyn, als das Hydrogen; sonst könnte dessen Amalgam unmöglich eine so kräftige Wasserzersetzung bewirken. Was nun dieser brennbare Stoff weiter seyn mag, darüber haben wir nichts als Vermuthungen. Wollten wir mit mehreren vortrefflichen Chemikern es für ein desoxydirtes Hydrogen nehmen, so wäre das,

was wir Hydrogen nennen, ein Oxyd, das sich durch zwei sehr auffallende Eigenschaften von andern Oxyden unterschiede; die eine, dasz es sich mit Metallen verbindet, was kein Oxyd zu thun pflegt; die zweite, dasz es mit keinem Oxyd, als solchem, in Verbindung tritt, welches ein durchaus entgegengesetztes Verhalten von allen übrigen Oxyden ist. Man könnte zwar behaupten, dasz in allen den Fällen, wo sich Hydrogen mit Metallen vereinigt, es Gelegenheit habe sich zu desoxydiren, so dasz die Hydruren Verbindungen des desoxydirten Hydrogens mit den Metallen wären; aber zu geschweigen, dasz dieses nur die eine Schwierigkeit hebt, so ist doch so viel gewisz, dasz das Quecksilberhydrure sehr von dem Ammoniumamalgam verschieden ist. Wir wollen übrigens nicht läugnen, dasz es höhere Verbindungen des Oxygens mit brennbaren Körpern geben könne, welche nicht die Natur der Oxyde haben; wenn aber das Hydrogen eine solche seyn sollte, so hätten wir dadurch keinen Grund, weder es von den Metallen zu trennen, noch den Oxyden beizugesellen. Wir haben aber mehrere Gründe das Hydrogen an die Metalle anzureihen. Den ersten, die Vereinbarkeit mit den Metallen und Nichtvereinbarkeit mit den Oxyden, haben wir schon angeführt. Es ist dieses auch der unmittelbare Grund, warum wir das Ammonium unter die Metalle setzen. Die Verbindungen des Hydrogens mit den Metallen sind auch, wenn sie im festen Zustande sind, gute Leiter der Electricität, wie das Ammoniakamalgam, und alle Verbindungen von Metallen, die selbst Leiter sind. Was aber gewisz auch viel dazu beigetragen haben mag, das Ammonium als Metall anzuerkennen, ist wohl die Aehnlichkeit seines Oxydes mit dem des Kalium, Natronium u. s. w. Hier möchte es beim ersten Anblick den Anschein haben, als ob das Hydrogen keine so grosze Aehnlichkeit mit den Metallen hätte; wir wollen aber die Sache etwas näher ins Auge fassen. Seit dem es durch hinreichende Versuche erwiesen worden, dasz der Kalk, der Baryt, die Kieselerde u. s. w. wahre Metalloxyde sind, wird kein Chemiker mehr anstehen, auch die übrigen Erden für solche zu nehmen. Mit einigen von diesen aber, mit dem Kiesel, der Glucine, besonders aber mit der Thonerde, behaupten wir, dasz das Hydrogenoxyd, das Wasser, grosze chemische Aehnlichkeit habe. Um dieses auf einmal recht klar zu sehen, denken wir uns unsere Erde versetzt in eine 200 Maasz geringere Wärme, als die gegenwärtige. Das Wasser würde dann nicht blosz immer fest, sondern auch

beinahe unschmelzbar erscheinen, in groszen Stücken als feste Krystalle, gepülvert wie eine weisse Erde. Man würde diese gleich auflöslich in Säuren und Alkalien finden, ungefähr wie wir den Thon; auch würde jenes Oxyd, wie dieses, keine grosze Abstumpfung, weder der Säuren noch der Alkalien, hervorbringen. Man würde (vorausgesetzt, dasz in einer so viel tiefern Temperatur nichts als die Schmelzbarkeit verändert wäre) beide durch Zusatz von Alkalien und Säuren zum Schmelzen bringen, und dann durch die Gleichheit ihres Verhaltens einander sehr nahe stellen. Wäre man nun aber ferner im Stande beide Oxyde durch Glühen mit Eisen oder dergleichen zu reduciren, so würde gewisz niemanden ein Zweifel darüber einfallen, ob nicht der brennbare Grundstoff im Eise eben sowohl wie der im Thone ein Metall sey. Es würde dieses um so viel weniger geschehen, da hier gewisz beide als fest vorkommen würden. Kehren wir nun aber in unsere Temperatur zurück, so ist das Eis flüssig, der Thon fest und für sich unschmelzbar, das Eismetall wird Luft seyn, das Thonmetall aber noch seine Festigkeit behalten, und nun würden wir die Verwandtheit dieser Stoffe nicht mehr anerkennen! — Was nun auch in diesem Gedankenexperiment unvollständig seyn mag, so wird doch so viel aus demselben hervorleuchten, dasz der Unterschied des Hydrogens und seines Oxyds von den andern Metallen und Oxyden nur ein sehr relativer seyn kann.

Da wir nun die metallische Natur fast aller unzerlegten Stoffe nachgewiesen haben, wird es nicht unzweckmässig seyn, auch die wenigen rückständigen darauf zu prüfen. Unter diesen liegt uns der Kohlenstoff am nächsten. Seine sehr nahe Verwandtheit mit den Metallen ist schon von Mehreren anerkannt worden. Seine Fähigkeit, mit dem Eisen eine vollkommen metallische Verbindung einzugehen, wie wir es in dem Stahl erkennen; sein so äusserst metallähnlicher Zustand im Graphit, unter andern auch die Leitungsfähigkeit dieses sowohl, als der ausgeglühten Kohle in den galvanischen Versuchen, berechtigen es zu dieser Stelle. Dasz sein Oxyd flüchtig genug ist, um bei der gewöhnlichen Temperatur als Luft zu erscheinen, kann uns nun nicht mehr befremden, da wir in dem Ammoniak schon ein luftförmiges Oxyd kennen.

Da der Stickstoff mit keinem andern Körper als dem Hydrogen oder Oxygen eine unmittelbare Verbindung eingeht, so würden

wir ihm schwerlich hier eine Stelle anweisen können, wäre auch seine Einfachheitsstufe nicht so sehr problematisch.

Ehe wir zu der Betrachtung des Oxygens übergehen, wollen wir erst einen Rückblick auf die ganze durchlaufene Bahn werfen. Wir finden dann, dasz alle hier von uns aufgestellte Körper das gemein haben, dasz sie durch die stärksten uns zu Gebote stehenden desoxydirenden Mittel nicht zerlegt werden, und dasz ein jeder darunter mit andern eben so unzerlegten oder unverbrannten Körpern Verbindungen eingeht, dasz aber nur einige wenige, auf den äussersten Grenzen stehende Körper, sich auch mit verschiedenen verbrannten Körpern vereinigen. Hierzu kommt noch, dasz wir eine grosze chemische Thätigkeit durch die ganze Reihe dieser Körper verbreitet finden, obgleich in den ungleichsten Graden: wir finden nämlich in allen die Fähigkeit, in die Verbrennungen als thätiges Glied einzugehen. Von dem Ammonium, oder was sonst das brennbarste Metall seyn mag, bis zum Golde, bilden die Metalle eine ziemlich zahlreiche Stufenreihe, deren Glieder schon bekannt genug sind, und die weiter zu ordnen unser Zweck hier nicht erfordert. Es mag uns hier genug seyn zu bemerken, dasz die Brennbarkeit, welche im Golde schon so tief herabgesunken war, in dem Platin noch geringer ist, in dem Iridium und Osmium aber noch schwächer, indem diese kaum durch eine Säure, dahingegen durch Glühen mit den Alkalien (vielleicht nur mit den hyperoxydirten) eine Oxydation erleiden. Sind wir aber in der abnehmenden Reihe der Verbrennlichkeit der Metalle so weit gekommen, dasz diese Eigenschaft beinahe verschwunden ist, so hindert auch nichts, sie bis zur absoluten Unverbrennlichkeit selbst fortzusetzen. Diese ist aber nur in einem Körper zu finden, der selbst die nothwendige Bedingung wäre ohne welche kein Körper brennen könnte; denn ein jeder andre wird entweder verbrannt seyn, oder zu dem Stoff, der die äuszere Bedingung der Verbrennung macht, einige Anziehung haben. In der Reihe der uns bisher genauer bekannten Körper ist das Oxygen ein solches Unverbrennliches. Wenn es sich aber auch finden sollte, dasz das Oxygen selbst vermittelt eines noch entfernten Principis verbrennen könnte, so wird es doch immer gewisz seyn, dasz nur der Körper, der dem Brennaren als letzte äuszere Bedingung aller Verbrennung gegenüber steht, das an sich Unverbrennliche ausmacht. Hieraus sieht man also deutlich, dasz das Oxygen erfordert wird, um die Reihe der Metalle

vollkommen zu schlieszen, entweder als ein noch schwach verbrennlicher Stoff, oder als das Unverbrennliche selbst. Daz es luftförmig ist, darf uns jetzt keinen Anstosz mehr geben. Zur Bestätigung aber dient, daz es sich mit den Metallen verbindet, nicht aber mit den verbrannten Körpern als solchen, sondern, wenn dieses zu geschehen scheint, sich eigentlich nur mit dem brennbaren Körper darin, zur gröszeren Sättigung, weiter verbindet. Auch ist es merkwürdig genug, daz unter den Metalloxyden, welche mit Oxygen in sehr groszer Menge verbunden sind, viele gute Leiter vorkommen, als ob sie in dieser Rücksicht metallische Natur an sich hätten, da die andern Oxyde dagegen schlechte Leiter sind. Man könnte aber einen, wie es scheint, sehr wichtigen Zweifel gegen die Metallähnlichkeit des Oxygens daraus ziehen, daz es mit den Metallen Verbindungen einer neuen Reihe bildet. Hierauf antworten wir, daz dieses nach einer allgemeinen Regel geschieht, der zufolge die Verbindungen homogener Stoffe in der Reihe bleiben, die von heterogenen eine neue Reihe bilden. So bringt auch Hydrogen den Schwefel in eine neue Reihe: eben so eine Säure ein Alkali, ungeachtet auch sie, wie gezeigt werden wird, zu einer Reihe gehören. Zwei Säuren oder zwei Alkalien aber mit einander vermischt, gehen nicht aus der Reihe heraus. Das Folgende wird über diesen Gegenstand einige weitere Aufklärungen geben.

Es entsteht aber nun die Frage: da es so viele brennbare Körper, oder solche, die das Oxygen kräftig anziehen, giebt, sollte es denn nicht auch mehrere von entgegengesetzter Natur geben, welche mit dem Oxygen die Aehnlichkeit hätten, brennbare Körper anziehen und sich mit ihnen unmittelbar zu verbinden? Es ist nämlich zu einer jeden Verbrennung, wie wir wissen, ein brennbarer Körper nothwendig, und einer, der von diesem angezogen wird und denselben wieder anzieht. Man könnte diese der Brennbarkeit gegenüberstehende Eigenschaft die feuernährende, oder besser zündungsfördernde nennen. Beide sind in gleichem Grade zur Verbrennung nothwendig. Daz also die Körper, welche wir die Brennbaren genannt haben, diesen Namen bekommen, ist etwas Willkührliches, und rührt davon her, daz wir diese schon aus dem täglichen Leben kennen, und selbst mit den Körpern, welche auch etwas von der feuernährenden Eigenschaft haben, nur von der Seite der Brennbarkeit bekannt werden, da wir sie gewöhnlich nur in Wechselwirkung mit der Luft und Wärme erblicken, nicht

aber mit den höchst brennbaren Körpern. Hierzu kommt noch, dasz der Körper, welcher in allen gewöhnlichen Fällen der feuernährende ist, nur als Luft mitwirkt, und seine chemische Verbindung mit dem verbrennenden Körper daher lange verkannt wurde. Bestände die Atmosphäre aus Hydrogengas, statt aus Oxygen, so würden die an Oxygen reichen Körper brennbare genannt worden seyn, und das Oxygengas selbst als ein brennbares angesehen werden. Man würde dann, wenn alles sonst unverändert bliebe, nur die Bemerkung machen, dasz fast alle brennbare Körper beim Verbrennen eine Zerlegung erlitten. Es würde interessant seyn es recht zu überlegen, wie alles erfolgen würde auf einem Weltkörper, wo die Stoffe, welche wir hier feuernährend nennen, allem so zur Grundlage dienen, wie auf unserer Erde die, welche wir brennbare genannt haben, und wo also nach unserm Sprachgebrauch die Atmosphäre brennbarer Natur wäre, statt dasz die unsrige feuernährender ist. Es liesze sich doch eine ganze Organisation auf derselben denken, welche sodann durchaus die umgekehrte der unserigen seyn würde. Man hat über die Natur der Kometen schon so viele Vermuthungen gewagt; warum sollten wir uns denn scheuen wenigstens die Frage darüber aufzuwerfen, ob sie nicht vielleicht solche Weltkörper sind?¹ — Doch es verhalte sich nun dieses alles wie es wolle, wir haben auf Veranlassung dieser Betrachtungen, wenn wir uns so ausdrücken dürfen, einen unpartheiischen Blick auf die beiden Klassen der feuerbildenden Körper geworfen, und können nun um so viel leichter ohne Verwirrung und Miszverständnisse darüber sprechen, da wir deutlich gesehen und anerkannt haben, dasz die Benennungen: brennbare und feuernährende Stoffe, an sich willkührlich umgewechselt werden können, für unsern nächsten Erfahrungskreis aber so am besten angenommen werden, wie sie jetzt gebräuchlich sind.

Da wir in dem bisherigen Gang unserer Betrachtungen uns besonders mit der Abnahme der Brennkraft bekannt gemacht, und dadurch dieselbe in so vielen Abstufungen erblickt haben, dasz

¹ Wenn wir es annehmen dürften, dasz der ganze Himmelsraum mit einer oxygenhaltigen Luft angefüllt wäre, welche wir uns übrigens so verdünnt vorstellen könnten, wie wir wollten, so würde man sich hieraus auch das Leuchten der Kometen erklären, indem nämlich die allgemein verbreitete Luft in der Nähe des Kometen durch dessen Anziehung verdichtet werden, und so mit der Atmosphäre desselben eine Verbrennung bewirken müszte. Das hiedurch in dem Umfange der Atmosphäre hervorgebrachte Licht würde uns nicht erlauben, den dunklen Theil der Luft zu sehen, sondern nur den Kern durchblicken lassen. Von der Sonne könnte man sich ähnliche Vorstellungen machen.

wir am Ende auf die Idee der absoluten Unverbrennlichkeit kamen, so wird es auch noch das bequemste seyn, diesen Gang fürs erste zu verfolgen. Wir müssen aber hierbei wohl zusehen, uns nicht durch einige sehr täuschende Erscheinungen irre führen zu lassen. Mehrere Körper nämlich sind unter gewissen leicht hervorzubringenden Umständen sehr brennbar, ob sie gleich unter denjenigen Bedingungen, worunter wir andre Körper am häufigsten betrachten, nur eine sehr geringe Brennbarkeit äuszern. Wir müssen also hier recht darauf aufmerksam seyn, die Vergleichung nur für ähnliche Bedingungen zu machen. So z. B. darf die Kohle, welche in höhern Temperaturen den gröszten Theil der verbrannten Körper in den unverbrannten Zustand zurückführt, doch nicht als ein sehr brennbarer Körper betrachtet werden, denn in der gewöhnlichen Temperatur, in welcher wir alle Körper vergleichen müssen, weil wir sie in dieser am vollkommensten kennen, zeigt sie sich weit weniger oxydabel, als entweder Gold oder Platin, da sie nur sehr wenig von den Säuren angegriffen wird, welche jene oxydiren und auflösen. Auch finden wir die Kohle in den galvanischen Wirkungen mehr auf der negativen Seite, als irgend eins der edleren Metalle; welches, einer allgemeinen Erfahrung zufolge, anzeigt, dasz sie weniger brennbar seyn musz. So ist auch der Schwefel in höhern Temperaturen ziemlich brennbar, in den niedern dagegen ist er weniger brennbar, als irgend eins der edlen Metalle. In den höhern erreicht er aber nie eine Brennbarkeit, welche sich mit der der Kohle vergleichen liesze. Der Schwefel ist daher für die gewöhnliche Temperatur den am wenigsten brennbaren Körpern beizuzählen. Was nun die Erhöhung der Brennbarkeit zugleich mit der Temperatur betrifft, so ist dieses gewisz kein einfaches Phänomen, sondern von mehreren Umständen abzuleiten, wie uns *Berthollets* Untersuchungen auch belehren. Die Schwächung der Cohäsion durch die Wärme, und die Tendenz der aus einer Mischung hervorzubringenden Oxyde Luftform anzunehmen, mögen hierbei am thätigsten seyn. Die desoxydirende Kraft, welche die Kohle auf die meisten, und der Schwefel auf sehr viele Oxyde äuszert, möchte daher grösztentheils von der Tendenz der Kohlensäure und der schwefelichten Säure zur Luftform, wie auch bei dem Schwefel von seiner Bestrebung sich mit den Metallen zu vereinigen, herrühren. Noch ein Beweis der geringen Brennbarkeit, sowohl der Kohle als des Schwefels, ist es auch, dasz sie, mit dem

Oxygen verbunden, so wenig Contraction geben, denn starke und innige Verbindungen geben immer eine solche. Dasz die Schwefelsäure in einem sehr verdichteten Zustand vorkommt, rührt nach den neuern Untersuchungen gewisz von ihrer Verbindung mit einem kleinen Antheil Wasser her. Bei dem Schwefel kommt noch ein sehr merkwürdiger Umstand vor: dasz er sich nämlich mit mehreren Metallen nicht blosz verbinden lässt, sondern mit einer groszen Heftigkeit diese Verbindung sucht, und dabei, ohne Hinzukunft von Oxygen, viel Licht und Wärme entwickelt. Hierdurch verräth sich nun unläugbar eine ziemlich hervorstehende Anziehung zum Brennaren, oder mit andern Worten, eine ziemlich beträchtliche zündungsfördernde Eigenschaft. Dasz der Schwefel mit dem Hydrogen eine Säure giebt, ist noch eine zweite Analogie desselben mit dem Oxygen. Der Umstand aber, dasz Schwefel und Hydrogen ein Gas bilden, könnte gegen die Annahme einer ziemlich groszen Anziehung zwischen beiden zu streiten scheinen; aber wir brauchen ja diese Anziehung nicht gröszer anzunehmen als die des Oxygens und des Schwefels, welche auch eine luftförmige Verbindung giebt.

In dem Tellurium findet sich auch die zündungsfördernde Eigenschaft im Uebergewicht; denn in der galvanischen Wirkung zieht es, als positiver Leiter gebraucht, kein Oxygen an, an dem negativen aber hydrogenirt es sich. Auch giebt es mit dem Hydrogen, wie *Davy* gefunden hat, eine Säure.

Bekanntlich hat *Davy* in den neusten Zeiten behauptet, dasz die sogenannte oxydirte Salzsäure ein einfacher Körper sey, dem er den Namen Chlorine giebt, und welcher mit dem Hydrogen die Salzsäure hervorbringt. Man kann nicht läugnen, dasz er es höchst wahrscheinlich gemacht habe, dasz sich seine Chlorine mit vielen brennbaren Körpern vereinige, ohne sich zu desoxydiren; und gezeigt, dasz sich diese Verbindungen, ohne Hinzukunft des Wassers, gegen brennbare Körper gar nicht wie oxygenhaltige gezeigt haben. Hiezu kommt noch, dasz diese Chlorine unter den gewöhnlichen Umständen keine Neigung zeigt, sich mit den Alkalien zu verbinden. Sollte sich die hieraus geschlossene Einfachheit derselben durch die Revision und weitere Entwicklung aller Thatsachen bestätigen, so hätten wir noch einen höchst feuernährenden Körper auszer dem Oxygen. Was nun aber diesem entgegensteht, ist die grosze Analogie, welche die Chlorine mit der schwefelichten und salpetrichten

Säure hat. Alle drei sind sie luftförmig, aber verdichten sich leicht mit dem Wasser. Die salpetrichte Säure hat eine so schwache Anziehung für die Alkalien, dass ihre Vereinbarkeit mit denselben sehr lange verkannt wurde; mit Oxygen aber gesättiget, als Salpetersäure, eine gröszere. Die Verbindung der oxydirten Salzsäure mit den Alkalien ist vielleicht nicht krystallisabel, und deshalb übersehen worden. *Davy* gesteht doch selbst, dass trocknes Ammoniakgas sich mit trockner oxydirter Salzsäure unmittelbar verbindet. Mit Oxygen gesättiget, ist die oxydirte Salzsäure eine dichtere, mit den Alkalien vereinbare, Säure. Durch Hitze geben sowohl Salpeter, als auch hyperoxydirtes salzsaures Kali Oxygengas. Die oxydirte Salzsäure destruiert Pflanzenfarben und ansteckende Ausdünstungen; die schwefelichte Säure thut dasselbe; und ebenfalls die salpetrichte, nur dass sie gewöhnlich wieder eine gelbe Farbe hervorbringt. Auch greifen alle diese drei Säuren das Gold an, nur mit sehr ungleicher Kraft. So viele Aehnlichkeiten machen es immer sehr bedenklich, diese Stoffe in verschiedene Klassen zu setzen. Wollte man sie aber alle als einfach betrachten, so würde man auf andre Schwierigkeiten stossen. Man müsste dann den Schwefel aus Hydrogen und schwefelichter Säure zusammensetzen, und annehmen, dass bei der Verbrennung des Schwefels im ersten Grade nur eigentlich dessen Hydrogen verbrenne, das hervorgebrachte Wasser aber mit der schwefelichten Säure verbunden bleibe, welches schon mit der Analogie der Erscheinungen der Salzsäure im Widerspruch steht. Noch schwieriger wird die Sache bei der salpetrichten Säure. Wenn diese einfach wäre, so müsste man annehmen, dass sie mit dem Hydrogen entweder Stickstoff, oder gasförmiges Stickstoffoxyd bilde. Wegen der Erscheinungen des Ammoniaks aber, würde man weiter genöthiget seyn, das Hydrogen als ein Ammoniumoxyd anzunehmen. Es entstände dann eine grosze Frage über folgende Verbindungen. Entweder wäre Ammonium + 1 Theil salpetrichte Säure = Hydrogen, Ammonium + 2 Theile salpetr. Säure = Ammoniak, Ammonium + 3 Theile salpetr. Säure = Stickstoff u. s. w., oder man müsste annehmen, das Hydrogen sey ein Ammoniumoxyd vermittelt Oxygen, Azot aber ein ähnliches durch salpetrichte Säure, Ammoniak also eine Verbindung zweier Oxyde, was abermals nicht sehr in der Analogie stimmen würde. Ob man das gasförmige Stickstoffoxyd als eine Verbindung aus Oxygen und Azot, oder aus Azot und salpetrichter Säure annehmen wollte, wäre abermals eine Frage.

Man könnte auch, von einer Seite mit etwas mehr, von einer andern mit weit weniger Analogie, das gasförmige Stickstoffoxyd für das Einfache nehmen, und daraus die übrigen Verbindungen ableiten. Es ist also klar, dasz man nicht, ohne sich in grosze Schwierigkeiten zu verwickeln, die oxydirte Salzsäure, oder *Davysche* Chlorine, für einen einfachen Stoff nehmen kann; ob aber diese Schwierigkeiten zu überwinden wären, müssen fortgesetzte experimentale Untersuchungen lehren. Noch darf man die Akten nicht als geschlossen ansehen. Selbst die wichtigen Einwendungen, welche *Berzelius* aus den quantitativen Verhältnissen der Bestandtheile dagegen gemacht hat, und welche noch hinzuzufügen sind, dürfen uns nicht ganz entscheiden; denn man würde vielleicht durch eine ausgedehntere Analogie eben in den Erscheinungen eine Gesetzmässigkeit entdecken, wo jetzt die neue Vorstellungsart uns nur noch Widersprüche darbietet.

Gesetzt aber, dasz diese jetzt benannten Stoffe ferner wie bisher als zusammengesetzte angesehen werden müszten, so käme es doch auf die Frage an, ob sie nicht dessen ungeachtet mit den brennbareren der aufgestellten Reihe eine Aehnlichkeit hätten? Denn es ist doch gar zu wahrscheinlich, dasz auch diese zusammengesetzt sind. Wegen ihres Uebergewichts an brennbarer Eigenschaft wird man auszer Stande seyn ihnen den zündungsfördernden Stoff zu entziehen, bevor wir nicht einen Stoff gefunden haben, der eben so geschickt wäre brennbare Stoffe anzuziehen, als das Kalium oder das Eisen die feuernährenden. Es käme also nur darauf an, ob nicht die benannten feuernährenden Stoffe in ihrer Zusammensetzung etwas Analoges mit der Zusammensetzung der brennbaren Körper hätten, oder ob sie nicht unter gewissen Umständen als unzerlegbare Körper wirken können, wenn sie gleich unter andern Bedingungen Wirkungen hätten, welche einer andern Reihe gehören. In diesem Falle würden sie auch dazu dienen, die Reihe auszufüllen. Doch dieses soll nur noch Frage seyn; es ist auch in dieser Rücksicht manches noch unaufgeklärt.

So viel können wir aber auf jeden Fall aus dem Vorhergehenden schliessen:

1. Kein bisher aufgestellter Begriff der Metalle giebt eine wahre Naturgrenze derselben von andern Körpern, sondern in der aufgestellten Reihe von den ausgezeichnetsten Metallen zu denen, die kaum mehr ein äusseres Gepräge davon haben, findet ein Ueber-

gang durch unmerkliche Abstufungen Statt. Wollte übrigens jemand einige Körper unter dem Namen der Metalle von den übrigen absondern, z. B. nur die Electricität und Wärme zugleich sehr vollkommen leitenden unverbrannten Körper dahin rechnen, so würden wir nichts dawider haben, wenn man diese Abgrenzung nur als eine willkührliche, nicht als eine Naturgrenze ansehen will.

2. Wenn wir etwas allen den hier zusammengestellten Körpern Gemeinschaftliches angeben sollten, so wäre es die Eigenschaft sich mit einander wechselseitig zu vereinigen. Und wenn wir diese Klasse von andern unterscheiden sollten, müszten wir daher von irgend einem oder einigen individuellen, und für die Klasse gleichsam centralen Stoffen ausgehen, und die andern nach ihrer Fähigkeit damit Verbindungen einzugehen beurtheilen; z. B. zu der metallischen Körperreihe gehörten alle die, welche sich entweder mit dem Golde selbst unmittelbar vereinigen lassen, oder auch mit solchen dem Golde verwandten Körpern ebenfalls unmittelbare Vereinigungen eingehen.

3. Alle Körper, welche wir ausgemachterweise zu dieser Reihe gezählt haben, sind bisher unzerlegt. Dieses darf nicht als etwas ganz Zufälliges angesehen werden; denn es beweiset, dasz sie das Gemeinschaftliche haben, allen bisher an Körpern versuchten Zerlegungsmitteln zu widerstehen. Da aber dieser Unterschied eben sowohl ein blosz quantitativer als ein qualitativer seyn kann, so hat er nur in so weit eine Bedeutung, als dieselben Körper mit dieser Aehnlichkeit noch andre verbinden.

4. Die Thätigkeit, welche durch diese Reihe geht, ist die, durch welche die Verbrennung hervorgebracht wird. Ein jeder darin aufgestellter Stoff enthält eine der Bedingungen des Feuers. Die ganze Reihe selbst ist aber als die Reihe der unverbrannten Stoffe zu betrachten.

5. Die allermeisten Körper unserer Reihe gehen mit den verbrannten Körpern keine Verbindungen ein. Ausnahmen sind aber der Schwefel und der Phosphor. Man würde sie ohne Bedenken zu den schon etwas verbrannten Körpern rechnen, wenn sie ihnen nicht durch die Eigenschaft sich mit den unverbrannten Körpern zu vereinigen, unähnlich wären. Jetzt stehen sie als verbindende Glieder auf dem Uebergange zwischen beiden Klassen. In ihren

Verbindungen ist manches noch aufzuklären. Wir wissen jetzt, dasz die Alkalien, welche bisher für ganz trocken gehalten wurden, noch Wasser enthalten. Vielleicht wird dieses bei der Zusammenschmelzung des Alkali mit jenen brennbaren Stoffen immer decomponirt, so dasz die Verbindung derselben mit den Alkalien keine unmittelbare wäre. Oder umgekehrt, sollte der Schwefel, welcher sich verflüchtigt, wenn ein anderer Theil sich mit einem Metall verbindet, vielleicht ein wenig oxydirter seyn als gewöhnlicher Schwefel, ein noch unbekannter brennbarer Schwefelstoff noch existiren?

6. Da natürlicherweise nur Körper, welche mit einander wechselseitige Verbindungen einzugehen fähig sind, eine Affinitätsreihe bilden können, so bilden die unverbrannten Körper also eine eigene Affinitätsreihe. Dieses ist gewisz die innerste und wichtigste Eigenschaft, so zu sagen die Wurzeleigenschaft unserer Reihe.

Die verbrannten Körper machen ebenfalls eine eigne zusammenhängende Reihe aus. Auch sie ist aus mehreren vorher für sich bestehenden Gruppen gebildet. Durch bestimmte Definitionen hatte man Alkalien, Erden, Metalloxyde u. s. w. durch scharfe Grenzen gesondert. Jene Grenzen, welche zu ihrer Zeit wohlthätig dazu dienten das Zusammengehörige zu umschlieszen, sind bei den weitem Fortschritten der Wissenschaft eine Zeitlang als schädlich zerstückelnde Theilungen stehen geblieben. Jetzt thut es kaum mehr Noth sie niederzureiszen, da wir nach der Entdeckung der Bestandtheile der Alkalien und Erdarten sie gewisz nicht mehr als Naturgrenzen anerkennen werden. Nur über die Begriffe der Alkalität und Acidität müssen wir einige Bemerkungen machen, nicht als ob diese auch nicht jetzt von vielen Chemikern richtig beurtheilt würden, sondern um auch einen jeden Anstosz, den der folgende Gebrauch dieser vielumfassenden Ausdrücke möglicherweise veranlassen könnte, ganz zu heben. Zum Wesen der Alkalien rechnete man nach altem Gebrauch, dasz sie einen scharfen Geschmack haben sollten, gewisse blaue Pflanzenfarben in grüne umändern, die Verbindung der Oehle mit dem Wasser vermitteln, Feuchtigkeit aus der Luft anziehen u. s. w. Fast alle diese Eigenschaften setzen voraus, dasz ein Alkali in Wasser auflöslich seyn müsse. Alle diese Eigenschaften hat man nun in dem Ammoniak, Kali, Natron, Baryt, Strontian, Kalk so vereinigt gefunden, dasz man nicht

ohne die willkürliche aller Willkürlichkeiten sie von einander trennen, und einigen derselben den Namen Alkalien absprechen kann. Aber die Auflöslichkeit dieser Körper im Wasser nimmt in dieser Reihe, vom Ammoniak bis zum Kalke, so auszerordentlich ab, dasz man mit keinem Schein von Recht behaupten könnte, dasz nicht ein Alkali noch unauflöslicher seyn könne. Ueberträfe ein solches den Kalk eben so sehr an Schwerauflöslichkeit, als dieser blosz das Natron, so würde es in allen unsern Versuchen als unauflöslich erscheinen. Wir müssen also in den Alkalien eine Eigenschaft suchen, welche von der Unauflöslichkeit nicht abhängt, und eine solche finden wir leicht in dem Gegensatze der Alkalien mit den Säuren. Die wohlbekannte Eigenschaft der Alkalien, die hervorstechenden Eigenschaften der Säuren aufzuheben, und wiederum durch die Vereinigung mit diesen ihre eigne zu verlieren, ist die allen Alkalien gemeinschaftliche Eigenschaft, welche nicht von der Auflöslichkeit im Wasser oder irgend einem ähnlichen Umstand abhängig ist; denn wenn auch gewisse individuelle Verhältnisse ein Alkali verhindern sollten, sich mit einer oder einigen Säuren zu verbinden, so wird es doch andre geben, womit die Verbindung von Statten gehet. Fügen wir noch die wohlbekannte Erfahrung hinzu, dasz mit dem Verschwinden der säureaufhebenden Eigenschaft in der Vereinigung der Alkalien mit den Säuren auch alle übrige, der Alkalität zugeschriebene Eigenschaften verschwinden, so haben wir den vollständigen Satz, dasz die gewöhnlich angenommenen äusseren Kennzeichen der Alkalien von der Gegenwart einer sehr allgemein verbreiteten chemischen Eigenschaft, der säureaufhebenden Fähigkeit, abhängig sey, diese Fähigkeit aber von keiner andern uns bekannten äusern oder Nebenbedingung. Unter allen uns an den Alkalien bekannten Eigenschaften ist also die säureaufhebende die einzige, welche sich als Kennzeichen qualificirt. Will man aber einen Beweis von der alkalischen Wirkung unauflöslicher Stoffe auf blaue Pflanzensäfte, so färbe man diese nur erst mit einer Säure roth, und schütte darauf Magnesia hinzu; indem diese Materie sich in der Säure auflöst, wird sie nach und nach die Farbe wiederherstellen, eben wie eins der auflöslichen Alkalien gethan haben würde.¹

¹ Der Verfasser hat dieses, so wie auch das Folgende, über den Zusammenhang der Alkalien und Säuren, in seiner Abhandlung über die Reihe der Säuren und Basen, im Decemberstück 1806 des *Gehlenschen Journals für Chemie und Physik* [P. 289, I. Bd. dieser Ausgabe], weiter aus einander gesetzt.

Alles, was hier von den Alkalien gesagt worden, lässt sich auch auf die Säuren anwenden. Ihr Geschmack, ihre Fähigkeit blaue Pflanzensäfte roth zu färben, u. s. w. sind von der Auflösbarkeit im Wasser abhängig, und verschwinden, wenn die Acidität durch ein Alkali aufgehoben wird. Also ist nur die Fähigkeit die Alkalität aufzuheben das, was in den Säuren beständig ist, und als Kennzeichen betrachtet werden kann. Was wir über die Wirkung der unauflöslchen Alkalien auf blaue Pflanzenfarben sagten, musz sich auch auf die unauflöslchen Säuren anwenden lassen. Wir wollen einen Versuch dafür anführen, der vielleicht niemals so angestellt worden ist, der aber in wohlbekanntnen Erfahrungen beinahe vollständig enthalten liegt. Man färbe Veilchensaft mit kaustischem Kali grün, und versuche nun vermittelst des Kali darin Scheliumoxyd aufzulösen. Wenn das Alkali sich nun so weit mit dem Oxyd gesättiget wie es kann, setze man Salpetersäure hinzu. Man wird dann finden, dasz die grüne Farbe durch weit weniger Salpetersäure, als sonst zur Sättigung des Kali nöthig seyn würde, aufgehoben, und in die rothe hinübergebracht werden kann. Dieses aber könnte nur dann geschehen, wenn das Scheliumoxyd etwas zu der Veränderung der Farbe mit beigetragen hatte. Versuche von gleicher Bedeutung werden sich für sehr viele andre Metalloxyde anstellen lassen. Es ist also von keiner Seite ein Grund da, einen Körper wegen seiner Unauflösbarkeit im Wasser von den Säuren auszuschlieszen.

Nach diesem allen erkennen wir aber nur die Alkalien durch die Säuren, die Säuren wieder durch die Alkalien, befinden uns also in einem Zirkel von Begriffen. Diesem ist nur auf dieselbe Weise zu entgehen, wie oben in einem ähnlichen Falle bei den Metallen. Man musz nämlich einige ausgezeichnete Körper auswählen, mit welchen man alle übrigen vergleicht, wenn man ihre Stelle bestimmen will. Man könnte z. B. sagen: ein jeder Körper, welcher durch seine unmittelbare Verbindung mit andern (ohne vorauszusetzende Decomposition) dieselben hervorstechenden Eigenschaften darin aufhebt, wie die Salpetersäure, wirkt als Säure: der aber, welcher in seiner unmittelbaren Verbindung mit andern Körpern dieselben Eigenschaften darin aufhebt wie das Ammoniak, wirkt als Alkali. In manchen Körpern findet man sowohl alkalische als saure Wirkung, wie in dem gelben Bleioxyd und in so vielen

andern Metalloxyden, welche beide auf Alkalien und Säuren starke Wirkungen äuszern. Nicht selten findet man beide Wirkungsarten ziemlich im Gleichgewichte, wie eben im Bleioxyde, auch in der Thonerde u. s. w. Man ersiehet hieraus, dasz man nur solche Körper Alkalien oder Säuren nennen darf, in welchen eine der Kräfte besonders überwiegend ist. Wegen dieses gemeinschaftlichen Vorkommens der Acidität mit der Alkalität, ist es auch unmöglich eine scharfe Grenze zwischen ihnen zu ziehen. Denn stellt man z. B. die Alkalien nach der Leichtigkeit auf, womit sie durch ihre Alkalität auf andere Körper wirken, so folgen sich fürs erste in einer ziemlich zusammenhängenden Reihe, Ammoniak, Kali, Natron, Baryt, Strontian, Kalk, Magnesia. An diese könnte man nun sehr leicht viele andre Metalloxyde anschlieszen, z. B. das Zinkoxyd. Um aber nur bei den sehr schwerreductiblen stehen zu bleiben, nennen wir die Zirkonerde, welche mit der Magnesia noch Analogien genug hat. Von dieser gehen wir zu dem Thone über, welcher schon die saure und alkalische Eigenschaft so ziemlich in Gleichgewicht enthält. Neben diesem liegt nun die Glucine, welche noch weniger Alkalität zu besitzen scheint, und neben dieser wiederum die Kieselerde, welche weit leichter mit den Alkalien als mit den Säuren sich vereinigt, und mit den ersten wirklich neutrale Verbindungen darstellt. Dieser zur Seite müssen wir nun das Tantaliumoxyd stellen, welches gar nicht mit Säuren, wohl aber mit Alkalien Verbindungen eingeht, und mit dieser Eigenschaft, nach *Klaproth*, noch die Schwerreductibilität der Erden verbindet. Neben dem Tantaliumoxyd wird man sich aber nicht wundern die gesättigten Oxyde des Molybdäns und Scheliums zu sehen. Von diesen aber ist der Schritt zu der Chromsäure und Arseniksäure nicht grosz. An die Arseniksäure schlieszt sich nun die Phosphorsäure, an diese die Schwefelsäure, u. s. w. Es würde nicht schwer seyn, durch Einschaltung mehrerer Metalloxyde die Lücken noch weiter auszufüllen, das Gesagte wird aber schon hinreichend seyn, um das, was wir beabsichtigen, zu beweisen. Eine vollständige Aufstellung aller Oxyde, nach ihrer Alkalität oder Acidität, wird aber erst dann gelingen, wenn man nach berichtigten Grundsätzen alle diese Stoffe mit Rücksicht auf diese Eigenschaften untersucht.

Nachdem wir aber jetzt uns überzeugt haben, dasz die Alkalien und Säuren eine zusammenhängende Reihe ausmachen, müssen

wir auch gestehen, dasz es für den bequemen Ausdruck sehr nützlich, ja beinahe nothwendig ist, durch willkührliche Grenzen Gruppen von Körpern zu unterscheiden, welche gewisse für manchen Gebrauch taugliche Eigenschaften vereinigen. So kann man Ammoniak, Kali und Natron schicklich unter dem Namen der leichtauflösllichen Alkalien zusammenfassen. Baryt, Strontian und Kalk könnten die schwerauflösllichen Alkalien heissen. Magnesia, Cereriumoxyd, Eisenoxydul, und die, welche damit übereinkommen, könnten wegen ihrer gar geringen nicht zu bemerkenden Auflöslichkeit im Wasser, die unauflösllichen Alkalien genannt werden. Die Säuren könnte man ebenfalls nach ihrer Auflösbarkeit eintheilen, am besten vielleicht bloz in die auflösllichen und unauflösllichen. Für manchen andern Zweck würde es bequemer seyn, sie in die höchstflüchtigen, nichtflüchtigen und feuerbeständigen zu theilen, wo denn die Grenzen ziemlich willkührlich zu setzen wären. In die erste Klasse wären die, welche leicht in Luftform erscheinen, zu stellen, in die zweite die Salpeter- und Schwefelsäure, in die dritte die Phosphorsäure, Arseniksäure, Boraxsäure u. s. w. Ebenfalls könnte man zu andern Zwecken die Säuren in die leichtdecomponiblen, wie hyperoxydirte Salzsäure, Salpetersäure, oxydirte Salzsäure (wenn die alte Theorie derselben die richtige seyn sollte), die mittlerdecomponiblen, wie Schwefelsäure, Phosphorsäure, Arseniksäure, Chromsäure, und endlich die schwerdecomponiblen, wie Fluszspathsäure, Salzsäure (unter Voraussetzung der gewöhnlichen Theorie), Boraxsäure u. s. w. eintheilen. Diese letzte Eintheilung würde auch in manchen Fällen einen bequemen Gebrauch gewähren, wenn man sie auf alle verbrannte Körper überhaupt anwenden wollte. Der unauflöslliche, schwerdecomponible, verbrannte Körper, würde so ziemlich mit dem alten Begriff einer Erde übereinkommen.

