

## Einleitung.

Den Ursprung der Chemie können wir nicht in eine bestimmte Zeitperiode setzen, sondern wir müssen dieselbe als mit der Entwicklung des menschlichen Geistes beginnend ansehen, sobald nämlich die ersten Anfänge verschiedener Künste, die heut zu Tage mit der Chemie zusammenhängen, sich zu entwickeln begannen. So wie diese allmählig weiter verfolgt und vervollkommenet wurden, so wie der menschliche Geist allmählig in seiner Entwicklung vorschritt, so gestaltete sich auch allmählig das einzelne Wissen zur Wissenschaft, so konnte aus kleinen Anfängen allmählig das herrliche Gebäude der heutigen Chemie hervorgehen.

Schon der achte Mensch nach Adam, Tubalkain, wird in der heiligen Schrift ein Meister in allerhand Kupfer- und Eisenwerk genannt. Von Noah wird in der heiligen Schrift erwähnt, daß er aus Trauben Wein gemacht habe. Zur Zeit der Erbauung des babylonischen Thurmes wurden Backsteine gebrannt. Dies sind aber auch fast die einzigen Spuren von mit der Chemie zusammenhängenden Künsten bis auf die Zeit nach der Sündfluth. Dann finden wir, etwa 2000 Jahre v. Chr., wieder die ersten Spuren von Chemie in Aegypten, welches Land von Mizraim, einem Sohne Cham's, beherrscht wurde, und welches, wie Plutarch anführt, in den ältesten Zeiten Chemia, vielleicht von Cham, Noah's Sohne, öfters auch das Land Mizraim's genannt worden ist.

In den ältesten Schriften finden wir oft einen gewissen großen Mann erwähnt, den die Aegypter Thoth, die Phönicier Soaut, die Griechen Hermes und die Römer Mercurius genannt haben, und welchem die Erfindung sowohl der Buchstaben, als auch vieler Künste und Wissenschaften zugeschrieben wird. Wie Diodorus Siculus bezeugt, soll dieser Hermes wegen seines vorzüg-

chen Scharffsinnes in Erfindung aller für das Leben nützlichen Dinge bei dem ägyptischen König Osiris in großem Ansehen gestanden haben. Als daher dieser König mit seinen im Ackerbau und in andern Künsten unterrichteten Unterthanen in fremde Länder zog, um die Einwohner derselben auch damit bekannt zu machen, so ließ er bei seiner Gattin, Isis genannt, den Hermes als Rathgeber zurück, und dieser soll dieselbe in der späterhin von den Adepten nach ihm benannten hermetischen Kunst, Hermetik, unterrichtet haben. Die Alchemisten sahen ihn für den Erfinder der Alchemie, Magie, Arzneikunde, Mathematik und der Religionsgeheimnisse an.

Zur Zeit des Sesostris soll nach Melian's Zeugniß noch ein anderer Hermes gelebt haben, der seiner Weisheit wegen für einen bewunderungswerthen Mann gehalten und auch Trismegistus genannt worden. Auch Sesostris selbst wird seiner Weisheit wegen von Cicero mit dem Namen Mercurius beehrt, und man glaubte von ihm, daß er einen Theil der dunklen Hieroglyphen in die verständliche Buchstabenschrift übertragen habe.

Dem Angeführten zufolge ist es wohl nicht unwahrscheinlich, daß dieser Hermes oder Mercurius nicht eine wirkliche geschichtliche Person, sondern als ein Symbol einer bestimmten Entwicklungsperiode geistiger Kräfte der ältern Aegypter zu betrachten sey. Man kannte nämlich in dieser Zeit die Schmelzbarkeit und Mischbarkeit der Metalle, und solche Metallgemische wurden zu verschiedenen Schmuck-, Waffen- und Hausräthen benutzt; man hatte kupferne und silberne Geschirre, Metall- und Glasflüsse von vorzüglicher Schönheit. So führt Heliodor von der Charikleia, Tochter einer ägyptischen Prophetin, an, daß sie auf der Brust goldene Schlangen, blau gefärbt, getragen habe; das Gold sey dazu künstlich geschwärzt worden. Auch ganz schwarzes Glas, einigermassen durchscheinend, wurde verfertigt und obsidianisches Glas genannt, weil es demjenigen ganz gleich war, welches Obsidius in Aegypten gefunden hatte. Kaiser Hadrian schickte an seine Schwester und an den Servianus Alassontische Kelche (Calyces Alassontes) von verschiedener Farbe, die er von einem Priester des Tempels erhalten hatte. Die Becher waren höher als Gold geachtet und beweisen die vorzügliche Glaskunst der Aegypter. Dahin ist noch zu rechnen, was von ihren smaragdfarbigen Gläsern angeführt wird. Plinius erwähnt, daß zu seiner Zeit in dem ägypti-

schen Labyrinth ein Serapis von Smaragd in kolossaler Größe, 9 Ellen hoch, noch vorhanden gewesen sey, und Theophrastus erzählt, daß im Tempel des Jupiter ein Obelisk gestanden habe, der aus 4 Smaragden zusammengesetzt, 40 Ellen hoch und theils 4, theils 2 Ellen stark gewesen sey. Da man nun in der Natur Smaragde von solcher Stärke nicht findet, so muß man wohl annehmen, daß die Aegypter sie durch künstliche Glasflüsse nachgeahmt haben. Nach Plinius haben sie ferner ein undurchscheinendes rothes Glas, imgleichen solches, das dem Hyacinth und Saphir ähnelte, weißes und murrhinishes Glas, auch anderes von allen Farben bereitet, so daß die wahren Edelsteine von den falschen schwer zu unterscheiden gewesen wären.

Auch die Färbekunst begründet hier ihren Ursprung, denn der Purpur soll damals von Hercules aus Tyrus erfunden worden seyn. Man ahmte zur Färbung der Kleider und der Schmuckwaaren die Farbe der Vögel und der Blumen nach, und die Färbekunst wurde durch die schon früher gemachte Erfindung der Wollenweberei noch mehr begünstigt.

Die Aegypter kannten ferner die Bereitung der geistigen Flüssigkeiten und der Essige durch die Gährung. Sie bereiteten nicht nur die Weine, sondern auch einen Trank aus Gerste, *Zythum* genannt, der, ihrer Angabe nach, von Osiris erfunden war, und dem Geruche und Geschmache nach dem Weine nicht viel an Annehmlichkeit nachgestanden hat. Der ägyptische Essig wird, beim Athenäus von Chrysippus als der allerbeste gepriesen, der von solcher Stärke gewesen, daß er die große Perle der Kleopatra schnell in Schleim aufgelöst habe. Auch die Destillation war ihnen bekannt, denn Rosimus hat den Apparat hiezu nicht nur beschrieben, sondern auch abgezeichnet. Die Bereitung des Theers und des Pechs wird auf die auch jetzt noch übliche Weise beschrieben. Bei Memphis wurde aus einem See Kochsalz, und nach Plinius's Angabe bei Naukratis und Memphis Salpeter gezogen. Der ägyptische Salpeter soll braun und steinig (wahrscheinlich unser Natron) gewesen und fast auf eben die Art, wie das Kochsalz erhalten worden seyn. Auch wurde Salmiak, Seife u. m. a. bereitet.

Diese Kenntnisse suchte man aber auch zur Auffindung solcher Mittel zu benutzen, die etwa tauglich wären, der Vergänglichkeit des menschlichen Lebens zu begegnen, und in dieser Hinsicht singen die

Metalle, die ihrer Natur nach am wenigsten zerstörbar zu seyn schienen, und vorzüglich das Gold an, eine wichtige Rolle zu spielen, und hier beginnt das Zeitalter der Alchemie. Aber auch viele vegetabilische Stoffe wurden in Gebrauch gezogen. Die Zusammensetzung des Cypfers, aus Myrrha, Spica, Serpenthin, Cyperus, Wachholder und Bdellium bereitet, stammt von den ägyptischen Priestern, welche dasselbe zwar als ein den Göttern angenehmes Räucherwerk gebrauchten, solches aber auch, nach Dioskordes, den giftwidrigen Mitteln zusetzten, es auch beim kurzen Athem für nützlich hielten. Eine andere Mischung, deren vorzüglichster Bestandtheil Asphalt war, diente zur Einbalsamirung der Todten, wodurch die bis auf unsere Zeiten gekommenen Mumien dargestellt wurden. Doch war dieses nicht die einzige Art des Einbalsamirens, sondern man hatte deren mehrere, wie bei Acidum pyro-lignosum erudum im 1sten Th. bereits angegeben ist. Aber auch verschiedene Pflaster waren in Gebrauch, zu denen Silberglätte, gebranntes Kupfer, Galmei oder andere metallische Stoffe angewendet wurden.

Doch wurde die Kenntniß aller dieser Dinge geheim gehalten, und nur Priestern und Eingeweihten mitgetheilt. Zu den Zeiten Diodor's waren die Priester, als die Bewahrer der vorzüglichsten Kenntnisse, in 3 Collegien, zu Heliopolis, Memphis und Theben, eingetheilt. Hier wurden von verschiedenen Mitgliedern verschiedene Wissenschaften getrieben, zu denen selbst die Vorsteher des Volkes (Hierophantae) nicht anders als nach strenger Prüfung zugelassen wurden. Ihre Kenntnisse wurden unter Symbolen vorgetragen, und es ist wohl als zweifellos anzunehmen, daß durch dergleichen Bilder physikalische und chemische Lehren ausgedrückt wurden.

Von den Naturerscheinungen wurden nur die allgemeinen einer besondern Betrachtung gewürdigt; so kommen Spuren der alten Tradition von Erschaffung der Welt vor, die aber verschiedentlich in Dichtungen eingehüllt sind. In jedem Körper nahm man eine dreifache Natur an, die unter dem hieroglyphischen Namen des Osiris, Isis und Typhoes, oder Gott, Aether und Nacht, das wirkende, leidende, und todte Uebel, begriffen wurden. Unter dem göttlichen wirkenden Wesen verstanden sie das Feuer und einen Weltgeist, unter dem ätherischen, leidenden, ein gewisses ewiges immaterielles und gleichartiges Wesen, und unter dem todten Uebel die unnütze Erde. Durch Hülfe des Weltgeistes wurde zwischen den obersten Wesen

und den untersten ein wechselseitiger ununterbrochener Umgang erhalten. Durch eine innere Aufschließung, Gährung oder Fäulniß, entstanden, lehrte man, die Körper aus ihren Saamen, würden vermehrt, verändert, vollkommen gemacht oder auch zerstört u. s. w. Wie viel richtige Naturerkenntniß unter diesen Andeutungen verborgen gewesen sey, ist jetzt schwer zu ermitteln, da wir nur wenige Bruchstücke und noch dazu von fremden Autoren erhalten haben, die vielleicht nach bloßen Vermuthungen Vieles einschalteten, und das Gehörte nicht recht verstanden.

Da man zu der Kenntniß gelangt war, daß die metallischen Substanzen durch Kunst verschiedentlich verändert würden, so gerieth man auf den Einfall, daß es möglich sey, die Metalle durch schickliche Behandlung in das vollkommenste Metall, das Gold, umzuwandeln. Die Lösung dieses Problems schien nur schwer, keinesweges unmöglich. Daher war man denn auch unermüdet, unzählbare Wege einzuschlagen, um zu diesem Ziele zu gelangen. Der gehoffte große Gewinn trieb immerfort an, allen Fleiß und unaufhörliche Sorge an die Auflösung dieses großen Problems zu verwenden, und diese Sucht, Gold zu machen, fing an, allgemein herrschend zu werden. Geiz und Neid führte bei diesen Leuten eine lächerliche Geheimthuerei ein; es wurde daher bei Beschreibung ihrer vorgeblichen Kunst Alles in die unverständlichsten und räthselhaftesten Zeichen und Redensarten eingehüllt, damit es Niemanden gelänge, in das Heiligthum einzudringen. Zugleich diente diese geheimnißvolle Sprache dazu, um die eigne Unwissenheit unter einem Schwall hochtönender Worte zu verbergen.

Auch noch in spätern Jahrhunderten haben Einige aus den großen Ausführungen der Aegypter, den goldenen Statuen, den Tempeln u. s. w. schließen wollen, daß Jenen diese Kunst bekannt gewesen sey, wo doch eine natürliche Erklärung durch den großen Gewerbefleiß, durch die dadurch herbeigeführten Staatseinkünfte und durch die übrigen Staatseinrichtungen gegeben ist. Einige glaubten, daß diese Kunst in der Tafel des Hermes, Andere, daß sie in des Homer's aurea catena verborgen, und noch andere bildeten sich ein, daß sie auf dem goldenen Bliesse der Argonauten beschrieben gewesen sey.

Diese Kunst der Goldbereitung ist vorzugsweise Alchemie (al ist die arabische Partikel) genannt worden. Anfanglich hat man

unter dem Worte *χημεία* nichts anderes, als eine jede Kenntniss von Körpern verstanden, später ist jedoch die Gewinnung des Goldes und Silbers aus den Erzen unter dieser Benennung verstanden worden.

Bei den Aegyptern haben sich diese Kenntnisse unter allen Regierungsformen erhalten, sowohl unter ihren Königen, als unter der Vormächtigkeith der Perser, Babylonier, Griechen und Römer, nur nicht stets in gleichem Grade, bis zur Zerstörung Alexandriens durch die Araber. Von Aegypten aus wurden die Kenntnisse auch in andere Länder verbreitet; doch ist wohl nicht anzunehmen, daß auch die Chinesen von hier ihre Kenntnisse geholt haben, und dennoch ist es gewiß, daß sie schon seit langer Zeit die Zubereitung des Schwefels, Salpeters, Schießpulvers, des Borax, Alauns, Porcellans, Grünspäns, Papiers, so wie die Färberei und die Darstellung verschiedener Metallgemische kennen. So wählte Hoangti, einer der ersten Beherrscher Chinas, die blaue Farbe (als die des Himmels) und die gelbe (als die der Erde) zur Farbe seines Gewandes.