Aus den Säuren und Alkalien entstehen die Körper, welche wir jetzt Salze nennen. Auch die Bedeutung dieses Worts hat man zu verschiedenen Zeiten auf verschiedene Weise sehr willkührlich bestimmt. Erst wollte man immer einen Geschmack dabei haben; in späterer Zeit richtete man die Aufmerksamkeit vorzüglich auf die Krystallisabilität; und noch in den neuesten Zeiten hat man einmal die Auflöslichkeit im Wasser als Kennzeichen der Salze annehmen und aus diesem Grunde sogar den Weingeist selbst unter die Salze aufnehmen wollen. Jetzt ist man ziemlich allgemein dar-

über einig, dasz man die Salze nur nach der Zusammensetzung bestimmen darf, und dasz alle andre Bestimmungen zu sehr trennen, was in vielen andern Rücksichten zusammengehöre. Man scheuet sich also nicht mehr, den Fluszspath, den Marmor, den Schwerspath unter die Salze zu setzen, ungeachtet sie doch auch als wahre Steinarten zu betrachten sind. Folgen wir aber nun mit Consequenz diesem Wege, so müssen wir eine jede Zusammensetzung aus zwei oder mehreren Körpern, worin die Verbindung vermittelt Alkalität und Acidität geschehen ist, ein Salz nennen. Auf diese Weise wäre auch eine jede zusammengesetzte Glasart als ein Salz zu betrachten; was denn auch mit der Sprödigkeit, der Durchsichtigkeit, der isolirenden Eigenschaft der übrigen Salze sehr wohl übereinkommt.

Die Salze gehen als Salze kaum eine Verbindung mit den kräftigeren Alkalien oder Säuren ein, sondern, wenn eine solche Statt zu finden scheint, so ist es wohl das hinzukommende Alkali, welches sich, neben dem im Salze, an die Säure desselben bindet, oder die hinzukommende Säure, welche sich, neben der im Salze, mit dem Alkali darin vereinigt. Die verbrannten Körper aber, welche ein Gleichgewicht der Alkalität und Acidität haben, scheinen sich mit den Salzen als solchen zu verbinden. Unter andern ist dieses mit dem Wasser der Fall. Ueberall unterscheiden sich die Salze sehr wenig von den verbrannten Körpern, welche Gleichgewicht der Alkalität und Acidität haben. Mit dem allen werden sie doch immer eine eigne Klasse ausmachen, zu welcher nur die dem Gleichgewicht nahen Körper unter den Oxyden die Uebergangsstoffe bilden.

Vergleichen wir nun unsere aufgestellten drei Klassen, so finden wir:

1. In der ersten sind sehr viele ductile Körper enthalten, in der zweiten und dritten kein einziger.

2. In der ersten Klasse sind bei weitem die meisten Körper undurchsichtig; in der zweiten sind sie mit sehr geringer Ausnahme durchsichtig, wenn sie nur ein Continuum ausmachen; in der dritten sind alle durchsichtig.

3. Mit sehr wenigen Ausnahmen sind die Körper der zweiten Klasse schwerer zu schmelzen als die der ersten, und zugleich sind sie härter. Die der dritten sind schwerschmelzbarer, als sie nach

dem Mittel aus der Schmelzbarkeit der Bestandtheile seyn sollten, wenn sie aus sehr starken Alkalien und Säuren zusammengesetzt sind; sonst aber oft leichtschmelzbarer. Das Verhältnisz ist überhaupt hier sehr zusammengesetzt.

4. Die Körper der ersten Klasse sind meistens sehr gute Leiter der Electricität; die der zweiten aber im festen Zustande, mit sehr wenigen Ausnahmen, schlechte Leiter. Geschmolzen leiten sie ziemlich gut, doch bei weitem nicht wie die Metalle. Wenn die Körper der dritten Klasse wasserfrei und fest sind, leiten sie schlecht; mit etwas Wasser verbunden leiten sie schon besser.

5. Daz die Körper jeder Klasse eine eigne Affinitätsreihe bilden, doch so, daz der Gegensatz der ersten gegen die beiden letzten weit schärfer ist, als der, den diese unter sich haben, ist schon mehrere Mal bemerkt worden. Man sieht leicht, daz in diesem einen Unterschiede unzählige andre liegen, z. B. daz die Metalle im Wasser unauflösbar sind, sich nicht ohne vorhergehende Oxydation in Säuren auflösen, in irdenen Gefäzen geschmolzen mit einer ausgewölbten (convexen) Oberfläche stehen u. s. w.

6. Die drei Klassen bilden nicht blosz verschiedene Affinitätsreihen, sondern auch verschiedene Reihen der Zusammengesetztheit. Man könnte sie daher auch die Reihen des ersten, zweiten und dritten Grades der Zusammengesetztheit nennen. Denn sollte es sich zeigen, daz der Schwefel, der Phosphor u. s. w., welche wir als Uebergangsstoffe bezeichnet haben, eine den Oxyden ähnliche Zusammensetzung haben, so würde man sie unter sie hinstellen, da sie doch als Uebergangsstoffe beinahe mit gleichem Grunde nach beiden Seiten gezogen werden können. Was die übrigen noch unzerlegten Körper betrifft, so ist es zwar auf keine Weise zu bezweifeln, daz sie zusammengesetzt sind; alle Analogien aber überzeugen uns, daz die Zusammensetzung wenigstens eine andre Form, eine durchaus andre Art der Innigkeit, als die der verbrannten Körper haben müsse. Es würde sich aber bei der Zerlegung der Stoffe der ersten Klasse noch eine höhere Ordnung bilden. Ob einige der jetzt bekannten Körper nicht vielleicht am eigentlichsten dahin gehören, z. B. das Oxygen, ist noch nicht auszumachen, aber doch sehr zu bezweifeln, da man vielmehr bei dieser Entdeckung auch die eines Principis, woher das Oxygen sein

Wesen habe, erwarten musz. Noch müssen wir über diese Grade der Zusammengesetztheit die Bemerkung machen, dasz viele Verbindungen von Körpern einer Reihe, wegen ihrer Homogenität, durch eine sehr geringe chemische Thätigkeit zu Stande gebracht werden können, daher sich auch ihre innere chemische Natur nicht merklich ändert. Solche Verbindungen, welche man, mit *Winterl*, *syndomatisc*he nennen könnte, bleiben nun auf derselben Stufe der Zusammengesetztheit stehen; die aber, welche durch sehr entgegengesetzte Kräfte zu Stande gebracht werden, wie alle Verbindungen mit Oxygen, die Verbindung der schwerverbrennlichsten Körper mit Hydrogen, gehen in die zweite Affinitätsreihe über. Eben so ist eine Verbindung zweier Alkalien oder zweier Säuren immer noch als Alkali oder Säure, nicht als Salz zu betrachten; da aber, wo die Verbindung dadurch hervorgebracht worden, dasz eine grosze Heterogenität durch die gegenseitige Anziehung der Alkalität und Acidität gehoben ist, da erst haben wir den Körper dritter Reihe, das Salz.

Wir fingen den hier gemachten Versuch einer Anordnung der Stoffe damit an, dasz wir die gewöhnliche Eintheilungsweise verwarfen, welcher zufolge man nach gewissen äuszern Kennzeichen Begriffe bildete, worunter alles geordnet werden soll. Wir sahen schon in der Geschichte dieser Begriffe ihre Willkührlichkeit, und ihre Unzulänglichkeit für den gegenwärtigen Zustand der Wissenschaft. Wir versuchten nun eine Zusammenstellung der Körper nach der Aehnlichkeit, indem wir jedem gegebenen den ähnlichsten an die Seite setzten, und uns besonders hüteten wegen Gradverschiedenheiten Trennungen zu machen. Auf diese Weise sind wir nun zu drei Reihen oder Klassen gekommen, welche uns bedeutende innere und offenbar wesentliche Verschiedenheiten zeigen. Wenn man nämlich fragen wollte: welches ist die Haupteigenschaft eines Stoffes, wodurch er am meisten sein chemisches Wesen an den Tag legt? so kann die Antwort kaum eine andre seyn, als: die Art der chemischen Verbindungen, welche er eingeht. Aber eine ausgezeichnete Verschiedenheit dieser finden wir eben bei der letzten Uebersicht in unsern Reihen. Die Gleichartigkeit der einzugehenden chemischen Verbindungen aber macht auch, dasz die Körper eine eigne Affinitätsreihe bilden, und in diesem Ausdrücke sieht man wo möglich noch vollkommner, dasz sie zu einer chemischen Reihe gehören. Die dritte denkbare

chemische Grundverschiedenheit könnte in der Zusammensetzung liegen. Wir haben aber auch gesehen, dass die drei Reihen durch drei Grade der Zusammengesetztheit begründet waren. Man sieht leicht, dass diese drei Bestimmungen nur verschiedene Ansichten einer Sache sind, aber die Wichtigkeit derselben wird darum um so mehr einleuchtend. Wir dürfen also wohl glauben, eine natürlichere und festere Anordnung der Stoffe gefunden zu haben, als die, welche bisher in der Chemie gebräuchlich war.

Wir können aber, durch einen Blick auf das Ganze des Verfahrens der Natur, noch eine tiefere Begründung für diese Ueberzeugung finden. Wir sehen hier nicht eine blosze Zusammenhäufung von Theilen, welche sich vielleicht willkührlich zusammenreihen lieszen, sondern ein in unaufhörlicher Entwicklung begriffenes Ganzes, das sich abermals in jedem seiner Theile darstellt. In ihren Gesetzen ewig, lässt sie die Gegenstände sich ohne Aufhören verwandeln. Jedes ihrer Werke fängt sie von einer nach auszen einfachen Grundanlage an, und entwickelt aus den darin schlummernden Kräften allmählich ein Geschöpf, das endlich in einer grenzenlosen Mannichfaltigkeit und zugleich beschaulicher Einheit dasteht. Von diesem Punkte aus aber fängt sie an es wieder zu vernichten, um in neuen Geschöpfen die ewige Thätigkeit und das ewige Gesetz darzustellen. Auf diesem Wege nun von Verwandlung zu Verwandlung, bringt sie ihre Kräfte unter die verschiedensten Wirkungsformen, und den Raum, welcher mit einer solchen eigenthümlichen Thätigkeit, die unsern Sinnen aber als Ruhe erscheint, erfüllt ist, nennen wir einen Körper. Ein jeder Organismus zeigt uns dieses Verfahren der Natur. So fängt ein jedes Gewächs von der kaum erkennbaren Anlage in der befruchteten Blume an, sich von einem Grade zu dem andern zu entwickeln, bis es sich endlich in ein vollendetes Gewächs, das abermals die Keime neuer Gewächse in sich enthält, verwandelt hat. Auf diesem Wege nun entwickeln sich neben den Formen die Stoffe. Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff müssen sich inzwischen auf die vielfältigste Weise verbinden, um jene eigenthümlichen Bestandtheile zu bilden, welche unsre zerlegende Kunst aus den Gewächsen herausziehet. Aber keiner dieser Bestandtheile ist bleibend, sondern ist nur als Uebergang zu einem neuen zu betrachten. Selbst in dem zur vollkommensten Entwicklung gediehenen Ge-

wächse ist jeder Bestandtheil noch immer auf dem Uebergange zu neuen, welche sich während der Abnahme bilden sollen.

Wenden wir nun dieses auf unsern Gegenstand an. Die unorganischen Körper gehören der Erde. Diese hat sich, eben sowohl als die organischen Körper auf ihr, in der Zeit entwickelt, und entwickelt sich noch immer weiter fort. So wie Gummi, Zucker, Harz u. s. w. nur verschiedene Entwicklungsstufen derselben Grundstoffe in den Gewächsen sind, so müssen es auch die unorganischen Stoffe in der Erde seyn. Gewisz sind auch sie durch eine in entgegengesetzte Richtungen von einer einfachen Grundlage ausgehenden Entwicklung gebildet worden, und bei immer fortgesetztem Uebergange des einen in das andre verändert, bis endlich die bildende Thätigkeit zugleich mit jenen groszen Umwälzungen, die in einem frühern Alter unsern Erdkörper so vielfältig verwandelten, zu der gegenwärtigen Langsamkeit und Schwäche herabsank, wo sie sich zwar dem Unaufmerksamen bis auf einen gewissen Grad entzieht, aber weit davon entfernt ist vernichtet zu seyn. Sind nun aber alle Stoffe der Erde nichts als Ruhepunkte der Thätigkeit, womit die Natur in der Bildung der Erde von Werk zu Werk fortschreitet, so machen die Stoffe eine Darstellung des Gesetzes jener Entwicklung aus. Es ist also klar, dasz die naturgemäze Anordnung der Stoffe eine nach Gesetzen sich entwickelnde Reihe ist.

Wir können nun auch hieraus mehrere Gesetze für die Bildung solcher Reihen ableiten, und darnach die unsrigen prüfen.

1. Zur Einfachheit der Reihe ist erforderlich, dasz die Glieder alle aus dem nächsten möglichen Entwicklungsganzen genommen werden. So ist der Erdkörper das nächste Entwicklungsganze für alle anorganische Körper. Ein entfernteres würde es schon seyn, wenn man die Erde mit allen Organisationen darauf als eine in sich geschlossene kleine Welt nehmen, und danach alle organische Produkte mit den anorganischen in eine Reihe aufnehmen wollte. Solche Reihen lassen sich auch bilden, sind aber mehr zusammengesetzt, und erfordern daher die gröszte Vollkommenheit der Wissenschaft. Fürs erste müssen wir streben, aus jedem dieser Entwicklungsganzen eigene Reihen zu bilden. Ihr Parallelismus wird äusserst lehrreich seyn. So müssen das Harz, das Wachs und die Oehle die mit der metallischen parallelen der organischen Natur ausmachen. Ihre Bestandtheilsverhältnisse, ihre Uebergänge in

einander, insonderheit aber die Art wie sie sich zerlegen, wenn sie oxydirt werden, werden uns vielleicht einst über die Natur der Metalle merkwürdige Aufschlüsse geben. Die Bestandtheile, welche die organische und anorganische Natur gemein haben, würden auch zu mancher Aufklärung Veranlassung geben, besonders wenn man noch mehr genaue Untersuchungen über dieselben hätte, in wie fern sie durch den organischen Procesz hervorgebracht, oder nur aus der anorganischen Natur aufgenommen werden. Schwefel und Phosphor haben eine sehr grosze Aehnlichkeit mit den organischen fett- und harzähnlichen Bestandtheilen, und gehören vielleicht zu den interessantesten Verbindungsgliedern beider groszen Naturabtheilungen: die Kohle ebenfalls. Dasz diese auch der anorganischen Natur mit demselben Rechte wie irgend ein Metall angehöre, sehen wir daraus, dasz wir die Kohlensäure schon in dem Kalksteine der Urgebirge, ehe noch eine Bildung von Pflanze oder Thier sich nachweisen lässt, in groszer Menge vorfinden. Das Eisen scheint allen Naturperioden und Naturreichen anzugehören. Die Kalk- und Kieselerde ebenfalls: doch so, dasz jene in der thierischen Natur, diese in der vegetabilischen vorzugsweise verbreitet ist. Der Stickstoff gehört, wie bekannt, vorzugsweise der thierischen Natur, ist aber durch seine Gegenwart in der Atmosphäre auch mit der anorganischen verbunden. Es verdienten gewisz diese und mehrere gemeinschaftliche Stoffe eine ganz eigene Untersuchung, blosz mit Rücksicht auf dieses gemeinschaftliche Vorkommen.

2. Es musz auch die einfache Reihe demselben Grade der Entwicklung gehören, z. B., in den von uns aufgestellten Reihen, derselben Stufe der Einfachheit oder Zusammengesetztheit.

3. Diese Bedingungen können nur dazu dienen, das was nicht zusammengehört von einander zu sondern, und in so weit sind sie als Wegweiser zu dem Wahren anzusehen. Sie werden aber auch unmittelbar erfüllt seyn, sobald man die rechte Wurzeleigenschaft einer Reihe entdeckt hat, wodurch sie eigentlich charakterisirt, und von andern unterschieden wird. Um diese Wurzeleigenschaft zu finden, musz man immer die blosz graduellen Eigenschaften ausschlieszen; weil eine Eigenschaft veränderlicher Grösze auch = Null werden, ja in die entgegengesetzte übergehen könnte. Eine Ausnahme hiervon würde doch eine abgeleitete Eigenschaft machen,

welche eine Function andrer wäre, von solcher Beschaffenheit, dasz ihr Minimum eine endliche Grösze wäre. Noch aber haben wir in der Chemie keinen Fall, wo wir dieses wüszen. Wo wir also eine solche sichere Kenntniz nicht haben, sind Eigenschaften, die nicht grösser oder kleiner werden können, z. B. dasz die chemischen Stoffe eine Affinitätsreihe mit einander bilden sollen, das vorzüglichste.

4. Hat man erst die Wurzeleigenschaft entdeckt, so findet man auch leicht eine damit zusammenhängende Hauptthätigkeit, die mit veränderlicher Grösze durch die Reihe hindurchgeht, wie z. B. Brennbarkeit in der ersten unserer Reihen. Man stellt nun den Körper, worin diese Kraft am meisten überwiegt, an das eine Ende der Reihe, den ihm an überwiegender Kraft am nächsten kommenden daneben, u. s. w. Es geht nun mit einer solchen Reihe wie mit einer abnehmenden arithmetischen: die abnehmende Grösze verschwindet nicht bloss nach und nach bis auf Null, sondern sie geht sogar in die entgegengesetzte über. So geht in unserer ersten Reihe die Anziehung zu den feuernährenden Stoffen zuletzt in die entgegengesetzte, die Anziehung zum Brennaren, und in der zweiten, von den Alkalien angefangen, die Anziehung gegen die Säuren, durch den Gleichgewichtspunkt, zuletzt in die Anziehung gegen die Alkalien über. Es darf uns also gar nicht wundern, in derselben Naturreihe entgegengesetzte Stoffe vorzufinden, es gehört vielmehr zu der Natur derselben. Es ist überhaupt kein Gegensatz ohne Bezug auf eine gewisse Gleichartigkeit möglich. So ist z. B. ein Gegensatz zwischen zwei in umgekehrter Richtung gezogenen Linien da, zwischen einer Linie und einer Fläche aber ist ein solcher Gegensatz unmöglich. Wegen dieses nothwendigen Gegensatzes ist die durchgreifende Eigenschaft unserer Reihen immer vermittelt zwei entgegengesetzter bedingt. In der ersten ist es die verbrennungshervorbringende Thätigkeit durch die brennbare und zündungfördernde Eigenschaft; in der zweiten ist es die neutralisirende Thätigkeit durch Alkalität und Acidität. Die dritte Reihe hat keinen recht charakteristischen Gegensatz, ausser dem der alkalischen und sauren Salze. Vielleicht wird doch eine durch neue Ansichten geleitete Untersuchung hier noch etwas bisher unbeobachtetes finden.

5. Die Aufstellung der Stoffe nach der Grösze der durchgreifenden Thätigkeit ist zwar das allgemeine Princip der innern Anordnung

der Reihen, es ist aber zu bemerken, dasz die grosze allgemeine Entwicklung sich wieder in Zweige getheilt hat. Diesen Sonderungen und ihrem Princip nachzuspüren, wird ein sehr verdienstliches Werk seyn, wozu aber noch gar viele Data fehlen. Zu wünschen wäre es aber doch, dasz *Steffens*, der schon mit wenigen Hülfsmitteln so viel hierin geleistet, mit den vielen hinzugekommenen Thatsachen einen neuen Versuch machen wollte.

Durch die hier aufgestellten Grundsätze für die Reihenanordnung dürfen wir hoffen, nicht blosz unsere Verfahrensart mehr als hinreichend erläutert und gerechtfertiget zu haben, sondern auch einige Veranlassung zur künftigen Anordnung der übrigen chemischen Gegenstände gegeben zu haben. Hier können wir noch eine Analogie nicht übergehen, welche sich durch die ganze Natur zeigt. Eben so wie es in der organischen Natur Gesetz ist, von dem blosz einzelne und sehr beschränkte Ausnahmen Statt finden, dasz sich nur Wesen derselben Art mit einander geschlechtlich verbinden, so giebt es auch in der anorganischen Natur Abtheilungen, welche die Stoffe mit ihren Verbindungen im allgemeinen nicht überschreiten. Und eben so wie es in der organischen Natur nur die entgegengesetzten Geschlechter sind, welche sich mit einander paaren, so sind es auch nur die entgegengesetztesten chemischen Stoffe, welche ihre Vereinigungen mit Kraft und Lebhaftigkeit bilden. Die also, welche die chemischen Verbindungen unter die Bedingung einer Verwandtschaft stellten, hatten doch von einer gewissen Seite einen richtigen Blick; und die, welche das chemische Vereinigungsbestreben mit der Liebe in der organischen Natur verglichen, nicht weniger. Man halte diese Aehnlichkeit ja nicht für zufällig und oberflächlich. Es liegt in dem Wesen der Dinge, dasz sich über die ganze Natur die entgegengesetzten Kräfte suchen müssen. Eine jede Kraft bedarf ihrer entgegengesetzten um ein Daseyn zu begründen, und, so lange kein Gleichgewicht erreicht worden, noch immer um sich diesem zu nähern, und so viel möglich ein in sich beruhigtes Ganzes auszumachen. Die verschiedenen Formen aber, worin sich diese Trennung, mit ihrem geforderten Zurückstreben zur Einheit, ausbildet, ist es die grosze Aufgabe des Naturforschers wo möglich zu ergründen.

DIE CHEMISCHEN KRAEFTE

Wir gehen nun zu der Untersuchung der chemischen Kräfte über, und fangen gleich mit der grössten und glänzendsten Erscheinung derselben, dem Feuer, an; weil darin zugleich, wie zu erwarten stand und das Folgende deutlich zeigen wird, die freiste und stärkste Thätigkeit der Kräfte Statt findet.

Die einzige Art der Verbrennung, worüber wir genaue Untersuchungen besitzen, ist die, welche in einer Vereinigung des brennbaren Körpers mit dem Oxygen besteht; wir werden also diese zur Grundlage unserer Untersuchung machen müssen. Der brennbare Körper hat eine chemische Anziehung, ein Vereinigungsbestreben gegen das Oxygen, und dieses auch gegen jenen. Wenn der brennbare Körper bis auf einen gewissen Grad verbrannt ist, so hat er die Fähigkeit, unter den gegenwärtigen Umständen weiter zu brennen verloren, welches man so ausdrückt, der Körper ist mit Oxygen gesättiget. Dieser Ausdruck aber heiszt mit andern Worten: die chemische Anziehung des brennbaren Körpers gegen das Oxygen ist nun so schwach geworden, dasz sie, unter den gegebenen Umständen, nicht mehr die der Vereinigung widerstehenden Kräfte aufzuheben vermag. Unter begünstigenderen Umständen mag die Verbrennung desselben Körpers noch weiter gehen, aber sie wird auch hier ihre Grenze finden; und so immer fort, so oft man eine neue Verbrennung möglich machen kann. Diese allgemein bekannte Thatsache zeigt uns offenbar, dasz die chemische Anziehung der brennbaren Körper zum Oxygen durch eine gewisse Thätigkeit desselben geschwächt und aufgehoben werden kann. Es giebt zwar einige Beispiele, wo die Körper durch Verbindung mit etwas Oxygen brennbarer zu werden scheinen, es ist dieses aber immer nur eine durch mehrere Umstände vermittelte Folge, wie z. B. eine bei dem ersten Verbrennungsgrade eingetretene Cohäsionsverminderung in dem brennbaren Körper, oder eine vermehrte Anziehung zum Wasser; denn es ist eine durch viele Erfahrungen bestätigte Thatsache, dasz die meisten Oxydationen durch Wasser sehr befördert werden. Bei luftförmigen Körpern kann auch die Verdichtung des brennbaren Körpers in Betrachtung kommen. Im allgemeinen ist es aber gewisz, und auch angenommen, dasz die Anziehung der brennbaren Körper zum Oxygen eben durch die Vereinigung mit demselben vermindert wird. Auf der andern Seite

begegnet dem Oxygen dasselbe; auch es kann wie bekannt mit dem brennbaren Körper gesättiget werden, das ist: durch die Verbindung mit demselben an chemischer Anziehungskraft dafür eine Abnahme erleiden. Die beiden Anziehungen der brennbaren Körper und des Oxygens sind demnach so beschaffen, dasz die eine die erscheinende Thätigkeit des andern aufhebt. Wir finden daher auch verbrannte Körper, worin weder die Brennbarkeit des einen, noch die zündungsfördernde Kraft des andern sich ohne Anwendung der stärksten Reagentien äuszert, wie z. B. die Kohlen-säure, worin man eben so vergeblich die meisten Körper zu verbrennen suchen würde, wie es selbst anzuzünden. Da wir aber Kräfte, welche einander aufheben, entgegengesetzte zu nennen pflegen, so werden wir auch hier die chemischen Anziehungen der brennbaren Körper und des Oxygens gegen einander so benennen.

Die Kraft, womit die brennbaren Körper das Oxygen anziehen, ist nicht das einzige Gemeinschaftliche, wodurch sie sich auszeichnen. Es giebt schon die gewöhnliche Anschauung dieses; und man brauchte nur die mit der Brennbarkeit immer vergesellschaftete grosze Wirkung auf das Licht als Beweis hiervon anzuführen. Noch mehr wird es sich aber in dem Folgenden bewähren. Der Ausdruck: Anziehung zum Oxygen, deutet daher nur eine sehr beschränkte Seite der allen brennbaren Körpern gemeinschaftlichen Thätigkeit an. Das Negative in diesem Ausdrücke ist wirklich der klaren Anschauung der Verhältnisse schädlich gewesen; wie wir denn auch sehen, dasz die Antiphlogistiker bei weitem keine so lebendige Vorstellung von der Brennbarkeit gehabt, wie die Phlogistiker. Wir werden daher einen andern Ausdruck für die allen brennbaren Körpern gemeinschaftliche Thätigkeit wählen, und dieselbe ganz einfach Brennkraft nennen. Es ist dieser Ausdruck, wie überhaupt ein jeder, der eine gewisse Allgemeinheit hat, ohne Erklärung allerlei Miszverständnissen ausgesetzt; ist diese aber einmal wie hier gegeben, so wird man ihn, obgleich nicht erschöpfend, doch hinreichend bedeutsam finden. Selbst wenn er nicht der Sache nach so nothwendig wäre, würde doch seine Kürze den Vorzug, den wir ihm gegeben haben, genugsam rechtfertigen. Aus demselben Grunde, woraus wir die Anziehung zum Oxygen mit einem eignen Namen bezeichnet haben, müssen wir dieses auch mit der Anziehung des Oxygens zu den brennbaren Körpern thun. In Ermangelung eines bessern werden wir diese Kraft die

feuernährende oder zündungsfördernde nennen, oder auch der Kürze wegen die Zündkraft. Dasz wir das Relative in diesen Ausdrücken, und die Möglichkeit, sie auch ganz umgekehrt zu gebrauchen, anerkennen, haben wir schon im Vorhergehenden an den Tag gelegt.

Wir werden also das schon Vorgetragene so ausdrücken: Die Verbrennung wird hervorgebracht durch das Vereinigungsbestreben der Brennkraft und der Zündkraft, welche sich einander wechselseitig aufheben, und daher entgegengesetzte Kräfte zu nennen sind.

Es versteht sich wohl von selbst, dasz wir hiermit gar nicht meinen etwas erklärt zu haben. Was diese Kräfte sind, oder ob sie etwas Selbständiges, oder bloz Modificationen von andern Kräften oder von Materien sind, lassen wir fürs erste ganz unausgemacht bleiben. Wir benutzen nur den Sprachgebrauch, eine jede thätige Eigenschaft eine Kraft zu nennen. Gewissermaaszen thun wir hier nichts anders, als bekannte Sachen in neue Ausdrücke zu fassen; sind diese aber einfacher und näher bezeichnend, so wird eine solche Verwandlung der Ausdrücke von ähnlichem Nutzen seyn, wie die in der Mathematik gebräuchlichen.

Die Aufhebung der Kräfte, wovon hier gesprochen wird, ist nun, wie schon vorher angedeutet, keine innere Vernichtung, sondern nur eine Beschränkung, wodurch die Aeuszerungen derselben unmerklich werden. Die entgegengesetzten chemischen Kräfte sind eben sowohl in einem verbrannten Körper zugegen, als die mechanischen in einem Körper, der durch entgegengesetzte Kräfte in Ruhe erhalten wird. Man sagt daher sehr passend, obgleich mit einem bildlichen Ausdrucke, von den chemischen Kräften, dasz sie sich einander binden. Aus diesem Zustande der Gebundenheit kann abermals, wie bekannt, die Kraft des einen Körpers durch die ähnliche eines andern, welche aber unter den gegebenen Umständen thätiger ist, befreit werden; so kann z. B. aus dem Kupferoxyde die Brennkraft des Metalls von dem Bande der entgegengesetzten Kraft im Oxygen durch die gröszere Brennkraft des Eisens befreit werden. Auf ähnliche Weise hat man sich den Erfolg aller Wahlanziehungen zu erklären. Ohne Aufhebung einer der Kräfte wird nie eine Trennung hervorgebracht werden können; denn die bloz Anziehung zweier Körper zu einem dritten würde nothwendig die Vereinigung beider mit demselben zur Folge haben.

Die Verbrennung der Körper durch Oxygen ist nicht bloß mit einer Aufhebung der Kräfte vergesellschaftet, die Körper gehen auch durch diese Verbrennung in eine andre Körperklasse, eine andre Affinitätsreihe über, indem im Allgemeinen kein verbrannter Körper sich mit den unverbrannten vereinigen lässt, wie wir schon in dem Vorhergehenden gesehen haben.

Einige Körper werden durch die Verbrennung in Alkalien, andre in Säuren verwandelt. Wir haben schon in dem Vorhergehenden gezeigt, was unter Alkali und Säure zu verstehen sey, und dasz sie sich ihre Eigenschaften wechselseitig aufheben. Benutzen wir nun den neuerlich angegebenen Sprachgebrauch, so müssen wir sagen, dasz das Thätige in den Alkalien und Säuren entgegengesetzte Kräfte sind. Die Neutralität, welche man auch die chemische Gleichgültigkeit nennen könnte, wäre also das Gleichgewicht beider Kräfte. Es entsteht aber nun die Frage: woher kommt es, dasz dieselbe Eine Operation zwei so entgegengesetzte Thätigkeiten hervorbringen oder entwickeln kann? Wir wollen es versuchen, diese Frage durch die Thatsachen selbst beantworten zu lassen, und stellen daher die Bedingungen, unter welchen Alkalität, und die, unter welchen Acidität hervorgebracht werden, neben einander auf.

1. Die Körper, welche durch die Verbrennung eine bedeutende Alkalität bekommen, haben die Eigenschaft, das Wasser leicht zu decomponiren, und demselben sein Oxygen zu entziehen. Bei den sieben neuentdeckten Metallen aus den Körpern, die man vormals ausschliesslich Alkalien und alkalische Erdarten nannte, ist dieses sehr auffallend. Auch der Zink, welcher sich im Wasser ziemlich leicht oxydirt, giebt dann ein Oxyd, welches eine nicht geringe neutralisirende Kraft besitzt. Das Eisen ist in einem ähnlichen Falle, obgleich in geringerem Grade als der Zink. Sein im Wasser hervorgebrachtes Oxyd wirkt auf die verhältnismässig grosze Menge Säure, womit es sich verbindet, noch immer mit ziemlich groszer neutralisirender Kraft. Die Fähigkeit aber das Wasser zu zerlegen, ist, dem Hydrogen darin sein Oxygen zu entziehen, und dieses ist offenbar ein Beweis groszer Brennbarkeit.

Die Körper, welche durch die Verbrennung in Säuren übergehen, zeigen eine sehr geringe Fähigkeit, das Wasser ohne andre Hilfsmittel zu decomponiren. Schwefel kann sehr lange unter Wasser liegen, ohne eine Spur von Decomposition darin hervorzu-

bringen. Phosphor wirkt ebenfalls nicht bedeutend auf das Wasser. Kohle auch nicht. Stickstoff, wenn wir einen so problematischen Stoff auch mit anführen dürfen, ist in demselben Falle. Selbst die beiden neuentdeckten Säurebasen, Fluoricum und Boracium, welche eine so grosze Brennbarkeit an der Luft zeigen, können mit Wasser ausgewaschen werden, ohne sich zu oxydiren. Der Arsenik kann unter Wasser lange aufbewahrt werden, ohne seinen Metallglanz zu verlieren, ungeachtet er an der Luft so leicht schwarz anläuft. Molybdän kann auch, nach *Buchholz*,¹ ohne sich zu oxydiren unter Wasser bewahrt werden. Schelium oxydirt sich wenigstens nicht merkbar während es im Wasser gewogen wird. Die übrigen Säurebasen der anorganischen Natur sind noch nicht hinreichend in dieser Hinsicht bekannt; aus dem aber was wir hier von den bekannten gesehen haben, dürften wir es wohl sehr wahrscheinlich finden, dasz auch das Chrom, und das Tantalium, im Wasser nicht sehr oxydirbar seyn können. Es ist merkwürdig, dasz die Oxydation dieser Körper, welche das Wasser so wenig decomponiren, an der Luft noch so leicht von Statten geht; doch bemerkt man dabei einen auszerordentlich groszen Einflusz der Wärme. Selbst der Phosphor oxydirt sich nicht an der Luft, wenn die Wärme zum Gefrierpunkt herabgesunken ist.

2. Vergleicht man unter einander die von den alkalisirbaren und säuerbaren Körpern aufgenommenen Oxygenmengen, so findet man solche im Allgemeinen bei diesen weit gröszer, als bei jenen. Die meisten ausgezeichneten Alkalien enthalten weniger als ein Viertheil ihres Gewichts an Oxygen, und kein einziges enthält davon die Hälfte. Bei den Säuren verhält sich dieses umgekehrt; in einigen derselben finden wir nahe an drei Viertheile von Oxygen, und in den allermeisten nicht weniger als die Hälfte.

3. Noch lehrreicher ist die Vergleichung verschiedener Oxyde desselben Körpers. Wir finden da, dasz die stärkste Alkalität sich in den Oxyden des ersten Grades zeigt. Die vollkommensten Oxyde mehrerer Metalle vereinigen sich gar nicht mit Säuren, wenn sie nicht einen Theil ihres Oxygens wieder abgeben können. Selbst an dem hyperoxydirten Kali sehen wir dieses. Die Oxyde aber von höhern Graden, welche noch Säure annehmen können, lassen sich davon mittelst weit schwächerer Kräfte trennen, als die

¹ [o: Bucholz.]

weniger gesättigten Oxyde: wie wir dies unter andern an dem schwefelsauren unvollkommneren und vollkommenen Eisenoxyd sehen, deren letzteres sich durch das Feuer sehr viel leichter decomponiren lässt, als das erstere. Die Acidität dagegen erscheint auf den höchsten Oxydationsstufen. Zwar findet man auch auf niederern Oxydationsstufen Acidität, aber auf den ganz niedern ist sie entweder sehr schwach, oder verschwindet ganz. In den Oxyden von Körpern mittlerer Brennbarkeit, worin nicht sehr viel Oxygen aufgenommen worden, findet man Alkalität und Acidität deutlich neben einander. Dieses sehen wir häufig an den Oxyden der ziemlich reducirbaren Metalle, welche sich mit Leichtigkeit sowohl in Alkalien als in Säuren auflösen. Es ist nur zu beklagen, dass wir über diesen Gegenstand noch so wenige Untersuchungen besitzen. Auch sehr brennbare Körper, mit vielem Oxygen vereinigt, wie im Wasser, können ein solches Gleichgewicht zeigen.

Aus allem dem Vorhergehenden erhellt es nun, dass die verbrannten Körper, worin die Brennkraft noch einiges Uebergewicht hat, Alkalien sind; die aber, worin die Brennkraft so ganz überwältigt ist, dass die Zündkraft ein bedeutendes Uebergewicht darüber haben muss, sind Säuren. Bei einem gewissen Gleichgewichte beider Kräfte findet man auch das Gleichgewicht der Alkalität und Acidität. Man muss aber nicht bloß auf dieses Verhältnisz Rücksicht nehmen, sondern auch zugleich darauf, dass die Kräfte durch das Verbrennen unter eine ganz andre Wirkungsform gekommen sind. Denn die Brennkraft, welche die Alkalität ausmacht, wirkt nicht als Brennkraft: die, welche die Acidität ausmacht, nicht als Zündkraft: sondern sie wirken als Alkali- oder Säurekraft in einer ganz andern Affinitätsreihe, der nemlich der Oxyde. In manchen Körpern sieht man die Kräfte in ihren beiden Formen in bedeutenden Erscheinungen neben einander auftreten; z. B. in dem Ammoniak die Brennkraft neben der Alkalität, in der Salpetersäure die Zündkraft neben der Acidität. In einigen gesättigten Oxyden, welche sehr desoxydabel sind, worin also die Zündkraft wenig durch die entgegengesetzte Anziehung zurückgehalten oder beschränkt ist, tritt sie ganz in ihrer Form als Zündkraft, ohne Zeichen der Acidität, hervor, wie wir es in den gesättigten Oxyden des Bleies, des Quecksilbers und des Mangans sehen. Die eine der Kräfte muss also durch die andre bis auf einen gewissen Grad beschränkt und herabgestimmt seyn, um alkalisch oder sauer zu wirken. Wie nun

diese Beschränkung, Herabstimmung, oder wie man es nennen will, die Kräfte in eine andere Affinitätsreihe versetzen könne, wollen wir fürs erste unerklärt lassen: uns begnügend gezeigt zu haben, dasz eine solche Veränderung der Wirkungsform in der That vorgeht. Um einen Namen für diese Verschiedenheiten zu haben, nennen wir die erste Wirkungsform, die der Unverbranntheit, die zweite, die der Verbranntheit. Wir können dann festsetzen: die Alkalität ist Erscheinung der Brennkraft, und Acidität Erscheinung der Zündkraft, beide unter der Form der Verbranntheit.

Wollen wir die Alkalität und Acidität in den Körpern richtig beurtheilen, so müssen wir die Intensität derselben wohl von ihrer Extensität unterscheiden. Jene wird aus der Leichtigkeit beurtheilt, womit das Alkali oder die Säure Hindernisse überwindet, oder der Trennung der Bestandtheile in Verhältnisz zu den Umständen widersteht; diese aus der Menge des entgegengesetzten Stoffes, welche dadurch gesättiget werden kann. Die Intensität beruhet auf dem Uebergewicht einer der beiden Kräfte, und auch die chemische Beweglichkeit, geringe Innigkeit der Verbindung. Die Extensität beruhet auf der Menge des Oxygens, wodurch die Brennkraft in einem Alkali, oder der Menge des Brennbares, wodurch die Zündkraft in einer Säure herabgestimmt worden ist. Wir sehen dieses, was die Alkalien betrifft, in der schönen von *Bergmann*¹ schon gemachten, von *Berzelius* aber so herrlich erweiterten Entdeckung, dasz die Menge der von einem Oxyde zu sättigenden Säure immer mit der Grösze der Dephlogistication (wie es *Bergmann* nannte) oder mit der Menge des eingesogenen Oxygens im Verhältnisse stehe. Nach diesem Grundsätze hat, wie bekannt, *Berzelius* die Menge des Oxygens im Ammoniak berechnet, und uns wirklich von derselben eine Gewiszheit gegeben, welche nahe an die durch ein Experiment unmittelbar erworbene grenzt. Was die Säuren betrifft, so scheint es auch nach den bisherigen Erfahrungen, und besonders nach *Berzelius* Versuchen, dasz die Neutralsalze, deren Säuren durch Erhitzung Oxygen verlieren, und das Alkali mit einer weniger oxygenhaltigen Säure zurücklassen, durch einen solchen Oxygenverlust ihre Neutralität nicht verlieren, und umgekehrt, dasz die Neutralsalze, welche wenig oxydirte Säuren enthalten, auch nicht aus der Neutralität herauskommen, wenn sie

¹ [o: Bergman.]

mehr Oxygen anziehen. Hieraus würde aber folgen, dass wenn man das Oxygen in einem Neutralsalze mit mehr von der brennbaren Grundlage vereinigen könnte, das Salz neutral zu seyn aufhören, und einen Ueberschusz von Säure zeigen würde, eben so wie, wenn man das Brennbare in dem Alkali mit mehr Oxygen sättiget, ein Ueberschusz von Alkali Statt findet. Die Sättigungscapacität käme also immer auf den Grad der Herabstimmung der Brennkraft oder Zündkraft an. Oder die Sättigungscapacität eines Alkali verhält sich wie die Oxygenmenge darin, die einer Säure aber wie die Menge des darin enthaltenen Brennbaren. Der letzte Theil dieses Gesetzes lässt sich nur bei Vergleichen der verschiedenen quantitativen Verhältnisse desselben brennbaren Stoffes anwenden. Es wäre nun aber die Frage, ob man nicht behaupten dürfte, dass die Sättigungscapacität der Säuren sich wie die Quantität der Brennkraft darin verhielte; wenn dieses angenommen werden könnte, so hätten wir ein Maasz der Brennkraft in den verschiedenen Körpern, welches uns sehr wichtig werden könnte. Die Brennkraft des Radicals einer Säure würde nemlich immer um so viel grösser seyn, je mehr Alkali dieselbe zur Sättigung brauchte, und je geringer die Menge des in der Säure enthaltenen brennbaren Radicals wäre; mit andern Worten die Brennkraft des Radicals würde immer = seyn der Sättigungscapacität der Säure, mit der Menge des brennbaren Radicals dividirt. Um die Berechnungen nach dieser Formel wirklich zu machen, werden wir wohl thun, erst die Vollendung der schönen Reihe quantitativer Bestimmungen zu erwarten, welche *Berzelius* angefangen; denn die bisherigen sind gar zu wenig genau. Wollte man z. B. das dargestellte Gesetz auf die Alkalien anwenden, und sagen: die Zündkraft im Oxygen eines Alkali ist = der Sättigungscapacität des Alkali mit der Oxygenmenge dividirt, so würde man nach der *Richterschen* Reihe für die verschiedenen Alkalien sehr ungleiche Grössen der Zündkraft des Oxygens finden, da doch diese Formel dem allgemeinen Gesetze zufolge immer dieselbe Grösze geben musz, indem die Sättigungscapacität des Alkali, welche dividirt werden soll, sich ja eben so verhält, wie die Oxygenmenge, welche den Divisor ausmacht.

Vergleichen wir nun nach diesen Grundsätzen die Alkalien, so finden wir, dass das Ammoniak ein grosses Uebergewicht der Brennkraft, eine grosse chemische Beweglichkeit und eine grosse Sättigungscapacität mit einander vereinigt, oder mit andern Wor-

ten: es hat sowohl eine bedeutende Intensität als Extensität der Alkalität. Die Möglichkeit, beides zu vereinigen, liegt in der groszen Brennkraft der Grundlage. Man wird auch die Wirkung seiner Alkalität sehr kräftig finden, wenn man nur bedenkt, wie sehr sie durch seine Flüchtigkeit fast überall Hinderungen erfährt. Das Kali hat eine bedeutende Intensität, mehr durch die vorherrschende Thätigkeit der Brennkraft, als durch die chemische Beweglichkeit, worin es doch auch unter allen schwerdesoxydirbaren Alkalien dem Ammoniak am nächsten kommt; es hat aber nur eine sehr geringe alkalische Extensität. Das Natron hat diese letzte Eigenschaft in höherem, die erste aber in geringerem Grade als das Kali. Der Baryt hat eine sehr geringe Extensität, aber auch eben darum, und weil sein Radical sehr brennbar ist, eine grosze Intensität, welche noch gröszer seyn würde, wenn nicht seine chemische Beweglichkeit nur klein wäre. Der Strontian hat mehr Capacität, weniger Intensität. Der Kalk verhält sich ebenfalls wieder so zu dem Strontian. Und endlich ist die Magnesia dasjenige unter allen schwerdesoxydablen Alkalien, welches die geringste Intensität mit der gröszten Capacität vereinigt. In den verbrannten Körpern, worin die Oxygenmenge im Verhältnisz zu der Brennkraft sehr grosz geworden ist, steigt auch die alkalische Capacität zu einem sehr hohen Grade; durch die geschwächte Intensität kommt es aber dahin, dasz sie nicht mehr die Selbständigkeit der Säuren (der Inbegriff aller Kräfte, womit die Säure in ihrem Zustande zu beharren strebt) zu überwinden vermögen, mithin nicht mehr als Alkalien erscheinen können. In den stärksten Säuren kann also noch eine alkalische Anlage seyn, und musz es auch, weil herabgestimmte Brennkraft da ist; aber die Intensität ist für unsere Beobachtung verschwunden. Aus demselben Grunde musz also auch in jedem Alkali, wegen des darin enthaltenen herabgestimmten Oxygens, eine saure Anlage daseyn, welche aber wegen der schwachen Intensität und groszen danebenstehenden Alkalität oft auszer aller Beobachtung fällt.

Was die Säuren, mit welchen wir hier zu thun haben, betrifft, so finden wir in der Fluszspathsäure eine sehr grosze Capacität neben einer höchstbedeutenden Intensität. Die letztere dieser Eigenschaften schlieszen wir aus der groszen Kraft, womit diese Säure von der schwachen Alkalität im Wasser angezogen wird, aus der groszen Festigkeit ihrer Verbindungen, und aus der Kraft,

womit sie die Kieselerde, worin doch die Cohärenz so grosz und die Alkalität so geringe ist, auflöst. Man musz daraus schlieszen, dasz ihre Basis sehr brennbar, aber hier auch mit sehr vielem Oxygen verbunden sey. Die neuern Entdeckungen haben uns hierüber noch nicht hinreichend aufgeklärt. Ueber die Salzsäure, wenn sie wirklich eine Verbindung aus Oxygen mit einem Brennaren seyn sollte, müssen wir ähnliche Schlüsse bilden. Doch steht sie der Fluszpathsäure sowohl an Intensität als Capacität nach. Die Kohlensäure hat eine grosze, der der Fluszsäure nahekommende Capacität; ihre Intensität aber ist schwach, wie wir an ihrer geringen Anziehung zum Wasser, der Decomponibilität ihrer Verbindungen durch Hitze, und ihrer schwachen Wirkung auf feste Substanzen sehen. Man kann dieses nicht alles ihrer Luftform zuschreiben, da die beiden vorigen ja auch luftförmig sind. Die Schwefelsäure hat eine geringe Capacität, aber eine bedeutende Intensität. Die Phosphorsäure hat beinahe dieselbe Capacität, aber eine weit geringere Intensität. Die Salpetersäure hat eine noch geringere Capacität, obaber ihre eigentliche Säureintensität gröszter ist, als die der Schwefelsäure, ist nicht so leicht zu bestimmen, da sich hier schon eine freiere Zündkraft als der Säure gehört zu äuszern anfängt. In der hyperoxydirten Salzsäure ist die Zündkraft noch freier, und hat daher um so viel weniger von der sauren Natur. Die schwefelichte und salpetrichte Säure, wie auch die oxydirte Salzsäure, sind von einer geringern Innigkeit der Verbindung, als die gesättigten Säuren derselben Radicale. Wir wollen dieses hier nicht zu erklären versuchen, sondern nur bemerken, dasz es daher rühren musz, dasz mehrere ihrer Wirkungen mit gröszerer Intensität geschehen.

Nachdem wir nun die Verbindungen der unverbrannten Stoffe mit dem einen äuszersten Gliede der Reihe betrachtet haben, können wir unsere Aufmerksamkeit auch auf ihre Verbindungen mit dem äuszersten Gliede der entgegengesetzten Richtung, wie auch auf andre Verbindungen derselben unter einander, richten. Bevor wir aber dieses thun, wollen wir erst eine Bemerkung über die Verbindungen und ihre Folgen im Allgemeinen machen. Die einfachste Art aller Verbindungen ist die, wenn zwei völlig gleichartige Massen mit einander vermischt werden, wie Wasser mit Wasser, Oehl mit Oehl. Man kann eine solche Mischung nicht eine mechanische nennen; denn ohne das Ineinandergreifen der eigen-

thümlichen Kräfte der Materie würde nie ein Zusammenhang, der zugleich Continuität wäre, zu Stande gebracht werden. Eine solche Verbindung geschieht nun ohne allen andern Widerstand, als den äusserst kleinen, den die Verschiebung der Theile ihr entgegengesetzt, und ohne andre Veränderung, als die räumliche. Vermischen wir nun andre Körper von einer sehr geringen Heterogenität, wie z. B. warmes und kaltes Wasser, so geht die Vermischung noch ohne groszen Widerstand (das ungleiche specifische Gewicht macht einigen) und ohne grosze Veränderung (nämlich nur die des Wärmegrads) vor sich. Nimmt man eine noch gröszere Differenz, z. B. Wasser und eine verdünnte Salzauflösung, eine Art von fettem Oehl mit einer andern, so ist die Verbindung noch sehr leicht, bringt aber auch nur sehr schwache Veränderungen hervor. Nimmt man zwei einander sehr ähnliche Metalle, wie Zinn und Blei, Gold und Kupfer, so ist der Fall noch so ziemlich derselbe. Die Gleichheit der Art, wie sie den Raum erfüllen, macht, dasz sie sich leicht an einander anschlieszen, oder dasz kein bedeutender Widerstand die beiden Stoffe hindert, sich über denselben Raum zu verbreiten. Diese Verbindungen geschehen also ohne grosze Vereinigungsbestrebung; denn die Kräfte werden durch die Verbindung nicht viel mehr befriedigt, als sie vorher waren; aber auch ohne merklichen Widerstand und Veränderung. Man könnte solche Verbindungen Aehnlichkeitsverbindungen nennen. Verbindet man Körper von gröszerer Heterogenität, so erhält man auch weit gröszere Veränderungen. So z. B. macht schon der Zusatz von ungefähr $\frac{1}{900}$ Arsenik das Gold spröde. Weniger entfernte Metalle macht es erst in etwas gröszeren Zuthaten spröde, wie wir an dem Zinn und dem Blei sehen. Auch von den andern sehr flüchtigen Metallen wird das Gold spröde, am wenigsten doch von dem Bleie, das ihm aber auch am nächsten steht. Dasselbe lässt sich auch auf das Silber anwenden: nur dasz das Blei, welches demselben so viel ähnlicher als dem Golde ist, auch darin noch geringere Veränderungen hervorbringt. Ueberall ist es offenbar, dasz der Arsenik einer von den Stoffen ist, die die übrigen Metalle am meisten verändern; und zugleich wissen wir aus andern Vergleichen, dasz er zu den äussersten der Reihe gehört. Das Antimonium nähert sich an sprödmachender Wirkung dem Arsenik sehr. Das Zinn abermals jenem. Das Blei bringt schon eine gröszere Anzahl dehnbarer Mischungen mit andern Metallen hervor. Es ist

hiebei interessant, dasz Kupfer, welches so wenig Blei enthält, dasz dieses darauf keine Wirkung äuszert, mit Gold verbunden es spröde macht. Man sieht da deutlich, wie das entferntere Metall durch das Blei spröder wird, als das weniger entfernte. Der Zink ist in einem ähnlichen Falle, nur giebt seine bekannte Verbindung mit dem Kupfer ein sehr dehnbares Gemisch. Dieses möchte bei dem ersten Anblick auffallen, weil der Zink in Absicht der Brennbarkeit und Sprödigkeit weit mehr von dem Kupfer absteht, als das Blei; wenn man aber bedenkt, dasz der Zink in seinem Verhältnisse zu den Säuren eine weit gröszere Aehnlichkeit mit den cohärenten, als mit den weniger cohärenten hat, so sieht man, dasz wir hier mit keiner Ausnahme zu thun haben. Der Schwefel verändert die Metalle noch mehr, und geht auch die Verbindung mit mehr Kraft ein. Wie bekannt, entwickelt sich in dem Augenblicke der Verbindung des Schwefels mit mehreren andern Metallen Licht und Wärme, so dasz man die Aehnlichkeit dieser Erscheinung mit der Verbrennung nicht hat verkennen können. Die Metalle, von welchen wir wissen, dasz sie eine solche heftige Verbindung mit dem Schwefel eingehen, sind: Kalium, Natronium, Eisen und Kupfer. Gewisz werden auch noch mehrere in demselben Falle seyn; wie weit aber die Metalle von dem Schwefel entfernt seyn müssen, um die Erscheinung der Licht- und Wärmeentwicklung zu geben, ist noch nicht ausgemacht. Dasz die Metalle von dem Schwefel in die zweite Affinitätsreihe herabgezogen werden, ist auch unläugbar; sie bleiben aber zugleich in der ersten, so dasz man eigentlich nicht sagen kann, dasz diese Verbindungen eine neue chemische Haupteigenschaft erhalten haben, sondern nur, dasz die Natur des Schwefels in dem Gemische die herrschende ist. Es verdiente aber genauer untersucht zu werden, ob es nicht möglich wäre, die Metalle mit einer äusserst geringen Menge Schwefel zu verbinden, eben so wie wir es mit dem Arsenik thun können; und dann würde es sich vielleicht zeigen, dasz der Schwefel die brennbarsten wenigstens in die zweite Reihe herabziehe.

Betrachten wir nun das Hydrogen. Dieser Stoff ist das äusserste bisher recht bekannte Glied unserer Reihe, auf der dem Oxygen entgegengesetzten Seite. Mit den brennbareren Metallen steht er zu sehr in dem Verhältnisse der Aehnlichkeit, als dasz er darin eine Veränderung der Affinitätsreihe hervorbringen sollte; von zwei seiner Verbindungen mit den weniger brennbaren Stoffen,

dem Schwefel und dem Tellur, wissen wir aber, dasz sie Säuren sind, und sich mit den Alkalien durchaus wie andre Säuren vereinigen. Es könnte zwar scheinen, als wenn man aus der Verbindung eines so sehr brennbaren Körpers, wie das Hydrogen, mit dem, im Vergleiche mit dem Oxygen, an Zündkraft nicht reichen Schwefel, eher ein Alkali, als eine Säure zu erwarten hätte; es scheint aber, dasz eben wegen der groszen Brennkraft in dem einen, und der nicht ganz unbedeutenden in der andern, die Brennkraft gar zu wenig beschränkt werden könne, um Alkali zu bilden: so dasz nur die beschränkte Zündkraft ihre Wirkung zweiter Ordnung darin zeigen, oder als Säure erscheinen könne. Wir können es nicht verhehlen wollen, dasz wir hier nur Vermuthungen geben; aber auf jeden Fall sind dergleichen Zusammenstellungen nicht ohne Nutzen für den Forscher. Die Ueberzeugung, dasz die Ursache der Acidität nicht ausschliesslich im Oxygen liege, sondern in allgemeiner verbreiteten Kräften, vermittelt welcher Körper sehr ungleicher Brennbarkeit auch saure Verbindungen hervorbringen können, hat uns schon vor mehreren Jahren Entdeckungen, wie die der Acidität des Tellurhydrurs, voraussehen lassen.¹ Wir läugnen übrigens gar nicht die Möglichkeit, in dem Schwefel und dem verwandten Körper Oxygen anzutreffen, wenn aber dieses einmal geschehen sollte, so wird man gewisz auch auf dem Wege seyn, dasselbe in dem Tellurium und Arsenik zu finden; und dann wird es sich gewisz auch zeigen, dasz es da auf eine andre Weise, als in den Alkalien oder Säuren enthalten ist. Nach einer solchen Entdeckung wäre es aber auch zu erwarten, dasz man in allen Metallen Hydrogen, oder besser, ein noch höheres allgemeines Brennbares, finden müszte; um so viel leichter aber würde man auch die Verschiedenheit dieser Verbindungsform von der der Verbranntheit unterscheiden können. — Werfen wir nun einen Blick auf das Vorhergehende zurück, so finden wir, dasz die Körper erster Reihe, in welchen wir entweder die Brennkraft, oder die Zündkraft als sehr überwiegend anerkennen, auch im ganzen genommen die ausgedehnteren, die specifisch leichteren sind. So auf der einen Seite das Ammonium, das Kalium, Natro-

¹ Siehe die oben angeführte Abhandlung über die Reihe der Säuren und Basen. Die dort gegebene hypothetische Theorie will der Verfasser hier nicht wiederholen. Sie stützt sich auf gar zu schwache Analogien; aber er behält sich noch vor, sie bei einer andern Gelegenheit näher zu beleuchten und zu prüfen.

nium u. s. w., auf der andern der Schwefel, der Phosphor, die Kohle, aber ganz besonders das Oxygen. Die Metalle aber, in denen eine Annäherung zum Gleichgewicht der Kräfte Statt findet, wie das Gold, das Silber u. s. w., zeichnen sich durch ihre Dichtigkeit und Feuerfestigkeit aus. Da aber noch andre Umstände auf diese Eigenschaften mitwirken, so wird es nicht möglich seyn, jedes Einzelne ohne weitere Aufklärungen auf dieses Gesetz zurückzuführen. Dasselbe gilt in der Reihe der Oxyde, wo aber doch eine grözere Körperzahl und mehrere scharfe Gegensätze uns die Arbeit erleichtern. Wir finden hier, dasz die Säuren, welche sich durch die mächtigsten Anziehungen zu den Alkalien auszeichnen, alle zu den flüchtigeren gehören, ja dasz sie vielleicht alle gasförmig seyn würden, wenn nicht die Anziehung zum Wasser sie verdichtete. So viel ist wenigstens gewisz, dasz unter den Säuren, welche mehrere Oxydationsgrade haben, die decomponibelsten, d. i. die, worin sich die Theile mit der geringsten Kraft angezogen hatten, auch die gasförmigen waren. Eben so wissen wir, dasz dasjenige Alkali, worin die Brennkraft besonders überwiegt, im wasserfreien Zustande eine Luft ist. Wichtiger aber werden noch die Verdichtungen, welche auf die chemische Vereinigung der entgegengesetzten Stoffe folgen. Eine jede Verbindung eines Körpers mit Oxygen giebt eine Verdichtung. Die geringste findet Statt, wenn sich das Oxygengas mit dem Brennaren verbindet, ohne sein Volumen zu verändern, in welchem Falle also die Contraction nicht grözser ist, als das Volumen des verbrannten Körpers. Wir sehen hievon in der Kohlensäure und schwefelichten Säure ein Beispiel. Sonst ist das gewöhnlichste, wie bekannt, dasz das Oxygen seine Luftform verläzt, und mit dem brennenden einen festen Körper bildet. Wir finden auch, dasz die aus Oxygen und einem Brennaren zusammengesetzten Körper fast allgemein härter und schwerschmelzbarer sind, als die festen Körper selbst, woraus sie entstanden; also um so viel mehr, als sie nach der Berechnung aus der Schmelzbarkeit des Oxygens (die auszerordentlich grosz ist) und der des brennbaren Körpers seyn sollten. Eben so verdichten sich auch die Alkalien und Säuren wechselseitig in ihrer Vereinigung. Wie bekannt bilden das Ammoniak und die luftförmigen Säuren feste Salze, worin die Bestandtheile an die tausend Mal mehr verdichtet sind, als in ihrem freien Zustande. Ueberhaupt findet man die Neutralsalze weit weniger flüchtig, als ihre Bestand-

theile. Auch härter und schwerschmelzbarer sind sie gewöhnlich: doch treten hiebei noch manche andre Umstände ein, welche es nach unsern bisherigen Kenntnissen nicht so leicht seyn möchte zu bestimmen. Mit mehr Zuversicht wagen wir aber darauf aufmerksam zu machen, dasz bei dem Neutralisationspunkt, wo ein ziemlich genaues Gleichgewicht der entgegengesetzten Kräfte Statt findet, auch der Wendepunkt der formenden Kräfte fällt. Es ist eben bei dem hiehergehörigen Mischungsverhältnisz, wo fast alle Salze die Krystallisation annehmen. Zwar giebt es hievon auch manche Ausnahmen, die gewisz dem Forscher einst herrliche Aufschlüsse über den Bildungstrieb in der anorganischen Natur geben werden; als Einwendungen gegen die Allgemeinheit dieser Regel aber können sie uns von keinem groszen Gewicht seyn, wenn wir bedenken, dasz unter den unendlich vielen Mischungsverhältnissen, bei welchen der Bildungstrieb hätte verweilen können, er doch nur in so wenigen Fällen den einzigen Punkt des chemischen Gleichgewichts vorbeigegangen ist. Man findet auch, dasz die chemischen Kräfte bei diesem Punkte gemeiniglich ausser Stande sind, einen bedeutenden Widerstand zu überwältigen; so findet man z. B. selten, dasz ein Alkali mehr von einer luftförmigen Säure zu verdichten fähig wäre, als eben die, welche zur Neutralisation nothwendig ist. Die Ausnahmen sind hier dieselben, wie die bei der Krystallisation. Dieses giebt uns um so viel mehr Hoffnung, bald das Gesetz zu finden, worunter sie alle stehen.

Wir haben nun aus diesem allem Grund zu schlieszen, dasz jede der beiden uns jetzt bekannten chemischen Kräfte für sich expansiv ist, dasz sie aber, durch ihre wechselseitige Anziehung, vereinigt eine contractive Wirkung hervorbringen.

Wir finden diese Kräfte in ihrem freiesten Zustande in der Reihe der unverbrannten Körper; und in diese fällt auch die gröszte Intensität einfacher chemischer Wirkung. Mehr gedämpft, aber doch mit bedeutendem Uebergewicht der einen Kraft über die andre, sehen wir sie in der Reihe der verbrannten Körper. Bis aufs äusserste geschwächt aber finden sich diese Kräfte in den Neutralsalzen. In keiner uns bisher genau bekannt gewordenen chemischen Verbindung finden wir etwas, wodurch wir genöthigt würden, noch andre Kräfte anzunehmen. Keine chemische Verbindung aber wird blosz durch zwei einander gegenüberstehende

Kräfte hervorgebracht, sondern durch eine doppelte Wechselwirkung derselben. Schon in der Reihe der unverbrannten Stoffe kann man keinen annehmen, worin eine der Kräfte allein wäre; denn ein solcher würde mit seiner unumschränkten Kraft sich mit einem jeden andern, worin nur eine Spur der entgegengesetzten wäre, gleich vereinigen, mithin nie isolirt bestehen können. Selbst im Oxygen und Hydrogen müssen wir also schon beide Kräfte annehmen. Wenn demnach ein Körper, A, erster Reihe, sich mit einem andern, B, derselben Reihe, verbindet, so wird die Brennkraft von A sich mit der Zündkraft von B, und die Zündkraft von A sich mit der Brennkraft von B vereinigen, und durch diese doppelte Thätigkeit wird die Verbindung zu Stande gebracht. Bei der Vereinigung der Alkalien und Säuren ist dieses noch deutlicher der Fall. Wir haben schon gezeigt, dass in jedem Alkali eine verborgene Acidität, und in jeder Säure eine verborgene Alkalität liege. Die Verbindung geschieht also vermitteltst beider. Durch die hervorstechenden Thätigkeiten werden immer die Wirkungen angefangen werden, auf die Innigkeit der Wirkung werden aber die verborgenen Thätigkeiten einen groszen Einfluss haben. Die Untersuchung über diesen Gegenstand wird für die Theorie der Salze von groszer Wichtigkeit seyn; insbesondere wird sie bei der Bestimmung des Geschmacks, der Auflösbarkeit, der Sättigung über den Neutralisationspunkt hinaus, der Krystallisation, gewisz gute Dienste leisten. Hier wollen wir nur noch bemerken, dass jede der alkalischen oder sauren Thätigkeiten schon durch die Wechselwirkung der entgegengesetzten Kräfte entstanden ist, und daher eine andre Wirkungsart hat, als die reine Brennkraft, oder die reine Zündkraft haben würde. Es ist also begreiflich, dass der ganze Vorgang der chemischen Wirkung in der zweiten Körperreihe sehr von dem in der ersten verschieden seyn musz. Noch deutlicher werden wir dieses fühlen, wenn wir bedenken, dass eigentlich alle chemische Eigenschaften der Bestandtheile, nur unter einer andern Form, in den chemischen Vereinigungen der Stoffe streitend mit auftreten. Die Vereinigungsbestrebungen der Neutralsalze müssen, wegen der groszen Beschränkung der Kräfte, noch weit schwächer, als die in der vorigen Reihe seyn. Auch musz die Wirkung, wegen Vereinigung von wenigstens zwei Alkalien und Säuren, um so viel verwickelter seyn. Wir brauchen aber für unsern gegenwärtigen Zweck nur die allgemeine Bemerkung, dass, um diese der bloszen

Cohäsion so ähnliche Verbindungen zu verstehen, keine andre Kräfte nöthig sind, als die Anziehungen der Säuren und Alkalien, welche schon durch andre ähnliche Anziehungen beschränkt sind.

In unserer ganzen Untersuchung der chemischen Wirkungen trafen wir also keine andre Kräfte an, als die beiden, die Brennkraft und die Zündkraft. Beide sind für sich ausdehnend, in ihrer Vereinigung aber zusammenziehend. Durch diese Zusammenziehung sehen wir die verschiedensten Cohäsionsgrade bewirkt, so dasz wir, wenn wir auch gleich nicht jedes einzelne dabei vorkommende Verhältnisz bestimmt erklären können, doch keinen Grund haben daran zu zweifeln, dasz sie durch diese Kräfte bestimmt werden. Hier sind wir nun bei einem sehr wichtigen Punkte angelangt, einem Punkte nämlich, wo die mechanischen und chemischen Kräfte in ihrer Einheit erscheinen. Zum mechanischen Bestehen der Materie ist erforderlich: eine ausdehnende Thätigkeit, um den Raum zu erfüllen: und eine zusammenziehende, um die Raumerfüllung zu begrenzen. Jene finden wir in beiden chemischen Kräften, diese in der wechselseitigen Anziehung derselben. Die Cohäsion ist nur eine Erscheinung dieses durch die ganze Materie hindurchgehenden Zusammenhaltens. Die bestimmtern Formen der Cohäsion, als Starrheit, Flüssigkeit, Luftform, sind nur Modificationen, welche zum Theil von der Einfachheit der Wirkungsform der Körper im Raume abhängen, zum Theil von der chemischen Beweglichkeit, deren Erscheinung, wie wir nachweisen werden, die Wärme ist. Selbst die Anziehung und Zurückstoszung, welche wir in den electrischen und ähnlichen Erscheinungen bemerken, werden sich leicht auf die hier aufgestellten Kräfte zurückführen lassen; denn wenn man die verschiedenen Theile eines Raumes betrachtet, worin eine ausdehnende Thätigkeit Statt findet, so müssen diese nothwendig als einander zurückstoszend erscheinen, ja die sich im Raume verbreitende ausdehnende Thätigkeit selbst musz, mit Rücksicht auf die verschiedenen Punkte des Raumes betrachtet, auf sich selbst zurückstoszend zu wirken scheinen, man mag sich nun über das Innere dieses Vorganges erklären wie man will. Jede der Kräfte musz also auf sich selbst zurückstoszend wirkend erscheinen, aber aus ähnlichen Gründen als die entgegengesetzte anziehend.

Aus unserer ganzen Untersuchung ergibt es sich also:

- 1) dasz die Brennkraft und Zündkraft die letzten chemischen Kräfte sind, worauf alle unsere Versuche zurückweisen;
- 2) dasz sie ebenfalls die letzten mechanischen Kräfte sind, zu deren Annahme uns alle unsre Untersuchungen der bewegenden Kräfte hinleiten;
- 3) dasz wir sie also als die allgemeinen Grundkräfte der Körperwelt ansehen können.

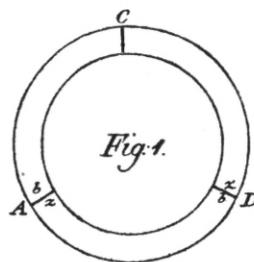
Die folgenden Theile unserer Untersuchung werden dieses Resultat noch weiter bewähren, wie auch nähere Ansichten über die Art und Verbreitung dieser Kräfte geben. Uebrigens wollen wir, wo wir von Grundkräften sprechen, nichts weiter damit sagen, als das einfachste Thätige und Wirkende, was in unsern Erfahrungen durchscheint, bezeichnen. Was diese Kräfte ursprünglich sind, gehört der eigentlichen speculativen Philosophie zu ergründen. Das höchste, wohin wir auf unserm Wege kommen können, ist dieses, dasz jene Kräfte als Gegensätze abermals ihre höhere Einheit haben müssen. Aber auch dieses fällt nicht in unsere Bahn, sondern bestimmt sie nur, wie ein unsichtbarer Mittelpunkt. Wer lieber aus einem andern Punkte den Kreis betrachten mag, wird auch noch von dort die Gesetzmäßigkeit darin entdecken; oder, ohne Bild zu sprechen, welche Ansicht einer auch von der Natur dieser Kräfte habe, mag er jede derselben sogar an eine eigenthümliche, feine Materie knüpfen, er wird noch immer mit uns die Reihe von Naturgesetzen durchforschen können, welche wir hier aufzustellen versuchen werden.

CHEMISCHE KETTENWIRKUNG

Wir werden nun auch die unter dem Namen der galvanischen so bekannten Wirkungen leicht mit unserer ganzen Ansicht der chemischen Kräfte in Verbindung setzen können. Wir wollen die wichtigsten Thatsachen derselben betrachten, und sehen, wie wir sie jetzt aus der Natur der chemischen Kräfte verstehen können.

Der bekannteste aller hiehergehörigen Versuche ist, dasz wenn man zwei verschiedene Metalle von sehr ungleicher Brennbarkeit, auf der einen Seite unter einander, auf der andern mit Wasser in

Verbindung setzt, so wird das brennbarere der Metalle schneller oxydirt, als es auszer einer solchen Verbindung geschehen würde. Setzt man noch eine Säure hinzu, wodurch die Oxydation des brennbareren der beiden Metalle befördert wird, so geschieht die Wirkung mit weit grösserer Schnelligkeit, und nun entwickeln sich auch an dem weniger brennbaren Metalle Luftblasen, welche aufgefangen und untersucht werden können, und als Hydrogengas befunden werden. Ohne eine solche Verbindung, wo ein jeder Körper mit dem andern eine Grenze gemein hat, lässt sich eine solche Kraftvermehrung nicht hervorbringen. Es ist dieses die galvanische Kette aus Körpern der anorganischen Natur zusammengesetzt; aber wir können sie auch mit eben dem Rechte die chemische Kette nennen, und sie mit der Lehre von den chemischen Kräften unmittelbar in Verbindung zu setzen suchen.



Wir erklären uns dieses nun so: ACD (Fig. 1.) stelle eine solche Kette vor, worin AC das brennbarere Metall, CD das weniger brennbare, und AD das Wasser ist. Es wirkt nun eine ungleiche Anziehung von Brennkraft und Zündkraft auf das Wasser. Es wird also eine Zertheilung in dem Wasser vorgehen. Die Zündkraft desselben wird gegen das Metall hingezogen werden, worin die Brennkraft das grösste Uebergewicht hat: seine Brennkraft hingegen, von diesem Metall abgestoszen, um das andre herum vorherrschend werden. Das Metall aber bleibt hierbei selbst nicht ruhig, sondern die Zertheilung der Kräfte, welche schon wegen ihrer ersten Ungleichartigkeit da war, wird durch die Anziehung von beiden Seiten noch vermehrt. Der zündungsfördernde Bestandtheil des Wassers wird zugleich mit der Zündkraft desselben bei A angesammelt, und trifft da noch das brennbarere Metall mit vermehrter Brennbarkeit an; es verbindet sich also damit, und verlöscht daher auf einen Augenblick den Gegensatz, der aber sich gleich darauf durch neue Ansammlung der Kräfte von beiden Seiten wieder herstellt. Eben so wird nun an dem entgegengesetzten Metall, worin die Zündkraft verhältnismässig mehr überwiegend ist, und noch durch die Anziehung der Brennkraft im Wasser vermehrt wird, sich auch der brennbarere Bestandtheil des Wassers anhäufen, und, indem er als Luft weggeht, immer einen Theil der Zündkraft des Metalles mit sich führen,

wodurch denn auch hier der Gegensatz, eben wie auf der andern Seite, abwechselnd gehoben und wiederhergestellt wird.

Betrachten wir nun genauer das Innere dieses Vorganges, so sehen wir, dass die Brennkraft von *A* aus, durch die ganze flüssige Masse abgestoszen wird, bei *D* aber von dem *z* des Metalls angezogen. Selbst aber stöszt auch hier das *b* des Wassers das *b* des Metalls weiter ab, wodurch es sich in der Richtung *DCA* dem Punkte *A* nähern musz, wo es noch von dem *z* des Wassers angezogen wird, und dieses wieder anzieht. Auf diese Weise herrscht eine beständige Verbreitung der Brennkraft in der Richtung *ADC*, und eine eben solche der Zündkraft in der Richtung *ACD*. Würde dieser Kreislauf der Kräfte irgendwo unterbrochen, so würde dadurch alle merkbare Kraftvermehrung aufhören. Man stelle sich nur den Kreis in *C* geöffnet vor, so würde das von dem *b* des brennbareren Metalls abgestoszene *z* sich bei *C* anhäufen, und vermittelt seiner Anziehung gegen das *b*, wie auch Abstoszung gegen das *z*, im Wasser, das Fortschreiten der Wirkung stöhren. Ein ähnlicher Vorgang, nur mit der entgegengesetzten Lage der Kräfte, würde in *CD* Statt finden. Die Trennung der Kette wird auf jedem Punkte eine ähnliche Stöhrung der Wirkung zur Folge haben.

Die Unterbrechung der Kette geschieht aber nicht bloz durch einen leeren Raum, sondern gewöhnlich durch einen mit andern Körpern angefüllten, oder, was dasselbe heiszt, durch einen andern Körper. Nicht aber ein jeder andrer Körper unterbricht die Kette.¹ Trennt man die beiden Metalle durch ein andres Metall, oder durch Kohle, Reiszblei, gesättigtes Manganoxyd, so setzt sich die Wirkung noch immer fort; unterbricht man sie aber durch Glas, Harz, oder durch die meisten Salze und Metalloxyde, so hört die Wirkung gänzlich auf. Dasselbe gilt auch bei der Unterbrechung des Wassers. Diese kann durch eine andre Wassermasse geschehen, worin Säuren, Alkalien oder Salze aufgelöst seyn können; es kann auch durch die concentrirtesten Säuren geschehen, die wir kennen, wenn sie flüssig sind. Man kann leicht die getrennten Wassermassen durch Heberöhren, welche mit diesen Flüssigkeiten gefüllt sind, aufs neue in Verbindung setzen, und so die Wirkung wiederher-

¹ Die Versuche, wovon hier gesprochen wird, lassen sich besonders gut durch Zink, Silber und verdünnte Salz- oder Schwefelsäure anstellen. Sobald die Kette zu wirken anfängt, erscheinen Luftblasen an dem Silber. Mit reinem Wasser statt der Säuren ist der Erfolg zu langsam und oft gar nicht zu beobachten.

stellen. Man kann aber auch die Wassermassen durch Metalle verbinden, und wird sogar durch weit dünnere Cylinder davon als von irgend einer Flüssigkeit die Kette schliessen können. Ueberall wird man finden, dass nicht alle diese Körper zu der Schliessung mit gleichem Erfolg angewandt werden können, oder mit andern Worten, dass nicht alle Körper die Kettenwirkung mit gleicher Leichtigkeit durchlassen. Die Metalle können in dünne Dräthe ausgezogen angewandt werden, und das Durchlaufen einer langen Strecke darin schwächt die Wirkung nicht bedeutend. Die Heberöhren aber, worin man die verbindenden Flüssigkeiten einschlieszt, müssen viel weiter seyn, und die Länge derselben hat einen groszen vermindernden Einfluss. Wir nennen nun die Körper, welche die Wirkung der chemischen Kräfte mit Leichtigkeit durchlassen, gute Leiter derselben; die aber, welche sie schwer durchlassen, schlechte. Mehrere Körper stehen in Absicht der Leitungsfähigkeit zwischen jenen Klassen in der Mitte, und können also mittlere Leiter genannt werden. Wir haben nun mit diesem allen nichts gesagt, was nicht schon von dem Galvanismus bekannt wäre; es hat sich hier aber gezeigt, dass nichts verhindere, diese Wirkung als eine reine chemische Kettenwirkung zu betrachten. Auch der Begriff der Leitung selbst ist uns in der Chemie nicht fremd, so dass wir also um so viel weniger scheuen dürfen, ihn auch unmittelbar auf die chemischen Kräfte anzuwenden. Uebrigens wäre es vielleicht noch schicklicher, die Kettenwirkung wegen des Kreislaufs der Kräfte die chemische Kreiswirkung zu nennen.

Es ist zur Bildung eines solchen chemischen Kreises durchaus nothwendig, dass ein Leiter da sey, welcher sich indem er leitet zugleich zerlegt, damit nicht die Bedingungen von allen Seiten gleich werden, und ein Gleichgewicht zu Stande gebracht werde. Denn wenn alles übrige gleichgesetzt wäre, bloss die Brennkraft ungleich, so setzen wir z. B. in Fig. 1. die überwiegende Brennkraft in $AC = u$, die in $CD = u + x$, die von $AD = u + x + y$, wobei nur zu bemerken ist, dass wenn nicht die Brennkraft in AC überwöge, sondern die Zündkraft, so wäre u eine negative Grösze; man wird dann die Wirkung von AC und CD auf AD vermittelst der Ungleichheit ihrer Brennkraft haben $= u + x - u = x$, wodurch in der Richtung AD angezogen wird. CD und AD werden auf dieselbe Weise mit der Kraft y in der Richtung CA oder AD wirken. Die Wirkung in dieser Richtung wäre demnach $= x + y$. Die Wir-

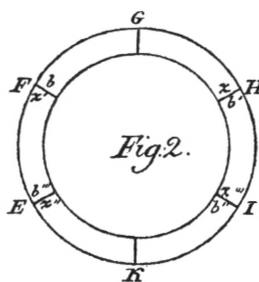
kung aber von AC und AD ist $= x + y$ in der entgegengesetzten Richtung. Alles würde sich dem zufolge ganz aufheben, wenn nicht ein andres Verhältnisz mit einträte. Dieses ist nun die Zerlegung des Leiters, welche wir aber in der Folge als Wirkung einer vielfältig schlechtern Leitung als der metallischen darstellen werden. Es möchte hiebei sehr auffallend erscheinen, dasz das Wasser der einzige Körper zu seyn scheint, der diese Eigenschaft eines Leiters zweiter Art (wie es *Volta* genannt hat) besitzt, indem alle hiehergehörige Körper wasserhaltig sind. Es ist aber zu bemerken, dasz alle verbrannte Körper, welche nicht vortreffliche Leiter sind, im festen Zustande sehr schlecht leiten, im flüssigen aber entweder Wasser enthalten, oder eine sehr hohe Temperatur haben. Vielleicht würde man in höhern Temperaturen auch Kreiswirkung ohne Gegenwart des Wassers erhalten; nur sind hier die Versuche sehr schwer anzustellen.

Bringt man einen festen Leiter zwischen zwei wasserhaltige flüssige, in denen er das Wasser decomponiren kann, so aber doch, dasz er sich in dem einen leichter oxydirt als in dem andern, so wird der Theil, welcher mit der meist oxydirenden Flüssigkeit in Berührung steht, als der brennbarere wirken. Enthält aber die eine Flüssigkeit kein Wasser, oder doch nichts, was unter den gegebenen Umständen sich decomponiren lässt, so wird das Metall sich als der brennbarere, und die Säure als der weniger brennbare Körper verhalten, und das Wasser sich zwischen beiden zerlegen.

Bringt man zwei Metalle von sehr ungleicher Brennkraft in genaue Berührung in der Luft, so wird auch hier ein verändertes Verhältnisz der Kräfte hervorgebracht. Man kann beide zusammen nun als einen Körper ansehen, worin die Brennkraft ungleich vertheilt ist. Die Brennkraft wird wegen ihrer Anziehung selbst auf die Grenzen der einen Seite hervorgezogen, und die entgegengesetzte Kraft in dem entgegengesetzten Theil überwiegend. Wie bekannt zeigt sich diese Wirkung vermittelst des electricischen Condensators, und nur durch anziehende und zurückstosende Kräfte. Um zerlegt zu werden ist die Luft, ohne Beihülfe der Wärme, ein zu schlechter Leiter.

Wir könnten noch viele andre merkwürdige Verhältnisse aus der Natur der einfachen chemischen Kreiswirkung ableiten, wenn wir sie nicht noch vollkommner in der zusammengesetzten sähen.