Die Griechen holten ihre Kenntnisse aus Aegypten. Diodor sagt hierüber: es verreiseten nach Aegypten Orpheus, Musäus, Melampus, Dädalus, Homerus, Lykurgus, Solon, Plato, Pythagoras, Eudoxus und Demokritus der Abderite. Alles, was diese hernach bei den Griechen Bewunderungswürdiges ausgeführt haben, ist von ihnen in Aegypten erlernt worden. Doch hatten die Griechen, die in Aegypten gewesen waren, gemeiniglich sehr wenig Ansehen, denn sie trugen die dort erlernten Wissenschaften nicht anders als räthselhaft vor, und deswegen wurden sie von Wenigen verstanden. Ueberhaupt wurden die chemischen Kenntnisse von den Griechen nur wenig gefordert, indem sie sich mehr den Speculationen hingaben, als genaue Beobachtungen anstellten. Anaximander und andere griechische Philosophen stellten die vier Elemente „Erde, Feuer, Luft und Wasser“ auf. Aristoteles und Andere dagegen nahmen an, daß die Materie identisch, und nur wegen der verschiedenen Form ihrer kleinsten Theilchen verschieden sey. Zu Corinth waren 3 metallische Compositionen gebräuchlich, in denen das auf Cypern vorkommende Kupfer ein Hauptbestandtheil gewesen zu seyn scheint, und von denen die eine von Silberglanz, die andere goldfarbig und die dritte von mittlerer Temperatur gewesen seyn soll. Kallias, ein Athenienser, soll, wie Theophrast an-

führt, ungefähr 500 v. Chr., den Zinnober, damals Minium genannt, erfunden haben; er glaubte anfänglich, daß Gold darin sey. Das Quecksilber war ihnen bekannt, und wurde von Dädalus ohne Zweifel zur Belebung seiner hölzernen Statue benutzt. Auch kannten die Griechen schon vor Homer die Kunst, Metalle zu schmelzen, geschmeidig zu machen, zu gießen, einzugraben und zusammenzulöthen. Das kolossale rhodische Sonnenbild, 70 Ellen hoch, durch welches Chares von Lyndus berühmt geworden, und auf dessen Verfertigung binnen 12 Jahren auf 300 Talente verwendet worden, war innen hohl, mit Steinen ausgefüllt, und unbezweifelt aus einzelnen Theilen zusammengesetzt. Nach 56 Jahren stürzte es durch ein Erdbeben ein, und es blieb fast neun Jahrhunderte lang an demselben Orte liegen, bis endlich im Jahre 650 n. Chr. die Bruchstücke zerschlagen und damit 900 Kameele beladen wurden. Rechnet man nun, daß jedes Kameel 800 Pfund zu tragen vermag, so kann die Summe des Metalls ungefähr auf 720,000 Pfund berechnet werden. Auf der Insel Lesbos ist eine Glasfabrik gewesen. Die Erfindung des griechischen Feuers wird dem Baumeister Kallinikus zugeschrieben. Dieses auf dem Wasser brennende Feuer hatte, ins Wasser geworfen, eine große Gewalt, nach allen Seiten hin zu wüthen, und alles Brennbares in Brand zu stecken. Constantinus Pogonatus sowohl als seine Nachfolger haben in den Kriegen wider die Saracenen davon glücklichen Gebrauch gemacht. Die Zusammensetzung desselben wurde geheim gehalten. Vielleicht bestand es aus der im Orient so häufigen Erdnaphtha, Erdpech ic., Materien, welche sehr leicht entzündbar sind, und auch auf dem Wasser fortbrennen.

Von den griechischen Schriftstellern über Chemie ist nach Pythagoras und Plato, welche mehr die Theorie als die Ausübung der Chemie berücksichtigt haben, vor allen Demokrit zu nennen, welcher ungefähr 458 J. v. Chr. zu Abdera in Thracien geboren, sich vorzüglich mit ägyptischer Weisheit bereichert hatte. Seneca nennt ihn den scharfsinnigsten unter allen Alten, der die Schmelzung der Steine und ihre Färbung, Bereitung künstlicher Smaragde und unzählige andre Dinge erfunden habe. Er wurde von seinen Landsleuten für wahnsinnig gehalten, weil er die Thorheiten derselben verspottete. Hippokrates, der zur Beurtheilung des Gesundheitszustandes Demokrit's herbeigeht wurde, erkannte bald den Werth des Mannes.

Bei der Anwendung der chemischen Kenntnisse auf die Medicin erhielten die chemischen Arbeiten eine weitere Ausdehnung, so daß nach Einigen hier schon die Bereitung der Arzneien ein besonderer Lehr- und Gewerbszweig zu werden anfang, die Auflösungsproceße in besondern Werkstätten vorgenommen wurden, und die Rhizotomen (Wurzelgräber) sich als Pharmaceuten zu gestalten anfangen. Mit Hippokrates finden wir aber erst Spuren einer wissenschaftlichen Grundlage bei Bereitung der Arzneimittel. Galenus wußte, daß durch Auswaschen der Asche eine Lauge erhalten werden konnte, auch hat er einige Kenntniß von den alkalischen Salzen gehabt.

Zu Theophrast's Zeiten, der von der heiligen und göttlichen Kunst geschrieben, wurde Griechenland eine römische Provinz, und in dieser Zeit wurden die Wissenschaften durch die Knechtschaft unterdrückt, und endlich durch die Eroberung der Saracenen fast ganz erstickt.

Auch bei den Israeliten haben wir Spuren chemischer Kenntnisse, die sie aus Aegypten nach Asien brachten. Moses kannte mehrere Metalle, er verfertigte eine glänzende kupferne Schlange, bereitete das heilige Salböl, das heilige Rauchwerk u. s. w. Auch medicinische Kenntnisse müssen ihnen nicht fremd gewesen seyn; so spricht Jesus Sirach vom Arzte und vom Apotheker; im 38. Capitel V. 1. heißt es: Ehre den Arzt mit gebührender Verehrung, daß du ihn habest in der Noth, und im 7. Verse und der Apotheker macht Arznei daraus.

Die Phönicier sollen die Kunst, Glas zu machen, schon vor Moses Zeiten, ohngefähr 700 J. nach der Sündfluth, zufällig erfunden haben, als Schiffsleute, die am Ufer des Volus ihre Speisen kochen wollten, ihre Kessel auf Stücken von Natron gesetzt, das sie geladen hatten, bei welcher Gelegenheit der Sand mit dem Natron durchs Feuer zu Glas geschmolzen sey. Diese Beobachtung sey hernach durch den Scharffsinn und den Fleiß der Sidonier dergestalt zur Vollkommenheit gebracht worden, daß diese Stadt 2000 Jahre lang davon einen großen Nutzen gezogen habe. Das Glas wurde dem Golde gleich geachtet, und lange hielt man den Sand von Volus allein zur Glasbereitung geschickt, weswegen er auch noch lange nach Chr. Geb., dem Zeugnisse des Strabo, Tacitus u. A. m. zufolge, daselbst gesammelt, und durch fremde Schiffe verführt worden ist. Den Phöniciern waren auch drei Arten der Purpurfarbe bekannt.

Alexander der Große fand bei der Eroberung von Susa auf 50,000 Talente geschätzten Purpur, der, obgleich 192 Jahre alt, dennoch so lebhaft wie neuer ausseh.

Bei den Chaldäern hatten die Wissenschaften schon zuvor Eingang gefunden, so daß sie im Alter der Wissenschaften den Aegyptern nichts nachgeben, wenn sie solche darin nicht noch übertreffen. Sie halten den Zoroaster für den Urheber ihrer Philosophie; doch auch dessen Geschichte ist so dunkel, daß es noch nicht ausgemacht ist, ob nicht etliche Personen unter diesem Namen vorkommen.

Unter den Persern war Zardust oder Zardusti, auch Mōg genannt, als Erfinder der Magie bekannt. Hier findet sich die sehr alte Gewohnheit, die Metalle mit dem Namen der Gestirne zu belegen. Fast von Anfange der Welt an sind die Wirkungen der Gestirne als von großem Einflusse auf das Irdische angenommen worden, und dies ist wohl der älteste und einleuchtendste Grund, warum die Metalle, als zu unserm Sonnensysteme gehörige Körper, mit den bis auf unsere Zeiten üblich gewesenem Zeichen der Gestirne belegt worden sind; doch mag auch wohl das Bestreben, die Geheimnisse zu verbergen, zu den chemischen Zeichen Gelegenheit gegeben haben.

Zu den Römern scheint die Chemie von den Aegyptern und Griechen gekommen zu seyn. Ihre kriegerische Verfassung war dem Emporkommen der Wissenschaften hinderlich. Der erste griechische Arzt in Rom, Archagates aus dem Peloponnes, bekam den Namen Schänder (*carnifex*) (ob *saevitiam secandi et urendi*). Cato nannte alle griechischen Aerzte Vergifter, und rieth bei den alten Hausmitteln zu bleiben. (Cato hat überhaupt seine Abneigung gegen alles Griechische in einer Anrede an seinen Sohn ausgesprochen: *Et hoc puta, valem dixisse: Quandocunque ista gens suas literas dabit, omnia corrumpet.*) Als die Römer als kriegerisches Volk durch Unmäßigkeit und Verschwendung verderbt waren, mißbrauchte man die Künste zu Schwelgereien, schönen Kleidern &c., doch wurden eben dadurch die chemischen Kenntnisse weiter verbreitet. Caligula hat Alchemie getrieben, und aus Operment Gold zu machen gesucht. Plinius hat ein geistvolles Bild der ihn umgebenden Natur entworfen, und seine 37 Bücher der Naturgeschichte (*de rerum natura*) enthalten für Chemie und Physik viel Schätzbares. Constantiu, 337 J. nach Chr., hat durch seinen

Uebtritt zum Christenthume sehr auf Beförderung der Künste und Wissenschaften gewirkt. *Am Ende des 6ten Jahrhunderts* Mit der Mitte des 7. Jahrhunderts, beginnt die mittlere Geschichtsperiode der Chemie, welche sich bis etwa über die Mitte des 17. Jahrhunderts hinaus erstreckt, also einen Zeitraum von ungefähr 1000 Jahren umfaßt. Die Einwohner des glücklichen Arabiens, die viele Jahrhunderte lang dem römischen Reiche ergeben gewesen waren, eroberten gegen Anfang des 7. Jahrhunderts unter Heraklius Aegypten. Kurz vorher hatten sie den mohammedanischen Glauben angenommen, und auch unter Mohammed's Anführung Syrien verwüstet. In Aegypten haben sie nicht allein viele Denkmäler des Alterthums, sondern auch den ganzen Schatz der Wissenschaften des damaligen Beherrschers auf eine schonungslose Weise zu Grunde gerichtet, welches Schicksal auch die berühmte alexandrinische Bibliothek traf. Von Ptolemäus Soter gestiftet war sie, nach Strabo, bis auf 700,000 Bücher vermehrt. Ueber 6 Monate lang wurden die 4000 Badstuben einzig und allein mit diesen Handschriften geheizt, weil, nach des Kalifen Omar Entschiedung, alle Bücher, die mit dem Koran übereinstimmen, unnütz wären, und die von demselben abweichenden für schädlich geachtet werden müßten. Doch bald nahm das siegende rohe kriegerische Volk die Cultur der Besiegten an, und bald leuchtete unter den spätern Herrschern den Wissenschaften wieder ein günstiger Stern. Harun oder Karon Raschid, der zur Zeit Karls des Großen lebte (im J. 786), hielt mit vielen Philosophen einen vertrauten Umgang, und dessen Sohn Abdalla Almagwan, der durch seinen Eifer für die Wissenschaften berühmt geworden ist, wird hierin von keinem unter allen arabischen Fürsten übertroffen. Es wurden Schulen und Bibliotheken angelegt, und bereits am Ende des 8. Jahrhunderts blühte die berühmte Akademie zu Bagdad. Mit ganz besonderer Vorliebe cultivirten die Araber die Chemie und Pharmacie, und von ihnen ist der erste Grund zu dem gegenwärtigen Zustande der Pharmacie gelegt worden, wovon die zum Theil noch gebräuchlichen Benennungen Alkohol, Roob, Boock, Zulep, Trochisci Alhandal u. s. w. zeugen, und vorzüglich kann Geber (830) als der Vater der älttern Chemie betrachtet werden. Alchemie war die Hauptbeschäftigung. Nach Geber kam es nur darauf an, die geringern Metalle von allen unnützen Theilen

zu befreien, und gewisse Hülfsmittel zur Veränderung der Farbe zuzusetzen. Diese Hülfsmittel waren Arsenik, Tutia, Marcasit, Quecksilber und Schwefel. Die metallverwandelnden Mittel nannte man Medicinen, und durch einen Mißverstand entstand zugleich der Begriff, daß eben dasselbe Ding, das eine allgemein verwandelnde Kraft besitzen sollte, auch ein allgemeines Arzneimittel gegen menschliche Krankheiten sey; eine Thorheit zog die andre nach sich, es entstand das Streben nach einer Universalarznei. Diese glaubte man in dem Golde, welches der Zerstörung am meisten widerstand, gefunden zu haben, und die Goldinctur, das Aurum potabile, kam in Aufnahme. Das Gold wurde starker gesunder Mann genannt, die unedeln Metalle hießen Kranke. Doch kannte auch schon Geber die Schwefelmilch, die Salpetersäure, das Königswasser, die Goldauflösung, den Silbersalpeter, den Quecksilbersublimat, das rothe Quecksilberoxyd und das Frischen der Glätte u. s. w. aus 107. Buch

Europa, um diese Zeit von herumschwärmenden barbarischen Völkern überschwemmt, war von aller Kunst und Wissenschaft entblößt, die auch später unter dem geistigen Drucke des Pfaffenthums nicht emporkommen konnten. Die Eroberung Spaniens durch die Araber und die Kreuzzüge, gegen Ende des 11. Jahrhunderts, brachten die Europäer mit den Arabern in Berührung, und diesen Umständen haben die Wissenschaften größtentheils ihre Wiederherstellung zu verdanken. Als im Jahr 1205 Constantinopel von den Christen erobert worden war, wurde eine große Anzahl dafelbst aufgesammelter Handschriften nach Europa gebracht und in andere Sprachen übersetzt. Um das Jahr 1230 fing Kaiser Friedrich II. an, seine Aufmerksamkeit und seinen Schuß den Künsten und Wissenschaften zuzuwenden, so daß, während diese bei den im harten Kampfe mit den Mongolen begriffenen Arabern zu sinken anfangen, die Wissenschaften wieder in Europa heimisch wurden. Schon 1206 war die Universität zu Paris, 1220 die medicinische Facultät in Montpellier gestiftet worden. Der Stein der Weisen, d. h. die Kunst Gold zu machen und das menschliche Leben zu verlängern, blieb jedoch alleiniger Endzweck alles chemischen Strebens, aller chemischen Arbeiten. Die Schriftsteller gebrauchten Zeichen und Charaktere, unverständliche und zweideutige Redensarten, damit weder ihre Worte noch Schriften von Andern verstanden würden. Diese Kunst würde, wie sie sagten, nur den von Gott würdig Geachteten, welchen der Name Adepten zukomme, eröffnet.

Einer der ausgezeichnetsten Männer war Roger Baco, geb. 1214 und gest. 1284. Er erhob die Wissenschaften auf einen freieren Standpunkt, welche durch die Stiftung vieler Universitäten sehr begünstigt wurden. Für die medicinische Chemie und Pharmacie ist aus dieser Zeit noch besonders Basilius Valentinus zu erwähnen.

Bei allen unverkennbaren Zeichen einer gesteigerten Geisteskultur blieb die Sucht Gold zu machen vorherrschend, und wurde zu Schelmerereien und Betrügereien benützt, so daß dagegen Befehle erlassen wurden. Eben so erhielt sich die Neigung zum Wunderglauben. Man glaubte, daß sowohl einzelne Organismen und deren Theile, als auch Mineralien und deren Gewächse von Dämonen beherrscht würden. Schriftzügen, Zahlen und Buchstaben wurden übernatürliche Bedeutungen zugeschrieben, und der größte Theil der laborirenden Aerzte und Mönche hielt sich von der Möglichkeit, daß durch den bloßen Willen auserwählter magischer Menschen Veränderungen in der umgebenden Natur hervorgebracht werden könnten, völlig überzeugt. Ja diese Lehre, die Nekromantie, erhielt zu Salamanca ihren eigenen Lehrstuhl.

Philippus Aureolus Theophrastus Paracelsus (Bombastus von Hohenheim), geb. zu Einsiedel in der Schweiz im J. 1493, wurde Stifter einer medicinischen Schule, und erster Lehrer der Chemie in Europa, nämlich zu Basel. (Wiegleb behauptet dagegen, daß P. nie Lehrer der Chemie gewesen sey, auch nie chemische Vorlesungen gehalten habe.) Er trat als großer Neuerer in der Natur- und Arzneiwissenschaft auf, durchwanderte als fahrender Arzt den größten Theil von Europa, mit einem Eigendünkel und einer Selbstschätzung, die in der Geschichte nicht leicht ihres Gleichen finden. Allen Schulen wurde von ihm Hohn gesprochen, die Schriften Avicenna's und Galens wurden öffentlich von ihm verbrannt, für seine Aussprüche aber wurde unbedingter Glaube gefordert. Bekannt ist sein Bestreben, eine Universalarznei aufzufinden, und seine abenteuerliche Idee eines Zusammenhanges aller irdischen Dinge und ihres gemeinsamen Ursprungs, worauf sich die Annahme gründete, daß zwischen einzelnen Organen des menschlichen Körpers und einzelnen Arzneikörpern ein bestimmtes Verhältniß stattefinde, welches die Wirksamkeit der letztern begründe, und in ihrer äußern Gestalt sichtbar werde, daß man also die Heilkräfte der

Körper aus ihrem Bau erkennen, und denselben nur unter günstigen Constellationen, so wie mit einem mysteriösen Verfahren benutzen dürfe. Wenn nun demnach auch die hart scheinenden Urtheile, die besonders in neuerer Zeit über Paracelsus gefällt worden sind, nicht unbegründet erscheinen, so ist doch auch nicht in Abrede zu stellen, daß sein Treiben und Wirken besonders für die medicinische Chemie von entschiedenem Einflusse gewesen ist. Er suchte seine Schüler und Zeitgenossen zu überzeugen, daß ohne genaue Kenntnisse der Chemie (von ihm noch Alchemie genannt) alles ärztliche Wissen und alles philosophische Forschen gehaltlose Grübeleien sey. Das Verstreben Gold zu machen, erklärt er zwar für eitel Thorheit, jedoch spricht er von der Verwandlung der Metalle, und von unermeßlichen Schätzen, die er dadurch den Nachkommen hinterlassen werde. Er führte in den medicinischen Gebrauch ein: die Mineralsäuren, verschiedene Eisen-, Spiegglanz-, Blei-, Kupfer-, Arsenik- und Quecksilberpräparate, so wie die Alkalien und verschiedene Salze. Die organische Assimilationskraft nannte er den Archäus, und behauptete von diesem, daß er die eingenommenen Nahrungsmittel assimilierbar mache. Paracelsus beschloß sein unstetes Leben im Jahre 1541 im Hospital zu St. Stephan in Salzburg. Seine Schriften, meistens nach dem Tode von seinen Schülern herausgegeben, und auf 364 berechnet, sind ins Lateinische, Griechische, Italienische und Französische übersetzt worden.

Das alchemistische Treiben dauerte noch immer fort. Die Goldföcher fanden jetzt häufig an den Höfen gute Aufnahme, ja noch im Anfange des 17. Jahrhunderts fing die Gesellschaft der Rosenkreuzer in Deutschland an, Aufsehen zu erregen. Sie vertheidigten nicht nur die Verwandlungskunst der Metalle und die Universalarznei, sondern behaupteten auch, durch Kabbala und Zahlen, die nur durch besondere göttliche Vorsorge den Weisesten, Unsichtbaren und Unbekannten aufbehalten worden wären, alles zu erforschen, so daß auch nicht einmal die Gedanken verborgen bleiben könnten, und dergleichen mehr.

Doch fand die Chemie auch tüchtige Arbeiter. Andreas Libavius, ein berühmter Arzt und Chemiker (er lehrte die Transfusion des Blutes aus einem lebenden Körper in den andern), hat sehr die Chemie gefördert. Joh. Bapt. van Helmont, 1577 zu Brüssel geb., war einer der berühmtesten Aerzte und Chemiker seiner Zeit;

er unterschied zuerst verschiedene luftartige Substanzen, unter dem Namen Gas, von der atmosphärischen Luft. Franz Baco von Verulam, 1616, englischer Kanzler, ein Mann von großer, umfassender und gründlicher Gelehrsamkeit, hat ganz vorzüglich die Naturwissenschaften bereichert. Im Jahr 1638 wurde von Corn. Drebbel das Luftthermometer erfunden, 1643 fand Evangelista Torricelli die nach ihm benannte Torricellische Leere oder T. Röhre, welche 1648 Blaise Pascal zu Wetterbeobachtungen benutzte, so das Barometer erfand, und dasselbe zu Höhenmessungen benutzte. Sehr bedeutende Fortschritte wurden der Chemie durch Joh. Rud. Glauber, geb. 1604 zu Karlstadt in Franken, gest. zu Amsterdam 1670, zu Theil. Glauber war nicht nur einer der geschicktesten Aerzte, sondern auch einer der vorzüglichsten Chemiker seiner Zeit, und mit vielem natürlichen Scharfsinne ausgerüstet. Dem alchemistischen Studium blieb er jedoch treu ergeben; in seinem Werke: *de signatura salium, metallorum et planetarum*, ertheilt er Unterricht, wie nicht allein die Salze, Metalle und Planeten, sondern auch die verborgenen Kräfte, ihre Bedeutung, Natur und Eigenschaften aus der Signatur der Wörter und Namen durch Cirkel und Viereck erlernt und ausgerechnet werden könnten.

Otto von Guericke, Bürgermeister zu Magdeburg, erfand die Luftpumpe und stellte 1650 auf dem Reichstage zu Regensburg öffentliche Versuche damit an. Bald darauf wurde von demselben die Elektrirmaschine erfunden, und zwar mit einer Kugel von Schwefel.

Von sehr bedeutendem Einflusse auf die Wissenschaften waren die gelehrten Gesellschaften, die nach und nach entstanden. 1660 wurde zu London die Königl. Societät der Wissenschaften von Karl II. gestiftet; 1666 entstand zu Paris die Akademie der Wissenschaften, und in demselben Jahre die deutsche naturforschende Gesellschaft.

Werner Kollingk, Thomas Willis, Franz Sylvius, J. Mayow, Glaser, Herrmann Conring u. m. A., in der damaligen Zeit ausgezeichnete Förderer der Wissenschaften, sind auch jetzt noch von der Nachwelt geachtet.

Joh. Joach. Becher, geb. 1635, Sohn eines lutherischen Predigers in Speyer, in früher Jugend mit Dürftigkeit und Mangel kämpfend, erwarb sich durch eigene Belehrung ausgebreitete Kenntnisse, wurde 1666 öffentlicher Lehrer der Arzneiwissenschaft zu Mainz,

bald darauf kurfürstlicher Leibarzt und Aufseher des Laboratoriums zu München, erlitt noch mancherlei Schicksale, ist aber vorzüglich durch Aufstellung einer chemischen Theorie merkwürdig geworden, die sich fast 100 Jahre lang bei allgemeinem Beifalle erhalten hat. Seine vorzüglichsten Grundsätze waren folgende: 1) alle unterirdische Körper sind erdiger Natur, und 2) sie lassen sich mit Wasser vermischen. 3) Dreierlei einfache, erdige Grundwesen machen die Grundlage aller Körper aus. 4) Die unterirdischen Körper zwecken auf die metallische Natur, die Metalle aber unter sich zur Vollkommenheit ab. 5) Alle natürliche und künstliche Verbindungen und Aufschließungen beweisen die Zusammenvereinigen jener Erden sowohl unter sich, als mit Wasser. 6) Alle unterirdischen Salze werden aus genauer Mischung der mineralischen Erden mit Wasser erzeugt. Daraus entstehe eine gewisse Ursäure (*Acidum primigenium*), woraus weiter alle übrigen Säuren in der Natur erzeugt würden. Von den drei oben angeführten Grunderden nannte er die erste die glasartige oder verglasbare Erde, die zweite die brennbare, und die dritte die mercurialische Erde. Alle Metalle beständen daraus, nur in verschiedenem Verhältniß miteinander verbunden. Unter allen diesen Begriffen ist unstreitig derjenige von der brennbaren Grunderde, dem nachherigen Phlogiston, am allgemeinsten und fruchtbarsten gewesen, und hat sich auch am längsten erhalten.

Brand und bald darauf Kunkel entdeckten den Phosphor. 1674 erfand Papin seinen Digestor. Lemery, geb. zu Rouen 1645, Apotheker und berühmter Chemiker, hat sehr viel für die Wissenschaft geleistet. Dessen Cours de chemie ist bis in das 18. Jahrhundert hinein als das beste chemische Lehrbuch anerkannt, und ins Lateinische, Deutsche, Englische, Italienische und Spanische übersetzt worden. Robert Boyle, geb. 1626, fand, daß die atmosphärische Luft durch das Verbrennen brennbarer Substanzen und durch das Athmen der Thiere verdorben wird. Er hat durch seine zahlreichen Schriften ungemeinen Nutzen gestiftet. Wilh. Homberg, berühmter Chemiker und Mitglied der Akademie der Wissenschaften, ist durch seinen im J. 1693 entdeckten, nach ihm benannten, Hombergischen Phosphor (Alaun-Phosphor) und durch Homberg's Sedativsalz (Worayssäure) noch im Munde der Nachkommen. Von sehr großem Einflusse auf die Chemie waren Newton's Untersuchungen über Anziehung und Licht.

Die neuere Geschichtsperiode der Chemie beginnt mit Georg Ernst Stahl, geb. 1660 zu Anspach. Er studirte in Jena, wurde daselbst Privatlehrer der Chemie und Arzneikunde, hierauf 1687 Hof- und Leibarzt beim Herzog Johann Ernst zu Weimar, folgte dann dem ihm auf Hoffmann's Vorschlag gewordenen Rufe als ordentlicher Professor der Medicin in Halle, bekämpfte hier Hoffmann's Grundsätze der Medicin, und lehrte mit außerordentlichem Beifalle, zugleich als praktischer Arzt berühmt, bis 1716, in welchem Jahre er als erster Leibarzt nach Berlin ging, wo er auch im Jahre 1734 starb. Außer seinen übrigen großen Verdiensten gab er Becher's Schriften neu heraus, und indem er dessen Ansichten und Grundbegriffe von der Natur der körperlichen Dinge verfolgte und vereinfachte, wurde er zur Aufstellung eines neuen Systems der Chemie veranlaßt, welches bis auf Lavoisier allgemein angenommen und beibehalten worden ist. Das Grundprincip dieses Systems ist folgendes: Die Verbrennlichkeit brennbarer Materien wird durch einen allen gemeinsamen, aber in verschiedenen Verhältnissen allverbreiteten Stoff — den Brennstoff, das Phlogiston — bedingt und begründet. Beim Verbrennen der Substanzen entweicht dieser Stoff in die umgebende Luft, phlogistisirt dieselbe, und macht sie zur ferneren Unterhaltung des Verbrennens und des Athmens untauglich. Daher hieß die zum Athmen und Verbrennen nicht mehr taugliche Luft: phlogistisirte Luft, Aër phlogisticatus, d. h. eine mit Phlogiston so sehr gesättigte Luft, daß sie keins mehr aufnehmen kann. Die von dem Phlogiston völlig befreite Luft hieß dephlogistisirte Luft, Aër dephlogisticatus. Beim Verkohlen organischer Substanzen bleibt dieser Stoff größtentheils in der Kohle zurück, diese ist daher als ein mit Phlogiston gesättigter Körper zu betrachten. Das Phlogiston umhüllt die Säuren und Erden, und stumpft sie ab; so bildet es mit der Schwefelsäure den Schwefel, mit der Phosphorsäure den Phosphor, mit den Pflanzen- und Thiersäuren die vegetabilischen und die thierischen Stoffe, mit den glanzlosen zum Theil sauren Erden im Zustande der Uebersättigung die Metalle; überhaupt ist dieser Stoff in allen brennbaren, flüchtigen, riechbaren und färbigen Materien nothwendig zugegen, und bedingt zunächst deren chemische Gegenwirkungsverhältnisse.

Das Phlogiston ist für sich nicht darstellbar, und überhaupt nur durch die Veränderungen, welche es in den Körpern hervorbringt,

sinnlich wahrnehmbar. Die Körper, die mit diesem so subtilen Stoffe eine Verbindung eingehen, erleiden die auffallendste Veränderung ihrer Eigenschaften und ihres Verhaltens. Die ihres Phlogistons mehr oder weniger beraubten Materien heißen dephlogistisirte, und besitzen ein positives Bestreben, sich wiederum Phlogiston zuzueignen.