Um die Lehre von dieser einzuleiten, wollen wir nur noch eine Thatsache der einfachen Kette betrachten, welche gewissermaßen den Uebergang zu der zusammengesetzten macht. In Fig. 2. stelle FG ein brennbareres, GH ein weniger brennbares Metall vor. FE und HI sind zwei gleichartige Massen eines flüssigen Leiters, EKI ein Metall. Da der flüssige Leiter mittelst eines festen verbunden ist, so macht das Ganze eine wirksame Kette aus. Von dem brennbarsten Punkte b des zusammengesetzten festen Leiters wird die Zündkraft und der zündende Bestandtheil gegen z' hingezogen, wogegen der brennbare von b abgestoszen, und gegen b' hingezogen wird. Auf dem Wege aber begegnet dieser brennbarere Bestandtheil dem festen Leiter EKI , wo er nicht durchkommen kann, wo er aber zugleich die von b aus angezogene Zündkraft in z'' antrifft; er ist also in b''' unter denselben Bedingungen, worunter er in b' seyn würde, er wird also als Luft erscheinen. Aus ähnlichen Gründen wird auch in b'' sich Brennkraft ansammeln, und in z''' der zündungfördernde Bestandtheil der Flüssigkeit, welcher sich in den meisten Fällen mit dem Metalle in b'' vereinigt. Diese Erscheinung wird man schwerlich bemerken können, wenn man nicht Zink und ein sehr wenig brennbares Metall als feste, verdünnte Salz- oder Schwefelsäure als flüssigen Leiter braucht; dann hat man aber sie auch deutlich genug, um sie zu untersuchen.



Wäre nun EKI ein aus einem mehr brennbaren Körper KI , und einem weniger brennbaren KE zusammengesetzter fester Leiter; FGH aber ein einfaches Stück Metall, so würde auch hier die Brennkraft in b , die Zündkraft in z das Uebergewicht bekommen, und dieselben Luftentwicklungen auch Statt finden, als wenn FG ein brennbareres, GH ein weniger brennbares Metall wäre. Hieraus ersieht man denn, dass wenn FG und IK beide brennbarere, GH und EK beide weniger brennbare Metalle wären, so würde jedes dieser Glieder in dem andern die Vertheilung hervorbringen, welches schon in demselben vorher vermöge dessen Zusammensetzung vorhanden war; d. i. das eine dieser Glieder wird die Wirkung des andern verstärken. Dieses macht also schon eine zusammengesetzte chemische Kreiswirkung. Dieselbe Schlusart lässt sich auch auf so viele Glieder wie man will anwenden. Die

Wirkung einer solchen zusammengesetzten Kette nimmt nun zu, wie die Zahl der Glieder, nur mit der Beschränkung, welche die Verminderung der Leitungsfähigkeit durch Vermehrung der Glieder leidet.

Wir werden nicht in die weitere Untersuchung aller bei diesen Wirkungen Statt findenden nähern Bestimmungen eingehen. Ihre Beschaffenheit und ihr Zusammenhang mit den Grunderscheinungen sind zu bekannt. Es war hier bloß die Absicht uns zu überzeugen, daß die Erscheinungen, welche wir galvanische nennen, sich wirklich aus den chemischen Kräften ableiten ließen; und selbst zu diesem Zwecke wäre vielleicht, nachdem wir die chemischen Kräfte als anziehend und abstoßend dargethan hatten, eine kürzere Hinweisung auf die Thatfachen zureichend gewesen, wenn wir nicht des vollkommneren Zusammenhanges wegen, und um das nähere Verhältniß so viel als möglich zu ergründen, weiter gegangen wären. Wir wollen uns nun aber begnügen einen Blick auf die wohlbekanntere Wirkung des chemischen Kreises zu werfen, bloß um es uns recht nahe vor die Augen zu rücken, wie sehr sie unsere Ansicht der chemischen Kräfte bestätigt.

Wie bekannt, ist die wahre Form der chemischen Kreiswirkung wirklich ein Kreis. Einen Körper der Einwirkung dieses Kreises auszusetzen, ist eigentlich, denselben mit als Glied in die Kette einzufügen. Man nimmt nur ein flüssiges Glied weg, welches nach der gewöhnlichen Bauart, wo der Kreis gerade gemacht, und nicht durch ein Metall geschlossen wird, schon geschehen ist, und läßt das brennbarere Metall der einen Seite, und das weniger brennbare der andern sich in Dräthen endigen, welche man mit einer beliebigen Flüssigkeit in Verbindung setzt. Wenn wir die Dräthe daran von anderm Metall machen, so ist dieses eine kleine Störung oder Beförderung der Wirkung des Ganzen, die nur wegen ihrer Geringfügigkeit ausser Acht gelassen werden kann. Auch bringt die Natur des flüssigen Leiters eine Veränderung in der Wirkung der Kette hervor, welche aber nicht auf die Art, sondern nur auf die Größe der Wirkung des Ganzen einen Einfluß hat. Betrachten wir nun die ganze chemische Wirkung des Kreises, so finden wir, von dem flüssigen Leiter ausgehend, daß die Stoffe, worin die Zündkraft überwiegend ist, von dem weniger brennbaren Metalle zu dem brennbareren gezogen werden; die aber, worin die Brennkraft vorherrschend ist, in der umgekehrten Richtung. Nimmt

man nun reines Wasser in dem Beobachtungsgliede, so wird daraus, wie bekannt, der zündungsfördernde Bestandtheil (das Oxygen) gegen die brennbare Seite, der brennbare Bestandtheil aber (das Hydrogen) gegen die weniger brennbare Seite geschieden. Nimmt man ein aufgelöstes Metalloxyd, das nicht zu den allerschwer-reductibelsten gehört, so wird das Metall in seinem brennbaren Zustande gegen den Leiter mit überwiegender Zündkraft gezogen, das Oxygen aber, oder auch eine kleine Menge Metall mit viel Oxygen, an den entgegengesetzten Leiter angezogen. Durch sehr starke Ketten und wenig feuchte Oxyde, werden sogar noch stärkere Reductionen hervorgebracht. Nimmt man endlich ein Salz, so wird auch hier das Gesetz bestätigt: das Alkali wird von dem Leiter mit überwiegender Zündkraft angezogen, die Säure aber von dem entgegengesetzten. Dieses geschieht noch durch weite Räume von Flüssigkeit, ja sogar durch verschiedenartige, so dasz das Salz nicht mit beiden Leitern, ja nicht einmal mit einem in Berührung zu seyn braucht, wenn nur durch andre Flüssigkeiten der Kreis geschlossen wird. Selbst durch Körper, welche eine ziemlich grosze Anziehung zu einem Stoffe haben, kann er vermittelst dieses groszen Kreislaufs durchgeführt werden. Nur wenn er in dem Durchgange eine beinahe unauflösliche Verbindung, welche zu Boden fällt, hervorbringt, wird der Uebergang meistens oder ganz gehindert. Wir sehen also auf der einen Seite Alkalien und brennbare Körper, auf der andern Säuren und den zündungsfördernden Stoff von denselben Kräften angezogen, wie es schon aus unserer allgemeinen Ansicht der gewöhnlichen chemischen Vorgänge folgte. Wir sehen, dasz diese Trennungen durch Anziehungen und Abstosungen erfolgen, welche sogar durch feste Körper hindurchgehen, und ohne dasz einer von den beiden getrennten Körpern mit irgend einem wahrnehmbaren Stoff, eine neue Vereinigung einzugehen brauchte. Wir sehen endlich hier die chemischen Kräfte bis zu einem solchen Grade verstärkt auftreten, wie sie sonst kaum auf irgend eine Weise hervorzubringen sind, und wenigstens nie in dieser Reinheit; wir haben also die vollkommene Ueberzeugung, dasz die Kräfte, welche wir für die chemischen Hauptkräfte angesehen haben, dieses wirklich sind.

Die Kreiswirkung giebt uns nun auch eine Gelegenheit, die Natur dieser Kräfte weit genauer zu untersuchen; denn schon in der einfachen Kreiswirkung erscheinen sie als Anziehungen und

Abstosungen, weit mehr aber zeigen sie diese Eigenschaft in der zusammengesetzten; denn sobald man nur einen Kreis von einigermaßen starker Wirkung öffnet, so dasz also nur eine höchst unvollkommene Schlieszung durch die Luft zurückbleibt, so erscheinen diese Anziehungen und Abstosungen deutlich genug. Ihre vollkommene Gleichheit mit den durch Reibung hervorgebrachten electricen Anziehungen und Abstosungen, ist schon hinlänglich bewiesen. Wir werden also diese in unserer Untersuchung zu Hülfe nehmen.

DIE ELECTRISCHEN KRAEFTE ALS CHEMISCHE BETRACHTET

Wir wissen jetzt, dasz wir in den electricen Wirkungen dieselben Kräfte wiederfinden, welche auch die chemischen Wirkungen hervorbringen, und zwar in ihrer freisten nach auszen gerichteten Thätigkeit. Wir wollen nun unsere Betrachtung von dieser freisten Wirkungsform anfangen, um zu sehen wie sie durch verschiedene durchlaufene Grade wieder die Insichgekehrtheit der chemischen Form annehmen könne. Damit aber die Untersuchung eine desto grözere Unabhängigkeit gewinne, wollen wir sie durchaus so führen, als wenn wir von der chemischen Seite aus bisher nichts über den Ursprung der electricen Wirkungsform bestimmt hätten, und werden daher mit den Resultaten der reinelectricen Untersuchungen anfangen, um nach und nach zu den chemischen überzugehen.

Es ist bekannt, dasz in den electricen Wirkungen zwei verschiedene Eigenschaften sich thätig zeigen, die so beschaffen sind, dasz sie einander wechselseitig in ihren Erscheinungen aufheben. Als thätige Eigenschaften nennen wir sie auch Kräfte, ohne ihre Natur damit weiter bestimmen zu wollen, und wegen der gegenseitigen Aufhebung nennen wir diese Kräfte entgegengesetzt. In dieser mathematischen Bedeutung werden wir, den gewöhnlichen Sprachgebrauch annehmend, die, welche Glas mit Seide gerieben giebt, die positive nennen, die aber, welche die Seide hiedurch erhält, die negative. Wir nehmen ferner an, als durch bekannte Erfahrungen bewiesen, dasz jede der electricen Kräfte auf sich selbst zurückstoszend wirkt, auf die entgegengesetzter Art aber anziehend. Es können sich daher diese beiden Kräfte gegen-

seitig so binden, dasz keine sich durch irgend ein äuszeres Zeichen kennbar machen kann; und ein Körper könnte also eine unermessliche Menge davon lange unentdeckt enthalten. Brächte man aber einen solchen Körper in die Nähe eines electricischen, so würde, durch die Anziehung der in diesem vorherrschenden Kraft gegen die entgegengesetzte, und deren Abstoszen gegen dieselbe Art, jenes Gleichgewicht bald gehoben seyn, und die positive Kraft in einem, die negative in einem andern Theil des vorher unelectrischen Körpers das Uebergewicht gewinnen, zwischen beiden aber müszte eine Gleichgewichtszone daseyn; sobald aber der electricische Körper darauf zu wirken aufgehört hat, werden auch die Kräfte, durch ihre eigene wechselseitige Anziehung, sich langsamer oder schneller ins Gleichgewicht setzen. Wenn aber auch umgekehrt ein Körper durch die blosze Annäherung an einen electricischen eine solche Vertheilung zeigt, aber, entweder sogleich, oder nach und nach, wenn der electricische Körper zu wirken aufgehört, in das Gleichgewicht zurückgeht, so müssen wir von ihm annehmen, dasz er die beiden Kräfte, nur im Gleichgewicht, schon vorher enthielt. Nun ist aber dieses Verhältnisz allen Körpern gemein; also müssen wir annehmen, dasz alle Körper die electricischen Kräfte, nur durch das Gleichgewicht unmerklich, enthalten.

Wenn ein Körper, der durch die Annäherung an einen electricischen die so eben beschriebene Kraftvertheilung erlitten hat, demselben weiter genähert wird, so verstärkt sich dadurch der Gegensatz. Der dem electricischen nächste Theil erhält immer mehr und mehr von der entgegengesetzten Electricität, und der entferntere von derselben Art, die der electricisirte Körper selbst hat. In einer gewissen Nähe endlich, die für einen jeden Leiter verschieden ist, wird ein Theil der Electricität in dem ersten Körper die entgegengesetzte, von ihm selbst hervorgerufene, in dem zweiten Leiter aufheben, und nur die der seinigen gleiche in dem entfernteren Theil zurücklassen. Diese aber wird auch stark genug seyn, um mit der in dem ersten Körper zurückgebliebenen das Gleichgewicht zu halten; denn ehe es dahin gekommen ist, wird immer der zuerst electricisirte Körper noch mehr von der entgegengesetzten Electricität anziehen und so das Gleichgewicht wieder aufheben. Es hat daher ganz das Ansehen, als ströme die Electricität aus dem einen Körper in den andern ohne weiteres über.

Nach diesem Anscheine hat man bekanntlich diese Uebergangsweise die durch Mittheilung genannt, im Gegensatz der ersten, welche nicht ohne Grund Vertheilung genannt worden ist. Auf jeden Fall hat man ein Recht, die Sachen nach dem bloszen Anschein zu benennen, wenn man nur anerkennt, dasz der Ausdruck keine tiefere Bedeutung haben soll; mehr die Sache selbst bezeichnend würde es vielleicht seyn, die sogenannte Mittheilung, Electricisirung durch Ausgleichung, zu nennen. Doch es kommt hier nicht sehr auf den Ausdruck an, wenn man nur die Sache nicht übersieht, dasz nämlich ein Körper, der von einem andern Electricität zu bekommen scheint, eigentlich etwas von einer der seinigien verliert, und durch die Art, die er zurückbehalten, electricisch erscheint. Sollte man sich diese Wahrheit noch weiter versinnlichen wollen, so denke man sich nur einen, an dem einen Ende mit einer Spitze versehenen, Körper dem electricirten mit zugekehrter Spitze gegenüber gestellt; man weisz dann, und kann es im Dunkeln auch sehen, dasz die Spitze eben die Electricität ausströmt, welche der des electricirten Körpers entgegengesetzt ist; der Körper mit der Spitze aber dieselbe Electricität, wie der zuerst electricirte Körper, zurückbehält. Der Franklinianer wird sich hierüber ganz anders ausdrücken; wir sprechen in dieser Sache eigentlich nicht mit ihm. Seine Theorie hat das Verdienst, die erste Darstellung der electricischen Grundgesetze gegeben zu haben, und dieses wird immer bleiben; die Willkührlichkeit aber, womit man einer der Thätigkeiten eine so ganz andre Würde zuschreibt als der andern, musz unserer Darstellung, welche von gar keiner hypothetischen Ursache ausgeht, gegenüber, noch gewagter erscheinen: und so hat sie sich gegen uns, nicht wir uns gegen sie zu rechtfertigen. Uebrigens wird er sich mit uns über das meiste in dem Folgenden verständigen, besonders in so weit es blosz electricische Gesetze angeht. Man wird nämlich nach einer jeden der angenommenen Theorien gestehen müssen, dasz immer eine Vertheilung der Mittheilung vorangeht.

Wenn also eine der electricischen Kräfte sich durch den Raum verbreitet, so geschiehet dieses so, dasz sie gleich in der nächsten Zone die entgegengesetzte Kraft anziehet, diese bindet, und selbst davon wiederum eine Verminderung erleidet, wodurch nun also die nächste Zone wirklich das Uebergewicht derselben Kraft, die sich verbreitet, erhalten hat, selbst aber eine neue Zone der ent-

gegengesetzten erregt, um sie doch auch wieder aufzuheben, u. s. w. Man könnte dieses dadurch ausdrücken, dasz man sagte: die Electricität verbreitet sich undulatorisch. In den guten Leitern heben sich diese Gegensätze so geschwinde, dasz keine Wahrnehmung davon möglich ist; in den schlechten Leitern aber kann man sie mit dem Electrometer entdecken, und viele durch einander erregte Abwechselungen von + E und - E darin entdecken. Wenn die electricische Wirkung in einem guten Leiter Spuren hinterlassen hat, in welchem Falle er aber auch nicht als guter Leiter gewirkt hat, so sieht man auch Beweise der Abwechslung der Kraftzonen. Ein Metalldrath z. B., welcher durch die Electricität geschmolzen ist, erscheint immer in kleinen Perlen oder Kügelchen, worin ausgedehntere und zusammengezogene Zonen also mit einander wechseln. Wenn man einen Metalldrath durch eine starke electricische Ladung in Dampf verwandelt, und diesen auf einem untergelegten Stück Papier auffängt, so legt er sich darauf in so regelmäßigen Abtheilungen an, dasz die Verbreitung der Electricität darin deutlich abgebildet erscheint.

Es folgt also aus der Natur der Sache, und der Augenschein giebt es, dasz die Verbreitung der electricischen Kräfte nur in einer abwechselnden Stöhrung und Wiederherstellung des innern Gleichgewichtes der Kräfte besteht. Hieraus ergiebt sich zugleich, dasz die electricischen Kräfte nur durch sich selbst (nämlich durch andre electricische Kräfte) geleitet werden. Wer aber die Ueberzeugung mit uns theilt, dasz es eben diese Kräfte sind, vermittelt welcher der Raum körperlich wird, musz diesen Ausdruck mit dem gewöhnlichen, dasz die Körper die Kräfte leiten, doch gleichgeltend finden.

Die Leitung ist also nach dieser Ansicht eine innere Veränderung in den Kräften der Körper selbst: eine innere Veränderung der Kräfte verdient aber eine chemische genannt zu werden. Nur sind die hier beschriebenen Veränderungen darin von den chemischen verschieden, dasz sie nur vorübergehend sind, indem die Gegensätze durch die eigene Anziehung der Kräfte wieder verlöscht werden. Je langsamer sie die Electricität annehmen, je langsamer geschieht auch dieses Verlöschen. Der schlechteste Leiter verharret also am längsten in dem Zustande, in welchen er einmal versetzt worden. Gäbe es also einen vollkommenen Nichtleiter, und gäbe es ein Mittel, diesen electricisch zu machen, so würde man dadurch

eine dauernde innere Veränderung hervorbringen. Dieses scheint nun zwar eine vollkommene Unmöglichkeit, beiden Bedingungen nach. Es käme aber darauf an, ob wir nicht finden könnten, dass Körper unter gewissen Umständen für dieselbe Kraftmenge Nichtleiter seyn könnten, für welche sie sonst einige Leitungsfähigkeit besitzen. Um dieses zu untersuchen, werden wir die Natur der electricischen Kraftverbreitung noch genauer untersuchen müssen.

Da jede der electricischen Kräfte auf sich selbst zurückstoszend wirkt, so kann auch eine Kraft für sich in einem Leiter nicht zur Ruhe kommen, ehe sie zu der Grenze desselben gekommen ist. Wir sehen dieses aus der Natur der Sache folgende Gesetz auch in der Erfahrung bestätigt, wo man es so ausdrückt: Die Electricität verbreitet sich nur auf der Oberfläche der Körper. Sobald aber die beiden Kräfte anziehend auf einander wirken, so durchdringen sie auch leicht das Innere der Körper.

Wir müssen überhaupt die freie Verbreitung der Electricität von der gezwungenen wohl unterscheiden. Jene geschieht durch die selbstständige Thätigkeit einer der Kräfte, sowohl durch ihre Ausdehnungskraft, als durch die Anziehung der entgegengesetzten, in so weit diese sich im Gleichgewichte befindet, und über den ganzen umgebenden Raum gleichförmig verbreitet ist, oder in so weit die durch äuszere Ursachen aus ihrem Gleichgewichte gekommenen Kräfte sich durch eigene Anziehung darin wieder zurückversetzen: diese aber findet da Statt, wo eine freie entgegengesetzte Kraft die zu verbreitende anzieht, oder wo auch die Kraft selbst, vermittelst Hemmungen und Ungleichheiten im Raume, sich selbst einen solchen anziehenden Gegensatz erweckt. Beispiele der gezwungenen Leitung sehen wir sowohl in der electricischen Ladung als Entladung, wie auch in den Condensatorwirkungen.

Die Leitung der Electricität wird durch ihren Grad und ihre Quantität bestimmt. Der Grad wird durch die Stärke der Anziehungen und Abstosungen gemessen, wozu man das Electrometer braucht. Man könnte diese Eigenschaft die Stärke (die Intensität) der Electricität nennen; man hat sie auch die Spannung genannt. Die Menge der Electricität wird durch die Oberfläche gemessen, welche sie bis auf einen gewissen Electrometergrad electriciren kann. Alles übrige gleichgesetzt, musz sich die Menge also wie die Oberfläche verhalten; die Stärke aber (alles übrige, also auch

die Mengen, gleichgesetzt) muss in irgend einem umgekehrten Verhältnisse des Raumes seyn. Die electricische Wirkungsgrösze ist natürlicher Weise in einem zusammengesetzten Verhältnisse der Stärke und Menge.

Es ist einleuchtend, dass die Electricität sich desto mehr im Raume verbreiten muss, je mehr Stärke sie hat. Wir sehen dieses auch in der Erfahrung an einem isolirten Körper, welcher in der freien Luft immer eine mit seinem Electrometergrade im Verhältnisz stehende Menge von Electricität verliert. Dieser Verlust aber rührt ja von der Leitungskraft der Luft her; man kann also auch sagen, dass die Leitungsfähigkeit der Luft sich wie die Stärke der zu leitenden Electricität verhalte. In Medien, welche nicht luftförmig sind, lässt ein solcher Versuch sich zwar nicht anstellen; man sieht aber doch aus unzähligen Erfahrungen, dass schwächere Electricität da isolirt ist, oder nur vertheilend wirkt, wo eine stärkere sich frei verbreiten würde, und Ausgleichung Statt finden.

Eine unendlich schwache Electricität würde also von einem jeden Körper isolirt werden, weil kein Körper ein absolutvollkommener Leiter ist. Es wird demnach für die sehr schlechten Leiter Stärken der Electricität geben, welche sie vollkommen isoliren.

Je grösser die Menge der Electricität ist, um so viel schwieriger wird die vollständige Leitung derselben; denn in demselben Grade wie die Electricitätsmenge in einem gegebenen Leiter vermehrt wird, in demselben Grade wird auch die Abstoszung darin anwachsen müssen, und so einen Widerstand leisten, welcher für gegebene Umstände immer sein Grösstes haben muss. Je schlechter der Leiter ist, oder je länger die sich verbreitende Electricität in jedem Punkte verweilen muss, um so viel weniger wird er auch in einer gegebenen Zeit ableiten können. Wenn wir nun zwei verschiedene Leiter vergleichen, so müssen wir immer zwei Electricitätsmengen ausmitteln können, welche sie in gleicher Zeit leiten müssen. Im Verhältnisz gegen diese sind sie nun gleich gute Leiter, so ungleich sie sich auch gegen gleiche Mengen verhalten mögen. Setzt man aber die Stärke der Electricität in beiden ungleich, in dem besseren Leiter geringer, so wird man noch leichter einen Punkt treffen, worin sie einander gleich sind. Man wird also für einen jeden Leiter eine so geringe Stärke und so grosse Menge der Electricität finden können, dass sie von demselben isolirt wird. Uebrigens ist es einleuchtend genug, dass die innere Thätigkeit in

zwei solchen durch verschiedene Umstände gleichen Leitern sehr ungleich, und in dem besseren Leiter die grösste ist. Aber auch in dieser Rücksicht kann man eine Gleichheit bewirken. Es ist nemlich offenbar, dasz eine gleiche Stärke den besseren Leiter in eine gröszere innere Thätigkeit setzt, als den schlechteren. Man musz also für diesen eine Electricitätsstärke finden können, welche ihn an innerer Thätigkeit mit jenem gleich setzt. Diese Grundsätze werden sich in dem Folgenden vollkommen bestätigen.

Wollen wir nun durch eine erzwungene Leitung die Körper in einen innern Thätigkeitszustand versetzen, woraus sie sich nicht wieder selbst durch eigene Leitung herauszuziehen vermögen, oder wollen wir chemisch wirken, so müssen wir also die Menge in ein gleiches, den Grad aber in ein ungleiches Verhältnisz zu der Leitung setzen. Die kleinste Menge mit dem grössten Grade finden wir in dem Funken von dem gewöhnlichen Leiter einer Electrisirmaschine. Dieser wird daher auf die schlechtesten Leiter anzuwenden seyn. Gröszer findet man die Menge im Verhältnisz zu der Stärke in der electricischen Batterie; sie ist daher auf gröszere Leitungen anzuwenden. Zwischen diesen beiden Verschiedenheiten ist übrigens kein groszer Sprung, da man mit einem groszen Leiter einer sehr kräftigen Maschine sich der Wirkung der Ladung sehr nähert. Ein sehr groszer Sprung aber ist von der Wirkung der Reibungselectricität zu dem der Berührungselectricität; denn die Menge der Electricität ist darin, bei einer kaum merklichen Stärke, ungeheuer. Bekanntlich fand *van Marum*, dasz eine Voltaische Säule die grosze *Teilersche*¹ Batterie in einem unmerklichen Nu bis zum vollständigen Gleichgewichte lud, und dasz die grosze *Teilersche* Electrisirmaschine, die gröszte bisher bekannte, die Umdrehung einiger Minuten brauchte, um eben soviel auszurichten. Die Wirkung einer gewöhnlichen Voltaischen Säule wird daher für schlechte Leiter null seyn, für bessere aber um so beträchtlicher.

Vergleichen wir nun hiemit die Erfahrungen: auf Marmor, Kalkspath, Gyps, Witherit, Strontanit, bringt der electriche Funke, wie *Simon* gezeigt hat, nicht blosz einen Strich hervor, sondern macht auch, dasz das Alkali darin vorherrschend wird. Man sah dieses vorher als eine blosze Sprengung auf der Oberfläche an; jetzt wird man doch nicht umhin können, es als eine chemische Wirkung anzuerkennen. Man findet auch, dasz die Electricität desoxydirend

¹ [o: Teyler.]

auf Metalloxyde wirkt; an Metallen findet man umgekehrt durch starke Funken, oder noch mehr durch Entladungen, Oxydation hervorgebracht; die nähern Bedingungen sind noch nicht gründlich untersucht.

Lässt man electriche Funken durch Terpentinöhl schlagen, so entwickelt sich daraus sogleich eine Luft, und das Oehl nimmt nach und nach eine braune Farbe an. Die Leiter müssen sich aber dabei auszerordentlich nahe stehen. Andre Oehle geben ähnliche Resultate.

Ammoniak als Luft, wie auch Wasserdämpfe, werden bekanntlich durch den electriche Funken zersetzt.

Auf alle diese Körper wird die electriche Säule wenig oder gar nicht wirken.

Lässt man die Reibungselectricität auf Wasser wirken, so bieten sich die lehrreichsten Umstände dar. Setzt man den Leiter der Maschine vermittelst eines andern Leiters mit dem Wasser in vollkommene Verbindung, so erhält man durchaus keine Zerlegung desselben. Lässt man dagegen Entladungsschläge aus einer geladenen Flasche darauf wirken, oder sehr grosze Funken aus dem Leiter einer Maschine, so erhält man Luftentwicklung. Mit weit weniger Kraft erlangt man aber eine Zerlegung, wenn man in einer Röhre mit Wasser zwei isolirte Leiter, wovon nichts als die Spitzen entblöszt sind, einander gegenüber stellt; denn nun wird die angewandte Menge genöthiget, auf einen weit engern Raum zu wirken, welcher sie nicht mehr zu leiten vermag. So erhält man denn das Oxygen und Hydrogen in Luftform aus dem Wasser ausgeschieden.

Diese Wirkung nun hat die Berührungselectricität mit der Reibungselectricität gemein; aber sie bringt sie hervor ohne Isolation, und bei so geringer Intensität, dasz dieselbe oft nur durch einen guten Condensator deutlich gemacht werden kann. Es ist begreiflich, dasz sie bei einer so geringen Stärke gar nicht auf die schlechtern Leiter wirken kann. Selbst das Wasser ist ihr noch nicht ein hinreichend guter Leiter, um darin ihre gröszte Wirkung hervorzubringen; durch hinzugesetzte Alkalien, Säuren oder Salze, wodurch die Leitung bedeutend vermehrt wird, steigt auch ihre Wirkung ansehnlich. Nur die höchsten Grade der Leitung verbrannter flüssiger Körper, wie der concentrirten Schwefel- oder Salpetersäure, scheinen ihr weniger günstig zu seyn.

Wie bekannt, bringt die electriche Säule alle chemische Wir-

kungen hervor, sowohl Oxydationen und Desoxydationen, als auch Anziehungen der Alkalien und Säuren, worauf wir uns denn auch früher, nur in einem andern Zusammenhange, berufen haben. Man kann wohl aber nicht einen Augenblick anstehen, die Kräfte, welche alle chemischen Wirkungen hervorbringen, die chemischen Kräfte zu nennen. Wir sind so von zwei verschiedenen Seiten, von der Betrachtung der chemischen Wirkungen aus, und von der der electricen, auf dieselbe endliche Folge gekommen: dasz die chemischen und electricen Wirkungen durch dieselben Kräfte hervorgebracht werden. Da wir aber auch finden, dasz die mechanische Raumerfüllung von denselben herrühren könne, und in dem Folgenden dieselben Kräfte auch in allen andern Wirkungen der Körper sehen werden, so ist es nothwendig, dasz wir uns hüten, alles mit einander zu vermischen. Wir werden also die electriche Wirkung, die chemische, die Wärmewirkung, das Licht, nicht mit einander zusammenwerfen, sondern wir werden sie alle als verschiedene Wirkungsformen der beiden allgemeinen Kräfte betrachten. Die Formen gehen aber auch durch manche Stufen in einander über. So ist die eigentliche electriche Grundform: die freie Verbreitung beider Kräfte durch ihre Ausdehnungs- und Anziehungskraft. In der electricen Ladung ist diese schon mehr mit dem In sich seyn der chemischen Wirkungsform vermischt. Noch mehr geschieht dieses in den electrophorischen Wirkungen, und endlich kommt man zu dem vollkommnen Gebundenwerden der Kräfte in den electricen Sprengungen, Luftdecompositionen, Oehlzersetzungen, Wasserzersetzung u. s. w. Um aber genauer den Unterschied der Wirkungsformen zu erkennen, wird es nothwendig seyn, auch die übrigen betrachtet zu haben. Am nächsten aber nun liegt uns hier die Wärme.

HERVORBRINGUNG DER WAERME UND DARAUS ABGELEITETE GESETZE DERSELBEN

Seit dem man grosze Mengen von electricen Kräften zu behandeln gelernt hat, weisz man auch, dasz sie oft Wirkungen hervorbringen, welche denen der Wärme gleich sind. Diese Erscheinung hat die Physiker auf viele widersprechende Theorien geleitet. Einige haben diese wärmeähnlichen Wirkungen gar nicht für

wahrhaft identisch mit denen der Wärme halten wollen, sondern haben geglaubt, dass die Electricität selbst Schmelzungen hervorbringe, und auch Zerreizungen, welche durch ihre Aehnlichkeit mit den Dämpfen täuschen könnten. Andre äuszerten die Vermuthung, dass die electricischen Erschütterungen mechanisch aus den Körpern Wärme entwickelten. Wieder andre haben gemeint, dass die electricischen Materien Wärme als Bestandtheil enthielten. Am leichtesten würde man sich hier die Erklärung machen, wenn man zwei electricische Materien annehmen wollte, welche als zwei unbeschreiblich feine Gasarten zu betrachten wären, die durch ihre wechselseitige Anziehung sich verdichten, und so ihren enthaltenen Wärmestoff von sich geben. *Winterl* äuszerte zuerst die glückliche Idee, dass der Wärmestoff durch die Vereinigung der Principien der Alkalität und Acidität hervorgebracht werde, welches zwar noch nicht ganz das Rechte trifft, aber uns auf dem geradesten Wege dahin führt. Wir wollen hier nicht alle jene unhaltbare Vorstellungen einer Kritik unterwerfen, die Darstellung des wahren Verhältnisses, worin wir einige wenige widerlegende Bemerkungen einstreuen werden, musz hinreichend seyn sie zu widerlegen.

Wir wollen mit einer Reihe von Thatsachen anfangen.

Lässt man die Electricität durch einen Körper wirken, welcher sehr vollkommen leitet, so bemerkt man keine Spur von Wärmeentwicklung.

Wendet man also Metalldräthe zur Leitung einer gewissen Electricitätsmenge an, so wird man immer einen so dicken wählen können, dass er dadurch gar nicht merklich erwärmt wird. Nimmt man ihn nun dünner, so wird durch dieselbe Electricität einige Wärme hervorgebracht werden; und man findet leicht eine Dünneheit, bei welcher der Drath durch die Electricität einen Augenblick glüht, und nachher seiner Elasticität beraubt ist, als ob er zwischen Kohlen geglühet wäre. Nimmt man einen noch dünneren Drath, so schmilzt er in kleine Kügelchen. Ein noch dünnerer endlich wird in Dampf verwandelt. Durch eine electricische Batterie lässt sich dieses am bequemsten zeigen, obgleich auch die Funken sehr groszer Maschinen Dräthe schmelzen können. Nicht an einem jeden Metall lassen sich alle diese Gradationen mit gleicher Leichtigkeit nachweisen, an Eisendräthen gelingt es sehr leicht. Bei einigen Metallen aber scheint der Verdampfungspunkt dem Schmelz-

punkt so nahe zu liegen, dasz man diesen nur schwer zu treffen vermag, sondern fast immer in jenen übergeht.

Mit gleichem Metalldrath kann man auch vermitteltst verschiedener Electricitätsmengen dieselbe Stufenreihe durchlaufen. Wenn man mit einer Batterie von bestimmter Grösze einen gegebenen Drath schmelzen kann, so wird man diesen durch eine grözere in Dampf verwandeln.

Durch verschiedene Grade der Ladung einer gegebenen Batterie kann man auch die hervorgebrachte Wärme modificiren; es ist aber dabei zu bemerken, dasz die vermehrte Stärke, wenn die Wirkung nachher auf einen gewissen Raum beschränkt wird, eine vermehrte Menge giebt.

Aus diesem allen scheint zu folgen, dasz um so viel mehr Wärme hervorgebracht wird, je schwieriger die Electricität durch einen Körper geleitet wird, wofern er sich nur von ihr durchdringen läszt.

Dieses wird noch weiter dadurch bestätigt, dasz ein besserer Leiter bei weitem nicht so leicht durch Electricität schmilzt, als man nach den Versuchen mit den schlechteren erwarten sollte. Kupfer z. B., welches ein besserer Leiter ist, schmilzt weit schwerer als Eisen. Blei und Zinn schmelzen auch sehr viel schwerer, als man nach ihrem Schmelzgrade in dem Ofenfeuer erwarten sollte. Man musz aber in den Betrachtungen über diese Versuchen, wie *Ritter* zuerst bemerkt hat, auch nicht auszer Acht lassen, dasz wir hier mit bestimmten Quantitäten von Kräften zu thun haben, und also die Schmelzbarkeit nicht allein nach dem Schmelzgrade, sondern nach dem Producte aus demselben und der Wärmecapacität zu beurtheilen ist. Durch diese Bemerkungen nun wird *van Marums* Behauptung, dasz die Schmelzungen durch Electricität und durch Wärme ganz verschiedener Art wären, weil die Ordnung der Schmelzbarkeiten in beiden nicht gleich ist, widerlegt. Ebenfalls ist es einleuchtend, dasz die Meinung, die Wärme in den electrischen Erscheinungen werde aus den beiden sich vereinigenden electrischen Materien entwickelt, sich nicht mit diesen Erfahrungen vereinigen läszt; denn sonst müszte man auch in den Leitern von grözserem Umfange bei dem Durchströmen der Electricität bedeutende Wärme wahrnehmen. Um nur etwas bestimmtes zu nehmen, wollen wir aus *van Marums* Versuchen ein Beispiel wählen. Eine Batterie von 45 Quadratfusz Belegung schmolz ihm 84 Zoll Eisendrath zu $\frac{1}{240}$ Zoll Durchmesser, aber nur einen halben Zoll

zu $\frac{1}{75}$ Zoll Durchmesser. Die geschmolzene Masse war also in dem dünnen Eisendrathe ungefähr 16mal so grosz als in dem dickeren. Dieser Versuch, der nur einer unter vielen ähnlichen ist, beweiset deutlich genug, dasz es nicht blosz auf die Verbindung einer gewissen Kraftmenge, sondern auf die Art ihrer Verbindung ankommt.

Andre Versuche von *van Marum* bestätigen noch weiter unsere Ansicht. Er versuchte erst die Electricität der groszen *Teilerschen* Maschine durch einen Kupfercylinder leiten zu lassen, worin er ein Thermometer gestellt hatte. Dieses stieg während der ganzen Leitung gar nicht. Darauf machte er denselben Versuch mit einem Cylinder aus Holz, und fand, dasz darin das Fahrenheitsche Thermometer nach drei Minuten lang fortgesetzter Leitung von 61° bis auf 88° gestiegen war. Nach 5 Minuten war es bis auf 112° gekommen.

Auch durch das Ausströmen der Electricität aus einer Spitze oder kleinen Kugel in die Luft, wurde durch die *Teilersche* Maschine bedeutende Wärme hervorgebracht. Das Fahrenheitsche Thermometer wurde hiedurch von 63° bis auf 102° gebracht. In einer bis auf $\frac{1}{60}$ verdünnten Luft, welche nach der gewöhnlichen Meinung zwar in dem einzelnen Punkt ein besserer Leiter als die atmosphärische ist, die aber auf jeden Fall wegen ihrer geringen Masse keine grosze Menge leiten kann, stieg das Thermometer sogar bis auf $151\frac{1}{2}^{\circ}$. Vielleicht that es hier auch viel, dasz die Luft eingeschlossen war. *Charles* hat in seinen Versuchen über electricische Ausströmungen das Reaumursche Thermometer nur um einen Grad ($2\frac{1}{4}^{\circ}$ Fahr.) zum Steigen gebracht, und sogar diese geringe Erhöhung will er von einer Oxydation des Eisens in der Schwärze, womit er seine Thermometerkugel überzogen hatte, ableiten. Es ist aber zu bemerken, dasz der sonst so vortreffliche *Charlessche* Apparat hier nicht viel entscheidet. Dieser ist nemlich aus zwei ziemlich kräftigen Maschinen zusammengesetzt, welche man auf einmal bewegen lässt, wenn man eine Batterie laden will, womit aber bei weitem keine solche auszerordentliche Ausströmungen erhalten werden können, wie durch die grosze *Teilersche*, welche in ihrer Art bisher einzig war.

Ohne einen so groszen Apparat kann man sich durch das *Kinnersleysche* sogenannte electricische Luftthermometer von der Wärmeentwicklung durch Electricität überzeugen. Schon der Erfinder bemerkte, dasz keine Wärme entwickelt werde, wenn er eine der

electrischen Kräfte auf das isolirte Instrument wirken liesz, auch nicht wenn er beide darin befindliche Leiter mit einander in Berührung brachte. Wenn aber die Electricität von dem einen Leiter zu dem andern durch die Luft überschlagen muszte, so dehnte sich diese merklich aus. Man musz natürlicherweise hier die durch den Funken bewirkte augenblickliche Ausdehnung von der dauern-deren, welche die Wärme hervorbringt, unterscheiden. Die Verwechselung beider hat achtungswerthe Physiker zu behaupten verführt, dasz jede durch den electrischen Funken in der Luft hervorgebrachte Ausdehnung nur augenblicklich sey. *Kinnersley* fand auch, dasz die Luft in seinem Instrument sich ausdehnte, als die Electricität von dem einen guten Leiter zu dem andern durch einen leinenen Faden, durch einen sehr dünnen Metalldrath, oder einen andern solchen höchst unvollständigen Leiter gehen muszte.

Durch die Berührungselectricität musz, unserm Gesetze zufolge, in den bessern Leitern eine weit bedeutendere Wärme hervorgebracht werden, als durch die Reibungselectricität, weil sie mit ihrer groszen Menge und geringen Stärke bei weitem nicht so leicht geleitet wird. Bei den ganz schlechten Leitern, oder denen, welche man gewöhnlich Halbleiter nennt, können wir von dieser Art Electricität, so lange man nicht weit gröszere Grade davon hervorzu-bringen lernt, keine Wärmeezeugung erwarten.

Setzt man Wasser mit einer nur mäsigen electrischen Säule, z. B. von hundert Plattenpaaren, in Verbindung, so bemerkt man schon durch ein Thermometer eine Erhöhung der Temperatur, und gestattet man der sich entwickelnden Luft nicht, sich ganz frei zu zerstreuen, so steigt schon die Wärme auf mehrere Hunderttheile des Maaszes. Als einmal eine Zink-Kupfer-Säule, deren flüssiger Leiter Salzauflösung war, zu diesem Versuche angewandt wurde, zeigte sich dabei eine Erhöhung von mehr als 0,10 Maasz. Das Wasser befand sich in einer offenen, in weissem Wachse eingegrabenen Rinne, ungefähr 3 Zoll lang und 3 Linien breit, nur etwas erweitert, wo die Thermometerkugeln eingesenkt wurden. Die Zuleitungsdräthe waren aus Platin. Die Temperatur der Luft war 0,10. Sobald die Kette geschlossen wurde, fingen die Thermometer an zu steigen, und nach einigen Minuten stand das auf der Oxygen-seite sich befindende auf 0,205, das auf der Hydrogenseite auf 0,18, ein in der Mitte befindliches Thermometer aber auf 0,23. In besser

leitenden Flüssigkeiten war die Wärmeverminderung¹ geringer, und unter andern stieg das Thermometer in Salmiakauflösung nicht über 0,03. In Wasser, welches durch einen Zusatz von Weingeist etwas an Leitungsfähigkeit verloren hatte, stieg es auf der Oxygen-seite zu 0,1875, auf der Hydrogeneseite auf 0,1625, und in der Mitte auf 0,205. Es wurde bei mehreren so angestellten Versuchen versäumt, die Kochsalzauflösung anzuwenden, welche noch einige Aufklärung hätte geben können. Noch mehr im Groszen angestellte Versuche dieser Art hatten wir schon früher von *Buntzen*. Seine Kette bestand aus 1500 Plattenpaaren, und der flüssige Leiter war Salmiakauflösung. Diese kräftige Säule erhob die Temperatur des Wassers von 14^o R. (0,175) zu 23^o R. (0,2875), also um 0,1125, welches weniger ist, als durch die Säule von 440 Paaren bewirkt wurde. In Salmiakauflösung brachte er dagegen eine Erhöhung bis auf 38^o R. (0,475) hervor, und als er der Luft nur durch eine enge Röhre den Ausgang verstattete, betrug die Wärmevermehrung mehr als $\frac{1}{2}$ Maasz. Die Verschiedenheiten beider Reihen von Versuchen rühren vielleicht zum Theil von dem besseren flüssigen Leiter in der Säule, zum Theil aber auch daher, dasz *Buntzen* die dem Versuche unterworfenen Flüssigkeiten immer in eine Röhre eingesperrt hatte, wodurch die Wärme von den entweichenden Luftarten doch immer mehr zurückgehalten wird, und die Wärme nach und nach sich über das Ganze ins Gleichgewicht setzt, wie er auch in seinen Versuchen bemerkte.

Diese Wärmeezeugung bei der Leitung durch Flüssigkeiten ist der Meinung von einer mechanischen Entwicklung der Wärme durch Erschütterungen, gar nicht günstig; denn hier ist die Erschütterung gewisz nicht grosz, und ohne dies geben die Flüssigkeiten durch mechanische Erschütterungen keine Wärme. Dasz hier zugleich Luft entwickelt, und Wärme hervorgebracht wird, ist auch der gewöhnlichen chemischen Wärmestofflehre wenig entsprechend. Dasz man sich übrigens aus solchen Schwierigkeiten herauskünsteln kann, wenn man sich in neue Inconsequenzen zu verwickeln nicht scheut, braucht kaum bemerkt zu werden.

Wir fanden in diesen Versuchen die Wärme in der Mitte am gröszten, dann die auf der Oxygen- und zuletzt die auf der Hydrogeneseite. Der Grund hievon scheint darin zu liegen, dasz in der Mitte keine Luftentwicklung Statt findet, auf der Oxygeneseite zwar

¹ [o: Wärmevermehrung.]

einige, doch bei weitem nicht in so groszem Volumen wie auf der Hydrogenseite. Dieses verdiente aber, der Wichtigkeit der Sache wegen, noch genauer untersucht zu werden. Auch Metalldräthe werden durch die Berührungselectricität zu hohen Wärmegraden gebracht. Man musz aber dazu sehr breitplattige Apparate haben, wodurch eine im Verhältnisz zu der Stärke sehr grosze Menge erhalten wird. Auch bei den gewöhnlichen kleinplattigen Batterien kann man Goldblättchen schmelzen; durch groszplattige aber hat *Davy* nicht allein einen dünnen Metalldrath so heisz gemacht, dasz Wasser, welches damit in Berührung kam, in Kochen gerieth, sondern durch seinen groszen Trogapparat hat er auch einen 18 Zoll langen, aber dünnen Platindrath zum Glühen gebracht. Leiter von gröszerm Umfange werden auch hier nicht heisz.

Wir können also nach allen diesen Erfahrungen dreist wiederholen, was wir schon früher festsetzten: dasz ein Körper warm wird, wenn er gezwungen wird eine gröszere Electricitätsmenge zu leiten, als er frei geleitet haben würde. Was aber dieses nun bedeutet, wird sich durch einen Blick auf die Natur der Leitung aufklären. Wir haben gesehen, dasz die Leitung in einer alle Punkte des Körpers durchlaufenden Stöhrung und Wiederherstellung des Gleichgewichts besteht. So lange die Leitung vollkommen ist, wird die Wiederherstellung immer durch die gegenseitige Anziehung der aus dem Gleichgewicht gebrachten Kräfte bewirkt werden. Sobald aber, durch erzwungene Leitung, eine gröszere Kraftmenge den Körper durchdringt, als dieser selbstständig abzuleiten vermag, so wird auch das innerlich gestöhrte Gleichgewicht durch die eignen Kräfte der Körper nicht wiederhergestellt werden; denn wegen der schlechten Leitung würde es schon sehr langsam geschehen, wegen der gleichen Anziehung aber, welche jeder Punkt von allen Seiten erleidet, und wodurch alle Krafrichtung gehindert wird, verzögert sich die Ausgleichung ins Unendliche. Dieser Zustand nun, wo das Gleichgewicht in jedem Punkte des Körpers gestöhrt ist, aber so dasz es zu keiner sinnlich erkennbaren Trennung der Kräfte gekommen ist, giebt uns die Erscheinung der Wärme. Diese Stöhrung des Gleichgewichts ist natürlicherweise mit einem Streben nach Wiederherstellung verbunden, das zwar nicht befriediget wird, aber doch eine grosze innere lebendige Thätigkeit unterhält. Dieses veranlaszt uns auch, die Wärme

als einen innern Wechselkampf der entgegengesetzten Kräfte anzusehen.

Betrachten wir nun mit dieser Ansicht die wichtigsten allgemein bekannten Wärmeerscheinungen.

Eine der grössten hieher gehörigen Thatsachen ist die Hervorbringung der Wärme durch Stosz und Reibung. Wir wissen schon aus den electricischen Versuchen, dasz die Kräfte durch mechanische Einwirkung in ihrem Gleichgewicht gestöhrt werden können, und dieses konnte uns um so viel weniger befremden, da wir die beiden Kräfte auch als raumerfüllend anerkannt hatten. Durch Ableitung trennten wir sie, in so weit jede der Kräfte von der Oberfläche des einen Körpers mehr angezogen wurde, als von der des andern. In so weit eine solche Trennung nicht erfolgt, und sie erfolgt doch immer nur partiell, wird eine innere Stöhrung der Kräfte hervorgebracht, deren Erscheinung die Wärme ist. Immer wenn wir zwei feste Körper an einander reiben, geben sie Wärme, und verlieren sie wiederum durch Erkältung. Dieses lässt sich nicht mit der gewöhnlichen Lehre von einem Wärmestoff vereinigen; denn die Reibung sollte da jedesmal Wärmestoff frei machen, und die Erkältung ihn wegnehmen: zwei Körper müssten demnach so lange immer Wärmestoff abgeben, bis sie an einander ganz abgenutzt wären. Der Staub aber, worin die Körper so verwandelt wurden, musz noch immer Wärmestoff enthalten, und kein Versuch hat noch auch nur einen Grund gegeben zu vermuthen, dasz diese Staubtheilchen nicht wieder dieselbe Fähigkeit hätten, Wärme zu geben. Man müsste also in einem jeden Körper eine unendliche Menge von Wärmestoff annehmen. *Rumford*, der mit seinem herrlichen Talent, Versuche anzustellen, den wahren forschenden Scharfsinn vereiniget, hat diese Erfahrung in ein Experiment verwandelt, wogegen der Unbefangene nicht leicht etwas einzuwenden haben wird. Er untersuchte nemlich die Wärme, welche durch die Bohrung eines Metallcylinders hervorgebracht wird, und bestimmte genau alle die Gröszen, welche auf die Resultate des Versuchs Einfluss haben können. Als man 837 Gran Metall ausgebohrt hatte, war dadurch eine Hitze hervorgebracht, welche $6\frac{1}{2}$ Pfd. Eis hätte schmelzen können, oder die Bohrspäne waren auf 66360° F. oder $368\frac{1}{2}$ Wärmemaasz gekommen. Dennoch fand er nicht, dasz diese Metalltheilchen weniger Wärmecapacität hatten, als andre kleine Stücke von demselben Metalle, welches sie doch nach der Wärme-

stofftheorie hätten haben müssen. Man hat daher auch allen Grund anzunehmen, dasz die Theilchen eines unter Wärmeentwicklung zum Staub vernutzten Körpers noch ganz die wärmehervorbringende Kraft des Körpers haben, woraus sie entstanden. In dem *Rumfordschen* Versuche musz man nun zwar annehmen, dasz ein Theil der Wärme von dem Bohreisen und von dem nicht zerbohrten Theile des Cylinders herkomme. Man musz aber ja nicht vergessen, dasz die Wärme von den vorzüglich gedrückten Theilen anfangt, und dasz es ganz widersinnig seyn würde, ein Hinströmen des Wärmestoffs zu den gedrückten Stellen anzunehmen. Selbst aber wenn man nur annehmen wollte, was doch nicht zu billigen wäre, dasz nur der zehnte Theil der hervorgebrachten Wärme von den Bohrspänen herkäme, so würde diese doch sechsmal mehr machen, als nothwendig wäre, um dieselben Bohrspäne zum vollkommen deutlichen Glühen zu bringen, und dies ohne dasz man noch eine Veränderung der Wärmecapacität darin bemerken konnte.

Man hat zwar in den neuesten Zeiten diesem einen Versuch entgegenstellen wollen, dasz nemlich eine Münze, die schon die gröszte unter dem Stempel erreichbare Zusammendrückung erreicht hatte, und also durch weiteres Schlagen nicht zusammengedrückt wurde, auch keine Wärmezeugung gab. Dieser Versuch beweiset aber nur, dasz da, wo eine Stöhrung der räumlichen Verhältnisse nicht mehr möglich ist, auch keine Wärme durch Stosz hervorgebracht wird; diese Grenze trifft aber da nur ein, wo die äuszere Kraft nichts als Zusammendrückung bewirkt: durch Reiben, Feilen, Bohren u. dergl. haben die Erschütterungen keine solche Grenze. *Rumford* fand auch in seinem Versuche, dasz die fortgesetzte Bohrung eben so viel Wärme wie die erste hervorbrachte, welches nicht Statt gefunden haben würde, wenn die Zusammendrückung des Bohrers, wie auch der benachbarten Theile des Metalls, einen bedeutenden Einflusz gehabt hätte.

Wenn man also einen Wärmestoff als Ursache der Wärme voraussetzen will, kommt man eigentlich in den Fall, eine unendliche Menge davon in einem jeden Körper anzunehmen. Gesetzt aber auch, dasz man etwas entdecken sollte, wodurch die Bündigkeit dieses Schlusses noch Zweifeln unterworfen werden könnte, so müszte man doch auf jeden Fall gestehen, dasz ein jeder Körper eine ganz auszerordentliche Menge gebundener Wärme enthalte,

welches man dann auch thut, wenn man sagt, dasz der Nullpunkt der Wärme sehr tief unter dem Gefrierpunkt liegt. Man scheint aber nicht hinlänglich zu bedenken, was diese Annahme eigentlich mit sich führe. Es entsteht nemlich dann die Frage: durch welche Kräfte wird ein so ungeheuer ausdehnbarer Stoff in den Körpern zurückgehalten? Durch den Druck des Wärmestoffs in allen übrigen Raumtheilen könnte derselbe sich in einem gegebenen Raume nicht erhalten; denn wenn man überhaupt die Verbreitung des Wärmestoffs nicht nach chemischen Anziehungen, sondern nach Gesetzen des mechanischen Gleichgewichts erklären will, so müsste der luftleere Raum diesem Stoffe den leichtesten Durchgang darbieten, und auch die gröszte relative Wärme zeigen. Will man nun aber den Wärmestoff durch eine Anziehung in den Körpern zurückhalten, so darf dieses auf der einen Seite nicht die allgemeine Anziehung aller Körper gegen einander seyn; denn in diesem Falle müsste sich die specifische Wärme nach den attractiven Kräften, d. h. nach den Massen, richten, was nicht ist; auf der andern Seite aber den Wärmestoff durch die chemischen Anziehungen zurückhalten zu lassen, streitet auch gegen die Analogie; denn dies hiesze annehmen, dasz alle Körper eine so grosze Anziehung zu demselben hätten, dasz sie diesen höchst ausdehnbaren Stoff millionenmal verdichten könnten, da es doch sonst ohne Beispiel ist, dasz alle Körper zu irgend einem gegebenen eine sehr grosze chemische Anziehung hätten. Will man nun endlich für die Wärme, ganz ohne alle Analogie, eine eigne Anziehung in der Materie annehmen, so stützt man am Ende den erdichteten Wärmestoff durch eine neue Erdichtung. Wir müssen aber noch hiebei bemerken, dasz, wenn es auch jemanden gefallen möchte, auf diese Weise Hypothesen auf hypothetischem Grunde aufzubauen, so bleibt ihm immer die Schwierigkeit zurück, dasz er annehmen musz, dasz die ungeheure Kraft, welche nöthig ist, um eine solche Verdichtung, wie die der Wärme, hervorzubringen, durch eine mechanische Kraft, wie Druck und Stosz, überwunden werden kann, und dasz noch nie bewiesen worden, dasz ein Körper durch diese Freilassung von Wärmestoff an specifischer Wärme verliere, *Rumford* aber in einem Falle gefunden, dasz es nicht geschehen war.

Die Hervorbringung der Wärme durch Stosz und Reibung dient uns aber nicht blosz, unsere Ansicht zu bestätigen, sondern sie lehrt uns noch, welche unermeszliche Menge der entgegengesetzten

Kräfte in jedem Körper schlummert. Wir mögen einen Körper so weit theilen wie wir wollen, wir mögen ihm so viel Wärme rauben, wie wir immer können, die Fähigkeit, durch Vertheilung Electricität zu erhalten, zu leiten, und durch Reibung, Stosz und Druck Wärme zu geben, ist so unerschöpflich, wie die Körperlichkeit selbst. Nehmen wir aber diese Uerschöpflichkeit der Kräfte mit ihrer schon in dem Vorhergehenden, sowohl auf chemischem als auf electricischem Wege, bewiesenen Allgemeinheit zusammen, so fühlen wir noch stärker die Ueberzeugung, dasz diese Kräfte wirklich die Grundkräfte der körperlichen Natur ausmachen.

Wir sehen auch hier, dasz die Kräfte, welche die chemische Besonderheit der Körper bilden, und schon früher von uns als hervortretende Grundkräfte anerkannt wurden, nur eine sehr geringe Kraftmenge ausmachen können, im Vergleich mit den in dem tiefsten Innern des Körpers gebundenen. Auch können wir dieses unter andern daran erkennen, dasz selbst die Körper, worin eine der Grundkräfte am meisten hervortretend ist, noch durch Druck und Stosz sehr grosze Wärmemengen geben, und auch, wenn sie auszer der Luftform sind, sehr grosze Leitungsfähigkeit zeigen können. Die Ausdehnung der Körper im Allgemeinen darf also nicht einer der überwiegenden Kräfte zugeschrieben werden, sondern der Ausdehnungskraft der gebundenen Kräfte, welche nach Maaszgabe der Innigkeit ihrer Vereinigung mehr oder weniger beschränkt worden. Ist aber ein Körper um so viel contrahirter, je inniger die Kräfte in ihm vereinigt sind, oder um so viel ausgehnter, je weniger innig diese Verbindung ist, so ist auch der wärmere Körper, mit seinem gestörten Gleichgewicht, ausgedehnter als der kältere, mit seinem weniger gestörten. Die Erwärmung musz also ausdehnen, die Erkältung zusammenziehen.

Da wir so die Grundansicht der Wärme festgestellt haben, wollen wir die hauptsächlichsten der übrigen Gesetze ihrer Entstehung und Verbreitung daraus abzuleiten suchen.

Alle Körper haben Wärme; denn durch seine Wechselwirkung mit der ganzen übrigen Natur wird jeder eine stets erneuerte Stöhrung erleiden. Gegen diese kämpft das Vereinigungsbestreben der eignen Kräfte eines jeden Körpers an, und bringt dadurch eine Spannung hervor, welche den Wärmeszustand desselben bestimmt.

Könnte ein Körper die in ihm streitenden Kräfte zum vollkommenen Gleichgewicht bringen, so würde er auch aufhören, sich gegen die anderen thätig zu beweisen, und also auch einen Raum gegen andre Körper zu behaupten und auf unsre Sinne zu wirken.

Die Wärme kann aus einem Körper in den andern übergehen. Dieses geschieht nicht durch einen wirklichen Uebergang der Kräfte selbst, sondern durch eine Ausgleichung. In einem überall gleich warmen Körper kommen die entzweiten Kräfte zu keiner Ausgleichung, nicht blosz wegen der unvollkommenen Leitung, sondern auch wegen des gleichen Anziehens von allen Seiten, bei welcher keine Vereinigungsrichtung herrschend werden kann. Wo aber ein kälterer Körper damit in Berührung kommt, von da aus wird eine Ausgleichung, obgleich eine nur langsame, erfolgen, bei welcher aber das innere Gleichgewicht des kälteren Körpers, indem er eine Ausgleichung in dem wärmeren befördert, selbst gestöhrt wird, und dies so lange, bis er keine Ausgleichung in dem andern mehr hervorbringen kann, das ist, bis sie gleiche Temperatur haben. Man könnte sich dies fast vorstellen, als wenn jede der Kräfte ein Continuum wäre, und sich mit den Kräften in kälteren Körpern nach dem Gesetze der electricischen Ausgleichung ins Gleichgewicht setzte. Es ist hiebei sehr merkwürdig, dasz glatte Oberflächen nicht so viel Wärme ausströmen oder aufnehmen, als rauhe; denn dieses könnte sich auf das electricische Gesetz zurückführen lassen, dasz eine jede Hervorragung eine stärkere electricische Wirkung, als die Punkte einer glatten Fläche gewährt. In so weit wie die Wärmeverbreitung im Verhältnisz zu der Masse des Körpers, den sie durchlaufen soll, hinreichend lebhaft ist, so kann die Trennung der Kräfte so stark werden, dasz sie durch ihre Anziehung den Raum gleich durchbrechen und sich vereinigen, eben so wie sehr starke Gegensätze in den gewöhnlichen electricischen Versuchen. In diesem Fall wird die Wärme ohne Spur in dem Körper zu hinterlassen sich verbreiten, bis sie einen mehr widerstehenden antrifft. In so weit die Wärme sich so verbreitet (ganz rein existirt diese Verbreitungsart nie für sich) wird sie strahlend genannt, und steht auf dem Uebergange zum Lichte. Je schlechter der Leiter, und je geringer die Masse desselben, je mehr begünstiget er das Strahlen. Nur die Luftarten begünstigen es so, dasz wir ihre Erscheinungen deutlich beobachten können. Sowohl durch Strahlung, als vermitteltst Ausgleichung durch Berührung,

sucht die Wärme immer das Gleichgewicht. Die Untersuchung über den Mechanismus der Wärmeverbreitung verdiente noch viel weiter verfolgt zu werden, aber was wir hier gefunden haben, möchte doch die Momente zu den nähern Bestimmungen enthalten, und um so viel mehr Aufmerksamkeit gewinnen, da man allgemein einig ist, dasz die Wärmestofftheorie hierüber durchaus nicht befriediget.

Die Wärme vermindert die Cohäsion der Körper, macht die festen Körper weich bis zur Flüssigkeit, die flüssigen leichtflüssiger und zuletzt dampfförmig. Die Cohäsion wird gar zu oft mit der Härte verwechselt. Jene widersteht der Zerreiſung, diese der Verschiebung der Theile. Wo eine vollkommene innere Gleichförmigkeit aller Thätigkeitsrichtungen ist, kann kein Hindernisz der Verschiebung vorhanden seyn, denn der Ort ist gleichgültig, der eine von dem andern nicht unterschieden. Der eigentliche Widerstand gegen die Zerreiſung kann aber dennoch ziemlich bedeutend seyn. Zwar macht der Widerstand gegen die Verschiebung der Theile, dasz ein Körper schwerer zerreiſt als wo er nicht ist, aber diese Wirkung darf nicht als eine primitive, sondern nur als eine secundäre Wirkung der Cohäsionskraft angesehen werden. Die Härte, als eine Folge der besondern Thätigkeitsrichtungen in den Körpern, musz durch die Stöhrung des bestehenden innern Gleichgewichtes immer schwächer werden; denn erstlich müssen bei dem Zuwachs der allgemeinen innern Thätigkeit der Kräfte die Thätigkeiten in besondern Richtungen, wenn sie auch unverändert blieben, eine für das Ganze immer geringere Bedeutung erhalten; aber demnächst werden sie auch wirklich durch jenen inneren Wechselkampf gestöhr, und in den meisten Körpern giebt es endlich einen Punkt, wo der Rest ihres gesammten Bestands plötzlich aufgehoben, und der Körper flüssig wird. In einigen geschieht der Uebergang mehr allmählich. Wäre die Härte nur ein Grad der Cohäsion, so müszte diese im Flüssigen null, oder doch, weil kein Flüssiges genau der Idee der Flüssigkeit entspricht, beinahe null seyn, welchem aber die bekannten Cohäsionsversuche widersprechen. Das Verschwinden der bestimmten Form in dem Augenblick des Uebergangs von der Festigkeit zur Flüssigkeit, zeigt hinreichend, dasz die Härte, wie überhaupt die Starrheit, von jener Bestimmtheit, und nicht unmittelbar von der Cohäsion herrührt. Was die gewöhnlichen Cohäsionsversuche mit

festen Körpern zeigen, könnte man füglich die Stärke derselben nennen. Sie wird nicht bloß, wie wir schon bemerkt haben, durch die ursprüngliche Cohäsion und durch die Härte bestimmt, sondern auch durch die Dehnbarkeit; denn wenn der Körper sehr spröde ist, kann der kleinste Anfang einer Verschiebung den vollkommenen Risz veranlassen. Die Sprödigkeit wird auch häufig durch die Wärme vermindert, und eigentlich ist dieses immer die unmittelbare Folge der Wärme; aber die ungleiche Flüchtigkeit der Bestandtheile veranlaszt oft die ganz entgegengesetzte Erscheinung, weil das daraus folgende Streben nach Trennung alle Ungleichförmigkeiten noch erhöht. Mehrere Salze, von welchen wir sagen, dasz sie verwittern, geben uns das Beispiel von einem aus der wirklichen Trennung erfolgten Zerfallen. In der Flüssigkeit verschwindet die Sprödigkeit wie die Härte: sie könnte als ein Minimum beider betrachtet werden.

Die guten Leiter der Wärme sind auch die besten Leiter der Electricität; man kann aber nicht umgekehrt sagen, dasz alle gute Leiter der Electricität auch gute Wärmeleiter sind; denn Kohle, Reiszblei, und wahrscheinlich auch die vollkommenen Oxyde des Mangans und Bleies, welche gute Leiter sind, machen davon Ausnahmen. Es gehören diese aber auch, unter den sehr guten Electricitätsleitern, zu den geringsten. Es ist aber ganz natürlich, dasz die Kräfte in einem so gebundenen Zustande, wie in der Wärme, noch bessere Leiter als sonst erfordern würden.

Die Leitungsfähigkeit der Körper für die Electricität, die Wärme und die chemische Wirkung nimmt mit der Wärme zu; denn je mehr die Stöhrung des Gleichgewichts, womit die Kraftverbreitung in jedem Punkte des Körpers anfängt, schon eingeleitet ist, je leichter musz diese offenbar vor sich gehen. Dasz die Dämpfe in jedem Punkte keine so grosze Kraftmenge zu leiten vermögen, als ihr Stammfluidum, rührt unläugbar von der geringeren Masse her. Die ganze in Dampf verwandelte Masse hat aber gewisz ein grözeres Leitungsvermögen als das Fluidum, woraus sie entwickelt wurde. Die Luftarten sind alle schlechte Leiter, vielleicht wegen ihrer Verdüntheit. So viel ist aber gewisz, dasz sie alle durch Erwärmung bessere Leiter werden. Die Kräfte in ihrer chemischen Form sind noch am stärksten gebunden. Ist eine sehr schwache, aber doch freie, Electricität schon durch eine höchst dünne Lage eines schlechten Leiters isolirt, so können wir wohl

die Kräfte in der chemischen Bindung als an sich in jedem Punkte isolirt denken. Die Aufregung also der Kräfte in der Wärme musz in vielen Fällen durchaus nöthig seyn, um die vollkommene Vereinigung berührender Stoffe zu bewerkstelligen. Eben so wie in den starren Körpern die Einseitigkeit der Richtungen der verallgemeinernden innern Kraftbewegung der Wärme weichen musz, so müssen es auch die einzelnen chemischen Wirkungsformen in berührenden Stoffen. An Verminderung der Cohäsion, worauf man sonst die Beförderung der chemischen Wirkung durch die Wärme zurückführen wollte, lässt sich nicht überall denken, z. B. wo zwei Luftarten, welche schon gemischt sind, zu einer tieferen Vereinigung ihrer Bestandtheile noch der Wärme bedürfen, wie gemischtes Oxygen- und Hydrogengas. Die Verbindung in den Zusammensetzungen musz ohne dies weniger fest seyn, je gröszer die Wärme darin ist: daher die Körper durch die Wärme auch unmittelbar zerlegbarer werden. Dasz die Wärme die chemischen Verbindungen und Trennungen so sehr begünstiget, auch wo nicht blosze Cohäsionsveränderung hinreichen würde, folgt also durchaus aus unserer Ansicht.

Umgekehrt wird bei jeder lebhaften chemischen Wirkung Wärme hervorgebracht. Diese Thatsache hat man schon früher aus der dabei stattfindenden Zusammenziehung ableiten wollen. *Berthollet*, der die Schwierigkeit dieser Erklärung wohl einsah, stellte den Ausdruck der allgemeinen Thatsache geradezu als Gesetz auf. Wir wollen die Umstände hievon noch genauer betrachten. Wir sehen schon beim ersten Anblick ein, dasz die stärksten chemischen Wirkungen nur von starken entgegengesetzten Kräften herrühren können. Diese müssen aber in ihrer Vereinigung Wärme geben, weil sie in ihrem chemisch gebundenen Zustande gar zu schwer geleitet werden, um eine vollkommene Vereinigung einzugehen. Hiezu kommt noch, dasz bei einer solchen innern Kraftbewegung die sonst ruhenden Kräfte eine Stöhrung leiden. Der Erfolg einer Verbindung durch entgegengesetzte Kräfte ist im allgemeinen Zusammenziehung. Diese beiden, Wärme und Zusammenziehung, sind also Wirkungen von einer Ursache, von der wechselseitigen Thätigkeit der Kräfte; doch so, dasz die Zusammenziehung sich erst vollständig zeigt, wenn die hervorgebrachte Wärme sich mit der Umgebung in Gleichgewicht gesetzt hat. Die Verbrennung giebt uns die Vereinigung

der am stärksten entgegengesetzten Kräfte und zugleich die grösste Wärmeentwicklung. Geschieht die Vereinigung des Oxygens und des Brennbarren auf dem nassen Wege, so wird dabei gewöhnlich eine Luft entwickelt, z. B. Salpeterluft aus der Salpetersäure, Hydrogenluft aus der gewässerten Schwefel- und Salzsäure. Dieser Luftentbindungen ungeachtet erhält man Wärme. Nach der Wärmestofflehre müszte man also annehmen, dasz das aufgelöste Metall und das Oxygen, welches doch schon verdichtet in der Säure enthalten war, durch ihre Verdichtung Wärmestoff genug entlieszen, um die ganze Mischung und die entweichende Luft zu erwärmen, und noch dazu, um eine Menge von Dampf zu bilden, welcher mit der Luft fortgeht. Man musz aber bedenken, dasz es in vielen Fällen sich klar an den Tag legen lässt, dasz der Gesammterfolg einer solchen Auflösung Ausdehnung und geringerer Zusammenhang sey. Wenn z. B. Eisen in Salzsäure aufgelöst wird, so entwickelt sich Hydrogengas, und zur selben Zeit löst sich das Eisen zu einem leichtzerfließenden Salze auf, wo also die grosze Cohärenz des Eisens sich in der Flüssigkeit verloren hat, und wo es im festen Zustande noch flüchtig ist. Wollte man aber hier zu specielleren Verdichtungen, als der des Eisens und Oxygens, des Eisenoxyds und der Salzsäure unter einander, seine Zuflucht nehmen, und behaupten, dasz diese Verdichtungen mehr Wärme entwickelten, als jene Ausdehnungen einsaugen, so würde man behaupten müssen, dasz die Wärmecapacität der Metallauflösung, mit der des entwickelten Hydrogengases zusammengenommen, geringer sey, als die Capacität des aufgelösten Metalls, mit der der auflösenden Säure zusammen, eine Annahme, welche gegen alle Wahrscheinlichkeit streitet, obgleich ein strenger Beweis nicht leicht zu führen seyn würde, weil die Capacitäten der Luftarten so sehr schwer zu bestimmen sind.

Wenn die Säuren und Alkalien sich mit einander verbinden, musz sich nach unsern Grundsätzen Wärme entwickeln; und dieses geschieht auch überall. Die stärkern Alkalien und Säuren geben sehr hohe Grade; die schwächern natürlich geringere. Aber selbst Auflösungen, welche kaum den zwanzigsten Theil von dem Gewichte des Wassers an Säure und Alkali enthalten, geben, vermischt, noch Wärme genug, um das Thermometer merklich steigen zu machen. Besonders auffallend aber ist auch hier mit der Lehre vom Wärmestoff der Umstand im Wider-

spruch, dasz sich noch Wärme entwickelt, wenn bei der Verbindung eines Alkali und einer Säure Kohlensäure als Luft entweicht. Wenn sich z. B. Schwefelsäure mit dem Kalk in der Kreide verbindet, so entwickelt sich Kohlensäureluft, und es bildet sich Gyps. Der Gyps und die Luft zusammen müssten also weniger Capacität haben, als der kohlen-saure Kalk und die verdünnte Schwefelsäure mit einander. Nun wissen wir aber, dasz bei der Verbindung der Kohlensäure mit dem Kalk Wärme entwickelt wird; der kohlen-saure Kalk musz also eine noch geringere Capacität haben, als Kohlensäure und Kalk zusammen. Man ist also fast genöthiget, die ganze bedeutende Wärmeentwicklung, zugleich mit dem zur Luftbildung nöthigen Wärmestoff, aus der im Wasser schon ziemlich verdichteten Schwefelsäure abzuleiten. Noch auffallender aber wird dieses bei der Luftentwicklung aus dem kohlen-sauren Kalk durch Salpetersäure; denn *Lavoisier* und *de la Place* haben bewiesen, dasz die Wärmecapacität des salpetersauren Kalkes gröszer ist, als die des Kalkes und der Säure zusammen. Hier ist der Wärmestofflehre auch die letzte Ausflucht abgeschnitten.

Wir haben schon im Vorhergehenden die Bemerkung gemacht, dasz die Alkalien sich mit dem Wasser wie mit einer Säure, die Säure sich mit demselben wie mit einem Alkali verbinden. Auch enthält die Wassermenge, welche eine Säure mit sehr groszer Kraft zurückhält, eben so viel Oxygen, wie das zu der Neutralisation der Säure erforderliche Alkali. Doch auch über diesen Sättigungsgrad hinaus ziehen die Säuren das Wasser noch sehr heftig an, verlieren aber auf einem höhern Sättigungspunkt alle kräftige Anziehung zu dem Wasser, welche im Stande wäre bedeutende Hindernisse zu überwinden. Mit den sehr auflösbaren Alkalien ist derselbe Fall da. Noch nachdem sie so viel Wasser erhalten haben als in ihre Krystallisation eingehen musz, ziehen sie mehr Wasser aus der Luft an. Wir können für die festen und tropfbarflüssigen Körper annehmen, dasz sie so ziemlich das Ziel ihrer kräftigeren Anziehung erreicht haben, wenn sie keine Feuchtigkeit mehr aus der Luft zu verdichten fähig sind, und für die luftförmigen, wenn sie sich mit dem Wasser verdichtet haben. Mehrere Salze ziehen ebenfalls Feuchtigkeit aus der Luft an. Auch diese haben ihren ersten Wendepunkt der Verbindung in der Krystallisation: den zweiten da, wo sie nicht mehr Wasserdampf verdichten können. Woher aber diese grosze Anziehung mehrerer Salze zu dem Wasser, dar-

über lässt sich keine bestimmte Erklärung geben. Man könnte zwar die Vermuthung äuszern, dass sie von einer weniger innigen Verbindung der Säuren und Alkalien in solchen Salzen herrühre, es bleibt aber dieses doch immer nur Vermuthung. Wir werden uns also damit begnügen müssen, einzusehen, dass solche Verbindungen unserer Ansicht nicht zuwider sind. Bei allen diesen heftigen Verbindungen aber wird das bestehende Gleichgewicht der Kräfte gestöhrt, und dabei Wärme hervorgebracht.

Durch Verbindungen, worin die Stöhrung des Gleichgewichtes beträchtlicher ist als die Wirkung der zusammenziehenden Kräfte, wird ein Zustand hervorgebracht, der dem einer höhern Temperatur gleichkömmt. Wir haben hierin nur recht klare Beispiele in den Verbindungen des Wassers; aber diese sind auch zahlreich und merkwürdig genug zur Darstellung dieses Gesetzes. Wenn eine Säure, oder ein Alkali, oder ein wasserbegieriges Salz sich mit dem Wasser verbindet, so wird hiedurch, wie wir gesehen haben, das Gleichgewicht gestöhrt. Die so hervorgebrachte Wärme wird sich bald mit dem umgebenden Raum in Gleichgewicht setzen; die Anziehung des Alkali gegen das gebundene Oxygen, und der Säure zu dem gebundenen Hydrogen bleibt noch immer wirksam, und schwächt die Innigkeit, womit die Grundstoffe des Wassers sonst verbunden waren; daher wird das Wasser durch die Verbindung mit jenen Stoffen in einen chemischen Zustand kommen, dem ähnlich, welchen sonst eine höhere Temperatur darin hervorbringen würde. Er wird demnach besser leiten, decomponibler seyn, und gröszere Kälte zum Gefrieren nöthig haben, als sonst der Fall seyn würde. Es wird dieses alles so durchaus von der Erfahrung bestätigt, dass man kaum etwas einzelnes dafür anzuführen braucht. Die gröszere Oxydation der Metalle in einem Gemische von Wasser, mit Säuren, Alkalien oder Salzen, als im reinen Wasser ist eine Erscheinung, welche man auf andern Wegen nicht ohne Zwang erklärt; und die in solchen Fällen vermehrte Leitungsfähigkeit und verminderte Gefrierbarkeit hat man kaum noch einmal zu erklären versucht. Von selbst aber ergiebt sich die Sache auch in Absicht der Leitung nicht; denn die wasserfreien Salze, Säuren und Alkalien sind alle, so weit sie untersucht sind, schlechte Leiter, ihre Auflösungen im Wasser aber sämmtlich bessere Leiter, als das Wasser selbst. Auf die weniger klaren Beispiele werden wir sogleich aufmerksam machen.—

Wo aber sehr mächtige anziehende Kräfte auf einander wirken, um eine Verbindung hervorzubringen, da ist der endliche Erfolg der Wirkung eine innigere Vereinigung der Kräfte, wodurch der hervorgebrachte Körper, wenn die anfängliche Wärme sich gehörig mit dem umgebenden Raum in Gleichgewicht gesetzt hat, sich verhält, wie wenn er in eine weit tiefere Temperatur versetzt wäre. Es sind darum die Metalloxyde so sehr viel schwerschmelzlicher, als sie nach der mittleren Schmelzbarkeit des Oxygens und des Metalls seyn sollten, ja sie sind auch gewöhnlich schwerschmelzlicher, als das Metall selbst. Schlechte Leiter sind sie auch. Von der Decomponibilität kann hier nicht die Rede seyn, da wir die der Metalle nicht kennen; auch dürfen wir nicht wohl in dieser so unbekanntten Sphäre Schlüsse wagen, wo so leicht Umstände obwalten können, welche alle jetzt gewagte Schlüsse unnütz machen würden. In den Verbindungen der kräftigeren Alkalien und Säuren bestätigt sich dasselbe Gesetz. Wir sehen es schon daran, dasz zwei luftförmige Substanzen, wenn sie sich innig verbinden, einen festen Körper ausmachen. Aber auch sonst sind die Neutralsalze bekanntlich cohärenter, und haben einen höherliegenden Schmelzpunkt als der mittlere der Bestandtheile. Man musz aber bei den Salzen ja nicht die Wirkungen der verborgenen Alkalitäten und Oxyditäten, wovon wir schon gesprochen, auszer Acht lassen; denn diese können auch eine Stöhrung des innern Gleichgewichts in Salz und Säure hervorbringen, welche eine kleinere Cohäsion als die berechnete giebt; besonders musz dieses bei schwachen Säuren oder Alkalien Statt finden, so wie wir auch finden, dasz Kalk und Kiesel schmelzbarere Verbindungen geben, als sie selbst sind. Dasz die Bestandtheile in jenen kräftigen Verbindungen auch weniger zerlegbar sind, ist ebenfalls gewisz. Am deutlichsten kann dieses bei den leichtzerlegbarsten Säuren gezeigt werden, welche, verbunden mit den Alkalien, bei weitem nicht so leicht wie vorher durch die brennbaren Körper zerlegt werden. Dasz sie kraft der Neutralisation in höheren Graden der Hitze sich nicht verflüchtigen, ist noch eine Bestätigung unserer Behauptung: dasz sie sich in solchen Temperaturen oft leicht zerlegen lassen, nicht gegen uns. Ob nun umgekehrt die Bestandtheile in den leichtschmelzbareren Verbindungen auch decomponibler sind, ist auszer den Wasserverbindungen noch nicht klar; es wäre aber zu versuchen, ob nicht ein Glas aus

Kalk und Kiesel, Magnesia und Thon, oder dergleichen, durch Eisen leichter desoxydirt würde, als dessen einzelne Bestandtheile.