Dem Phlogiston gegenüber wurden alle Materien, die nicht chemisch zerlegt werden konnten, als chemische Elemente angenommen, und überhaupt die Regel aufgestellt: Jede einzelne chemisch wirkende Materie ist so lange für einfach zu halten, so lange es noch nicht gelungen ist sie zu zerlegen.

Dieses System wurde bald allgemein angenommen, und das phlogistische System genannt. In der Folgezeit ist es, um den aus dem Fortschreiten der Wissenschaft hervorgehenden Forderungen genügen zu können, von den Nachfolgern Stahl's mit manchen Zusätzen und Erläuterungen versehen worden, und besonders in späteren Zeiten sahen sich die Phlogistiker zu Anstrengungen veranlaßt, als sie in den Fall kamen, ihr System gegen die Neuerungen Lavoisier's zu verteidigen, in welcher Hinsicht das von Gren im Jahr 1787 herausgegebene systematische Handbuch der gesammten Chemie besonderes Interesse gewährt, weil in demselben schon auf Lavoisier's System Rücksicht genommen wird, aber nur in der Absicht, um das Irrige in diesem neuen Systeme und die Folgerichtigkeit in dem phlogistischen Systeme nachzuweisen.

Stahl dachte sich anfänglich, nach Becher's Grundsätzen, das Phlogiston in einer erdigen Form, und glaubte, daß es das Elementarfeuer gebunden enthalte, das bei dem Verbrennen daraus frei werde. Später wurde der Begriff dahin modificirt, daß in dem Phlogiston das Feuer an eine eigene zarte Erde, die Beaumé sogar für eine kieselartige hielt, gebunden sey. Nach und nach verfeinerte sich der Begriff, und man erklärte das Phlogiston für bloßes reines gebundenes Feuer, das mit den übrigen Bestandtheilen der verbrennlichen Körper chemisch verbunden sey. Immer aber ist das Phlogiston ein besonderer, die Entzündlichkeit der Körper bedingender, diesen inwohnender Stoff. Besonders diente der Schwefel zur Erläuterung der phlogistischen Theorie. Wird nämlich der Schwefel erhitzt, so wird sein brennbares Wesen, sein Phlogiston, mehr entwickelt, durch die Anziehung der reinen Luft, welche nämlich ein Bestreben hat, sich mit dem Phlogiston zu sättigen, welches durch

die Wirkung der Hitze aus dem Schwefel frei gemacht wird. Das Phlogiston zeigt nun in seinem ungebundenen Zustande, bevor es sich nämlich wieder mit der Luft vereiniget, seine beiden Bestandtheile — den Stoff, den Wärme und des Lichts — kurz es wird zu Feuer, das sich wegen der mitverflüchtigten Vitriolsäure als Flamme zeigen muß, die aber keinen Ruß geben kann, weil keine festen Theile weiter da sind. Der Zutritt der atmosphärischen Luft zu dem brennenden Körper ist demnach deswegen nothwendig, damit diese das entwickelte Phlogiston in sich aufnehmen, wodurch dieselbe daher phlogisifizirt, d. h. zum ferneren Verbrennen und Aethernolen untauglich wird. Je reiner die Luft ist, desto mehr Phlogiston kann sie aufnehmen; sobald sie aber damit gesättigt ist, kann sie nichts mehr davon aufnehmen, also auch nicht weiter zum Verbrennen dienen. Künstlicher wurde die Erklärung, als man gefunden hatte, daß das Gewicht des Schwefels nach dem Verbrennen sich vermehrt, die Luft aber sich vermindert zeigte. Das Phlogiston besitzt, sagte man jetzt, keine Schwere, vielmehr eine absolute Leichtigkeit (— negative Schwere —); die Luft, die mit dem Phlogiston in Verbindung tritt, muß demnach an ihrem absoluten Gewichte, also auch an ihrem Umfange verlieren, und zwar um so mehr, je mehr Phlogiston sie aufnimmt, wogegen die Vitriolsäure des Schwefels, die ihr Phlogiston verliert, eben dadurch am Gewichte zunehmen muß. Beim Verbrennen des Schwefels gehe also keineswegs reine Luft verloren, sondern sie werde nur zu einem neuen Körper, zu phlogisifizirter Luft, wodurch ihre Eigenschaften, ihr Umfang und Gewicht umgeändert werden. Der Schwefel unterscheide sich von der Vitriolsäure demnach nur dadurch, daß in ihm die Säure ganz mit dem Phlogiston gesättigt ist, und deswegen keine sauren Eigenschaften zeigen könne. Wenn also Schwefelsäure mit solchen Körpern in Verührung gebracht wird, welche Phlogiston an sie abgeben können, z. B. Kohle, so nehme sie dieses auf, und werde dadurch zu Schwefel, welcher wieder dadurch, daß ihm das Phlogiston entzogen wird, in den vorigen Zustand der Vitriolsäure zurückkehre.

Stahl, auch in der Geschichte der Medicin einen ausgezeichneten Rang behauptend, hat überdem viel in der praktischen Chemie geleistet. Er lehrte aus Schwefelsäure und aus schwefelsauren Salzen durch Glühen mit Kohle Schwefel darstellen; er untersuchte das kohlenhaltige Schwefelkali und dessen Verhalten zu den Metallen,

stellte die schwefliche Säure durch Verbrennen des Schwefels in der atmosphärischen Luft dar (Spiritus Sulphuris per campanam), zeigte die verschiedene Anziehungskraft des Schwefels zu den Metallen, die der Säuren zu den damals bekannten dephlogisirten, d. i. oxydirten Metallen (Becher's brennbaren Erden); zeigte den Einfluß der Temperatur und der Lösungsmittel auf die Anziehungsäuserungen, kannte das Natron als die alkalische Grundlage des Kochsalzes und des Würfelsalpeters, und beschrieb das schweflige Kali. Die Alkalien hielt Stahl für verfeinerte Erden, und die Gase für bleibend elastisch gewordenes Wasser. Die Elasticität der Gase bewies Stahl durch Versuche mit dem Barometer u. s. w.

Ist nun auch Stahl's Phlogiston verschwunden, so wird doch diesem ausgezeichneten Manne stets das große Verdienst bleiben, mit Scharfsinn und Consequenz ein wissenschaftliches Gebäude der Chemie aufgeführt zu haben, welches den damaligen Forderungen entsprach, und von allen zu seiner Zeit bekannnten Erscheinungen eine genügende Erklärung gab.

Herrn. Boerhaave, geb. 1668, gest. zu Leyden 1738; als Arzt und Lehrer der Arzneiwissenschaft und der Chemie sehr berühmt, hat in seinem Werke „Elementa Chymiae“ rühmliche Zeugnisse seiner ausgebreiteten Kenntnisse und seines wissenschaftlichen Strebens gegeben. Die Klarheit seines Vortrages, die Bündigkeit seiner Versuche, aus denen er nur Das folgert, was sich wirklich aus ihnen ergibt, haben auch außerhalb seiner nächsten Umgebung der Wissenschaft wesentliche Dienste geleistet.

Viel verdankt die Chemie Steph. Franz Geoffroy, geb. 1672 zu Paris, gest. 1731, früher der Pharmacie, später der Arzneikunde sich widmend, Mitglied der medicinischen Facultät und der Akademie der Wissenschaften zu Paris, berühmter Lehrer der Chemie. Er lieferte die erste Verwandtschaftstafel. Nicht minder verdient hat sich Claude Joseph Geoffroy, geb. 1686 zu Paris, gest. 1752, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, gemacht.

Caspar Neumann, geb. zu Büllichau 1688, gest. 1737 als königl. Hofapotheker, Hofrath und Lehrer der Chemie am Collegio medico zu Berlin. Seine zahlreichen Schriften enthalten die rühmlichsten Zeugnisse seines Fleißes und seiner gediegenen Kenntnisse. Er führte eigentlich zuerst eine zweckmäßige Analyse der Vegetabilien ein, indem er, soviel als möglich jede zerstörende Einwirkung auf die

Pflanzenstoffe vermeidend, nach und nach verschiedene Auflösungs-  
mittel auf die Vegetabilien einwirken ließ, um die Bestandtheile derselben so viel als möglich so abgefondert abzuschneiden, wie sie in denselben enthalten sind. Die bisherige Methode, selbst noch von Boerhaave befolgt, bestand fast allein in der trocknen Destillation, welche von allen Pflanzen dieselben Resultate gab. Sein vorzüglichstes Werk ist das in 10 Bänden nach seinem Tode von Dr. Kessel herausgegebene, unter dem Titel: *Chymia medica dogmatico-experimentalis.*

Hales, der viele Versuche mit Luft und luftartigen Körpern anstellte, Joh. Heinr. Pott, Prof. der Chemie zu Berlin, George Brandt, Königl. schwedischer Leibarzt und Mitglied der Akademie der Wissenschaften, verdienen eine ehrenvolle Erwähnung.

Im Jahr 1751 ließ Franz I., römischer Kaiser, die von einem seiner Vorfahren Cosmus III. im J. 1694 angestellten Versuche über die Verflüchtigung des Diamants wiederholen. Vom Rubin fand man, daß er feuerbeständig bleibe. Die wahre Absicht bei diesen Versuchen scheint gewesen zu seyn, durch Zusammenschmelzen mehrerer kleiner Diamanten größere zu erlangen, welches vorgegebene Geheimniß des Diamantgusses Kaiser Franz von einem Unbekannten mitgetheilt erhalten hatte. Der Erfolg dieser Versuche, nämlich die Verflüchtigung des Diamants, wurde jedoch in Zweifel gezogen, bis endlich im J. 1766 durch wiederholte kostbare Versuche des Hrn. d'Arcelet der Erfolg außer allem Zweifel gesetzt wurde. Auch später sind diese Versuche von Macquer, Cadet und Lavoisier wiederholt worden; bei Ausschluß der Luft blieb der Diamant unverändert.

Ausgezeichnet unter den Förderern der Wissenschaft ist Andr. Sigismund Marggraf, geb. zu Berlin 1709. Er erlernte bei seinem Vater, dem Apotheker H. Chr. Marggraf, die Pharmacie, erweiterte seine Kenntnisse durch Neumann's Unterricht, den er noch durch unternommene Reisen durch Deutschland und Frankreich vervollständigte. Glückliche Wahl neuer Versuche, die lichtvolle Anordnung, in welcher er sie anstellte, und hauptsächlich seine gewissenhafte Achtung für Wahrheit zeichneten ihn vor seinen Vorgängern und vor vielen seiner Zeitgenossen rühmlichst aus. Er stellte zuerst die Bittererde und Maunerde als eigene Erden auf, gewann aus einheimischen Gewächsen Zucker, und entdeckte im Harn die phos-

phorsäuren Salze. Er starb als Director der physikalischen Classe der Akademie der Wissenschaften in Berlin im Jahr 1782.

Ein Schüler Marggraf's war Jak. Reinh. Spielmann, geb. 1727 zu Strassburg, berühmt als Lehrer der Arzneiwissenschaft und der Chemie daselbst. Seine Institutiones chemiae praelectionibus academicis accommodatae sind nachmals übersetzt und umgearbeitet worden.

Macquer hat sich vorzüglich durch sein in viele Sprachen übersetztes Dictionnaire de Chymie gerechten Ruhm erworben.

Joh. Black zeigte zuerst, daß die aus gährenden Flüssigkeiten, und durch Säure aus Kreide entwickelte Luftart von der atmosphärischen Luft verschieden sey, und gab eine richtige Erklärung von dem reinen und dem kohlen-säuren Kalk.

J. N. Braun, Professor in Petersburg, machte am 6. Jan. 1760 die Entdeckung, daß durch künstlich gesteigerte Kälte das Quecksilber zum Gefrieren gebracht werden könne. Gmelin hatte schon 1634 ein Erfrieren desselben bemerkt, ohne die Kälte für die Ursache zu erkennen. Canton erfand 1768 seinen Phosphor.

Joh. Ant. v. Scopoli, geb. 1721 zu Steinthal in Tyrol und in den Adelstand erhoben, als Lehrer und eifriger Beförderer der Naturkunde berühmt. Er stellte mit Volta Versuche über die Entstehung der Wärme an, ferner Versuche über das oxydirte salzsaure Gas, über Berlinerblau, verbesserte sehr die hüttenmännischen Operationen, und gab eine Uebersetzung des Macquer'schen Wörterbuchs mit Anmerkungen heraus.

Joh. Chr. Wiegleb, Oberkämmerer und Apotheker zu Langensalza, ein entschiedener Gegner des noch nicht ganz verschwundenen alchemistischen Treibens, und vorzüglicher Beförderer deutscher Chemie und Pharmacie, starb 1800 im 68. Jahre seines thätigen Lebens. Das deutsche Apothekerbuch von Schlegel und Wiegleb erlebte 4 Auflagen, sein Handbuch der allgemeinen Chemie 3 Auflagen; ferner sind seine Geschichte der Chemie und seine natürliche Magie rühmliche Zeugnisse seines Fleißes und seiner Kenntnisse.

Wir gelangen jetzt an einen Zeitabschnitt, der ausgezeichnet ist durch die Namen der scharfsinnigsten Gelehrten und durch die wichtigsten Entdeckungen, welche der Wissenschaft eine völlig veränderte Gestalt gaben, so daß die bis jetzt bestehende Stahl'sche Theorie auch von den eifrigsten Anhängern verlassen werden mußte. Es

mußten aber auch die außerordentlichen Leistungen und Entdeckungen eines Bergman, Scheele, Cavendish, Priestley u. a. m. vorausgehen, ehe Lavoisier zur Aufstellung einer neuen, der alten völlig entgegengesetzten Theorie gelangen konnte.