Wenn ein Körper ein besserer Leiter wird, so wird er zugleich kälter und erhält eine gröszere Wärmecapacität; wenn er aber ein schlechterer Leiter wird, findet das Umgekehrte Statt. Je besserer Leiter nemlich ein Körper wird, je weniger Widerstand findet die Vereinigung der Kräfte, um so viel mehr davon musz also in einem Raume seyn, um dieselbe Spannung, denselben Gegensatz, hervorzubringen. Wird also der Körper, ohne andere Veränderung, ein besserer Leiter, so wird er mit derselben Kraftmenge einen geringeren Wärmegrad zeigen, und daher von den benachbarten Körpern Wärme zur Ausgleichung empfangen. Aus demselben Grunde wird er auch künftig, für jeden Zuwachs den er an Wärmegrad erhalten soll, andern Körpern mehr von ihrer Wärme als vorher rauben, selbst aber mit weniger Verlust andern geben. Wenn nun umgekehrt ein Körper ein schlechterer Leiter wird, so wird der Gegensatz der kämpfenden Kräfte darin im Verhältnisz zu dem in dem benachbarten Körper gröszter, er wird also gegen diese als wärmer erscheinen, künftig aber auch als ein weniger kraftreicher Körper Wirkung äuszern und empfangen. Es liesze sich gegen diese Ansicht der Sache eine bedeutende Einwendung aus der geringen Capacität der Metalle ziehen, da diese doch gute Leiter der Kräfte sind. Wir wollen diese Schwierigkeit nicht verhehlen, auch nicht behaupten, dasz wir sie lösen können, wir wollen uns aber überzeugen, dasz es blosz eine unaufgelöste Schwierigkeit, nicht ein vollkommner Widerspruch ist, womit wir hier zu thun haben. Erstlich müssen wir bemerken, dasz wir nur von Körpern gleicher Art gesprochen haben, so nämlich, dasz wir die Veränderung der Wärmecapacität in Verhältnisz mit der Leitungsfähigkeit für die Kräfte in demselben Körper setzen. Es wäre ja möglich, dasz in ungleichartigen Körpern noch ein anderer Umstand hinzuträte, wodurch das Gesetz gehoben würde. Demnächst müssen wir auch bemerken, dasz die Wärmecapacitäten nicht nach gleichen Gewichten, sondern gleichem kubischen Inhalt der Körper beurtheilt werden müssen, in welchem Fall die Capacitäten der Metalle schon nicht so gar klein ausfallen. Ferner ist es auch bekannt, dasz die Versuche über diesen Gegenstand noch bei weitem nicht zuverlässig sind. So ist die Wärmecapacität des Quecksilbers, dem Volumen nach, *Blacks* Versuchen

zufolge 0,666 des Wassers, nach *Lavoisier* und *Kirvan*¹ aber über viermal die des Wassers, welches die gröszte ist, die wir bisher an einem Körper gefunden haben. Sollten wir noch ähnliche Berichtigungen für die übrigen Metalle erhalten, so wäre die Erfahrung so ganz für unsere Ansicht, dasz wir uns für jetzt damit beruhigen könnten. Endlich aber müssen wir noch einen Umstand bemerken, auf den wir vielleicht das meiste Gewicht legen dürfen. Wir haben gesagt, dasz wenn ein Körper besserer Leiter der Grundkräfte der Wärme wird, so wird er auch zugleich an äusserer Wärmethätigkeit verlieren, aber wenn ein Körper ein besserer Leiter für die Wärme wird, so ist vielleicht das ganz Umgekehrte der Fall. Leitung der Wärme nemlich und Leitung ihrer Grundkräfte stehen nicht in einem ganz gleichen Verhältnisz. Ein Umstand der die Leitung der letzten nur ganz wenig hindert, kann die Leitung von jener auszerordentlich stark unterbrechen; und umgekehrt, ein Umstand der die Leitung von diesen bedeutend fördert, kann für jene von geringem Einflusz seyn. Wir sehen so dasz die Kohle, das Reiszblei, welche noch zu den guten Leitern der Grundkräfte gehören, für die Wärme sehr schlechte Leiter sind, und das Wasser, welches bei seinem Uebergange aus dem festen zu dem flüssigen Zustande so höchst bedeutend an Leitungsfähigkeit für die Kräfte gewinnt, scheint dabei wenig an Wärmeleitung gewonnen zu haben. Wollte man nun annehmen, was sehr natürlich scheint, in so weit ein Körper ein besserer Wärmeleiter wird, in so weit sollte er auch eine gröszere Wärmethätigkeit erhalten, so könnte man annehmen, dasz in den Metallen die Capacität für die Wärme zwar wegen der groszen Leitungsfähigkeit für die Kräfte sehr grosz, aber umgekehrt wegen der groszen Leitungsfähigkeit für die Wärme, wodurch der eine erwärmte Punkt den andern mehr in seiner Wirkung unterstützen, sich also gegen fremde Einwirkung thätiger bezeigen könnte, sehr klein seyn müsse; so dasz also der eine dieser Umstände dem andern ungefähr das Gleichgewicht halten möchte. Es bleiben aber auch hier noch immer Schwierigkeiten, welche nur durch eine eindringende Untersuchung der ganzen Lehre von der Wärmecapacität gründlich geschätzt werden können. Man sollte eigentlich die Wärmecapacität einer ganzen Reihe von Körpern nach mehreren verschiedenen Vergleichungsstoffen durch Versuche bestimmen. Wir besitzen nur eine Reihe von Capacitäten, durch

¹ [v: Kirwan.]

Wärmevertheilung mit Wasser bestimmt. Wir müszten nun eine gleiche durch Eisschmelzungen haben, wozu wir noch gar wenige Beiträge besitzen. Eine ähnliche Capacitätsreihe durch Wärmevertheilung mit Sand, eine andre mit Leinöhl oder einem ähnlichen Körper, und eine mit Metallfeile oder Körnern müszte man noch haben. Erst dann, wenn diese alle übereinstimmten, würde man gewisz wissen, dasz die Wärmecapacität, was wir nämlich so nennen, wirklich etwas Constantes, und dasz in deren Erscheinungen nicht noch eine eigenthümliche Wechselwirkung mit im Spiele sey.

Wir dürfen nach diesem allen uns wohl an den groszen Zusammenhang der Thatsachen halten, worin wir sehen, dasz die Körper durch vermehrte Kraftleitung an Wärme abnehmen, und an Wärmecapacität zunehmen, durch verminderte Kraftleitung aber an Wärme gewinnen und an Capacität verlieren. Hieraus erklären wir uns nun die meisten in der Chemie sonst vorgetragenen Gesetze der Bindung und Lösung der Wärme.

Wenn ein Körper aus dem festen in den flüssigen Zustand übergeht, so verliert er an äuzerer Wärme (die Wärme wird gebunden) und gewinnt an Capacität für die Wärme. Da wir nun wissen, dasz ein Körper auch, indem er zur Flüssigkeit übergeht, ein weit besserer Leiter der Kräfte wird, so ist dieses Gesetz eine unmittelbare Folge des so eben aufgestellten allgemeineren.

Wenn die Schmelzung mittelst chemischer Kräfte geschieht, so sollte, wegen der Stöhrung der inneren Ruhe, Wärme hervor gebracht werden, wegen der vermehrten Leitung aber Kälte. Wie bekannt müssen aber auch die Alkalien, Säuren oder Salze, welche mit Eis Kälte hervorbringen sollen, erst mit etwas Wasser verbunden seyn, womit sie bedeutend viel Wärme entwickelt haben. Wenn solche bis auf einen gewissen Grad mit Wasser gesättiget sind, so wird ein weiterer Zusatz keine neue Wärmeentwicklung verursachen, weil die Zunahme in der Leitungsfähigkeit des Wassers so viel Kälte hervorbringt, als die Stöhrung der inneren Ruhe Wärme. In diesem Zustande nun sind sie erst als mit Schnee und Eis kälte hervorbringend anzusehen. Es erklärt sich so das Paradoxon, dasz dieselben Körper mit Wasser Wärme, und mit Eis Kälte geben. Wenn sich ein krystallisirtes Salz in einer verdünnten Säure auflöset, und Kälte hervorbringt, so ist dieses natürlicherweise aus der vermehrten Kraftleitung des aufgelösten Salzes und nicht aus der des flüssigen zu erklären. Vielleicht ist es immer

das Krystallisationswasser des Salzes, welches hier die Erkältung bewirkt; denn damit ist die Säure schon gesättiget. Die Einwirkung der Säure auf ein ganz trockenes Salz, würde wohl, in den meisten Fällen, kräftig genug seyn, um mehr Wärme hervorzubringen, als die vermehrte Leitung Kälte. Auch wird die Säure durch die Aufnahme von manchem Salze vielleicht mehr an Leitungsfähigkeit verlieren, als das Salz durch die Auflösung gewinnt.

Wenn ein Körper in die Dampfform übergeht, wird ebenfalls die Wärme vermindert und die Capacität dafür vermehrt. Auch dieses ist nur ein Fall unseres allgemeinen Gesetzes. Denn unläugbar wird dieselbe Masse als Dampf weit mehr leiten können, als in dem oft mehrere tausendmal kleineren Raume den sie vorher einnahm. Jeder einzelne Punkt mag in dem so viel dünnern Dampfe weit weniger leiten. Warum aber bei den Luftentbindungen fast immer Wärme entwickelt wird, ganz der gewöhnlichen Theorie zuwider, darüber haben wir schon früher hinlängliche Rechenschaft abgelegt.

Dasz wir die Wärmeentbindung und Capacitätsverminderung bei dem Uebergang der Körper von Dampf zum tropfbarflüssigen, und von diesem zum festen Zustande eben so leicht aus unserm allgemeinen Gesetze ableiten können, wird nun genugsam einleuchten. Dasz wir aber manche chemische Erscheinungen, welche hieher zu gehören scheinen, anders als die gewöhnliche Theorie erklären, hat schon das Vorhergehende gezeigt.

Die Kälte, welche durch Verdünnung der Luft, und die Wärme, welche durch Verdichtung derselben hervorgebracht wird, möchte man veranlaszt seyn, nach unserer Ansicht daraus zu erklären, dasz die Luft in dem verdünnten Zustande ein weit besserer Leiter ist, und in dem verdichteten ein weit schlechterer; bei genauerer Ueberlegung scheint dieses aber doch bedenklich. Es ist eigentlich eine grosse Frage, ob die verdünnte Luft wirklich ein besserer Leiter sey, als dichtere. Man möchte sich die Verbreitung der Electricität durch Ueberschlagen, durch Funken, eher als ein Durchbrechen, denn als ein Leiten vorstellen. Könnte die Electricität wirklich eben so schnell durch die Luft geleitet werden, als sie in Gestalt des Funkens überschlägt, oder in der des Ausströmens sich durch grosse Räume verbreitet, so gehörte sie wahrlich zu den besten Leitern. Es scheint ganz nothwendig, erstlich eine strahlende und eine fortgeleitete Wirkung der Electricität, so wie eine strahlende und fortgeleitete Wirkung der

Wärme, zu unterscheiden, und dann noch eine Durchbrechung vermittelt entgegengesetzter Anziehung, als wieder davon verschieden, obgleich der Strahlung verwandt, anzunehmen. Strahlende Electricitätswirkung wollten wir die nennen, welche durch Anziehung oder Abstoszung in einem unmerklichen Nu sich durch eine grosze Luftstrecke verbreitet, und daher an den Körpern nur eine Vertheilung, welche leicht wieder verlöscht, hervorbringt. Die Durchbrechung kann nur aus einer vorhergehenden Strahlung begriffen werden. Von der Leitung haben wir schon hinreichend in dem vorhergehenden gesprochen. Der Ausdruck strahlende Wirkung mag nicht der beste seyn, vielleicht würde der Ausdruck freie Verbreitung richtiger seyn als Strahlung; wir haben den letzten nur wegen der Vergleichung mit der Wärme vorläufig gewählt. Nach diesem allen würde die verdünnte Luft für die freie Verbreitung und den Durchbruch der Electricität zwar geschickter, als die dichtere, nicht aber ein eigentlich besserer Leiter seyn. Wenn dem so wäre, so müsste die Luft durch Verdünnung darum kälter werden, weil dieselbe Thätigkeit sich nun über einen weit grösseren Raum verbreitet, und solchergestalt viel schwächer wird; und umgekehrt durch die Verdichtung wärmer, bloz wegen der grösseren Concentration der Thätigkeiten.

Es würde sehr interessant seyn, wenn man einmal dahin kommen könnte, die Grösze des Einflusses der Kraftleitung auf die Wärmeveränderungen zu bestimmen; dieses müsste sowohl an sich, wie auch dadurch, dasz es uns in den Stand setzte, die Grösze der chemischen Anziehungen durch die Wärme zu messen, welche in den Vereinigungen entwickelt wird, uns eine Grundlage für mathematisch-chemische Untersuchungen von der grözsten Wichtigkeit abgeben.

Ehe wir diese Untersuchungen ganz verlassen, müssen wir noch einen hiehergehörigen Gegenstand näherer Untersuchung bemerken. Es scheint in einigen Erfahrungen, dasz die Wärme mit einem gewissen Uebergewicht der Brennkraft, die Kälte aber mit einem gleichen der Zündkraft vergesellschaftet sey. So findet man z. B. die positivelectrischen Ausströmungen von einer Spitze wärmer, die negativen kälter. Es dürfte aber doch diese Erscheinung bloz auf einer ungleichen Verdampfung auf der Haut beruhen. *Schübler* fand, dasz nur Körper, welche verdünsten, durch electriche Ausströmungen erkältet werden. Wenn man mit einem

wohlbenetzten Finger eine ziemlich starke galvanische Säule schlieszt, so wird man, wenn dieses auf der positiven Seite geschieht, Kälte fühlen, auf der negativen Wärme. Ist die Säule sehr stark, so wird das umgekehrte Verhältnisz Statt finden; für einen jeden lässt sich aber eine Säule finden, wo er auf beiden Seiten Wärme fühlt. *Ritter*, der dieses zuerst bemerkt, fand zugleich, dasz der Geschmack, welchen man durch die entgegengesetzten Leiter hervorbringt, auf ähnliche Weise mit der Stärke wechsle, so dasz man es festsetzen könne, dasz das Wärmegefühl immer an der Seite Statt findet, die den alkalischen Geschmack auf der Zunge hervorbringt, die Kälte auf der, die den sauren Geschmack giebt. Hieraus könnte man beinahe auf den Gedanken gerathen, dasz diese Wärmeerscheinung nicht eine ursprüngliche, sondern nur eine abgeleitete sey, so nemlich, dasz die überwiegende Alkalität immer die Flüssigkeit des Blutes unter anderen thierischen Feuchtigkeiten vermehre, also auch ihre Leitungsfähigkeit, woraus Kälte folgt, die überwiegende Säure auf der anderen Seite aber das ganz Entgegengesetzte hervorbrächte. Die ungleiche Wärme, welche wir in dem Wasser, das sich in der Kette befindet, entdeckten, erlaubt, wie wir gesehen haben, auch eine andere Erklärung. Ein warmer Körper wirkt in der galvanischen Kette mit einem kälteren derselben Art, als ein brennbarer. Dieses lässt sich aber daraus erklären, dasz der wärmere ein besserer Leiter ist, und also mit seiner vorherrschenden Kraft mehr zu wirken vermag. Merkwürdiger ist ein Versuch von *Ritter*, wonach ein Goldblatt sich in einem mit wenigen Tropfen Salzsäure vermischten Wasser auflöszte, als das Wasser gefror: woraus man schlieszen müsste, dasz die Säure oxydirt worden, das Wasser also beim Gefrieren Oxygen abgegeben habe. Dieser und ein Paar ähnliche, verdienen gewisz Beachtung, und müssen weitere Untersuchungen veranlassen. So viel können wir aber doch nach allem Vorhergehenden sicher behaupten, dasz das Wesentliche in der Wärme jener Wechselkampf der Kräfte ist, ja man könnte wohl noch hinzusetzen, dasz an ein eigentliches Uebergewicht einer der Kräfte hiebei nicht zu denken sey, sondern wenn ein Unterschied von Positivem und Negativem in der Wärme und Kälte Statt finden sollte, dieser dann in einer verschiedenen Richtung der Thätigkeiten bestehen müsse.

Vergleichen wir nun unsre hier aufgestellte Ansicht der Wärme mit den beiden, die vorher bestanden, so finden wir, dasz es uns

geglückt ist, ihre entgegengesetzten Richtungen gleichsam in einem Brennpunkt zu vereinigen. Die Naturforscher der früheren Zeit, insonderheit aufmerksam auf die Kraft, welche zur Hervorbringung der Wärme nöthig ist, und die rege Thätigkeit welche sich in den Wärmeerscheinungen äusert, glaubten, dasz die Wärme eine Erschütterung der kleinsten Theile der Körper seyn müsse. Die neueren Physiker, den Blick mehr auf die chemischen Wirkungen richtend, und am meisten auf jene still vorübergehende Thätigkeit, welche in der Hervorbringung der Kälte so mächtig ist, nahmen einen Wärmestoff an, der sich mit den Körpern chemisch verbinden könne, und bald gebunden sey, bald frei erscheine. Man könnte jene Theorie die mechanische, diese die chemische nennen. Unserer können wir, indem wir von den Kräften ausgehen, den Namen der dynamischen geben. Betrachten wir nun diese Ansichten nach ihren ersten Gründen, so müssen wir der mechanischen Theorie einigen Vorzug vor der chemischen zugestehen; denn jene fängt an mit etwas ganz Erfahrungsmäßigem, dasz nemlich alle Wärmehervorbringung mit einer inneren Bewegung vergesellschaftet ist, diese aber beginnt gleich mit der Annahme eines Wärmestoffs, dessen Daseyn auch nicht den geringsten Beweis für sich hat. In dem ganzen groszen Zusammenhange hat aber die mechanische Theorie den groszen Nachtheil, dasz man, in derselben Consequenz, auch alle andre chemische Wirkungen als blossen Erfolg innerer mechanischer Bewegung betrachten musz. Dieses ist es, was der Wärmestofftheorie den Sieg erwarb, zu einer Zeit, wo die klarere Anschauung aller chemischen That-sachen es nicht mehr erlaubte, sie auf Mechanik zurückzuführen. Auch ist es in der Grundlage der mechanischen Theorie durchaus willkührlich, dasz man die innere Thätigkeit in der Wärme, als ein blosses mechanisches Erzittern annimmt. Die dynamische Theorie fängt nicht mit irgend einer willkührlichen Annahme an, sondern sie zeigt erst zwei über die ganze Natur verbreitete Kräfte, welche das Wesen aller chemischen, wie aller mechanischen Wirkungen ausmachen, und darauf zeigt sie das Gesetz, wonach die Wechselwirkung dieser Kräfte Wärme hervorbringt. In diesem Grundgesetz der Wärmehervorbringung liegt nun zugleich die Erklärung aller Hervorbringungsarten der Wärme, sowohl mechanischer als chemischer, wie auch die Anschauung jener regen Thätigkeit, welche sich in allen Wärmeerscheinungen äusert.

Auch die Ursache der die Wärme begleitenden Ausdehnung entdecken wir bei dem ersten Blick darin. Ja selbst das Gefühl, welches die Wärme hervorbringt, spürt man gleichsam darin, und glaubt, dass man es daraus würde ableiten können, wenn man nur Gefühle in Worte auflösen könnte. Uebrigens zeigen die beiden ältern Theorien in dem was sie erklären und nicht erklären, gar deutlich ihren Ursprung. Jede erklärt das, wozu sie erdacht ist, oder, um die Sache auf eine anständigere, und auch der Wahrheit angemessenere Weise auszudrücken: jede dieser Theorien ist Darstellung einer Gesetzmäßigkeit in den Wärmerscheinungen, aber nur von einer Seite gesehen. Die mechanische stellt wirklich die innere Lebendigkeit der Wärme dar, nur mit einer anklebenden Einseitigkeit, die sich in diesem Zusammenhange nicht wegschaffen liez, die aber auch eben in diesem Zusammenhange ihr sonstiges Abstoszendes verliert, wie es ein jeder fühlen wird, der sich anders als mit halbem Geiste in die mechanische Ansicht versetzen will. Die chemische stellt wirklich die Gesetzmäßigkeit der Wärmeübergänge bei allen chemischen Veränderungen dar, doch auch mit einer Einseitigkeit, welche mehrere schiefe Darstellungen veranlaszt. Man kann aber nicht läugnen, dass die Wärmestofflehre zur Darstellung einer mannichfaltigeren, entwickelteren Gesetzmäßigkeit gedient hat, als die mechanische, wogegen man es wohl bezweifeln konnte, ob der Begriff des Wärmestoffs die eigentliche Veranlassung zu diesen Entdeckungen gewesen. Denn eben bei den schönen Gesetzen von der Bindung und Entbindung der Wärme, musz man dem Wärmestoff ganz neue Eigenschaften beilegen, welche gar nicht in seinem Grundbegriff liegen. Es würde nicht schwer seyn, die mechanische Theorie auch auf die Bindung und Entbindung der Wärme anzuwenden, und zwar mit groszem Schein der Consequenz; man könnte nemlich sagen, dass durch den Uebergang der Dämpfe in Tropfbarflüssigkeit, oder dieser in Festigkeit, die Oscillationen stärker, und durch den entgegengesetzten Uebergang schwächer würden. Man würde sogar einige Analogie vom Schall für sich haben. Es würde auch auf der andern Seite nicht ganz unmöglich, obgleich schwerer seyn, auch die Wärmestofftheorie für die Hervorbringung der Wärme auszubilden; wir überlassen dieses aber alles denjenigen, welche mit solchen Grundlagen, nach der Entdeckung festerer, noch zufrieden sind. Wir nehmen nur historisch auf das, was sie geleistet haben, Rück-

sicht. Die dynamische Theorie wird durch ihren bestimmten Zusammenhang mit allen chemischen und mechanischen Thatsachen, und durch die Verbindung, welche sie zwischen beiden stiftet, (z. B. den Parallelismus der chemischen und mechanischen innern Beweglichkeit, den sie darbietet) sich wie wir hoffen immer mehr bewähren. Noch ist sie nur in ihrer Kindheit; möchte sie erst von so vielen scharfsinnigen Männern ausgebildet werden, als die ältere, so wird sie sich ihnen ohne Zweifel noch vortheilhafter entgegenstellen können.

HERVORBRINGUNG DES LICHTS

Wenn ein Körper einen gewissen Wärmegrad, ungefähr 3,35 Maasz, erreicht hat, so fängt er an im Dunkeln schwach sichtbar zu werden; bei einer stärkern, ungefähr 4 Maasz, wird er sehr deutlich sichtbar; bei einer noch grösseren, etwas über 4,6 Maasz, wird er auch in der Dämmerung leuchtend erscheinen, und endlich bei ungefähr 5,4 Maasz wird er selbst bei hellem Tage sich glühend zeigen. In den ersten Graden ist das Licht roth, bei Verstärkung der Hitze geht dieses aber durch verschiedene Grade in das Weisse über. Dieses geschieht nun nicht blosz an solchen Körpern, deren Oberfläche eine schwache Verbrennung erleidet, sondern findet auch an denen Statt, die durchaus keine solche Veränderung erleiden, z. B. das Gold, welches viele Monate, ja Jahre lang glühend erhalten werden kann, ohne eine Spur von Oxydation zu zeigen. Wenn wir also sagen: die Wärme geht hier in Licht über, so ist dieses nichts weiter, als in Worten ausdrücken, was wirklich vor sich geht.

Umgekehrt, wenn Licht auf solche Flächen fällt, welche nur wenig davon wieder zurückwerfen, so wird Wärme hervorgebracht. Man sieht dieses deutlich genug in den bekannten Erfahrungen, nach welchen schwarze und dunkelgefärbte Flächen weniger¹ vom Lichte erwärmt werden, als hellere oder weisse, und diese wiederum weniger als blanke. Man nehme welche Theorie man auch wolle vom Lichte an, so wird man doch immer genöthiget seyn zu gestehen, dasz das Licht, als Licht, in dem Grade verschwindet, in welchem es auf die Oberflächen der Körper wirkt, ohne zurückgeworfen zu werden. Wir sehen ebenfalls, dasz das Licht, wo es

¹ [o: mehr.]

durch die Körper hindurchgehen musz, sie um so viel stärker erwärmt, je weniger sie davon durchlassen. Der allgemeine Ausdruck für diese Erfahrungen ist: Wo Licht, als Licht, verschwindet, da entsteht Wärme.

Es ist wohl zu bemerken, dasz die Erfahrungen, worauf wir uns hier berufen haben, zu jenen weitumfassenden gehören, die sich an allen Körpern, wo nur die allgemeinen Bedingungen anzu bringen sind, darstellen lassen, und überall dasselbe Resultat zeigen. Der Uebergang der Wärme in Licht, oder des Lichts in Wärme, ist also nicht zu läugnen, sondern vielmehr als eine grosze Thatsache anzusehen. Wir wollen aber, wie es sich schon aus dem Vorhergehenden versteht, damit keinesweges behaupten, dasz Licht und Wärme dasselbe wäre, oder doch nur dem Grade nach verschieden: dieses würde nur schlecht mit der Erfahrung stimmen; sondern wir schlieszen nur daraus auf die Gleichheit ihrer hervorbringenden Kräfte, und betrachten sie als verschiedene Wirkungsformen derselben.

In den electricischen Wärmehervorbringungen kommt, wie es nicht anders seyn konnte, dasselbe Gesetz wieder. Dieselbe Wirkung, welche Wärme hervorbringt, steigert auch die Thätigkeit bis zum Glühen. Der electricische Funke ist nichts als glühende Luft. In der verdünnten Luft verbreitet sich dasselbe Glühen über einen gröszern Raum, ist aber darum doch immer dasselbe. Selbst die sogenannten electricischen Ausströmungen würden kein Licht geben, wenn nicht jede derselben ihren Gegensatz aus der Luft anzöge. Nicht blosz feste und luftförmige Körper zeigen diese Erscheinung, sondern auch tropfbarflüssige; das Wasser z. B., wenn man Funken da durchschlagen lässt, um es zu zerlegen; Weingeist noch mehr; äusserst glänzend aber Terpentinöhl. Durch starke chemische Kettenwirkung bringt man auch feuchte Alkalien und Salze zum Glühen.

Haben wir aber gesehen, dasz Wärme Licht, und Licht Wärme werden kann, und dasz wir durch Vereinigung derselben Kräfte, welche Licht geben, auch Wärme hervorbringen können, so fehlt nur noch zur völligsten Ueberzeugung von der Gleichheit ihrer hervorbringenden Kräfte, dasz man aus dem Lichte, durch irgend eine Art von Analyse, die beiden chemischen Kräfte darstellen könnte. Dieses aber haben wir durch *Ritters* herrliche, von *Scheele* und *Herschel* veranlaszte, von *Englefield*, *Seebeck*¹ und mehreren be-

¹ [o: Seebeck.]

stätigte, Versuche gelernt. Das Resultat ist bekannt genug, dasz nemlich die durch ein durchsichtiges Prisma gehende Lichtwirkung sich nicht bloz in Farben verbreitet, sondern auch daneben eine chemische Vertheilung leidet, so dasz, von der violetten Seite angefangen, noch auszer den sichtbaren Strahlen eine desoxydirende Thätigkeit Statt findet, welche in dem violetten Lichte selbst schwächer, in dem blauen noch schwächer ist, und endlich, wie sie sich dem rothen nähert, ganz verschwindet, um da in die entgegengesetzte, eine zündungfördernde, überzugehen, welche auch weiter fortwächst, über das Rothe hinaus in einen mit unsichtbarer Thätigkeit gefüllten Raum. Die Versuche, worauf dieses beruht, lassen sich nicht bezweifeln. Die Brennkraft zeigt sich an der violetten Seite und in dem Violetten selbst deutlich überwiegend dadurch, dasz sie das salzsaure Silber äusserst schnell schwärzet, und auf der entgegengesetzten Seite zeigt sich die Zündkraft dadurch, dasz sie die sonst am Tageslichte so leicht erfolgende Schwärzung des salzsauren Silbers hindert. Insonderheit hat man die desoxydirende Kraft der violetten Seite vielfältig beglaubiget. Die entgegengesetzte der rothen würde schon daraus folgen, wenn wir auch keine Versuche darüber hätten; denn wenn das violette Licht eine grözere reducirende Eigenschaft hat als das weisse, so musz in diesem ja eine Kraft seyn, welche die in jenem aufhebt, das heiszt die entgegengesetzte, mit andern Worten die Zündkraft. *Wollaston* hat gefunden, dasz sich *Guajacharz* in dem prismatischen Lichte ganz umgekehrt verhält, und in dem violetten Lichte grün wird, wie sonst durch andre Oxydationen, und in dem rothen, eben wie in gewöhnlicher Wärme, wieder braun. Diese Umkehrung der That-sachen ist merkwürdig, widerlegt aber auf keine Weise die Kraftvertheilung im Lichte: denn solche Umkehrungen sind in den freiern Aeuszerungen der Kräfte sehr häufig wegen des Gegensatzes in der Vertheilung und Ausgleichung oder sogenannten Mittheilung. Vielleicht ist die höchst geringe Leitungsfähigkeit des *Guajacharzes* Ursache dieser Umkehrung. Doch weitere Untersuchungen mögen dieses lehren. Wir können es immer als bewiesen annehmen, dasz wir die Brennkraft und Zündkraft in dem Lichte gefunden haben, und zwar nach einem solchen Gegensatze und Vertheilung, dasz wir schon darin allein einen Grund haben würden, alles, was zwischen den äussersten Punkten grözter Vereinzelung eines jeden liegt, bloz für verschiedene Mischungs- und Thätigkeitsäuszerun-

gen derselben zu halten. Uebrigens werden wir leicht gestehen, dasz der analytische Beweis hier bei weitem nicht die Stärke des synthetischen hat; doch durch diesen so wohl vorbereitet und gestützt, möchte er wohl zu unserer vollen Ueberzeugung hinreichend seyn. Für die kunstmäßige Vollkommenheit der ganzen Darstellung aber, wie auch für die bestimmtere Einsicht in alle Umstände des Vorganges, gehört gewisz eine fortgesetzte Untersuchung über die Entwicklung und Hervorrufung der innern Thätigkeiten des Lichts zu den wünschenswerthesten der Naturlehre.

Haben wir uns nun aber vollkommen davon überzeugt, dasz Licht und Wärme durch dieselben Kräfte hervorgebracht werden, so entstehet die Frage: wie sind denn diese in ihrem Aeuszern doch so ungleiche Kräfte auch im Innern verschieden? Wir haben schon in dem Vorhergehenden bemerkt, dasz die Gegensätze zu einer weit gröszeren Stärke gekommen seyn müssen bei der Hervorbringung des Lichts, als der der Wärme. Wir sehen aber in unsern gewöhnlichen electricen Versuchen, und es folgt auch aus der Natur der Sache, dasz wenn die Gegensätze ihr höchstes Maasz erreicht haben, sie den Widerstand überwinden, welchen die Unvollkommenheit der Leiter ihnen entgegensetzt, überschlagen, und sich ausgleichen. Dasselbe musz nun auch mit jenen durch die Natur des Leiters bestimmten kleinsten möglichen Gegensätzen Statt finden, und eine andre Erscheinung hervorbringen, als die blosze Stöhrung des Gleichgewichts. Der electriche Funke, wie auch jedes andre Glühen, ist ein durch den ganzen Raum fortgesetztes Ueberschlagen. In den dichtern Körpern geschieht dieses Ueberschlagen nicht in einem Augenblick durch alle Punkte, vielmehr behalten sie eine Zeit lang ihre leuchtende Kraft. Vielleicht rührt dieses von einer Oscillation her, welche bei einem solchen Entladungskampf eben so natürlich wäre, wie die wohlbekanntnen Oscillationen in der Entladung einer electricen Säule. Die Verbreitung aber von dem leuchtenden Körper aus durch ein jedes gegebene Mittel, geschieht, wie bekannt, ohne eine Spur auf dem Wege zurückzulassen, wenn jenes nicht in Wärme verwandelt wird. Die strahlende Wärme hat eine ähnliche Wirkungsart, nur musz darin die Schnelligkeit der Wirkung weit geringer seyn, weil sie viel leichter von dem Widerstand des Mittels gehemmt und in fortgeleitete Wärme verwandelt wird. Ob aber nun in der Wirkungsform der Kräfte noch etwas hinzukommen musz, um Licht zu bil-

den, oder ob die schon angegebene Einheit der Wirkungsform dazu hinreicht, müssen wir als Gegenstand weiterer Untersuchung unausgemacht dahin gestellt seyn lassen. Die einzige Frage über die innere Beschaffenheit des Lichts, die wir hier auch nur aufzuwerfen vermögen, ist diese: Sollte das weisse Licht, auszer andern Unterschieden von der Wärme, nicht auch mehr Brennkraft, als diese enthalten? *Herschel* fand bekanntlich in seinen thermometrischen Versuchen über das Licht, dasz die oxydirenden Strahlen von sehr vieler Wärme begleitet waren, die rein desoxydirenden dagegen keine Wärme erregten. Wir finden auch, dasz das weisse Licht sehr viele Desoxydationen befördert, welche die Wärme nicht zu befördern vermag. Es scheint sich auch dadurch zu bestätigen, dasz das electriche Licht der positiven Ausströmungen weit stärker ist, als das der negativen. Auch scheint die stärkere Brechung und Zurückwerfung des Lichts von den brennbaren Körpern dafür zu sprechen. Diese Anzeigen sind interessant, und lieszen sich überdies noch vermehren; auch hängen sie mit der Meinung sehr gut zusammen, dasz die Brennkraft immer mit der Wärme steige, so dasz der Uebergang zum Lichte nur durch eine bestimmte Proportion des Vorherrschens der Brennkraft bedingt wäre. Alle diese Anzeigen aber finden einen Widerspruch in den gewöhnlichen electricen Wärmehervorbringungen, diese mögen nun zum Glühen gehen oder nicht; man merkt immer einen gleichen Aufwand beider Kräfte, nicht einer derselben insbesondere. In einem auch noch so langen, durch eine Entladung glühend gemachten Eisendrath, sieht man keinen Unterschied der positiven und negativen Seite. *Davy* hat unter andern einen 18 Zoll langen Platindrath durch die Entladung seiner groszen galvanischen Batterie glühend gemacht, ohne einen Unterschied der beiden Enden anzugeben, welches er doch gewisz gethan, wenn er einen bemerkt hätte. Wir wollen es mit dem allen nicht bestreiten, dasz es noch durch fernere Versuche gefunden werden könnte, dasz auch diese electricen Wärmehervorbringungen einen Grund der Ungleichheit enthalten, den wir noch nicht kennen, wenigstens eine Verschiedenheit des Auszen und Innen. So lange aber dieses nicht geschehen, müssen wir uns damit begnügen zu wissen, dasz Licht hervorgebracht wird, wenn die Spannung der Gegensätze der innern Kräfte ihr Grösstes erreicht hat und zur Ausgleichung übergeht.

Die Fortpflanzung des Lichts geschieht, nach dem was wir schon gesehen haben, durch dynamische Undulationen: so nennen wir die ununterbrochne Abwechselung der entgegengesetzten Kräfte. Diese Ansicht steht ungefähr auf dieselbe Weise zwischen der Vibrationstheorie, welche *Huygens* und *Euler* lehrten, und der Emanationstheorie der Neutonischen Schule, wie die dynamische Wärmetheorie zwischen der mechanischen und chemischen. Die Möglichkeit einer solchen Ansicht hat schon *Schelling* in seiner Weltseele anerkannt.

Aus demselben Grunde, warum die schlechtesten Leiter am leichtesten in den glühenden Zustand versetzt werden, wird sich auch das Licht am leichtesten durch sie verbreiten, denn dieses ist nichts weiter, als dasz der Körper eine augenblickliche Glühung erleidet, welche aber, wie wohl zu bemerken, nicht mit Wärme anfängt, sondern mit Licht, und daher auch nach langem Durchwirken des Lichts keine andre Wärme hinterlässt, als die, welche durch die Hemmung des Lichts zuwege gebracht wird. Dieses Gesetz ist unleugbar sehr allgemein, man bedenke nur, dasz alle geschmolzene Oxyde und alle Salze schlechte Leiter sind und zugleich durchsichtig, oder doch zur Durchsichtigkeit sich hinneigend. Schwefel und Phosphor sind ebenfalls sehr schlechte Leiter und durchsichtig. Mehrere gute Leiter sind auch durchsichtig, aber sie gehören doch immer noch nicht zu den besten. Undurchsichtig können, wie bekannt, die Körper werden durch Pulverung, Zersplitterung, durch Einmischung fremder Theile, welche keine chemischen Verbindungen bilden. Uebrigens lässt es sich kaum bezweifeln, dasz es noch andere hinzutretende Ursachen der Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit gebe, die noch nicht entdeckt sind. Eine kennen wir noch, aber nicht ihre Verbindung mit der Natur des Lichts, nemlich, dasz brennbare Körper das Licht stärker brechen und zurückwerfen, als andre; es ist aber noch eine Frage, ob nicht die sehr brennbaren Körper auch alle besonders schlechte Leiter sind, und in diesem Zustande dem Lichte einen etwas grösseren Widerstand leisten, als zur vollkommensten Durchlassung sich fügen will. Hiedurch würde doch nur die Schwierigkeit anderswo hingeschoben. Wenn wir sie auch überhaupt gegenwärtig nicht lösen können, so bedenke man, dasz dieses auch sonst in der experimentalen Naturlehre nicht geschehen ist, wir stehen also hierin gegen die gewöhnlichen Theorien nicht zurück; wir machen

aber an die neue um so gröszere Forderungen, und mit Recht, weil sie sich mehr mit dem Ganzen in Zusammenhang setzet. Könnte man annehmen, dasz das Licht ein Uebergewicht von Brennkraft, entweder durchaus oder vermöge einer Vertheilung von innen nach auszen, hätte, so würde schon ein Theil der Schwierigkeiten wirklich gehoben seyn.

Wahrscheinlich wird man eine Einwendung gegen unsre Ansicht aus der Geschwindigkeit des Lichts hernehmen, und behaupten, dasz eine solche Verbreitung, wie die von uns dargestellte, unmöglich damit vereinbar sey. Wir können aber hierauf am besten mit einer Erfahrung antworten, dasz nemlich die eine Seite einer geladenen Glasscheibe gleich ihre electricische Thätigkeit verändert, sobald die andere eine Veränderung leidet, und dies obgleich der schlechte Leiter dazwischen liegt. Auch geht die Vertheilung durch mehrere Abwechselungen guter und schlechter Leiter sehr schnell, wiewohl die übrige Leitung darin fast gar nicht möglich ist. Sollte also hier der sehr grosze Andrang in dem leuchtenden Körper dieselbe Stöhrung erst durch eine äusserst schnelle Vertheilung, und durch eine eben so schnell darauf folgende Entladung fortpflanzen? Doch wir verwickeln uns hier in die schwierigsten Untersuchungen, wenn wir die Verbreitungsart des Lichts weiter verfolgen wollen, und entfernen uns zugleich von unserem Ziele. Gehen wir also zu den eigentlich chemischen Lichtentwickelungen zurück.

In derjenigen chemischen Wirkung, worin die gröszten Gegensätze sich aufheben, erscheint auch am häufigsten Licht, nemlich bei dem Verbrennen. Die in der Luft vorgehenden Verbrennungen sind besonders reich an Lichtentwickelung. Indem die Oxygenluft sich mit dem brennbaren Körper verbindet, geht eine sehr schnelle Vereinigung der entgegengesetzten Kräfte vor, und zwar in einem Mittel, das nur sehr unvollkommen leitet; die Vereinigung der Kräfte bringt daher nicht blosz dunkle Hitze, sondern Glühen hervor. Die Flamme ist nur ein glühender, hauptsächlich aus Dampf und Luft zusammengesetzter Körper. Sie besteht zum Theil aus dem brennenden Stoffe, zum Theil aus Oxygengas, zum Theil aus dem Product der Verbrennung. In so weit bei dem Verbrennen eine Dampfbildung vorgeht, wird die Wärme bedeutend vermindert, zum Theil durch Wärmebindung, (wie wir sie im Vorhergehenden erklärt haben) zum Theil durch Zerstreung. Nehmen wir

dieses alles zusammen, so begreifen wir, warum die langsame Verbrennung des Phosphors so viel Licht und so wenig Wärme giebt. Dieser Körper fängt bei einer Wärme, welche nur sehr wenig den Gefrierpunkt übersteigt, zu verbrennen an. In diesem Zustande ist die Luft ein sehr schlechter Leiter, der unbedeutende Dampf, der sich vom Phosphor entwickelt, ist es ebenfalls, und endlich das Product der Verbrennung, phosphorigte Säure, ist noch ein luftförmiger Körper. Die ganze Atmosphäre also, welche den Phosphor umgiebt, ist ein schlechter Leiter, von sehr geringer Masse in jedem Raumpunkte; sie wird also durch die Vereinigung der Kräfte gar leicht zum Glühen gebracht, oder mit andern Worten, es findet hier ein Glühen bei sehr geringer Wärmemenge Statt. Diese Wärmemenge zerstreuet sich nun leicht, durch die sich entwickelnde luftförmige phosphorigte Säure, und durch den unmittelbaren Uebergang in die Luft, oder in die feste Masse des Phosphors, wo an der Oberfläche ein Theil schon verwandt wird, um neuen Phosphordampf zu bilden. Dasz eine Zerstreung der Wärme sehr wesentlich als Ursache mitwirkt, warum der Phosphor bei seinem langsamen Verbrennen keine Wärme giebt, sieht man daraus, dasz angehäuften Phosphorstücke bei dem langsamen Verbrennen nach und nach sich innerlich erhitzen, und sich in den Zustand des lebhaften Verbrennens versetzen. Ueberhaupt könnte man sagen, das Leuchten ohne bemerkbare Erwärmung erscheine bei dem Glühen einer sehr geringen Masse, wenn Zerstreung der Wärme damit verbunden ist.

Die verschiedenen Farben der Flamme an den verschiedenen Punkten, verdienen hier auch eine Betrachtung. Man stellt sie am schönsten durch brennenden Weingeist dar. Man verbrenne, in einem Gefäß aus ganz weissem Porcellan oder Fajance, Weingeist, ohne Docht, an einem Orte, wo ein stark hineinscheinendes Sonnenlicht nicht geradezu die Augen blendet, und zur Verhütung jeder Täuschung stelle man noch weisses Papier oder andere farblose Gegenstände umher, und man wird immer sehen, dasz die Flamme unten sehr schön veilchenblau, etwas höher rein blau ist: der oberste Theil der Flamme ist weisz, mit etwas eingemischtem Gelb. Wenn der Weingeist recht sehr heisz geworden ist, die Entwicklung der Dämpfe also schneller geht, bemerkt man noch das rothgelbe, und am allerersten Rande das Rothe selbst. Auf der obern Grenze des Blau's, kann man auch noch dann und wann

einiges Grün bemerken, welches aber nie weder so deutlich, noch so rein erscheint, wie die andern Farben, und am wenigsten mit dem Veilchenblau und reinem Blau des untern Theils sich vergleichen lässt. *Goethe* hat in seinem Werke zur Farbenlehre diese Farbenvertheilung für eine blosze Täuschung erklärt, weil sie nach seiner Meinung daher rühren soll, dasz man den Docht, in dem gewöhnlichen Kerzenlicht, oder sonst einen dunkeln Körper, dadurch sehe. Er behauptet daher, dasz man keine Farbe in einer Weingeistflamme sehe, wenn man hinter derselben ein Stück weisses Papier hält. Allein einen solchen Erfolg des Versuchs hat man nicht, wenn die Flamme nicht sehr klein ist, und ein starkes Sonnenlicht, welches eine jede Flamme undeutlich macht, hereinscheinen lässt. Bei einer recht groszen Flamme hindert aber auch dieses nicht das Sehen der Farben, wenigstens nicht der Hauptsache nach. Der Docht, durch den man das Verbrennen fetter Körper befördert, und die Kohle, welche sich in der Verbrennung anderer organischer Körper entwickelt, haben auch keinen Einfluss auf die Flamme; denn wenn man solche Körper in verschlossenen Gefäßen erhitzt, und die sich entwickelnden dampf- und luftförmigen Körper durch Röhren irgendwo hinleitet, so kann man diese entzünden, und erhält, auch bei dem weiszesten Hintergrund, dieselben Farben darin, wie bei der Verbrennung der Körper selbst. In dem Theile der Flamme, welcher dem brennenden Körper am nächsten ist, findet man die Farbe immer veilchenblau oder reinblau, in dem entferntesten Theile aber rothgelb oder roth. Das stärkste Licht der Flamme ist gewöhnlich gelblichweisz. In der Mitte derselben erscheint häufig ein schmutziges Grün. Es zeigt sich also deutlich, dasz in dem Theile der Flamme, worin die Brennkraft das Uebergewicht hat, auch die Farben, worin die Brennkraft vorherrschend ist, wirklich hervortreten, da aber, wo die Zündung fördernde Luft überwiegend ist, da werden auch die, durch die Zündkraft bestimmten Farben erscheinen; in der Mitte aber wird man das Gleichgewicht der Farben und der Kräfte zusammentreffen sehen. Die alte Bemerkung der Chemiker, dasz die Metalloxyde, vor das Blaserohr gebracht, in dem blauen Theile sich leicht reduciren, die Metalle oder wenig oxydirten Stoffe umgekehrt in dem rothen Theile leicht Oxygen anziehen, stimmt vollkommen mit unserer Ansicht. Eine ähnliche Bestätigung finden wir bei dem Verbrennen des Hydrogengases. Das ganze Product

der Verbrennung desselben ist ein ziemlich guter Leiter, Wasserdampf. Bei einem Verbrennen in atmosphärischer Luft wird daher die Thätigkeit nicht hoch genug steigen, um weisses Licht zu geben, sondern man bekommt in der Mitte ein schönes grünes, unten veilchenblau, oben gelbroth, dann und wann mit einem rothen Rande, wenn nemlich der Luftstrom schnell ist. Das grüne Licht ist aber vorherrschend. Vermischt man Hydrogengas mit atmosphärischer Luft, in dem Verhältnisz, um Wasser zu bilden, und entzündet es durch einen electricen Funken, so geschieht die Verbrennung mit einem grünen Lichte; wenn aber mit Oxygen, was jedoch in gläsernen Gefäßen gefährlich ist, mit einem weissen. Nimmt man aber sechs Theile Oxygengas gegen einen Theil Hydrogengas, so erfolgt die Verbrennung mit einem starken rothen Lichte. Wenn sehr brennbare Körper sich auf dem nassen Wege mit Oxygen verbinden, z. B. ein Metall in Salpetersäure, so entstehen oft bedeutende Grade von Hitze, die aber doch nicht zum Glühen gehen. Man braucht, um sich dieses zu erklären, nicht anzunehmen, dasz irgend ein Lichtstoff dem Oxygen der Säure schon früher entzogen wäre; alles erklärt sich sehr leicht aus den schon gefundenen Gesetzen. Die Vereinigung der Brennkraft und Zündkraft in einem Mittel, welches vielfach besser leitet, als die Luft, könnte nach unsern schon gefundenen Gesetzen selten oder nie die höchste Spannung der Gegensätze verursachen. Nur in einigen wenigen Fällen bringen sehr trockne Alkalien, und höchst concentrirte Säuren durch ihre Verbindung Glühen hervor. Offenbar ist hier die Schnelligkeit der Verbindung, und die Intensität der anziehenden Kräfte sehr grosz.

Dasz das Licht ganz andre chemische Wirkungen hervorbringt, als die Wärme, kann uns jetzt auch keine Schwierigkeit machen. Die Verschiedenheit besteht vorzüglich darin, dasz innere¹ Stoffe, deren Vereinigung durch die Wärme befördert wird, durch das Licht wieder getrennt werden, wie wir unter vielen Beispielen an dem Verhältnisz des Oxygens und Quecksilbers sehen. Wir sehen aber nun ein, dasz bei einer bis zum höchsten getriebenen Spannung der Gegensätze in einem Körper, wo die Anlage zu einer Trennung ist, diese zuletzt erfolgen musz; wo dagegen dieses Auseinandergehen der Gegensätze nicht so beträchtlich ist, da wird die Vermehrung der Leitung, durch die innerlich gestörte Ruhe,

¹ [α: einige?]

die Verbindung weit mehr befördern als hindern. Man wird dieses vielleicht einst durch einen Versuch versinnlichen. Es ist kaum zu bezweifeln, dass man dahin kommen wird, einen galvanischen Apparat zu construiren, dessen Kraft hinreichte eine eingeschlossene Wassersäule gleich bei der Schliessung glühend zu machen. Ein solcher müsste mit einer grossen Wirkungsmenge, wie der *Davy'sche*, auch eine grosse Stärke vereinigen. Wenn man nun das Wasser in einer solchen Kette plötzlich zum Glühen brächte, so würde es sich höchst wahrscheinlich auch in jedem Punkte decomponiren, das ist: sich gleich überall in Oxygen- und Hydrogengas verwandeln. Vielleicht könnte man dies sogar durch eine electrische Batterie bewirken, wenn man durch einen dünnen feuchten Faden einen Funken schlagen liesz. Hätte man ihn statt Wassers noch mit einer Salzauflösung getränkt, so würde man vielleicht auf einem untergelegten gefärbten Papiere Abbildungen bekommen, zwar nicht von den letzten und feinsten Vertheilungen, aber von den grössern, so wie in *van Marums* Metallverdampfungsversuche.¹

BEMERKUNGEN UEBER DIE ERSCHEINUNG DER ALLGEMEINEN KRAEFTE IN DER ORGANISCHEN NATUR

Da wir nun die beiden Kräfte, deren Gesetze wir aufzustellen uns bemüht haben, in allen Wirkungen der organischen Natur wiedergefunden haben, so kommen wir zu der Frage: ob diese Kräfte auch in der organischen Natur gefunden werden, und ob sie vielleicht da eben so allgemein seyn möchten, wie in der anorganischen? Gewissermassen könnten wir diese Frage bloss durch die allgemeine chemische Analyse beantworten, denn diese löst alles, was in der organischen Natur Stoff ist, in solche Grundstoffe auf, welche auch in der anorganischen Natur gefunden werden, und so müssten also die letzten chemischen Grundkräfte in allen Naturreichen dieselben seyn. Dagegen lässt sich nun zwar nichts einwenden, wenn man die Sache in einer gewissen Beschränktheit nimmt; mancher könnte aber doch dagegen die Bemerkung machen, dass dieses alles nur für die destruirten organischen Körper gelte, dass aber in dem lebendigen Gebilde noch andre Kräfte hinzutreten,

¹ Der Verfasser ist, indem er dieses schreibt, auf einer Reise, und kann daher den Versuch nicht anstellen.

welche unserer chemischen Untersuchung ganz entgehen. Wir würden einem solchen leicht Recht geben, wenn er behaupten wollte, dasz ein höheres Gesetz, ein höheres Princip der Einheit, in der organischen Natur herrsche, als in der anorganischen: denn dieses giebt schon ein unbefangener Blick auf das, was vorgeht; aber behaupten, dasz in der organischen Natur ganz neue Kräfte, nicht neue Wirkungsformen der bekannten vorkommen, ist etwas ganz Unerwiesenes aufstellen. Man glaubt dadurch fälschlich die Würde der organischen Natur zu behaupten; aber die Grundkräfte machen immer nur das Materiale aus, woraus alle mögliche Gebilde entspringen könnten, wie aus demselben mechanischen Stoff das vollendetste Muster menschlicher Schönheit, und das unbedeutendste Gefäß hervorgehen kann. Alles kommt hier nur auf die Idee des schaffenden Künstlers, dort auf die Idee des Dinges in der unendlichen Vernunft an, welche wir in allen unsern Untersuchungen als den Inbegriff aller in dem Wesen enthaltenen, und als Einheit wirkenden Naturgesetze anerkennen. Um nun dieses dem Auge näher zu rücken, wollen wir alle Hauptwirkungen der organischen Natur durchgehen, und sehen wie die schon von uns anerkannten allgemeinen Naturgesetze darin erscheinen. Wir sind dabei genöthigt uns am meisten an die thierischen Körper zu halten, weil wir über die Gewächse nur noch wenige Untersuchungen haben; aber können wir unsre Absicht nur hier erreichen, so wird man auch nicht bezweifeln, dasz eine genauere Kenntniz dasselbe in dem Gewächsreiche leisten wird.

Eine der allgemeinsten Wirkungen in der thierischen Natur ist bekanntlich die Muskelzusammenziehung. Diese wird durch die Electricität sicher und nach bestimmten Gesetzen erregt, hiezu brauchen wir keine neue Kraft in der Natur anzunehmen. *Ritter* hat schon längst bewiesen, dasz ähnliche Zusammenziehungen und mithin auch Nachlassen der Zusammenziehungen, mit andern Worten Zuckungen, auch in anorganischen Körpern durch die galvanische Kette hervorgebracht werden können. *Erman* hat dieses, als ein wahrer Meister der experimentalen Kunst, in ein noch helleres Licht gesetzt. Der lebendige Nerve ist höchst vollkommener Leiter der Electricität, und kann durch seine Berührung mit den Muskeln schon diese Kraft erregen. Die Nerven können also ohne eine andre Kraft die Muskeln in Bewegung setzen. Alles, was mechanischer Reiz hier auszurichten vermöchte, lässt sich

aus der durch veränderte Lage der Theile veränderten Kettenwirkung erklären; die Wirkung der Kräfte in ihrer galvanischen Form wird sich dagegen nicht auf mechanischen Reiz zurückführen lassen. In so weit musz denn eine jede äuszere Berührung eine Veränderung der Empfindungen hervorbringen; demnach setzt das, was wir gewöhnlich Gefühl und Getast nennen, keine besondere, von den allgemeinen Naturkräften verschiedene, Kraft voraus, wohl aber eine Wirkungsform derselben, die noch bei weitem nicht erspäht worden, ja vielleicht nie ganz zu erspähen ist. Was das Wärmegefühl betrifft, so ist dieses offenbar ein Product derselben Kräfte, welche in der anorganischen Natur wirken; denn man bringt den Wärmezustand nicht allein überall auf dieselbe Weise hervor, miszt sie durch dieselben Mittel in dem lebendigen thierischen Körper, wie in der todten Natur, sondern selbst das Gefühl der Wärme stimmt, wie wir schon vorher bemerkt haben, ganz mit dem überein, was man sich von einer Erregung der ruhenden Kräfte vorstellen kann. Auch ist es kaum zu bezweifeln, dasz nicht die Lebensthätigkeit, nach den von uns aufgestellten Gesetzen, eine eigne Wärme hervorbringen müsse. Daher auch die Thiere, welche ein unabhängigeres Leben genieszen, auch eine selbstständigere Temperatur haben, an deren Hervorbringung wir gewisz nicht dem Athemholen seinen Theil absprechen wollen; dasz aber dieses nicht die einzige Ursache der Wärme sey, wird man uns wohl gestehen müssen. Um unter mehreren Thatsachen nur eine zu nennen, bedenke man nur, mit welcher auszerordentlichen Schnelligkeit ein Gedanke durch Erregung einer Leidenschaft das Gefühl der Wärme vermehren oder vermindern kann, welches unmöglich wäre, wenn alle Wärme von den Athmungsorganen ausginge. Wir haben auch schon früher bemerkt, dasz jeder Körper, auch die anorganischen, seine eigne Wärme habe. Aber die letzten, wie auch viele der organischen, haben eine weit geringere selbstständige Temperatur, als die, welche sie als Theile des gesammten Erdkörpers haben müssen, und so kann ihre eigenthümliche Temperatur nie zum Vorschein kommen.

Man hat schon so lange Chemie getrieben wurde die Ueberzeugung gehabt, dasz chemische Veränderungen in unserm Körper vorgehen; und nachdem man sich eine bestimmtere Kenntniz der chemischen Gesetze erworben, hat man auch gefunden, dasz einige Vorgänge in der organischen Natur sich auf die gewöhnlichsten

chemischen Processe zurückführen lieszen, besonders wenn man nur auf die Bedingungen und den endlichen Erfolg Rücksicht nahm, womit man sich auch um so eher begnügte, da, streng genommen, wir in den von uns selbst angestellten chemischen Versuchen nicht mehr sahen. Nur die Entdeckung der chemischen Kettenwirkung hat angefangen, uns in beiden weiter zu führen. Die wunderbaren Secretionen und Absorptionen in den organischen Körpern, wo man keinen offenen Durchgang für die Stoffe erblickte, sind jetzt nicht so ganz unbegreiflich, seitdem wir die Leitung der chemischen Kräfte, und vorzüglich *Davy's* herrliche Versuche über den Durchgang der Stoffe kennen. Es wird vielleicht den Anatomen künftig glücken, in dem Bau der Theile die Bedingungen mancher Kettenwirkung in den thierischen und vegetabilischen Körpern zu entdecken. Schon der einzige Umstand, dasz die Säfte, welche aus dem thierischen Körper unmittelbar weggeschafft werden sollen, sauer sind, die aber, welche in dem Körper verbraucht werden sollen, eine überwiegende Alkalität haben, müszte die Anatomen zu neuen Untersuchungen, die Physiologen zu höchst interessanten Combinationen veranlassen. Aber wir brauchen nicht weiter zu gehen. Die chemische Kette zeigt uns eine Construction aus anorganischen Körpern, worin alle Glieder zu einer Gesamtwirkung beitragen; und damit haben wir denn ein Instrument, welches mit der Einrichtung organischer Körper eine gewisse Analogie hat. Möge die unendliche Kunst in den organischen Körpern uns immer noch so unerreichbar bleiben: wir werden ihr nun immer etwas in einzelnen Theilen nachbilden können, und dieses ist für die Einsicht schon viel.

Die merkwürdige Wirkung der chemischen Kette auf unsre Sinnesorgane verdient hier auch bemerkt zu werden. Bekanntlich erregt derselbe Leiter, welcher die Säure aus einem Salze hervorruft, auch auf der Zunge einen sauren Geschmack, und eben so der entgegengesetzte Leiter einen alkalischen. Es war dieses aus der Natur der Sache vorauszusehen, so wie wir sie aus den Versuchen mit anorganischen Körpern kennen; aber wir sehen doch auf jeden Fall, dasz wir eine, alle gute Leiter, also auch die Nerven, schnell durchlaufende, von keiner, wenigstens keiner den Sinnen darstellbaren, Materie begleitete Kraft in der anorganischen Natur hervorrufen können, welche die Bedingungen des Geschmacks, wenigstens zweier der merkwürdigsten Geschmacksextreme, zur

Thätigkeit bestimmen kann. Ein ähnliches, wenn gleich weniger deutlich hervortretendes, Verhältnisz finden wir auch bei dem Geruch. Was das Gesichtsorgan betrifft, so finden wir da die Erscheinung eines bläulichen Lichts durch den Zündkraftleiter, die eines röthlichen durch den Brennkraftleiter hervorgebracht; also bringen wir hier durch die chemische Kettenwirkung die Extreme der Gesichtsempfindung hervor. Dasz wir hier nicht die rothe Farbe durch den Zündkraftleiter, die blaue aber durch den Brennkraftleiter erregen, hat darin seinen natürlichen Grund, wie *Reinhold* bemerkt hat, dasz die Retina mit dem Leiter nicht in unmittelbare Berührung kommt, sondern nur durch Vermittlung der Flüssigkeiten im Auge. Der Augennerve ist daher eigentlich als Fortsetzung des entgegengesetzten Leiters anzusehen; folglich ist im Augennerven wirklich die überwiegende Brennkraft mit blauem, die überwiegende Zündkraft mit rothem Lichte begleitet. Die Umkehrung der Wirkung, welche wir bemerken, wenn man aus der Kette austritt, dasz z. B. nun ein alkalischer Geschmack auf den vorherigen sauren folgt, hat wahrscheinlich darin seinen Grund, dasz die Nerven in der Kette sich oxydiren oder hydrogeniren, und demnach bei dem Heraustreten neue Ketten bilden, worin der vorherige Leiter der Brennkraft, als nun oxydirt, die Rolle eines weniger brennbaren Körpers spielt, und der vormalige Leiter der Zündkraft, als nun hydrogenirt, die des brennbareren nimmt. Dasz nach *Ritters* Bemerkung fast alle Wirkungen auf den lebendigen Körper sich umkehren, wenn die Säule recht bedeutend verstärkt wird, läszt sich nicht leicht bestimmt erklären; im allgemeinen können wir aber bemerken, dasz eine solche Umkehrung darauf beruhen musz, dasz durch die stärkere Leitung nun schnelle und lebhaftere Verbindungen da vorgehen, wo es in weniger kräftigen Ketten bei den, mit höchst langsamen und schwachen Verbindungen verknüpften, Gegensätzen stehen blieb.

Noch müssen wir, ehe wir diesen Gegenstand verlassen, die Bemerkung machen, dasz die wohlbekanntere Erfahrung, über die Erschöpfung der Reizbarkeit durch Vermehrung der Reize, sich auf eine auffallend leichte Weise mit unserer Ansicht der Dinge in Verbindung setzen läszt. Es beruht dieses nemlich auf dem weit allgemeineren Gesetz: je mehr eine Kraft in einem Körper das Uebergewicht erhält, um so gröszter wird darin der Widerstand gegen Kraft derselben Art, und um so mehr wird auch schon die

entgegengesetzte, durch deren Anziehung eigentlich die Einwirkung der Kraft empfangen oder aufgenommen wird, überwältigt. Wir müssen deswegen aber auch Reize entgegengesetzter Art annehmen, ohne welche die Wiederherstellung der Reizbarkeit eigentlich nicht möglich seyn würde. So erklärt es sich z. B. hier leicht, wie man durch Ermüdung des Auges für eine oder zwei gegebene Farben, in allen weissen Gegenständen nur die rückständigen sieht; roth, wenn das Auge auf dem Grünen (Gelb und Blau) lange verweilt hat; gelbroth, wenn es an dem Blauen ermüdet ist u. s. w.

Diese Bemerkungen mögen nun hinreichen, um die allgemeine Verbreitung der Brennkraft und Zündkraft, auch in der organischen Natur, dem Chemiker vor Augen zu stellen. Der Physiolog wird in seiner ganzen Wissenschaft den Beleg hiezu finden.

BEMERKUNGEN UEBER DEN MAGNETISMUS

Um die Allgemeinheit der beiden von uns betrachteten Kräfte von allen Seiten zu bewähren, dürfen wir auch den Magnetismus nicht übergehen. Man ist von jeher geneigt gewesen, die Kräfte desselben mit den electricischen zu vergleichen. Die deutliche Erscheinung der anziehenden und abstosenden Kräfte in der Electricität und dem Magnetismus, und die vollkommene Gleichheit ihrer Gesetze, muszten nothwendig diese Vergleichung hervorbringen. Zwar fand man darin nichts, was der sogenannten Mittheilung der Electricität analog wäre, aber das, was man fand, liesz sich so vollkommen mit der Vertheilung vergleichen, dasz man kaum einen Unterschied anzugeben wuszte; nemlich wenn man die Wirkungen mit denen einer kürzlich entladnen Leidner Flasche, oder noch besser mit einer von seinen Belegungen entblözten entladnen Ladungsscheibe vergleichen will. Durch eine solche ist auch nie eine Mittheilung, sondern blosz Vertheilung möglich. Auch bemerkt man, wenn die Scheibe aus mehreren dünnen Lamellen zusammengesetzt war, an jedem Blättchen eine electricische Kraftvertheilung, wie an jedem Bruchstück eines Magnets eine magnetische. Eine grosze Schwierigkeit scheint der Umstand darzustellen, dasz electricirte und magnetisirte Körper, vermittelt ihres Zustandes, nicht auf einander anziehend und abstoszend wirken. Es würde

von dem höchsten Interesse seyn, diese Schwierigkeit vollkommen zu heben: da wir aber nach dem jetzigen Bestand der Thatsachen dazu keine Aussicht entdecken, so wollen wir uns begnügen darauf aufmerksam zu machen, dasz selbst die Reibungs- und Berührungselectricität schon in ihren Anziehungen und Abstosungen gegen einander ähnliche sehr auffallende Erscheinungen zeigen. So kann man z. B. leicht durch eine genäherte geriebene Glasstange die Abstosung einer electricen Säule ganz heben, und an ihrer Statt eine Anziehung oder entgegengesetzte Abstosung hervorbringen, und doch bleibt nicht bloz die chemische Wirkung ungestört, sondern auch eine lange Wasserstrecke, wie ein in die Kette mit eingeschlossener feuchter Faden, leidet noch innerlich dieselbe chemische Veränderung wie sonst, ungeachtet sie durch eine Vertheilung von auszen einen ganz entgegengesetzten electroscopischen Zustand erhalten hat. Es scheint also, dasz die Kräfte unter verschiedenen Wirkungsformen sich kreuzen oder entgegenkommen können, ohne einander zu stöhren. Die Wirkungsform in der Kette, oder die galvanische, steht zwischen der rein-electricen und der magnetischen in der Mitte, indem die Kräfte in derselben weit mehr gebunden sind als in der ersten, und weit weniger als in der letzten. Es ist also nicht unwahrscheinlich, dasz auch die electricen Kräfte die magnetischen noch weit leichter ohne Stöhrung kreuzen oder ihnen begegnen können. In der galvanischen Säule ist es eigentlich der electriche Zustand derselben als ganzer Körper, nicht als thätige electriche Kette, welche durch die Annäherung der geriebenen Glasstange verändert wird; so ist es in dem Magnetismus auch. Nicht die den Magnetismus ausmachende innere Vertheilung wird dadurch verändert, sondern der electriche Zustand, der dem magnetischen Körper bloz als Körper zukam. Wir gestehen aufrichtig, dasz die Sache hiemit noch bei weitem nicht erklärt ist; wir werden aber auch zufrieden seyn, wenn wir diese Schwierigkeit bloz als eine unverstandene, uns nicht widerstreitende Sache, zur weitem Untersuchung hinstellen können.

Die übrigen Aehnlichkeiten des Magnetismus mit der Electricität sind so grosz, dasz wir nur die scheinbaren Widersprüche wegzuräumen brauchten, um Gleichheit der Kräfte in beiden anzunehmen. Selbst der Umstand, dasz der Magnetismus des Stahls durch das Glühen verschwindet, gehört mit zu diesen Aehnlichkeiten; denn ist dieses wohl etwas anderes, als dasz er durchs Glü-

hen ein weit besserer Leiter wird, worin sich die entgegengesetzten Kräfte um so viel leichter vereinigen? Die Veränderung der Magnetenadel bei Gewittern ist noch ein Beispiel mehr für die Verwandtschaft beider. *Ritter* hat auch gefunden, dass magnetisirter Eisendrath an seinem Nordende weniger, an seinem Südende mehr oxydabel sey als Eisen, nur musz dazu Eisen oder weicher Stahl gebraucht werden, weil der härtere wegen seiner geringeren Leitung und der ihr entsprechenden geringeren Kraftmenge, weniger Wirkung hervorbringt, und zwar in umgekehrter Ordnung. Mit gleichen Bedingungen bewirkt man auch Zuckungen in einem präparirten Frosch, wenn man zwei entgegengesetzte Pole eines magnetisirten Eisendraths damit in Verbindung setzt, so dass eine Kreiswirkung gebildet werden kann. Die Dräthe müssen mittelst starker Magnete magnetisirt seyn. Diese Versuche sind unter den Physikern noch einigermaßen streitig, sind aber doch so vielen geglückt, dass man nicht leicht eine Täuschung dabei annehmen kann. Schon vor zehn Jahren äuszerte *Ritter* die Vermuthung, dass die Nordlichter magnetischen Ursprungs wären. Jetzt hat ein dänischer Mathematiker, *Hansteen*, mit sehr wichtigen Gründen bewiesen, dass die Erde, so wie es *Halley* schon behauptete, vier Magnetpole habe. Er hat ihre Lage für verschiedene Zeiten bestimmt, und gefunden, dass die Polarlichter, deren Mittelpunkt er mit mehreren in den dunkeln Fleck (der vollständig zu beobachtenden) setzt, ganz mit diesen magnetischen Polen zusammenhängen. Man kann demnach alle die Funktionen, welche man in der Electricität aufzuweisen vermag, auch in dem Magnetismus darstellen: Anziehungen und Zurückstozungen, chemische Differenz, Wirkung auf den lebendigen thierischen Körper, Lichthervorbringung. Zwar sind sie nicht alle mit gleicher Deutlichkeit nachgewiesen worden, aber die Aehnlichkeit ist doch unverkennbar. Die Entdeckung der neuern Zeiten, dass eigentlich alle Körper einigen Magnetismus anzunehmen fähig sind, dass also die magnetische Wirkungsform in allen Körpern vorkommen kann, nur in höchst verschiedenen Graden, verdiente noch weiter verfolgt zu werden. Zugleich sollte man versuchen, ob man nicht in einem von den Zuständen, worin die Electricität sehr gebunden vorkommt, einige Wirkung auf den Magnet als Magnet hervorbringen könne. Die Sache würde nicht ohne Schwierigkeit seyn, weil die Electricität auch auf den magnetischen Körper

wie auf unmagnetische wirken würde; vielleicht wäre es aber doch möglich, durch Vergleichung magnetischer und unmagnetischer Nadeln einige Auskunft hierüber zu bekommen.

ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN UEBER DIE BEIDEN GRUNDKRAEFTE

In unsern bisherigen Untersuchungen hat es sich nun gezeigt, dasz die beiden Kräfte, welche wir erst unter den Namen der Brennkraft und Zündkraft aufstellten, über die ganze Natur verbreitet seyn, und dasz alle Wirkungen, welche wir bisher zu erforschen und unter Gesetze zu bringen im Stande gewesen, als verschiedene Wirkungsformen dieser Kräfte zu betrachten sind. Und nicht bloß in chemischer, sondern auch in mechanischer Rücksicht gilt dieses, indem wir ebenfalls einsehen, dasz selbst zur Erfüllung des Raumes nichts weiter als diese Kräfte nöthig sind.

Der Gedanke, dasz der Raum durch abstosende und anziehende Kräfte erfüllt wird, ist schon oft geäusert worden, nur mit verschiedenen Modificationen. Einige knüpften sie an Atomen, welche einander anziehen und abstoszen, andere stellten sich dieselben als frei über den ganzen Raum verbreitet vor. Jene theilen sich wieder in solche, welche diesen Atomen noch eine Ausdehnung geben, welche sie doch als auszerordentlich klein annehmen,¹ und solche,

¹ Priestley z. B. nennt es nicht unmöglich, dasz alle Materie, das ist, alle Atome des Weltalls in einer Nuszschale zusammen enthalten seyn könnten. Der Sprung von dieser Kleinheit der Ausdehnung zur gänzlichen Vernichtung derselben ist nicht grosz. Alle Naturforscher aber, welche die chemischen Erscheinungen nur mit einiger Aufmerksamkeit betrachtet haben, erkennen, dasz die Menge der Atomen auf jeden Fall in den Körpern sehr klein seyn müsse. Man denke sich z. B. Ammoniakgas und Kohlensäuregas, jedes unter einem Druck von nur einer Linie Quecksilber, also sehr verdünnt. Man stelle sich vor, dasz sie auf den gewöhnlichen Luftdruck reducirt werden, so ist schon der Raum, worauf die Atomen beschränkt worden, über 330mal kleiner geworden. Man denke sich endlich diese Stoffe chemisch vereinigt, so machen sie einen festen Körper ungefähr von dem specifischen Gewichte des Wassers. Hier haben wir also eine mehr als 25000malige Verdichtung, und doch wurde in beiden Fällen ein Raum erfüllt. Nichts hindert aber von einer noch gröszeren Verdünnung auszugehen. Auch sind wir überzeugt, dasz das kohlenzure Ammonium noch weit davon entfernt ist ein gefüllter Raum zu seyn. Noch weiter geht dieses, wenn man sich Oxygen und Hydrogen von ihrer höchstmöglichen Verdünnung als Gas, bis auf ihre gröszte Zusammenziehung in Verbindung mit der Schwefelsäure denkt. Man wird leicht sehen, dasz ein Raum erfüllt seyn kann, ohne einen Hunderttausendtheil seines Volumens von Atomen zu enthalten, ja nicht einmal einen Milliontheil; und noch haben wir keine Grenze. Der, wie man etwa annähme, bei den Verdichtungen weggehende Wärmestoff kann nicht in Betracht kommen: denn da er fast nichts wiegt, so kann er auch nur ein sehr geringes Volumen von Atomen haben.

welche die Atomen für blosze mit anziehenden und abstosenden Kräften versehene Punkte halten. Auch theilen sie sich darin, dasz einige, wie *Knight*, annehmen, dasz gleichartige Atomen sich einander abstoszen, ungleichartige einander anziehen. Andere halten einige Atomen für abstoszend, andere für anziehend, und endlich geben noch andere den Atomen eine Kraft, welche in grözterer Entfernung anziehend, in sehr kleiner aber abstoszend wirke. Unter diesen kommt der unsrigen die *Knightsche* Ansicht am nächsten, welche annimmt, dasz es zwei Arten von Atomen gebe, ohne Ausdehnung und so beschaffen, dasz die von gleicher Art einander abstoszen, die von ungleicher aber einander anziehen. Wir wollen hier keine Kritik dieser verschiedenen Systeme versuchen. Das atomistische System im Allgemeinen ist in Deutschland schon längst einer hinlänglich scharfen Kritik unterworfen worden, wovon auch Anwendung auf ihre Arten gemacht werden kann. Gegen die *Knightsche* Vorstellungsart lassen sich doch nicht die Einwendungen wegen der begrenzten Theilbarkeit der Materie machen, sondern nur das, was man einer atomistischen Ansicht im Allgemeinen entgegenstellen kann, dasz sie den vergeblichen Versuch macht aus den Theilen das Ganze zu erklären, wovon doch *Knight* freier war, als irgend ein anderer Atomistiker.¹ In seinen Resultaten aber nähert er sich, wie gesagt, dem, was wir durch Erfahrung gefunden, auszerordentlich.

In der dynamischen Ansicht, in so weit man davon einige Anwendung auf die experimentalen Wissenschaften gemacht hat, nimmt man eine eigne zurückstoszende oder ausdehnende, und eine andre anziehende oder zusammenziehende Kraft an. Wir haben dagegen durch unsere Ueberschauung der Erfahrung zwar auch zwei Kräfte gefunden, aber wir haben zugleich gefunden, dasz jede für sich erweiternd und zurückstoszend ist, beide aber in Bezug auf einander anziehend sind. Auch scheint es, wenn wir die Sache genauer betrachten, nicht anders seyn zu können; denn indem wir uns eine Kraft vorstellen, müssen wir uns auch ein Herausstreben aus sich selbst dabei denken, welche im Raume nur als Ausdehnung dargestellt werden kann. Eine rein zusammen-

¹ Das Werk von *Knight* ist selten. Es führt den Titel: *Attempt to demonstrate, that all the phenomena in nature may be explained by two simple principles, attraction and repulsion.* Lond. 1748, und nähert sich selbst in dem Allgemeinern durch seine Erhebung zu dem höchsten Ursprung der Dinge sehr der Naturphilosophie unserer Tage.

ziehende, oder rein anziehende Kraft wäre also nicht möglich, sondern müsste immer als Product zweier anderer betrachtet werden können. Man könnte zwar hierauf antworten, dass man den Kräften keine solche abgesonderte Selbstständigkeit beilegen dürfe, sondern man müsse sie immer beide zugleich im Raume denken, man müsse überhaupt die anziehende Kraft ursprünglich als eine zusammenziehende betrachten, und so z. B. die Anziehung der Weltkörper nur als eine Erscheinung der zusammenziehenden Kraft im Weltall betrachten; aber wie sehr man sich immer die Kräfte als unzertrennlich denken mag, wenn man sie auch nur als zwei entgegengesetzte Ansichten der einzigen, raumerfüllenden Thätigkeit betrachtet, so muss der Gedanke sie doch als zwei Thätigkeiten unterscheiden, und jede für sich auffassen können, dann kommt aber dieselbe Schwierigkeit in der Vorstellung wieder, welche wir vorher in der Existenz zu finden glaubten. Will man dieser entgehen, so muss man die Ausdehnungskraft ursprünglicher, die Anziehungskraft als abhängig annehmen. In der Ausdehnungskraft selbst könnte aber der Grund der Anziehung nicht liegen; es müsste also etwas Anderes da seyn, welches die Zusammenziehung bestimme, und so wären wir auf unsre erste Ansicht von zwei, jede für sich denkbaren, Kräften wieder zurückgebracht.

Bei unserer Ansicht aber entsteht nun die Frage, wie denn diese beiden Kräfte verschieden sind, da wir ihre Verschiedenheit doch nicht bloß in die Richtung ihrer Thätigkeit setzen können? Ungeachtet dieses schon über das Gebiet hinaus liegt, auf dem sich unsre Untersuchung sonst bewegt, wollen wir doch eine Beantwortung versuchen. Uns aber wohl bewusst, wie schwer es ist, sich in dieser Sache nicht zu irren, bitten wir diese Beantwortung selbst nur als eine näher bestimmte Frage zu betrachten, welche vielleicht eine wirkliche Beantwortung veranlassen könnte. — Man stelle sich den ganzen Raum von einer Urkraft durchdrungen vor, wovon unsre beiden Kräfte nur verschiedene Wirkungsformen seyn sollen. In jeder Kraft, jeder Thätigkeit, ist ein Streben aus sich selbst hinaus in allen Richtungen, und hier muss diese sich in jedem Punkte des Raumes äuszern, damit er erfüllt werde. Dieses Streben von einem Punkte aus in allen Richtungen, können wir die strahlende Thätigkeit nennen, wobei wir natürlich nicht an abgesonderte Strahlen zu denken haben. Wir wollen sie auch

die positive nennen, und die entgegengesetzte die negative, uns auf die hierin erlaubte mathematische Willkührlichkeit berufend, obgleich auch die unmittelbare Anschauung für diese Wahl spricht. Aber der strahlende Punkt erleidet auch eine Einwirkung von allen übrigen umliegenden Punkten; gegen diese verhält er sich als zurückwirkend, und zwar gegen alle gleichweit entfernte Punkte gleich stark. In so fern würde also die Kraft als concentrische ins unendliche in einander laufende Grenzen bildend wirken. Dieses wäre die Form der negativen Kraft. In so weit nun die Thätigkeit eines Punktes bloß in ihm selbst gesetzt ist, in so weit nennen wir sie positiv; in so weit sie aber durch andere gesetzt ist, ist sie negativ. Sind diese Thätigkeitsformen aber nun die ursprünglichsten im Raume, so werden sie auch allen andern zum Grunde liegen, selbst aber nie verlöschen. Wenn wir nun irgend eine Entzweiung der Kräfte in Beziehung auf den gesammten Raum voraussetzen wollen, eine Voraussetzung, welche eine jede Naturphilosophie machen und rechtfertigen muß, so wird auch die Vertheilung der Selbstbestimmung und des Bestimmteyns ungleich und so die Heterogenität der Materie erklärlich werden. Wenn wir einer sehr merkwürdigen, aber doch vielleicht täuschenden Anzeige folgen wollten, so würden wir glauben, daß die strahlende Thätigkeit in der Brennkraft und in der positiven Electricität herrschend sey, die entgegengesetzte aber in der Zündkraft und der negativen Electricität sich äuszere. Dieses ist unsere Ansicht von einer Sache, worin wir kaum hoffen dürfen mehr gethan zu haben, als die Zahl der Untersuchungsrichtungen auf eine nicht unnütze Weise vermehrt zu haben.

Mehrere Chemiker scheinen der Meinung zu seyn, daß man alle Verschiedenheit der Materie aus der verschiedenen Intensität der Raumerfüllung, und aus den ungleichen Proportionen der Kräfte erklären könne. Hiemit verbindet man die Lehre, daß die chemische Verbindung bloß darin bestehe, daß die vereinigten Stoffe zusammen den Raum mit Continuität erfüllen, und eigentlich liegt sie schon in der vorhergehenden Annahme. Wenn aber kein anderer Unterschied da wäre, so müßten alle Körper sich in allen möglichen Proportionen mit einander verbinden können. Es wird sich kaum ein Wort gegen diese Folgerung sagen lassen; denn wer die Ursache, warum es nicht so ist, in Ungleichheit des Festen und Flüssigen oder dergl. suchen will, der müßte zuerst zeigen, wie

nur Festigkeit möglich sey, so lange man bei diesem Dichtigkeits- und Proportionsunterschiede stehen bleibt; nicht zu gedenken, dasz das Beispiel mehrerer Verbindungen zwischen festen, tropfbarflüssigen und luftförmigen Körpern hinreichend beweiset, dasz es nicht diese Formverschiedenheit ist, welche die Vereinigungen hindert. Nach dieser Annahme müszte auch in jedem Körper die Anlage zu einer jeden Polarität leicht zur Wirksamkeit hervorgerufen werden können: denn in keiner Verbindung könnte man sagen, dasz zwei oder mehrere ungleichartige Stoffe verbunden wären, sondern man hätte nur eine bestimmte Kraftproportion, in der ja eine jede Vertheilung gleiche Möglichkeit hat. Die Erfahrung aber zeigt durchaus das Gegentheil. Man kann sogar aus denselben Grundstoffen ganz ungleichartige Zusammensetzungen bilden, und diese nur auf gegebene Weise trennen. So z. B. kann man leicht eine Verbindung des Ammonium mit Wasser bereiten, welche dieselben Grundbestandtheile und Proportionen der Grundbestandtheile hat, wie eine gegebene verdünnte Salpetersäure; man wird aber durch dieselben Verfahrensarten ganz andre Educte aus der einen dieser Verbindungen als aus der andern erhalten. Man musz also gestehen, dasz die Körper in ihren Verbindungen mit andern ihre eigenthümliche Wirkungsform behalten, und dasz also die einförmige Erfüllung des Raums mit Kräften nicht hinreicht.

Sobald man aber zwei solche Grundkräfte, wie wir, angenommen hat, so folgt auch gleich, dasz ein jedes Uebergewicht seine Wirkung durch Anziehung der entgegengesetzten Kraft und Abstoszung der gleichartigen äuszert. In so weit die Fortpflanzung dieser Wirkung Widerstand findet, wird auch eine mehr oder weniger bleibende innere Differenz entstehen, ja wir haben gesehen, dasz diese auch beständig werden kann. Wegen der allgemeinen Wechselwirkung aller Körper, wird keiner dieser Kraftvertheilung entgehen, sondern in jedem werden, wenn auch den Sinnen unmerkbar, Punkte entgegengesetzter Thätigkeit mit ihrem Gleichgewichtspunkte unterschieden seyn: denn die Gegensätze ins Unendliche zusammenfließen zu lassen, ist nichts, als sie wieder aufzuheben. Dagegen können in jedem Gegensatze neue Gegensätze, in diesen abermals neue und so weiter gedacht werden; und hier scheint es nicht nothwendig, Grenzen zu setzen. Diese verschiedene Tiefe der Gegensätze dürfte uns vielleicht die beste Erklärung einiger ungleichen Verbindungsgrade an die Hand

geben. Wenn z. B. Hydrogengas und Oxygengas als Luftarten sich verbinden, so müszte dieses vermittelt weniger tief eingreifender Gegensätze geschehen; wenn sie dagegen durch Glühen beide bessere Leiter werden, oder ein plötzlicher Druck eine innere Bewegung hervorbringt, so vereinigen sie sich durch das Ineinandergreifen tieferer Gegensätze, und so entsteht Wasser.