Torbern Bergman, Sohn eines Einnehmers königl. Gefälle auf dem Borwerke Katharinaberg in Schweden, wurde daselbst 1735 geboren, erwarb sich schon auf der Schule durch ausgezeichneten Fleiß den Beifall seiner Lehrer. Er studirte hierauf in Upsala mit einer fast beispiellosen, seiner schwächlichen Gesundheit Gefahr drohenden Anstrengung, sich ganz den Wissenschaften widmend. Im Jahr 1758 (also in einem Alter von 23 Jahren) erhielt er die Professur der Naturlehre in Upsala; 1761 wurde er Adjunct der Professur der Mathematik, 1764 wurde er Mitglied und dann Vorseher der Akademie der Wissenschaften zu Stockholm, 1767 erhielt er die Professur der Chemie in Upsala, und widmete jetzt mit rastlosem Eifer seine besten Kräfte dieser Wissenschaft. Von seinem unvergeßlichen Freunde Scheele unterstützt sah er seine scharfsinnig erfonnenen und glücklich ausgeführten Versuche von großem Erfolge für die Wissenschaft. Er unterwarf die Erscheinungen der chemischen Verwandtschaft einer wissenschaftlichen Untersuchung, von der Meinung ausgehend, daß sämtliche chemische Vereinigungen nach festen Verhältnissen der Mischungstheile erfolgen, er führte eine zweckmäßigere Zerlegung der Mineralwässer ein, stellte viele Versuche über die Kohlensäure und andere Stoffe an u. s. w. Durch mündliche, ihrer Deutlichkeit und Klarheit wegen allgemein gepriesene, so wie durch schriftliche Belehrung wurde Bergman der Lehrer einer aus allen Gegenden Europas zuströmenden großen Anzahl von dankbaren Schülern. Er starb in den Bädern zu Medevi im Mai 1784. Berühmt sind seine *Opuscula physica et chemica* 8 Vol.

Karl Wilhelm Scheele, Sohn eines Kaufmanns zu Stralsund, geb. den 19. Dec. 1742. Er erlernte daselbst die Apothekerkunst, und kam als Gehülfe zu dem Apotheker Scharenberg in Stockholm und von hier 1773 zu Losk in Upsala. Einer gelehrten Erziehung und Bildung entbehrend, durchaus bis jetzt sein eigener Lehrer, benutzte er hier die Gelegenheit, sich durch den Umgang mit mehreren trefflichen Gelehrten, insbesondere aber mit seinem edlen Gönner und Freunde Bergman, immer mehr auszubilden. 1777

übernahm er die Apotheke zu Köppling als Eigenthum, die er seit 1776 als Vorseher verwaltet hatte. Hier war es, wo er in stiller Abgeschiedenheit, die glänzenden Anerbietungen des Auslandes ablehnend, von der königlichen Akademie der Wissenschaften zur Bestreitung seines Experimentalaufwandes durch einen Jahresgehalt von 600 Livres unterstützt, sich mit grenzenlosem Eifer der Chemie widmete, und wo er mit einem oft mehr als dürftigen Aufwande von Hülfsmitteln die wichtigsten Entdeckungen machte. Im Leben bescheiden, anspruchslos und bieder, als Forscher gewissenhaft und unermüdet, hat er Ungewöhnliches geleistet, wie die große Zahl seiner Entdeckungen beweist. Er entdeckte die Weinsäure, die dephlogisirte Salzsäure, von ihm so genannt, weil er annahm, daß die Salzsäure ihr Phlogiston an den Braunstein absetze (statt Phlogiston Wasserstoff, und die Erklärung ist auch jetzt richtig), das Scheele'sche Grün, die Aepfelsäure, die Citronensäure, Sauerklee'säure, die Blausäure, die Milchsäure, die Flußsäure, Molybdänsäure, Arseniksäure, die Wolframsäure, den Baryt und noch kurz vor seinem Tode die Gallussäure. Er lehrte Rasomel auf dem nassen Wege bereiten, er zeigte die Gegenwart der Phosphorsäure in den Knochen, und stellte scharfsinnige Untersuchungen über Licht, Wärme und Verbrennung an, die ihn auf eine neue Verbrennungstheorie leiteten. Er entdeckte 1776 das kurz zuvor schon von Priestley entdeckte Sauerstoffgas, nannte es Lebensluft, *Aër vitalis*, und gab an, daß die atmosphärische Luft aus  $\frac{2}{3}$  phlogisirter Luft und  $\frac{1}{3}$  Lebensluft bestehe, die von einander getrennt und wieder zusammengesetzt werden könnten. Er lehrte aus dem Salpeter die reine Lebensluft bereiten. Auch die Entflammung der mit Schwefel vereinbaren Metalle, während sie damit geschmolzen werden, wurde von Scheele beobachtet. Allgemein von der naturforschenden Welt geachtet starb er am 19. Mai 1786. Seine sämtlichen physikalischen und chemischen Werke sind nach seinem Tode gesammelt und in deutscher Sprache herausgegeben von Hermbstädt, Berlin 1798.

Heinrich Cavendish fing zuerst die Luftarten, deren Untersuchung er vorzüglich zum Ziele seiner Forschungen machte, statt in Gasen über Wasser auf. Er unterschied zuerst das Wasserstoffgas und machte im J. 1782 die wichtige Entdeckung, daß eine in gehörigem Verhältnisse gemachte Mischung aus dephlogisirter und brennbarer Luft unter einer Glasglocke durch den elektrischen Funken

entzündet sich gänzlich in Wasser verwandelt, und zwar, wie er später fand, fast in gleichem Gewichte.

Jos. Priestley, Doctor der Rechte, ist durch seine großen Verdienste um verschiedene Theile der Physik und Chemie — besonders um die Electricitätslehre, die Optik und die Lehre von den Gasarten — berühmt. Ihm verdankt die Chemie mehrere der glänzendsten Entdeckungen. Er fing an, die Luftarten auch über Quecksilber aufzufangen. Er entdeckte die Salpeterluft (das oxydirte Stickgas), das Kohlenoxydgas, Ammoniakgas, schweflige Säure Gas, salzsaure Gas und die gasförmige Verbindung der Flußspathsäure mit Kiesel. Am 1. August 1774 erhielt er eine Luft, welche die Verbrennung besser als die gemeine Luft unterhielt, und nannte sie dephlogisirte Luft; er hatte sie aus für sich calcinirtem Quecksilber erhalten. Später beobachtete er, daß diese Luft auch, und zwar sehr reichlich, aus Braunstein erhalten werden könne, so wie auch, daß sie aus grünen Pflanzentheilen entwickelt werde. Einige Jahre später fand er auch, daß bloße Salpetersäure, wenn sie durch den glühenden Theil einer Röhre getrieben werde, in dephlogisirte Luft verwandelt werde. Im J. 1785 ließ er Wasserdämpfe über glühende Eisenfeile durch eine glühende metallene Röhre gehen, und bekam in dem angefügten Luftapparate entzündbare Luft; die Eisenfeile fand er mit Rost überzogen. Hieraus schien nun von selbst zu folgen, daß das Wasser aus dephlogisirter und aus brennbarer Luft zusammengesetzt sey, wogegen jedoch vielfaches Bedenken erhoben wurde; ja Priestley selbst erklärte sich gegen die Lehre von der Zusammensetzung des Wassers. Bei Wiederholung des von Cavendish angestellten Versuchs über die Zusammensetzung des Wassers fand Priestley, daß hierbekanntlich Salpetersäure gebildet werde (weil unreine stickstoffhaltige Gasarten angewandt worden waren), und er führte diesen Erfolg gegen die Lehre von der Zusammensetzung des Wassers an, denn es sey viel wahrscheinlicher, daß das Wasser, ohne eine Zersetzung zu erleiden, in die Luftarten eingehe, und daß zur Existenz jeder Luftart eine beträchtliche Menge Wasser nöthig sey. Die Erzeugung der Salpetersäure lasse sich aus der phlogistischen Luft des Wassers erklären. Die von Priestley beobachtete im Wasser sich erzeugende grüne Materie führt noch den Namen: Priestley'sche Materie. Priestley starb als treuer Anhänger Stahl's, und die antiphlogistische Chemie bestrittend, am 6. Febr. 1804 zu Northumberland in Nordamerika.

Im J. 1790 stellte Trostwyck in Harlem entscheidende Versuche über die Zerlegung des Wassers in reine und brennbare Luft an mittelst elektrischer Funken, die er durch das in eine Glasröhre eingeschlossene Wasser durchschlagen ließ. Die hierbei erhaltene Luft ließ sich mit Knall entzünden, und wurde dann wieder zu Wasser.

Reich finden wir demnach diese Geschichtsepöche der Chemie an ausgezeichneten Gelehrten, reich an den wichtigsten Entdeckungen. Je schwerer es nun hielt, alle diese Entdeckungen und Thatfachen mit der allein gangbaren Strahl'schen Theorie in Einklang zu bringen, desto mehr Scharfsinn wurde aufgeboten, um die lose Verkettung der Dinge durch das hypothetische Phlogiston so lange als möglich zu halten. Doch war die Masse der mit dem Phlogiston unvereinbaren Dinge so groß, daß es nur eines Mannes zu bedürfen schien, der mit umfassendem Geiste die Menge der gegebenen Thatfachen zu ordnen im Stande sey und der es wagen möchte, der alten Fesseln sich zu entledigen. Ein solcher Mann wurde der Wissenschaft gegeben in Ant. Lorenz Lavoisier, geb. zu Paris im J. 1743. Schon als Jüngling äußerte er entschiedene Neigung zu wissenschaftlichen Untersuchungen, und insbesondere für Mathematik und Physik. Im J. 1765 (also im 22. Lebensjahre) legte er die ersten Zeugnisse seines Scharfsinnes durch die Beantwortung der von der französischen Regierung aufgestellten Preisfrage ab „Ueber die vollkommenste und wohlfeilste nächtliche Straßenbeleuchtung der Stadt Paris“. Den ihm zuerkannten Preis von 2000 Livres theilte er unter drei andere minder glückliche Preisbewerber; er erhielt dagegen vom Könige von Frankreich in der öffentlichen Versammlung der Akademie am 9. April 1766 eine goldene Denkmünze. 1768 ernannte ihn die Akademie der Wissenschaften zu ihrem Mitgliede, welche Wahl bald durch zahlreiche Aufsätze in den Memoiren der Akademie, über den Donner, das Nordlicht, den Uebergang des Wassers in Eis u. s. w. gerechtfertigt wurde. 1770 stellte Lavoisier über die noch immer behauptete Verwandlung des Wassers in Erde, worauf mitunter alchemistische Träume gegründet wurden, eine ganze Reihe von Versuchen mit der größten Genauigkeit an, und bewies, daß der größte Theil der Erde, oder viellecht alle Erde, welche man durch Abdampfen von Regenwasser erhielt, von der Auflösung der Gefäße herühre, daß das Wasser durch wiederholtes Uebertreiben seine Beschaffenheit nicht verändere und keine neuen Eigenschaften erhalte u. s. w.

Im J. 1774 machte Lavoisier eine Abhandlung über die Verkalkung des Zinnes in verschlossenen Gefäßen bekannt. Er fand, daß ein Theil der im Gefäße eingeschlossenen Luft sich bei der Verkalkung mit dem Metalle verbinde, und die Vermehrung des Gewichts des letzteren verursache. Je größer das Quantum Luft, desto größer die Menge des verkalkten Zinnes, so daß in einer bestimmten Menge Luft auch nur eine bestimmte Menge Zinn verkalkt werden könne. Bei jeder Verkalkung des Zinnes war die Zunahme am Gewichte des Metalls dem Gewichte der verschluckten Luft genau gleich. Diese Versuche dehnte Lavoisier auf die Verkalkung anderer Metalle, auf Verbrennung des Phosphors, Schwefels, Kohlenstoffs aus, und nun trat er den brennbaren Stoff, das Phlogiston Stahls in Abrede stellend, mit seiner neuen Ansicht auf, daß nämlich derselbe Theil der atmosphärischen Luft — die Lebensluft —, welcher die Verkalkung der Metalle und ihre Gewichtszunahme dabei bedingt, auch die Verbrennung des Phosphors, des Schwefels, der Kohle u. und die Verwandlung derselben in Phosphor-, Schwefel- und Kohlen säure bewirke, und da diese Lebensluft auch einen Hauptbestandtheil der Salpetersäure und der Pflanzensäuren ausmache, so müsse dieselbe als das eigentliche Säurungsprincip Oxygen, Sauerstoff, genannt werden. Jede Verbrennung sey als eine von Feuerentwicklung begleitete Verbindung eines brennbaren Stoffes mit dem Sauerstoffe zu betrachten, und die Verwandlung eines verbrannten Körpers in einen brennbaren aus der Abscheidung des Sauerstoffes aus demselben zu erklären.

Durch Aufstellung dieser Ansichten, welche, wie alles Neue, in In- und Auslande aufs heftigste bestritten wurden, wurde Lavoisier der Stifter der sogenannten antiphlogistischen Chemie, die nun auch nicht länger die Sprache der Stahl'schen Schule führen konnte, daher denn auch Lavoisier mit Hülfe der Herren Morveau, Berthollet und Fourcroy im J. 1787 eine ganz neue Nomenclatur entwarf.

Lavoisier stellte ferner Versuche an über Ausdünstung und Respiration der Menschen und Thiere in der atmosphärischen Luft, welche, aus Sauerstoff und Stickstoff bestehend, nur vermöge ihres Sauerstoffgehaltes das Athmen respirirender Wesen unterhalte. Er suchte ferner durch vergleichende Beobachtungen zu zeigen, daß zur Bildung aller elastischen Flüssigkeiten Wärme (Wärmestoff, Calori-

que) erfordert werde. Er zeigte, daß der Diamant Kohlenstoff sey, daß das Wasser durch glühendes Eisen in Wasserstoffgas (Hydrogène) und in Sauerstoffgas (Oxygène) zerlegt werde u. s. w.

Im Jahr 1791 wurde Lavoisier zum Commissair des Nationalgeschäzes ernannt, führte hier, ohne das Studium der Wissenschaften zu vernachlässigen, die nöthige Ordnung ein und erwarb sich auch in dieser Hinsicht große Verdienste. Aber weder diese, noch sein durch ganz Europa verbreiteter Ruhm schützten ihn vor der Wuth der Schreckensregierung unter Robespierre, welche solche Eile hatte, daß sie das Gesuch Lavoisier's um eine Frist von 14 Tagen, damit er eine unter Händen habende chemische Untersuchung noch vollenden könne, durch die Antwort zurückwies, daß man keine Chemiker mehr nöthig habe, und so fiel Lavoisier mit 39 seiner Collegen, sämmtlich Generalspächter (weil sie angeblich den Schnupftabak durch Wasser und andere Zuthaten verfälscht hatten), in der That aber, weil ihr Vermögen die Habsucht reizte), am 8. Mai 1794 unter dem Henkerbeile der Guillotine. Sein *Traité élémentaire de chimie, présenté dans un ordre nouveau et d'après les découvertes modernes*, Paris 1792, ist von Hermbstädt ins Deutsche übersetzt worden.