Aber diese ganze Rede von den Kraftvertheilungen giebt noch eine gar zu dürftige Vorstellung von der innern Mannichfaltigkeit der Stoffe, wenn man dabei nicht den Blick auf das Ganze richtet. Immer musz man im Auge behalten, dasz alle diese Gegensätze nur durch die Entwicklung des Ganzen bestehen, und durch die ununterbrochene Wechselwirkung mit ihm unterhalten werden. Man musz sich dieses innere Verschiedenmachen der Stoffe als ein Organisiren derselben denken. Und so wie wir den innern Bau einer Pflanze nur sehr ärmlich angegeben hätten, wenn wir sagten, sie bestehe aus Gefäzen, die wieder andre feinere enthalten, und so weiter fort, so weit die künstlichste Zerlegung reicht; so haben wir auch durch jene Hinweisung auf die innern Gegensätze nur noch in der allerdürftigsten Allgemeinheit von der dynamischen Organisation der Körper gesprochen. Es mag aber dieses doch als Anfang zu einer weitergehenden Untersuchung dienen. In diesem Sinn setzen wir noch einige Bemerkungen über den Unterschied der Körper her. Aus dem Vorhergehenden erhellt, dasz die Körper verschieden seyn können durch die Intensität, womit die Kräfte den Raum erfüllen, durch das Uebergewicht einer der Kräfte, und durch die Wirkungsform derselben. In dieser letzten liegt immer die Grundverschiedenheit der Stoffe. In der ersten unsrer Körperreihen, der der Unverbrannten, zeigt sich die einfachste in unsrer Erfahrung wahrgenommene Wirkungsform. Daher scheint auch die in ihnen so oft vorkommende Geschmeidigkeit und Leitungsfähigkeit zu rühren. In der zweiten Reihe ist eine deutlich grözere Zusammengesetztheit der Thätigkeitsformen. Alle Gegensätze, welche sich in den Körpern der ersten Klasse finden, sind da noch mit neuen verbunden. In der dritten, den Salzen, sind die Gegensätze der beiden vorigen wieder mit neuen vergesellschaftet. Dasz wirklich in der dritten Klasse die Gegensätze der ersten noch liegen, sieht man daraus, dasz man sie durch kräftige Wirkungsmittel in denselben wieder hervorrufen kann, z. B. durch ein brennbareres Metall ein weniger brennbares aus

einem Salze. Es giebt aber unläugbar eine oder mehrere noch höhere Stufen der Einfachheit der Wirkungsformen, als die in der Metallreihe. Erst wenn die Natur dieser durch irgend eine Untersuchung der Grundkräfte erforscht wäre, würde man eine ganz wissenschaftliche Chemie haben. Vielleicht wird aber die experimentale Untersuchung durch die Entdeckung der Bestandtheile der Metalle, und vielleicht durch noch mehrere Entdeckungen vieles erst vorarbeiten müssen; denn durch die Winke der Natur wird der Geist doch nur veranlaszt, aus sich zu entwickeln, was in ihm liegt.

Durch Differenzen der Kräfte sind verschieden die brennbareren Körper von den weniger brennbaren oder mehr zündungfördernden, die stärkeren Alkalien von den schwächeren und von den Säuren u. s. w. Die Eigenthümlichkeit eines jeden Alkali oder einer jeden Säure wird bestimmt durch die Gegensätze in den Stoffen erster Reihe, und durch die Innigkeit der Verbindung, welche, eben sowohl wie das Mengenverhältnisz der Bestandtheile, bei denselben Stoffen ungleich seyn kann. Die Eigenthümlichkeit der Stoffe erster Reihe steht sicher in einem gleichen Verhältnisz zu einer noch höheren. Und so musz es ferner noch fortgehen, bis wir auf eine Reihe stozen, worin wir das einfache Gesetz des ersten Auseinandergehens der Kräfte finden.

Wo wir verschiedene Intensitäten der Raumerfüllung für sich allein als Verschiedenheit entdecken, wie z. B. in ungleich zusammengedrückter Luft, in Körpern ungleicher Wärme, da erkennen wir keine Verschiedenheit der Stoffe an; mit den andern Verschiedenheiten aber verbunden, können sie natürlicherweise grözere Ungleichartigkeit begründen helfen.

Man wird finden, dasz sich unsre Ansicht in gewisser Rücksicht der atomistischen nähert; wir werden aber dieses nicht als einen Vorwurf nehmen, da ja auch jene dazu gedient hat, tiefblickenden Männern die Naturverhältnisse darzustellen, von einer Seite betrachtet also wohl etwas Wahres enthalten musz. Der innere Unterschied der Atomistik von der Dynamik bleibt aber immer, dasz jene aus den schon zuvor fertigen Theilen das Ganze zusammensetzen will, diese aber sich das Ganze mit seinen Theilen als verschiedene Formen einer Urkraft entwickeln läszt. Doch nur auf der Grenze der Wissenschaft wird dieser Unterschied deutlich; denn in jeder Naturuntersuchung, welche nicht rein

speculativ ist, fängt man mit den schon fertig dastehenden Gegenständen an, betrachtet ihre Wirkungen, und spürt den Gesetzen nach, durch welche die Wirkung bestimmt wird. Aus den besondern Gesetzen sucht man wieder allgemeinere zu bilden, und so weiter. In diesem Sinne ist die Naturuntersuchung in den letzten Jahrhunderten getrieben, und in diesem haben wir auch die ganze vorhergehende Untersuchung geführt. Es ist also keine Frage von den letzten Gründen, vor dem Schlusze der Untersuchung. Eine andre Frage aber ist es, in wie weit eine höhere Einsicht als leitende Idee dienen, oder eine falsche Metaphysik irre leiten kann. So ist es z. B. unläugbar, dass die reine Atomistik, wo alles nur aus Grösze, Form und Bewegung der Atome erklärt werden sollte, einen beschränkenden und irreleitenden Einfluss auf die Naturwissenschaft gehabt hat. Seitdem aber diese bloss mechanische Vorstellungsart der Anschauung der chemischen Thätigkeit hat weichen müssen, wird die Annahme der reinen Dynamik oder einer dynamischen Atomistik keine grosse Verschiedenheit in der Beurtheilung der Thatsachen, oder der Aufstellung der Naturgesetze hervorbringen. Das was alle wahre Naturforscher mit einander gemein haben, ist die Ueberzeugung von der Gesetzmässigkeit der Natur, und dass diese nicht anders als mit der Vernunft übereinstimmen könne. Diese Erkenntnis ist von groszen Folgen. Ein klarerer Ueberblick fügt bald hinzu, dass es in der Natur kein todttes starres Seyn giebt, sondern dass ein jedes Ding nur als Product einer Entwicklung da ist, dass diese Entwicklung nach Gesetzen geschehe, und dass also jedes Ding sein Wesen hat durch die Gesammtheit der Gesetze, oder die Einheit der Gesetze, das höhere Gesetz, wonach es hervorgebracht worden. Aber ein jedes Ding ist wiederum als thätiges Organ eines noch mehr umfassenden Ganzen zu betrachten, welches abermals einem höheren Ganzen angehört, so dass nur das grosse All die Grenze dieser Progression macht. Und so wäre denn das Universum selbst als die Gesammtheit der Entwicklungen anzusehen, und sein Gesetz wäre die Einheit aller übrigen Gesetze. Das was aber endlich der Naturforschung ihren höchsten Sinn giebt, ist die klare Einsicht, dass die Naturgesetze gleich sind den Vernunftgesetzen, in ihrer Anwendung also gleich Gedanken; die Gesammtheit der Gesetze eines Dinges, als dessen Wesen betrachtet, also eine Naturidee, und das Gesetz oder das Wesen des Weltalls der Inbegriff aller Ideen, gleich

der absoluten Vernunft. Und so sehen wir die ganze Natur, als Erscheinung einer unendlichen Kraft und einer unendlichen Vernunft in einem vereinigt, als Offenbarung Gottes.

Dieses zu beschauen, darein setzen wir nun das höchste der Naturwissenschaft, und meinen, dasz eine ins Dynamische übergehende Atomistik die Erreichung dieser Ansicht nicht wesentlich hindere, noch den Sinn und Geist der Naturforschung verändere, sondern nur in dem äussersten Vereinigungspunkte des Systems mit der Speculation verwirrend seyn könne, also nur für die, welche diese Vereinigung versuchen. Wir möchten aber glauben, dasz für den, der dies thäte, das System selbst sich verändern würde. Noch zuversichtlicher können wir behaupten, dasz ein in seiner bestimmteren Darstellung sich der Atomistik näherndes dynamisches System, wenn es auch irrig seyn sollte, — das heiszt: den Zusammenhang der höchsten in der Erfahrung vorgefundenen Gesetze mit den Urformen des Seyns nicht richtig darstellte, zwar, wie ein jeder anderer Irrthum, deren wir vielen unterworfen sind, das grosze Bild der Wahrheit in einigem trüben, den wahren Sinn aber, wir möchten sagen, die Religion der Naturwissenschaft, auf keine Weise aufheben würde.

ALLGEMEINE BETRACHTUNGEN UEBER DEN ZUSTAND DER CHEMISCHEN NATURLEHRE

Durch die Erweiterung, welche die Chemie vermöge der neueren Entdeckungen erhalten hat, wird auch die Bestimmung ihres Inhalts, ihrer Grenzen und ihres Zusammenhanges mit andern Wissenschaften in manchen Stücken sehr erleichtert. So lange man die Chemie blosz als eine Lehre von den Bestandtheilen der Körper betrachtete, muszte man sie immer durch die Besonderheit ihres Gehalts von der allgemeinen Naturlehre sehr scharf abgrenzen. Es blieb auch ungewisz, ob man die Lehre von der Wärme, dem Lichte, der Electricität u. s. w. darin aufnehmen sollte oder nicht, je nachdem man ihnen nemlich eine abgesonderte materielle Ursache zuschreiben, oder eine solche läugnen wollte. Man sah sich sogar zu der Inconsequenz genöthigt, die Wärme immer in der Chemie abzuhandeln, die Electricität und

den Magnetismus aber, selbst wenn man eine materielle Ursache derselben annahm, davon auszuschlieszen, wiewohl es nicht zu bestreiten ist, dasz die Verbindungen und Trennungen einer electricen oder magnetischen Materie, nach den Definitionen, eben sowohl zur Chemie gehören muszten, als die aller anderen Stoffe. Jetzt, da wir nicht blosz den innigen Zusammenhang der electricen Wirkung mit den chemischen in so vielen Thatsachen sehen, sondern sogar von der Identität derselben überzeugt sind, werden wir über den Inhalt der Wissenschaft von dieser Seite betrachtet nicht ungewisz seyn. Damit wir aber nicht willkürlich zu verfahren scheinen möchten, wollen wir höher anfangen. Offenbar theilt sich alle Wissenschaft, welche wir von der Natur auf dem Wege der Erfahrung erhalten können, zuerst in zwei grosze Abschnitte, einen, welcher beschreibt, wie die Gegenstände sind, einen andern, welcher uns lehrt, wie die Körper auf einander wirken oder sich verändern. Jener ist die Naturbeschreibung, dieser die Naturlehre. Erkennen, wie die Körper wirken oder sich verändern, ist mit andern Worten, die Gesetze, wonach dieses geschieht, erkennen. Die Naturlehre ist also die Wissenschaft von den Gesetzen der Natur. Die Gesetze nun, welche wir an allen Körpern darthun können, nennen wir allgemeine, die, welche nur in einem gewissen geschlossenen Ganzen, wie in dem groszen Bewegungssystem der Weltkörper, in der Entwicklung des Erdkörpers, in dem belebten Körper, Statt finden, nennen wir besondere. Von den allgemeinen Gesetzen handelt die Wissenschaft, welche wir Physik zu nennen pflegen, und nunmehr auch allgemeine Naturlehre nennen könnten. Da wir alles Wirken durch das Bewirkte erkennen, so können wir auch die allgemeine Naturlehre nach den möglichen Veränderungen eintheilen. Diese sind entweder blosz äuszere oder innere. Die rein äuszere Veränderung ist nichts als Veränderung der Lage gegen andre Körper, das ist die Bewegung. Eine rein innere Veränderung, musz eine Veränderung der Eigenschaften der Dinge seyn. Da diese Eigenschaften nie anders, als durch ihre Wirkung erkannt werden, so sind sie als wirkende Eigenschaften auch Kräfte zu nennen. Bewegungslehre und Kraftlehre sind also die beiden Bestandtheile der Naturlehre, wozu man noch einen, bisher aber noch nicht abgesonderten, fügen könnte, worin sich beide vereinigen. Die Kraftlehre ist ganz dasselbe, was wir

nach unserer erweiterten Ansicht Chemie nennen müssen. Bisher glaubte man die Chemie zu der besondern Naturlehre rechnen zu müssen, doch so, dasz man sie auch in das Lehrgebäude, welches wir nun allgemeine Naturlehre nennen, aufnahm. Man glaubte dieses thun zu müssen, weil die Chemie von Stoffen, also von etwas besonderem, handelte. Jetzt aber wissen wir, dasz die Chemie von Kräften handelt, welche eben so allgemein sind, wie die Bewegung, und also mit vollkommenem Rechte der allgemeinen Naturlehre einverleibt wird.

Es ist erfreulich zu sehen, wie sich die Chemie nach und nach zu einer solchen Allgemeinheit der Gesetze erhoben hat, und wie das treue Streben so vieler Forscher, obgleich es sich oft in entgegengesetzte Richtungen verbreitete, am Ende doch, wie durch ein höheres Gesetz (die allgemeine Harmonie der Vernunft) geleitet, in einem Brennpunkt, in einer Einheit zusammentrifft. Leider war es von jeher Sitte, wenn von Bildung einer neuen Theorie die Rede war, nur auf die Fehler unserer Lehrer, der Vorfahren, aufmerksam zu machen, ohne an ihre Verdienste und ihren wahren wissenschaftlichen Besitz zu denken. Die nothwendige Folge hiervon war, dasz wenn wir uns auch über die neue Wahrheit freuten, wir doch auch auf der andern Seite uns eines gewissen Miszmuths nicht erwehren konnten, wenn wir daran dachten, dasz so viele auf einander folgende Geschlechter, wie es schien, nichts gethan hatten als irren, wir also auch kein anderes Loos erwarten könnten. Es ist auch bekannt genug, dasz nicht wenige edle, wenn auch nicht kraftvolle Freunde der Wissenschaft, durch diesen Miszmuth überwältiget, an allem Wissen verzweifelt haben. Diese sich selbst auf alle Weise so sehr bestrafende Undankbarkeit gegen die Vorfahren scheint von einer unrichtigen Vorstellung von dem Zweck der Wissenschaft herzurühren, indem man meinte, dieser sey wesentlich die Ursachen der Erscheinungen zu entdecken, nicht ihre Gesetze. Zwar ist dieses in der Durchdringung zum letzten Punkt eins, in dem Entwicklungsgange aber nicht. So hat man es zum Beispiel mit sehr groszem Eifer untersucht, ob man einen Wärmestoff annehmen müsse oder nicht, zu einer Zeit, oder doch in einem Zusammenhang, wo es noch nicht möglich war es zu entscheiden. Die vollständige Uebersicht der Gesetze aber, wonach die Wärme unter den verschiedensten Umständen hervorgebracht wird, zeigt uns nun, was wir davon zu halten haben. Die Gesetze,

wonach die Wärme wirkt, haben die Anhänger des Wärmestoffs zum Theil sehr wohl gekannt, und in so weit sich des Besitzes mancher schönen vielumfassenden Wahrheit zu erfreuen gehabt. Eben so in der Electricitätslehre. Noch jüngst hat ein sonst nicht unberühmter Naturforscher geäusert, wenn man nicht mit *Franklin* nur eine electricische Materie annehmen wollte, so würde man ihm sein wesentlichstes Verdienst um die Electricitätslehre absprechen. Dieses ist eine ganz unrichtige Ansicht der Sache. Nicht das Kunststück, eine solche Materie zu erdichten, erforderte das Genie eines *Franklins*, oder macht das Wesen seiner Theorie aus, sondern das grosze Gesetz des Gegensatzes, mit allem was daraus flieszt; und es wäre widersinnig irgend einen Erfinder einer zweiten Materie, oder Vernichter beider ihm an die Seite zu setzen, wenn er nicht sonst eben so wichtige Naturgesetze entdeckte. Eben so verhält es sich mit der chemischen Theorie. Es ist ein eben so lächerliches als ärgerliches Schauspiel, die Verachtung zu sehen, womit mehrere chemische Schriftsteller von der phlogistischen Periode sprechen, und derselben kaum ein andres Verdienst zugestehen wollen, als Thatsachen für den erklärenden Scharfsinn der Antiphlogistiker angehäuft zu haben. Wenn man das Phlogiston wegläugnet, so hat man zwar scheinbar der ganzen phlogistischen Theorie entsagt, im Grunde bleibt aber das Wesentlichste doch noch übrig. Das grosze Verdienst, in der Verbrennung den Mittelpunkt chemischer Wirkungen gesehen zu haben, gehört den Erfindern dieses Systems. Zwar weiset ein gewisses Naturgefühl ihr schon diese Stelle an, indem wir auf der einen Seite das Feuer mit der gröszten Kraft auflösend und zerstörend auf die ihm ausgesetzten Körper wirken, auf der andern aber belebend Licht und Wärme um sich herum verbreiten sehen; so dasz es zugleich die Grundkräfte des Lebens und der Zerstöhrung aus sich entwickelt. Aber dieses war nicht genug: man muszte auch sehen wie eine, in ihren Folgen der Verbrennung vollkommen gleiche Wirkung, ohne eine äuszere Flamme, sich durch die ganze Natur verbreitet. Es gehört gewisz ein Geist von nicht geringer Durchdringungskraft und Kühnheit dazu, um die Verbrennung da wiederzuerkennen, wo jene gewohnten sämmtlichen Kennzeichen, das Licht und die Wärme, fehlten. Die Verbrennung aber nicht zu verkennen, wenn sie gegen alle Vorstellung des täglichen Lebens langsam und ohne sinnliche Wärme in einem Flüssigen vorgeht,

die bestimmte Aehnlichkeit des Athmens mit der Verbrennung zu entdecken: dazu gehören wahrlich die vorbereitenden Untersuchungen von mehreren Menschenaltern. Diese schöne Entdeckung, dasz nemlich alle Körper in einem für alle übrige Wirkungen entscheidenden Bezug auf die Verbrennung stehen, macht die Grundlage des phlogistischen Systems aus. Man setzte nun das Hauptgesetz fest, dasz die Körper, dadurch dasz sie verbrennen, ihre Brennbarkeit verlieren, dasz aber ein verbrannter Körper durch einen noch brennbareren in den Zustand der Brennbarkeit wiederhergestellt werden könne. Die Verbrennung und Wiederherstellung erkannten also die Phlogistiker sehr deutlich als zwei entgegengesetzte allgemeine Processe der Natur, und sahen ihre Wichtigkeit ein. Auch war es ihnen nicht unbekannt, dasz viele Körper durch den Verlust ihrer Brennbarkeit in Säuren übergehen, und dasz es hierbei sehr auf die Grösze des Verlustes von Brennbarkeit ankomme. Sie erkannten also dieselbe Hälfte des Gesetzes für die Veränderung der Körper durch Verbrennung, welche die Antiphlogistiker kennen, und in gewisser Rücksicht noch lebendiger. Also nicht die Ersinnung des Phlogistons, als einer Ursache der Verbrennung, sondern die Entdeckung eines Theils der Verbrennungsgesetze macht das Wesen des phlogistischen Systems aus.

Diese Gerechtigkeit gegen die Phlogistiker lässt den Antiphlogistikern noch immer ihr wahres Verdienst übrig. Die Gesetze der Verbrennung waren nicht genau genug bekannt, so lange man ein materielles Princip der Brennbarkeit annahm, indem daraus folgte, dasz man die Verbrennung für eine Zerlegung hielt, da doch das deutlich materielle darin eine Verbindung ist. Unläugbar war es von der äussersten Wichtigkeit dieses zu erkennen. *Lavoisier* lehrte es uns, und brachte dadurch Licht in viele höchst verwickelte Erscheinungen. Die Entdeckung der Zusammensetzung des Wassers, der Salpetersäure, des Ammoniaks sind Folgen jener Grundentdeckung. Besonders aber lernten wir durch die Kenntniz des Wassers eine tief eingreifende Gesetzmässigkeit in unzähligen Erscheinungen theils der anorganischen, vorzüglich aber der organischen Natur, richtiger beurtheilen. Verloren ging hingegen eine gewisse Lebendigkeit in der Anschauung der Verbrennung, welche man den Phlogistikern nicht absprechen kann. Man sieht deutlich, dasz das antiphlogistische System eine Fortsetzung des

phlogistischen ist, aber, mit Rücksicht auf die bestimmtere Darstellung, in der entgegengesetzten Richtung. In dem einen hat man die Aufmerksamkeit besonders auf die Bedingungen der Verbrennung von Seiten des brennbaren Körpers, in dem andern auf die von Seiten des zündungfördernden gerichtet, und jedes derselben hat so seine Einseitigkeit, wie sein Verdienst.

Die neueren Entdeckungen haben uns gelehrt, das gute von beiden zu vereinigen. Wir betrachten nicht die Brennbarkeit als eine leere Capacität für einen zündungfördernden Stoff, noch die zündungfördernde Eigenschaft, als eine blosze Capacität für einen Brennstoff, sondern wir sehen in jeder eine immer thätige Kraft, beide von gleicher Würde. Wir haben aber den Mittelpunkt unserer Betrachtung noch reiner auffassen können, als jene, indem wir die chemischen Kräfte im freien Zustande erkannt haben. Die reine Verbrennung ist eigentlich die, wo Brennkraft und Zündkraft sich unmittelbar vereinigen, wo, um in unserer Ansicht zu bleiben, Brennkraft vermittelst Zündkraft verbrennt. Es wird dem Philosophen nicht uninteressant seyn zu bemerken, dasz diese Vereinigung der Kräfte, wenn sie durchaus ungestört geschieht, ohne allen sinnlichen Erfolg da seyn musz, und so dieser Act nur in so weit, wie er gestört oder gebrochen wird, den Sinnen erscheint. In jener reinen Vereinigung der Kräfte ist also Licht, Wärme, Verbrennung, aber in einer unsern Sinnen unzugänglichen Durchsichtigkeit und Ungetrenntheit. Das Insichseyn ist hier die eigentliche Form des Lichts. Das wechselseitige Ineingreifen ist die Form der Wärme, das Identificiren der Thätigkeiten die der Verbrennung. Wir überlassen aber diese Untersuchung den Philosophen. Sie haben schon in unseren Tagen mit Eifer versucht, die Urformen des Seyns und Lebens mit den Erscheinungen zu vergleichen. Eine bessere Anordnung der Erfahrungen wird ihnen dieses grosze Unternehmen hoffentlich erleichtern. Wir aber kehren zu unserm eigentlichen Gegenstand zurück. Von der, wie wir es nannten, reinen Verbrennung, oder der Vereinigung der Kräfte, unter Entwicklung von Licht und Wärme, bringen wir die Kenntniz der Hauptfunktion der Verbrennung im allgemeinen mit; des Lichts nemlich, als Vereinigung der Kräfte, der Wärme, als ihres Wechselkampfes, und der Verzehrung der in die Verbrennung eingehenden Körper, als der Aufhebung der Kräfte durch die Vereinigung. In der körperlichen

Verbrennung haben wir dieses alles schon gesehen, wiewohl wir die Verbrennung nicht besonders abgehandelt haben; weil aber die ganze Theorie der Chemie als eine Theorie der Verbrennung in allen ihren Folgen und Potenzen betrachtet werden kann, so giebt also erst die ganz durchgeführte Theorie die Erklärung dieser Erscheinung. Um aber nichts, was zur Aufklärung unserer Lehre dienen könnte, zu übergehen, wollen wir hier noch die Reihe der Erscheinungen, als zu einer Verbrennungstheorie gehörig, durchlaufen, und dabei auf die schon gegebenen Erklärungen zurückweisen.

Zu einer Verbrennung in der Luft ist eine vorläufige Erwärmung nöthig. Wir haben gesehen, dass der allgemeine Grund hiezu in der durch die Wärme vermehrten Leitung liegt. In guten Leitern, wie in oxygenhaltigen Flüssigkeiten, ist daher diese Vorbereitung nicht überall nothwendig.

Bisher sagte man: die Verbrennung kann in keiner Luft vorgehen, worin nicht Oxygen ist. Wir drücken die Bedingungen des Verbrennens weit allgemeiner aus, wenn wir sagen, dass dazu ein Körper mit überwiegender, chemisch freier Brennkraft, und ein anderer mit eben solcher Zündkraft gehört.

Die Entwicklung der Wärme und des Lichtes bei dem Verbrennen haben wir weitläufig dargestellt, und ihren nothwendigen Zusammenhang mit der Natur der brennbaren und zündungsfördernden Körper gezeigt, ohne irgend eine neue unerwiesene Annahme, wie die eines den Körpern inwohnenden Licht- oder Wärmestoffes, zu bedürfen. Warum bei manchen Verbrennungen kein Licht erscheint, warum bei einigen andern keine merkbare Wärme sich entwickelt, haben wir nicht schwer gefunden aus unsrer Grundansicht abzuleiten. Endlich ergaben sich auch daraus leicht die verschiedenen Farben und Eigenheiten der Flamme. In diesen letzten Punkten leisteten bekanntlich die beiden älteren Theorien wenig oder nichts.

Ein Körper verliert durch die Verbrennung seine Brennbarkeit, die Luft worin die Verbrennung vorgeht, wenn sie auch nicht absorbiert wird, ihre zündungsfördernde Eigenschaft. Wir haben hierin die Wirkung einer Bindung entgegengesetzter Kräfte gesehen.

Die Verbrennung ist mit Contraction begleitet. Wir haben den Zusammenhang dieser Erscheinung mit der Natur der Kräfte aufgewiesen.

Viele Körper werden durch Verbrennung sauer, sagen beide ältere Systeme. Die neuern Erfahrungen fügen hinzu: und viele werden dadurch auch alkalisch. Wir haben gesehen, dass die Alkalität und Acidität nichts als herabgestimmte Brennkraft und Zündkraft sind.

Daraus erklären wir uns die neutralisirende Eigenschaft, welche diese entgegengesetzte Producte der Verbrennung auf einander äuszern.

Auch folgt es ganz aus unserer Ansicht, dass die Vereinigung der Säuren und Alkalien Wärme hervorbringen müsse; denn wir können dieselbe eigentlich als eine Verbrennung einer niederen Stufe, einer niederen Potenz betrachten.

Mit der Contraction, welche Alkalien und Säuren in ihrer Vereinigung erleiden, verhält es sich auf gleiche Weise. Die äuszerste Bindung der Kräfte hinterlässt nichts als Cohäsion. Nur weil die Bindung nie vollendet ist, weder intensiv noch quantitativ, haben die Salze kein absolutes Maximum der Cohäsion, noch eine absolute chemische Indifferenz erreichen können. Wir sehen aber doch, dass die Chemiker mit Recht die letzte Erscheinung aller chemischen Kräfte mit der Cohärenz gleichgesetzt haben.

Wer der ganzen vorhergehenden Untersuchung mit Aufmerksamkeit folgte, und mit den ältern Ansichten nicht unbekannt ist, wird leicht sehen, wie sehr die aus den neuern Erfahrungen hervorgehende Theorie an Umfang und innerem Zusammenhang die früheren übertrifft, welches man auch bei einem so groszen Zuwachs an Thatsachen, als wir seit der Bildung der antiphlogistischen Theorie erhalten haben, wohl erwarten konnte. Man wird sehen, dass wir überall darauf ausgingen, Gesetze zu entdecken, nicht Ursachen anzugeben, welche sich übrigens aus den entdeckten Gesetzen leicht ergeben. Es würde nicht schwer seyn, was das Ursächliche betrifft, unsre Ansicht in eine andre zu übersetzen, z. B. statt der Kräfte zwei electriche Materien anzunehmen, ja aus zwei solchen Elementen in Gedanken alle Körper zusammenzusetzen. Einige Härten abgerechnet, würde man bei einer solchen Ansicht die ganze hier aufgestellte Gesetzmässigkeit benutzen können. Nur in einem Punkte, der auszer der Darstellung der Erfahrungen liegt, würde sich die wahre Schwierigkeit ergeben. Es ist aber erfreulich, dass die Entdeckung und Darstellung der Gesetzmässigkeit, das ist der Erscheinung der Vernunft in der

Natur, den Menschen doch bis auf einen gewissen Grad möglich ist, selbst wenn sie die höchsten Principien des Wissens nicht ergriffen haben. Es beruhigt dieses den Freund der Wahrheit, ohne ihn einzuschläfern; denn er weisz doch wohl, dasz das hellste Licht erst auf dem rechten Standpunkt zu finden ist.

Aber nicht blosz in dem phlogistischen oder antiphlogistischen System lag eine solche Anschauung von Naturgesetzen, wie wir oft genug erwähnt haben, selbst in dem mystischen Zeitalter der Alchemie finden wir einige tiefe Blicke in die Gesetze der Natur. Fragen wir uns selbst, was ist jetzt das grosze Problem der Chemie? so werden wir ohne allen Zweifel antworten müssen: die Zerlegung und Zusammensetzung der Metalle; denn diese machen die Grundreihe aller unserer chemischen Stoffe aus. Ohne diese in ihrem Innern zu kennen, wird man sich nie von der Verschiedenheit der übrigen Körper eine gründliche Rechenschaft geben können. Man hat eine Zeit lang die Hoffnung einer solchen Kenntniz der Metalle ungereimt und lächerlich gefunden; jetzt kann bei den Sachkundigen kaum mehr ein Zweifel über die Zulässigkeit derselben seyn, wenn man einerseits bedenkt, dasz so viele ähnliche, durch so mannichfaltige Nüancen in einander hinüber laufende Stoffe, nach aller Analogie mit den übrigen chemischen Verhältnissen, eine Gleichheit der Zusammensetzung haben müssen; und dann ferner erwägt, dasz wir schon durch die Entdeckung des Ammoniakmetalls entweder ein zusammengesetztes Metall haben, oder auch die Zerlegung der sonst für besonders einfach gehaltenen Körper erwarten müssen. Jene Meinung der Alchemisten von der Wichtigkeit der Metalle im chemischen Wissen, hatten sie gewisz nicht zufällig, sondern dadurch, dasz sie die Metalle sich immer aus ihrer Asche wieder herstellen sahen, und sie daher als die indestructibelsten Stoffe der Erde betrachteten, weswegen sie denn auch das Gold, als wiederum unter diesen das unzerstörbarste, obenan setzten. Dieses war offenbar die wissenschaftliche Ansicht der Sache; von der eigennützigem können wir hier nur bemerken, dasz diese sich auch zuletzt auf die Unzerstörbarkeit der edlen Metalle zurückführen lässt. Die Hoffnung einer allgemeinen Medicin, eines allgemeinen Auflösungsmittels, hat zu den thörichtsten Schwärmereien Veranlassung gegeben; in ihnen aber liegt doch die Wahrheit zum Grunde, dasz die Zerlegung der Metalle den Schlüssel der Arzeneikunde und Chemie geben würde.

So sehr dieses auch in Irrthümern vergraben darin liegt, so ist es doch eine wahre, den Alchemisten nicht abzustreitende Ahndung, hervorgegangen aus der Betrachtung des Gegensatzes der Zerstörung und Wiedererzeugung. Selbst ihre Vergleichung der Metalle mit den groszen Weltkörpern möchte eine uns noch nicht hinreichend verständliche Ahndung seyn. Denn wenn die Metalle sich mit dem Erdkörper entwickelt haben, dieser aber mit den übrigen Weltkörpern unsers Sonnensystems (Cometen wie Planeten und ihre Trabanten): wie sehr wahrscheinlich, ja man möchte sagen gewisz, ist es nicht, dasz beide Entwicklungen nach denselben Gesetzen vorgegangen sind, nur nach verschiedenen Potenzen! Dasz wir ihre Anwendungen dieser Ahndung oft sehr dreist, oft gar irrig finden müssen, wollen wir damit übrigens nicht bestreiten. Uns ist es hier genug, nur zu sehen, wie von verschiedenen Punkten aus, und in verschiedenen Zeitaltern, das Streben nach Wahrheit nie ganz fruchtlos blieb. Im Gegentheil sehen wir, dasz diese mannichfaltigen Bestrebungen doch alle zu einem Ziele führen. Sie müssen es, in so weit das ganze gebildete Menschengeschlecht zugleich ein Vernunftganzes bildet, und die verschiedenen Richtungen als zu diesem Ganzen gehörend sich nothwendig in ihrer Harmonie auflösen müssen. Das Vorhergehende hat uns auch viele Beispiele davon gezeigt, und ein aufmerksames Auge wird leicht überall die Bestätigung entdecken. Selbst die Einseitigkeiten gehören mit zu dieser Entwicklung, denn ohne Einseitigkeit des Einzelnen, welche übrigens für das Ganze es nicht ist, giebt es keine Richtung der Entwicklung, ohne Streit keine Erweckung, Prüfung und Stärkung der Kräfte. Die Entwicklung des menschlichen Geistes kann sehr wohl mit der Entwicklung eines organischen Wesens verglichen werden. In beiden liegt eine ursprüngliche Einheit in dem Raume und in der Zeit in ihren vereinzelt Funktionen vor uns da, in beiden findet sich diese Trennung der Richtungen, dieser Kampf der Kräfte zur Entwicklung und Darstellung des Lebens, in beiden sehen wir aber auch diese nur zur Einheit führen. Der Streit giebt, wenn wir uns eines dreisten Ausdrucks bedienen dürfen, die Lebenswärme der Wissenschaft, die Vereinigung der Gegensätze ist ihr Licht und Liebe. Es ist ihr das eine wie das andre unentbehrlich.

Dieser Parallelismus des Wissens und des Lebens geht durch die ganze Menschengeschichte, wenn auch nicht überall mit glei-

cher Leichtigkeit erkennbar. Man betrachte nur die Metalle. Die Wissenschaft hat uns jetzt belehrt, dasz alles, was in der Erde nicht unverbranntes Metall ist, verbranntes sey. Die Metalle machen also den dynamischen Kern der Erde aus, und die Grösze ihrer Bedeutung in der Natur ist schon damit ausgesprochen. Wer kennt aber nicht ihre Bedeutung in der Menschengeschichte? Wer weisz nicht, wie die Wirkung der Metalle mit der übrigen Entwicklung Schritt gehalten und in Wechselwirkung gestanden hat? Es war kein Wunder, wenn das Unzerstörbarste der Erde zum Maaszstab aller irdischen, materiellen Werthe genommen wurde, und die unzerstörbarsten dieser unzerstörbaren, die edlen Metalle wieder darunter den Vorzug erhielten. Das Metall, welches die Menschen zuerst entdecken muszten, war das Gold, weil es unter allen das ist, welches in seiner vollen metallischen Natur am häufigsten vorkommt, nicht blosz in der Erde, sondern auch in dem Sande der Flüsse. Mehr glückliche Kinder als erwerbsame Menschen, wurde ihnen doch das edelste Metall nur ein glänzendes Spielzeug. Dies war die Kindheit des Menschengeschlechts und sein goldenes Alter zugleich. Erst durch etwas mehr Aufmerksamkeit war das Silber zu entdecken, welches sich nicht so offenbar darbietet und seine metallische Natur öfters unter fremden Gestalten verhehlt. Die Menschen fingen schon an aufmerksamer auf den Werth der Dinge zu werden, verglichen mehr die Gegenstände unter einander, strengten sich mehr an, um zu erwerben; und so fiel die Entdeckung des Silbers mit dem Uebergange des Menschengeschlechts aus der frühern Kindheit zu einem etwas mehr erwachten Bewusstseyn zusammen. Auf das goldene und silberne Alter folgte das des Kupfers. Es ist wirklich das Metall, welches am nächsten nach jenen entdeckt werden muszte.¹ Es hatte schon einen entscheidenderen Einflusz auf den Zustand des Menschengeschlechts. Nicht zum Schmuck und Trinkgeschirr war es anzuwenden, sondern zu Waffen, welche den Kampf zwischen den Menschen künstlicher machten, und den gebildeteren einiges Uebergewicht über die rohen gaben. Von jetzt an versammelten sich aber auch die Menschen in gröszern Massen zum Streit, die Leidenschaften wurden mehr verwickelt, das Leben der Menschen

¹ Natürlich können Localumstände hierin Veränderungen machen. Wir sprechen hier nur von dem Falle, wo alle wichtigere Metalle in dem Kreise einer sich entwickelnden Menschengesammtheit vorkommen.

weniger sorgenlos. Weit später wurde das Eisen entdeckt. Dieses hat schon, wenigstens für gewisse Gegenden, historische Wahrheit. Es sagt uns aber auch die Wissenschaft, dass das Eisen, welches fast ausschliesslich in dem verbrannten Zustande vorkommt, nur durch ein mühsames und künstliches Verfahren in seiner metallischen Natur wiederhergestellt werden kann. Ein Volk also, welches das Eisen zu bearbeiten versteht, musz sich auf einer hohen Stufe der Ausbildung, in Vergleich mit den vorhergehenden, befinden; aber die so oft an dem frühen Alter gepriesene Sorglosigkeit und Unbekanntschaft mit manchen Uebeln war dahin, und darum haben die Dichter dieses von dem Eisen benannte Alter, so tief herabgesetzt. Wir brauchen wohl nicht zu bemerken, dass dieses alles nur für die Naturentwicklung des Menschen, nicht für die von einem früher gebildeten Volke an ein anderes übertragene Kenntnisse gelten kann. Auch wird man uns wohl nicht den Einwurf machen, dass es nur Mythos oder Dichtung ist, worauf wir uns berufen; denn so viel natürliche Geschichte der Menschheit wird man wohl in den alten Mythen voraussetzen können. Hier hört nun die Dichtung auf, die Harmonie aber der Geschichte des Menschen mit der Erkenntnis und dem Gebrauch der Urstoffe der Erde hört damit noch nicht auf. Man betrachte nur alle Grade der Bearbeitung des Eisens, von dem rohsten Gusz bis auf den aufs vollkommenste gehärteten und geschliffenen Stahl; man wird fühlen, dass alles, was die Bequemlichkeit und Zier des Lebens ausmacht, damit zusammenhängt. Auch unsere eigene Wissenschaft, welche von den mechanischen Künsten so vielerlei Hülfe bedarf, würde ohne die vollkommene Bearbeitung dieses Metalls noch in ihrer Kindheit seyn. Was durch die übrigen weniger wichtigen Metalle geschehen ist, wird bei dem ersten Blick so leicht nicht entdeckt, und kann hier nach unserm übrigen Zweck nicht dargestellt werden. Unserm Zeitalter war es vorbehalten, die Metalle darzustellen, welche es unter allen am schwierigsten war aus ihrer Asche wieder hervorzurufen. Zu mechanischen Zwecken werden sie gewisz nie benutzt werden, zu dynamischen aber um so viel mehr. In unsern Untersuchungen über die Zusammensetzung der Körper haben sie schon angefangen ein neues Zeitalter zu bilden. Was dieses aber sagen will, weisz nur der zu beurtheilen, der in der Geschichte gesehen hat, welche Herrschaft über die Natur die Wissenschaft uns nach und nach erkämpft hat. Das nächste

Zeitalter wird die Metalle selbst zerlegen, und uns dadurch von vielen Banden lösen, womit uns die Natur an die äusseren Bedingungen geknüpft hatte, und uns überhaupt eine vorher unbekannte Herrschaft über die Natur erwerben.

Der Heimlichkeit urmächt'gen Bann
Kann nur die Hand der Einsicht lösen;
Gelingt's, das Inn're zu entblößen,
So bricht der Tag der Freiheit an.

Und so mag der Verfasser, der sonst nicht ohne ein inniges Gefühl der Wehmuth das, was er gethan, mit dem, was zu erstreben war, vergleichen kann, sich damit trösten, dasz er doch an einem Werke mitgearbeitet hat, das immer vorschreitet, und einem herrlichen Zwecke immer näher führt.