Kirwan erklärte das Phlogiston und die entzündbare Luft für eins und dasselbe, bemerkte gegen die Hypothese von der negativen Schwere des Phlogistons, daß die verkalkt werdenden Metalle, während sie an absolutem Gewichte zunehmen, specifisch leichter werden u. s. w. Kirwan's physisch-chemische Werke, aus dem Englischen von v. Crell. Wenzel gab eine Lehre von Verwandtschaft der Körper. Fontana stellte Untersuchungen über Licht, Flamme, Wärme und brennbares Wesen an, gab das Salpetergas als eudiometrisches Mittel an durch Volumsverminderung die Menge des Sauerstoffgases anzeigend, das hierzu dienende Instrument führt den Namen: Fontana's Eudiometer. Landriani suchte Sauerstoff aus verschiedenen erdigen und metallischen Salzen zu gewinnen, und stellte Versuche mit der atmosphärischen Luft an, deren Gehalt an Sauerstoffgas er bestimmte.

Uchard, Director der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, stellte Versuche an über die Schwere und Elasticität verschiedener Gase, und lehrte das Platin durch Behandlung mit Arsenik zu Gefäßen verarbeiten. Karl Gottfr. Hagen, gefi. den 2. März

1829, Prof. der Chemie und Physik zu Königsberg, ist durch seine Schriften ein vorzüglich er Beförderer der Wissenschaft gewesen. Sein berühmtes Lehrbuch der Apothekerkunst, von welchem 1782 die erste Ausgabe erschien, ist acht Mal aufgelegt worden; sein Lehrbuch der Chemie hat drei Auflagen erlebt. Voigt, Prof. in Jena, und Ritter Lorenz von Crell haben nicht allein durch eigene gelehrte Arbeiten, sondern auch durch die von ihnen redigirten Zeitschriften (Voigt's Magazin und v. Crell's chemische Annalen) wesentlich zur Förderung der Wissenschaft beigetragen. Voigt suchte in seinem „Versuch einer neuen Theorie des Feuers, der Verbrennung, der künstlichen Lustarten, der Elektrizität, der Meteore, des Lichts und des Magnetismus“ (Jena 1798) alle die hier angedeuteten Erscheinungen auf einen allgemeinen Gegensatz, und dessen Verhältnis in der gesammten Natur zurückzuführen. Crawford, Arzte und Professor der Chemie zu Woolwich, bemühte sich die Ursache der thierischen Wärme zu erforschen. J. T. Gehler hat sich durch sein physikalisches Wörterbuch gerechten Ruhm erworben. Horace Benedict de Saussure starb 1799 zu Genf, als Pflanzenphysiolog, Chemiker und Physiker berühmt. In demselben Jahre starb Ingenhous, als Pflanzenphysiolog und Chemiker verdient. Er beobachtete zuerst, daß grüne Pflanzen im Sonnenlichte Sauerstoff ausgeben. Diesen Erfolg soll Benj. Thompson zu München auch an roher Seide, Haaren, Baumwolle u. s. w., wenn sie unter Wasser den Sonnenstrahlen ausgesetzt werden, bemerkt haben. Auch Bonnet und Sennebier haben über die Wirkungen des Lichts auf die Pflanzen Beobachtungen angestellt. F. U. C. Gren, Prof. zu Halle, geb. 1760, war der Sohn eines aus Schweden gebürtigen Hutmachers. Er erlernte die Apothekerkunst, studirte dann die Arzneikunde und hat in seinem mehrmals aufgelegten Lehrbuche der Chemie das wankende phlogistische System mit Scharfsinn zu stützen gesucht. Lichtenberg in Göttingen, gest. 1799, wird stets im ehrenvollen Andenken der Physiker und Chemiker fortleben. In demselben Jahre starb auch Spallanzani, Prof. zu Pavia und berühmter Naturforscher. Christoph Girtanner, als Arzt und Chemiker berühmt, starb in Göttingen 1800. Er entwarf eine neue chemische Nomenclatur für die deutsche Sprache, indem er zuerst in Deutschland das antiphlogistische System vortrug. G. H. Piepenbring, Apotheker in Carlshafen im Hessischen, hat sich vorzüglich als Mitherausgeber

des Archivs für die Pharmacie verdient gemacht. J. A. Chaptal, vor der französischen Revolution Professor der Medicin in Montpellier, hierauf Minister des Innern, hat die Anwendung der Chemie auf Künste und Gewerbe mit glücklichem Erfolge gelehrt. Nicholson, Prof. der Chemie in London, ist Stifter des rühmlichst und allgemein bekannten Journals für Natur, Philosophie, Chemie und Künste. Rumford's Name wird nicht allein durch gemeinnützige bekannte Bemühungen, sondern auch durch wissenschaftliche Untersuchungen über die Wärme u. in ehrenvollem Andenken erhalten werden. Joh. Friedr. Westrumb, geb. 1751, Großbritannischer Bergcommissair und Apotheker in Hameln, hat nicht nur durch zahlreiche chemische Untersuchungen, z. B. der Mineralwässer, wozu er eine Anleitung gab, über die starke Anziehung verschiedener Metalloxyde zum Wasser u. s. w., sondern auch durch sein dreimal aufgelegtes Handbuch der Apothekerkunst, sich ein ehrenvolles Andenken gesichert. Marc. Aug. Vietet, Prof. in Genf, gab Versuche über das Feuer heraus. Aug. Ferd. Ludw. Dörffurt's, Senators und Apothekers in Wittenberg, neues deutsches Apothekerbuch, ein rühmliches Zeugniß deutschen Fleißes und gediegener Kenntnisse, wird auch der spätern Nachwelt Belehrung gewähren. Kirchhoff in Petersburg lehrte die Bereitung des Zinnobers auf nassem Wege und die Umwandlung der Stärke in Zucker mittelst Schwefelsäure. L. W. Löwig ebendasselbst entdeckte 1785 die reinigende Eigenschaft der Kohle, und stellte die krystallisirte Essigsäure dar. Alex. Nic. Scherer, Hofr. und Prof. der Chemie in Petersburg, hat besonders durch die bis zu seinem Tode mit großer Belesenheit redigirten Journale wesentlich genützt. Wedgwood gab das nach ihm benannte Pyrometer an. Guyton de Morveau, geb. zu Dijon 1737, Director des polytechnischen Instituts in Paris, bewies die Verbrennlichkeit des Diamants zu Kohlensäure, beschrieb den Einfluß, welchen die verschiedenen Wärmegrade auf die chemischen Verwandtschaften haben, und wandte die oxydirte Salzsäure als Räucherungsmittel zur Zerstörung der ansteckenden Miasmen an. L. Brugnatelli, Prof. der Chemie zu Pavia und Herausgeber des italienischen Journals für Physik und Chemie. J. G. Ritter, Prof. und Mitglied der Akademie der Wissenschaften zu München, vorzüglich berühmt durch seine sinnreichen Ansichten über den Galvanismus, den er auch als einen beständigen Begleiter des Lebensprocesses ansah,

und durch seine vielfachen Untersuchungen über die Electricität. Er machte Beobachtungen bekannt über die entgegengesetzten chemischen Wirkungen der farbigen Lichtstrahlen; er stellte mit Hülfe der galvanischen Säule mehrere Wasserstoffmetalle dar, und verteidigte das von ihm modificirte dualistische System Winterl's. Dieser geistreiche Gelehrte wurde in der Blüthe seiner Jahre der Wissenschaft durch den Tod entrisen im Jahr 1810. Götting, Prof. der Chemie und Pharmacie zu Jena, Herausgeber eines Handbuchs der theoretischen und praktischen Chemie, der Beiträge zur Berichtigung der antiphlogistischen Chemie, des Taschenbuchs für Scheidekünstler und Apotheker u. s. w., starb 1810. J. W. Fischer, rühmlichst bekannter praktischer Chemiker, gest. 1805 zu Petersburg. J. W. Richter, Bergamtsassessor zu Berlin, hat das große, erst von der Nachwelt anerkannte Verdienst, daß er zuerst die Mathematik auf Chemie anzuwenden versuchte, und dadurch den Grund zu der in ihrer weiteren Ausbildung dem Chemiker jetzt unentbehrlichen Stöchiometrie legte. Er starb 1808. Martin Heinr. Klaproth, Prof. der Chemie zu Berlin, hat in seinen Beiträgen zur chemischen Kenntniß der Mineralkörper die Resultate seiner zahlreichen, mit musterhafter Genauigkeit ausgeführten chemischen Analysen niedergelegt, so daß diese von Berzelius zur Feststellung der stöchiometrischen Geseze benützt werden konnten. Zahlreich sind Klaproth's Entdeckungen in diesem Theile der Wissenschaft; er entdeckte die Zirkonerde, das Uran, Titan, Chrom, Tellur, den Strontian, die Honigsteinssäure, gab Anleitung zur Darstellung des reinen Nickels, bestätigte die Eigenthümlichkeit der von Gadolin entdeckten Yttererde u. s. w. Er lehrte die Besluscheffische Nerventinctur den chemischen Grundsätzen gemäß bereiten, führte die als einer der wirksamsten Eisenpräparate anerkannte Tinctura ferri acetici aetherea (Klaprothii) in den Arzneischatz ein, und ist als einer der vorzüglichsten Redactoren der bisher gültigen Pharmacopoea Borussiae, welche mit so allgemeinem und verdientem Beifall von ganz Europa aufgenommen wurde, bekannt. Ein würdiges Denkmal seines gediegenen Wissens ist noch das von ihm und von Fr. Wolff herausgegebene chemische Wörterbuch. C. F. Hermstädt, geh. Rath und Prof. der Chemie in Berlin, hat ganz vorzüglich durch Uebersetzung der Schriften Lavoisier's zur Bekanntwerdung des antiphlogistischen Systems in Deutschland beigetragen, dann aber auch

durch sehr zahlreiche eigene Schriften vielfach genüßt. Nicht allein aber rein wissenschaftliche, sondern auch über die das gemeine Leben berührenden Gegenstände sind gründliche Untersuchungen angestellt und Belehrungen über alle Gegenstände der Technik und Gewerbe faßlich vorgetragen worden. Hermbstädt's gemeinnütziger Rathgeber ist ein allgemein gekannter und geschätzter. C. F. Bucholz, Prof. und Apotheker zu Erfurt, hat nicht nur durch seine Beiträge zur Erweiterung und Berichtigung der Chemie den Zweck seiner Arbeiten mit glänzendem Erfolge erreicht, sondern sich auch besonders um die pharmaceutische Chemie die größten Verdienste erworben. Seine Theorie und Praxis der chemisch-pharmaceutischen Arbeiten ist wohl keinem Pharmaceuten unbekannt, so wie seine zahlreichen Zerlegungen vegetabilischer Körper, mit musterhafter Genauigkeit ausgeführt, ein Vorbild ähnlicher anzustellender Untersuchungen sind. F. A. v. Humboldt's Name darf nur genannt werden, um jeden Gebildeten mit Hochachtung gegen den Mann zu erfüllen, der alle Zweige der Naturwissenschaft mit seinem umfassenden Geiste beherrschend, durch die mit Bonpland unternommenen Reisen seinen Namen in die spätesten Jahrbücher der Culturgeschichte eingeschrieben hat. L. W. Gilbert hat besonders durch zweckmäßige Anordnung und Bearbeitung seiner Annalen für Physik und Chemie sich unläugbare Verdienste um die Wissenschaften erworben. Wer könnte Valentin Rose nennen, ohne diesem gediegenen Chemiker ein dankbares und ehrendes Andenken in seinem Herzen zu errichten? C. L. Berthollet, der Erste, welcher Lavoisier's neue Lehre annahm, erwarb sich große Verdienste um die Verwandtschaftslehre und gab eine neue Theorie, auf die chemische Masse der in Berührung kommenden Stoffe gegründet; er erweiterte die Kenntniß der oxydirten Salzsäure, entdeckte das Knallsilber ic. Fourcroy, Staatsrath, und Bäuquelin, Professoren der Chemie zu Paris, stellten gemeinschaftlich zahlreiche genaue Untersuchungen an, von denen auch thierische Substanzen nicht ausgeschlossen wurden. J. E. C. Schrader hat seine Liebe zu den Wissenschaften durch zahlreiche, mit Sorgfalt ausgeführte Untersuchungen befestigt, die seinen Namen der dankbaren Nachwelt überliefern. Durch Chladni, den Entdecker der Klangfiguren, der um die Akustik hochverdient, auch die von Pallas in Sibirien gefundene große Eisenmasse für eine Meteormasse erklärte, sind die Meteorsteine Gegenstände physischer und chemischer Untersuchungen



und Wasserstoffgas durch schwammiges metallisches Platin unter Er-  
glühen desselben zur Verbindung veranlaßt werden, ist, so wie Ber-  
stedt's Entdeckung, durch ganz Europa mit Enthusiasmus aufge-  
nommen worden. Die bereits (Th. I. S. 4.) erwähnte Entdeckung  
Döbereiner's, daß der Alkohol durch Platinsuboxyd zur Aufnahme  
von Sauerstoff disponirt werde, wodurch Essigsäure und Wasser sich  
erzeugen, läßt uns einen Blick in den dunklen Proceß der Gährung  
thun. Sertürner hat durch seine Bearbeitung des Opiums und  
Entdeckung des Morphins den Weg zur Entdeckung der übrigen  
entdeckten Alkaloide gebahnt. Seine geistreichen Ansichten über das  
Licht u. s. w. scheinen weniger mit lautem Beifall als im Stillen  
von den Physikern aufgenommen und in die Wissenschaft eingeführt  
worden zu seyn. Ueber den Erfolg von seinen in die Heilkunde ein-  
greifenden Ansichten wird erst die Zukunft Rechenschaft geben.

Schon in den 80er Jahren fing man an, bei Untersuchung  
der chemischen Thätigkeitsverhältnisse die sogenannten Imponderabi-  
lien, Wärme, Licht und Electricität, zu berücksichtigen, und schon im  
Jahre 1781 sprach N. Forster die Vermuthung aus, das + E.  
sey reines Feuer, das — E. Phlogiston; bei der Verbrennung erfolge  
eine Vereinigung beider Electricitäten. Von Einfluß auf den Stand  
der Wissenschaft konnten jedoch solche einzelne Ansichten und Bemü-  
hungen nicht seyn, und es mußte, ehe die Chemie auf den jetzigen  
Standpunkt gelangen konnte, eine der wichtigsten Entdeckungen vor-  
ausgehen, welche im Jahre 1791 von Aloysius Galvani, Pro-  
fessor der Arzneikunde zu Bologna, zufällig gemacht wurde. Er  
präparirte einen Frosch in einem Zimmer, in welchem sich zugleich  
einige andere Personen mit elektrischen Versuchen beschäftigten. In  
dem Augenblick, wo er einen Nerven des Frosches mit seinem Scal-  
pell berührte, zog Jemand einen Funken aus einer entfernten elek-  
trischen Kette, und sogleich ward der ganze Körper des Frosches con-  
vulsivisch zusammengezogen. Galvani nahm wahr, daß dieses Zusam-  
menziehen nur dann stattfand, wenn er das Scalpell an der  
Klinge hielt, nicht aber, wenn er es an dem knöchernen (schlecht  
leitenden) Griffel hielt, kurz, wenn der Nerve durch Metall oder an-  
dere gute Leiter in Verbindung mit dem Boden war. Diese Be-  
wegungen in den Nerven schrieb Galvani einer dem lebenden Or-  
ganismus inwohnenden oder durch ihn erregbaren elektrischen Flüssig-  
keit oder Kraft zu, und nannte diese die thierische Electricität.

gen diese Annahme und gegen die gewählte Benennung wurden zwar von mehreren Physikern Einwendungen gemacht, mit vorzüglichem Scharfsinne aber wurde diese Entdeckung von Volta untersucht, und der Erfolg für nicht befremdend, und als von der Elektricität hergebracht erklärt, so daß der präparirte Froschschenkel gleichsam ein thierisches Elektrometer abgab. Wichtiger schienen ihm aber die Erfahrungen Galvani's, daß eben diese Convulsionen ohne irgend eine künstliche Elektricität oder fremde Erregung bloß durch die Wirkung eines Ausladers zu entstehen schienen, von dem das eine Ende die Muskeln, das andere die Nerven des Thieres berührte. Diese Versuche vervielfältigend fand er, daß man eben diese Convulsionen im thierischen Körper auch hervorbringen könne, wenn man entweder zwei Stellen der Nerven allein, oder zwei Muskeln allein, oder auch nur einen einzigen Muskel an verschiedenen Punkten mit Metallen berührt, wofern man nur hierzu zwei verschiedene Metalle anwendet. Dieses zeigte ihm nun, daß hier nicht Wiederherstellung des elektrischen Gleichgewichts zwischen Nerven und Muskeln, sondern Störung des Gleichgewichts oder vielmehr Erregung der Elektricität, durch die Berührung zweier Metalle von verschiedener Art hergebracht im Spiele sey. Hierdurch stellte nun Volta eine neue Art der Elektricitäts-erregung auf, welche bis auf den heutigen Tag fast allgemein als gültig angenommen wird (Contactelektricität). Durch ganz Europa wurden diese Versuche wiederholt und bestätigt. Deutlich empfand man den sauren oder alkalischen Geschmack, wenn man zwei Bleche von verschiedenem Metalle, als Silber und Zink, das eine auf die obere, das andere auf die untere Fläche der Zunge legte, an der Spitze der Zunge sie aber zur Berührung brachte u. s. w. Bald fand nun auch Volta, daß zwei verschiedene Metalle nicht bloß an thierischen, sondern auch an andern Körpern, als feuchtes Papier, Tuch u. dgl., einen ähnlichen Uebergang der Elektricität hervorbrachten, und nun war auch nur ein Schritt noch zur Verstärkung der galvanischen Elektricität durch leitende Verbindung mehrerer einfacher galvanischer Ketten. Diese so äußerst wichtige Entdeckung, die Zusammenfügung der Volta'schen und Galvani'schen Säule machte Volta im Jahre 1800. Welche bedeutende Folgen diese Entdeckung haben werde konnte zwar nicht sogleich eingesehen werden, doch wurde ihre Wichtigkeit durch ganz Europa anerkannt, Volta zu einer Reise nach Paris veranlaßt,

auch im Jahre 1802 von Napoleon Bonaparte, damaligem ersten Consul der französischen Republik, ein jährlich zu ertheilender Preis über die wichtigsten Entdeckungen im Galvanismus ausgesetzt. Ein galvanischer Apparat wurde nun nothwendiges Bedürfnis jedes Physikers und Chemikers; kostbare große Apparate wurden auf Kosten der französischen und der englischen Regierung angefertigt, und den Gelehrten zur Benutzung überlassen. Dieser Umstand setzte den berühmten Humphry Davy in London in den Stand, nachdem schon vorher Nicholson und Carlisle bemerkt hatten, daß die Säule das Wasser zerlege, und die ausgeschiedenen Bestandtheile desselben sich um die beiden entgegengesetzten Pole ansammelten, die bis dahin unzersetzten Alkalien und Erden in eigenthümliche metallische Substanzen und in Sauerstoff zu zersetzen, welche Versuche von Gay-Lussac und Thénard in Paris gleichfalls angestellt und bestätigt wurden.

Je mehr sich die Kenntniß von den Erscheinungen an der Volta'schen Säule erweiterte, desto mehr veränderten sich die bisherigen Ansichten, desto mehr wurde die Elektrizität als das die chemischen Wirkungen bedingende Agens erkannt, desto mehr bildete sich, vorzüglich durch Berzelius, das elektro-chemische System, da aus, wo Lavoisier's System nicht mehr ausreichen wollte.

Nach Lavoisier's System besteht die Verbrennung in einer mit Feuererscheinung begleiteten Verbindung des Sauerstoffs mit dem brennbaren Körper, wobei der vom absorbirten Sauerstoffe bis dahin gebunden gehaltene Wärmestoff frei werde. Man fand aber bald, daß die Kohle bei dem Verbrennen im Sauerstoffgase das Volumen des letztern nicht verändere, indem sie es in kohlenfaures Gas verwandelt, daß aber, ungeachtet das Sauerstoffgas keine Volumverminderung erleidet, und die Kohle aus dem festen Zustande in den gasförmigen übergeht, dabei eine sehr starke Temperaturerhöhung entsteht. Ueberdem ist nach Versuchen von De la Roche und Berard die specifische Wärme des Kohlenäuregases größer, nämlich 1,2583, als diejenige des Sauerstoffgases, nämlich 0,9765, es hat also bei der Bildung des Kohlenäuregases noch Wärmestoff absorbirt werden müssen, um sich bei seiner eigenen Temperatur zu erhalten. Nach auffallender ist das Resultat von der Verbrennung des Wasserstoffgases. Die specifische Wärme eines Theiles Wasser wird immer als 1,000 angenommen; in 100 Theilen Wasser müssen also 100,000

specifische Wärme enthalten seyn. Die spec. Wärme des Sauerstoffs, mit einem gleichen Gewichte Wasser verglichen, ist 0,2361, die des Wasserstoffs ist 3,2936. 100 Th. Wasser bestehen aus 11,1 Wasserstoff, deren spec. Wärme durch 36,55 vorgestellt werden kann, und aus 88,9 Sauerstoff, deren spec. Wärme 20,99 ist.  $20,99 + 36,55 = 57,54$ , d. i. die spec. Wärme des zur Bildung von 100 Th. Wasser nöthigen Gemenges aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas. Nach der Vereinigung entsteht gasförmiges Wasser, das durch die heftige Hitze zu einem vielmal größern Volum, als das Gemenge der gasförmigen Elemente hat, ausgedehnt ist. Aber die specifische Wärme dieses erkalteten und flüssig gewordenen Wassers ist 100, d. h. 42,46 mehr, als die seiner beiden Elemente im Gaszustande. Woher kommt nun diese außerordentliche Quantität entbundener Wärme bei der Verbrennung des Wasserstoffgases?

Schon Kunkel hatte bemerkt, daß die Metalle mit Schwefel erhitzt sich mit demselben unter Feuerentwicklung verbinden. Auch diese jetzt allgemein bekannte Erscheinung steht mit der Theorie, welche das Feuer allein einer Oxydation, d. h. einer Verbindung des brennbaren Stoffes mit Sauerstoff, zuschreibt, im Widerspruche, da doch hier durch eine Verbindung zweier festen Körper eine Feuerentwicklung hervorgebracht wird. Selbst die Vereinigung zweier Metalle unter sich, ja die Vereinigung zweier oxydirten Körper kann unter so großer Temperaturerhöhung erfolgen, daß das Gemisch dadurch zum Glühen gebracht wird, wie wir es von der mit kausischer Talkerde zusammengebrachten rauchenden Schwefelsäure, von trockner Schwefelsäure mit Wasser wissen. Kurz die Erfahrung hat bewiesen, daß bei jeder chemischen Verbindung, die unter Umständen vor sich geht, die zum Wahrnehmen von entwickelter Wärme günstig sind, Wärme frei wird, und zwar desto mehr, je stärker die Verwandtschaften zwischen den sich verbindenden Stoffen sind, so daß die Temperatur bis zur Weißglühhitze steigen kann. In allen diesen Fällen ist die Ursache der Feuererscheinung oder der Temperaturerhöhung dieselbe, welche das Feuer bei der Verbindung der brennbaren Stoffe mit Sauerstoffgas, d. h. bei der Verbrennung oder Oxydation, hervorruft. Es folgt also hieraus: 1) daß, wenn man unter dem Ausdrucke „Verbrennung“ die von Feuer begleitete Vereinigung der Körper versteht, sie nicht ausschließlich den Verbindungen der Stoffe mit dem Sauerstoffe angehört, sondern daß sie unter günstigen Umständen bei den

Verbindungen der meisten Körper statt haben kann; 2) daß das Licht und die Wärme, welche dabei erscheinen, weder in einer Veränderung in der Dichtigkeit der Körper, noch in einer geringeren specifischen Wärme des neuen Products ihren Grund haben.

Das durch elektrische Entladung hervorgebrachte Feuer ist von gleicher Natur, wie das durch chemische Verbindungen bewirkte. Der elektrische Funke entzündet das Wasserstoffgas, den Aether, überhaupt alle brennbaren Körper, erhitzt, schmilzt, verflüchtigt die Metalle; die anhaltende Entladung der elektrischen Säule erhitzt das Wasser bis zum Kochen, und die festen Körper bis zum Rothglühen; eine im luftleeren Raume durch die elektrische Säule bis zum Glühen erhitzte Kohle ist, hinsichtlich der Feuererscheinung, in demselben Zustande, wie eine in Folge der Oxydation brennende Kohle. Der Unterschied besteht also nicht in dem Zustande des Glühens, sondern in der Art, durch welche es hervorgebracht wird. Wir haben aber immer Grund, ähnliche Erscheinungen gleichen Ursachen zuzuschreiben, und da alle andere Erklärungsarten von der Ursache des Feuers nicht richtig sind, so bleibt noch die Frage übrig, ob nicht die Vereinigung der entgegengesetzten Elektricitäten die Ursache des Feuers eben so gut bei der chemischen Verbindung, als bei der elektrischen Entladung seyn könne?

Zwei verschiedene in Berührung gesetzte Metalle werden nach Volta elektrisch, und dieser elektrische Zustand steht hinsichtlich der Stärke in Verhältniß mit der Stärke der gegenseitigen Verwandtschaften, und kann in allen Körpern, welche Verwandtschaft mit einander haben, hervorgerufen werden. Temperaturerhöhung vermehrt, sowie sie die Verwandtschaft erhöht, auch die Intensität des elektrischen Zustandes der sich berührenden Körper; alle Zeichen von Elektricität hören aber augenblicklich auf, sowie die elektrische Ausgleichung, sowie die chemische Vereinigung erfolgt, d. h. in dem Augenblicke, wo unter günstigen Umständen Feuer erscheint, verschwindet die elektrische Vertheilung. Dasselbe erfolgt bei den gewöhnlichen elektrischen Erscheinungen, und wir können bei dem jetzigen Zustande unserer Kenntnisse folgende Erklärung der Verbrennung und der dadurch entstehenden Feuererscheinung als die wahrscheinlichste ansehen: daß bei jeder chemischen Verbindung eine Ausgleichung der entgegengesetzten Elektricitäten stattfindet, daß also nur da chemische Verbindung, chemisches Aufein-

anderwirken der Stoffe, eintreten kann, wo ein elektrischer Gegensatz vorhanden ist, und daß die bei den chemischen Verbindungen erfolgende Ausgleichung der elektrischen Kräfte das Feuer auf dieselbe Weise hervorbringt, wie sie es bei der Entladung der elektrischen Flasche, der elektrischen Säule und bei dem Blitze hervorbringt.

Zu einer jeden chemischen Verbindung wird also ein elektro-positiver und ein elektro-negativer Körper erforderlich seyn, und die in dieser Hinsicht angestellten Versuche haben nun die Körper in elektro-positiv und in elektro-negativ einzutheilen gelehrt, und zwar sowohl die elementaren als die zusammengesetzten Körper, wobei man gefunden hat, daß im Allgemeinen die elektrische Anordnung der brennbaren Körper mit der der Oxyde auf die Weise übereinstimmt, daß die mit den stärksten Verwandtschaften begabten Oxydationsstufen der verschiedenen Radicale sich zu einander verhalten, wie die Radicale selbst.

Werden die Körper nach ihren elektrischen Dispositionen geordnet, so entsteht ein elektro-chemisches System, welches unsern jetzigen Kenntnissen am meisten entspricht.

(Der Sauerstoff ist der elektro-negativste Körper, Da er niemals, in Beziehung auf irgend einen andern, positiv ist, und da es, nach allen bis jetzt bekannten chemischen Erscheinungen, wahrscheinlich ist, daß kein Element unsrer Erde elektro-negativer seyn kann, so legen wir ihm eine absolute Negativität bei. Auch ist er in dem elektro-chemischen Systeme der einzige Körper, dessen elektrische Beziehungen unveränderlich sind. Die andern sind in dem Sinne veränderlich, daß ein Körper in Beziehung auf einen andern negativ, und in Beziehung auf einen dritten positiv seyn kann; so sind z. B. Schwefel und Arsenik in Beziehung auf den Sauerstoff positiv, in Beziehung auf die Metalle aber negativ. Die Radicale der fixen Alkalien und der alkalischen Erden sind dagegen die elektro-positivsten Körper; sie sind es aber in wenig verschiedenen Graden, und an dem positiven Ende der elektrischen Reihe ist kein Körper so elektro-positiv, wie der Sauerstoff elektro-negativ ist. Einige Chemiker haben zwar vermuthet, daß dieser Stoff der Wasserstoff sey, allein diese Annahme stützt sich auf keine andere Thatsache als auf die große Sättigungscapacität des Wasserstoffs.

Aus einer unbedeutenden Anzahl einfacher, elementarer, Stoffe finden wir sämmtliche uns umgebende Körper gebildet, deren Vereinigung durch gewisse angenommene Kräfte erfolgt, die man Cohäsion, Adhäsion und chemische Verwandtschaft genannt hat.

### Cohäsion.

Cohäsion ist diejenige Anziehungskraft, welche gleichartige Stoffe bei ihrer unmittelbaren Berührung gegen einander zeigen. Der Erfolg ihrer Wirkung ist Vereinigung einzelner homogener Körper zu einem Ganzen von derselben Natur. Dieses Product heißt Aggregat.

Diese Verbindung kann aufgehoben werden durch einen gewissen mechanischen Druck oder Stoß, welcher hinreicht, die Cohäsion zu überwinden.

Die Stärke der Cohäsion ist verschieden je nach der Temperatur und je nach der Natur der Stoffe.

Eine allgemeine Regel ist, daß mit zunehmender Temperatur die Cohäsion desselben Körpers abnimmt, z. B. Eis, Wasser, Wasserdampf — Zink, geschmolzenes Zink, Destillation des Zinks u. s. w. — eine erwärmte Flüssigkeit giebt wegen verminderter Cohäsion kleinere Tropfen, als eine kalte. Wir unterscheiden daher: 1) feste Körper. Bei ihnen zeigt sich die Cohäsion im höchsten, jedoch verschiedenen Grade. 2) Tropfbare Flüssigkeiten. Sie sind als Verbindungen wägbarer Materien mit kleineren Mengen von Wärme zu betrachten, durch welche zwar kein auffallendes Ausdehnungsbestreben hervorgebracht, aber die den festen Körpern eigene Cohäsion bedeutend vermindert wird. 3) Gasarten und Dämpfe. In ihnen ist die Materie durch die Verbindung mit Wärme in einen so elastischen Zustand übergeführt, daß bis jetzt alle an ihnen bemerkbare Eigenschaften ohne die Annahme einer in ihnen wirkenden Cohäsion erklärt werden können, wenn nicht etwa Galadä's Versuche über das verschiedene schnelle Hindurchströmen unterschiedener elastischer Flüssigkeiten durch enge Röhren aus einer verschiedenen Cohäsion derselben zu erklären sind.

### Cohäsion der tropfbaren Flüssigkeiten.

Diese zeigt sich durch die Tendenz zur Kugelform, indem das Streben aller einzelnen Theilchen einer liquiden Masse, sich wechselt-

seitig so viel als möglich zu nähern, die Kugelform zum Resultate haben muß. Da jedoch auf die liquide Masse noch andere Kräfte, wie Schwere und Adhäsion, einwirken, so kann die Kugelform nie vollkommen seyn. — Quecksilber auf Glas, Wasser auf Glas, welches mit Fett bestrichen und mit Hevenmehl bestreut ist.

Auch zeigt sich die Cohäsion der tropfbaren Flüssigkeiten dadurch, daß sie in gewissem Maße der Schwerkraft widerstehen, wenn sie, um ihr zu gehorchen, sich in kleine Theile zertrennen müssen, sobald nicht zugleich eine der Cohäsion entgegenwirkende Adhäsion mit im Spiele ist. So läuft Quecksilber nicht durch Flor, und Wasser nicht durch ein mit Fett und Hevenmehl überzogenes blechernes Sieb.

Die verschiedenen tropfbaren Flüssigkeiten zeigen eine verschieden große Cohäsion; sie steht ziemlich genau in geradem Verhältniß mit ihrer Dichte.

#### Cohäsion der festen Körper.

Sie äußert sich besonders auf dreierlei Weise:

- 1) In einem einzelnen Stücke eines festen Körpers. Die Cohäsion äußert sich hier durch den Widerstand, den sie jeder trennenden mechanischen Gewalt bis auf einen gewissen Grad leistet. Daher giebt die Gewalt, welche gerade nöthig ist, die Cohäsion eines Körpers aufzuheben, ein Maß für dieselbe ab.
- 2) Wenn abgefonderte Massen von gleicher Natur mit einander in genaue Berührung kommen. Sind die Oberflächen ungleich, so sind die Berührungspunkte unmeßbar klein, und so ist auch die an ihnen sich zeigende Cohäsion nur unbemerklich. Berühren sich aber beide in großen glatten Flächen, z. B. zwei gutgeschliffene Glasplatten oder Metallplatten, so sind die Berührungspunkte sehr vielfältigt, und die Cohäsion ist deutlich wahrzunehmen. Berührten sich beide Flächen in allen Punkten, so würden sie in dieser Richtung einen eben so großen Zusammenhang haben, wie in jeder andern.
- 3) Wenn die Körper aus einem flüssigen Zustande allmählig in den festen übergehen.

In diesem Falle vereinigen sich gewöhnlich die einzelnen Theile nach bestimmten Gesetzen zu geometrisch gebildeten Körpern, die sich durch glatte Flächen, durch bestimmte, bei derselben Materie und Form unveränderliche Winkel der Ecken und Kanten, und meistens

durch leichtere Spaltbarkeit nach bestimmten Richtungen auszeichnen, und die so durchsichtig sind, als es die Natur der Materie, aus der sie bestehen, nur immer zuläßt.

Diese Aggregate heißen Krystalle, krystallisirte Körper, zum Gegensatz der unkrystallisirten, rohen Körper (corpora amorphia), und der Act dieser Aggregation heißt Krystallisation.

Die meisten Stoffe sind fähig, bei Erfüllung der erforderlichen Bedingungen zu krystallisiren, und sie lassen sich so oft von neuem krystallisiren, als man immer will; andere sind unkrystallisirbar (Gummi, Harze).

Um die Krystallisation eines Stoffes zu bewirken, muß er zuerst in den tropfbar oder elastisch-flüssigen Zustand verfest werden. Dies geschieht entweder durch erhöhte Temperatur, wodurch der Körper geschmolzen (Schwefel, Bismuth), oder verdampft (Salmiak), oder dadurch, daß man den Stoff mit einem andern wägbaren in Verbindung treten läßt, welcher bei der gewöhnlichen oder bei einer etwas höhern Temperatur tropfbar oder elastisch-flüssig ist. (Salze in Wasser, Campher in Weingeist gelöst.) Es müssen alledam diejenigen Ursachen hinweggeräumt werden, welche dem Körper die Flüssigkeit ertheilt haben. Dies geschieht durch Erkältung, oder durch Entziehung dessenigen wägbaren Stoffes, mit welchem der zu krystallisirende Körper eine flüssige Verbindung eingegangen hätte.

Die Krystalle erzeugen sich zuerst theils an der Oberfläche der Flüssigkeit, theils an den Wandungen der Gefäße (Salze, aus der Auflösung in Wasser krystallisirend, setzen sich schwieriger an gläserne, als an porcellanene, gar nicht an mit Fett überzogene Wandungen an) und an fremden in der Flüssigkeit enthaltenen Körpern; eine größtentheils aus der von außen erfolgenden Erkältung, und aus der Adhäsion der Krystalle gegen Luft und feste Körper zu erklärende Erscheinung.

Die Krystalle zeigen, so weit man dies bemerken kann, bei ihrem ersten Entstehen dieselbe äußere Gestalt, wie später. Sie bilden sich um so größer und regelmäßiger aus, je langsamer die flüssigmachende Ursache hinweggenommen wird, und je ruhiger der Krystallisationsact vor sich gehen kann (Candiszucker), während bei rascher Entfernung des flüssigmachenden Principis und bei Erschütterung kleine verworrene Krystalle entstehen (weißer Zucker).

Die Krystallisation, besonders die rasch erfolgende, ist häufig

mit einer deutlichen Wärmeentwicklung verknüpft, selten auch mit Lichtentwicklung.

Krystallfirt der Körper aus einer tropfbaren Flüssigkeit, wie Wasser, heraus, so sieht man, wie von den sich auf dem Boden des Gefäßes bildenden Krystallen Ströme von specifisch leichter gewordener Flüssigkeit, welche einen Theil des krystallisirbaren Körpers abgesetzt hat, in die Höhe steigen, um der noch beladenen Flüssigkeit Platz zu machen.

Die auf diese Weise gebildeten regelmäßigen Krystalle können aber bei einigen Salzen, nach der von Mitscherlich (Poggend. Ann. 1827. 10. und 1828. 1.) gemachten merkwürdigen Entdeckung, bei verschiedenen Temperaturen ganz verschiedene Formen annehmen. Selen-saures Zinkoxyd z. B., dessen einfache Form ein Quadrat-Oktäeder ist, krystallisirt bei 10° C. in prismatischen Krystallen, verändert aber seine Form schon dadurch, daß es nur auf ein von der Sonne erwärmtes Papier gelegt wird. Schwefelsaures Nickeloxyd krystallisirt bei 15° C. noch in prismatischen Krystallen; werden große Krystalle dieses Salzes der Sonnenwärme in einem verschlossenen Gefäße ausgesetzt, so behalten die Krystalle manchmal die äußere Form bei, bricht man sie aber entzwei, so bestehen sie aus einer Menge von Krystallen, zuweilen von der Größe mehrerer Linien, die Quadrat-Oktäeder sind. Die Veränderung dauert 2 — 3 Tage. Hienach sind also die einzelnen Theile der Materie in den festen Körpern gegen einander verschiebbar, und können eine andere Lage annehmen, ohne daß der Körper flüssig wird. Ist aus der Auflösung einer festen Materie in einer flüssigen die erstere so weit hergustrystallisirt, als es die Umstände zulassen, so führt die übrigbleibende, meist noch etwas krystallisirbare Materie aufgelöst haltende Flüssigkeit den Namen der Mutterlauge.

### g n u n n i s t g i l l i l A n d h ä s i o n .

Sie ist diejenige Anziehungskraft, welche nur in unmeßbar kleinen Entfernungen zwischen ungleichartigen Körpern stattfindet, und deren Erfolg Vereinigung der Körper ist zu einem ungleichartigen Ganzen, dem Gemenge oder mechanischen Gemische, welches sich durch mechanische Kraft trennen läßt. Sie scheint unter allen Materien, auch unter den unwägbaren stoffen, doch in verschiedenem Grade.

### 1. Adhäsion der elastischen Flüssigkeiten unter einander.

Kohlensaures Gas und Wasserstoffgas in eine Röhre gebracht, so daß sich letzteres oben befindet, sind nach einigen Wochen, bei der vollkommensten Ruhe, vollständig gemischt, obgleich das erstere Gas 22 mal schwerer ist. Eben so verhalten sich alle übrigen Luftarten. Die atmosphärische Luft ist ein solches Gemenge von Luft und Dampf. Daher werden Luftarten, die in porösen Behältern von Irdenzeug, Blase u. s. w. enthalten sind, mit den Gemengtheilen der äußern Luft vereinigt.

### 2. Adhäsion der elastischen Flüssigkeiten an feste Körper.

Sie wird bemerkt beim Untertauchen von Holz und andern Stoffen in Wasser, die sich mit Luftblasen bedeckt zeigen. Füllt man ein Glasgefäß mit Quecksilber, so bleibt an der Wandung des Gefäßes eine so dünne Lage von Luft hängen, daß sie nicht bemerklich ist, sich jedoch beim Erhitzen in Blasen entwickelt.

### 3. Adhäsion tropfbarer Flüssigkeiten unter einander.

Das Ausbreiten des Wassers über die Oberfläche des Quecksilbers ist größtentheils hievon zu erklären. Ist der eine flüssige Körper sehr fein durch den andern vertheilt, so entsteht eine trübe, oft milchartige Flüssigkeit, Suspension, aus welcher sich die beiden Körper nur langsam, ihrem verschiedenen specifischen Gewichte folgend, scheiden. (Ein mit flüchtigem Oele überladenes destillirtes Wasser.)

### 4. Adhäsion zwischen tropfbaren Flüssigkeiten und festen Körpern.

- a) Bringt man eine Platte eines festen Körpers auf die Oberfläche einer Flüssigkeit, so kostet es eine gewisse durch Gewichte bestimmte Kraft, beide wieder zu trennen.
- b) Die flüssigen Körper hängen sich, ihrer Schwere und Cohäsion entgegen, an die festen Körper an, und steigen an ihnen hinauf. Concaver Stand des Wassers im Glase; Schreiben; Wasen;

Haarröhrchenanziehung; Fließpapier. Aus der Höhe des Aufsteigens läßt sich die Adhäsion messen.

c) Wird durch eine mechanische oder chemische Kraft ein fester Körper in fein vertheilter Gestalt durch eine Flüssigkeit zerstreut, so entsteht wieder eine Suspension, aus welcher sich der feste Körper durch die Adhäsion gegen den flüssigen zurückgehalten, oft nur langsam absondert. Auf der Absonderung des suspendirten Körpers von der Flüssigkeit a) durch ruhiges Hinstellen beruht das Subspiren und Decantiren; b) durch Vereinigung eines dritten Körpers zu größern nicht mehr suspendirbaren Massen, das Clarificiren oder Schönen; γ) durch Hindurchgießen der Suspension durch einen feinschermigen Körper, der etwa noch Adhäsion gegen die suspendirte Materie zeigt, das Durchsieben oder Filtriren.

b. Adhäsion der festen Körper unter einander.

a) Feiner Staub adhärirt an verticalen und umgekehrten Flächen.

b) Zwei sehr glatte geschliffene heterogene Körper hängen mit einer gewissen Kraft zusammen.

c) Am stärksten äußert sich die Adhäsion, wenn man den einen Körper erst flüssig macht, wodurch er fähig wird, sich der Oberfläche des andern vollständig anzupassen, und ihn dann wieder in den festen Zustand überführt. Hierauf beruht das Leimen, Kleistern, Spiegelmachen, die Anwendung des Mörtels u. s. w.

Chemische Verwandtschaft. Affinität. Wahlverwandtschaft. Wahlanziehung. Affinitas. Attractio electiva.

Die Ursache der chemischen Verbindung zweier Stoffe suchte man ehemals mit Hippokrates durch den Grundsatz zu erklären, daß sich Gleiches zu Gleichem geselle, daher das Wort Affinitas, Verwandtschaft. Becher setzte demgemäß voraus, daß, wenn 2 Materien sich vereinigen könnten, in beiden ein gemeinschaftliches Princip enthalten sey. Nach Stahls Ansicht erfolgt eine jede chemische Verbindung vermöge einer innigen Nebeneinanderlagerung, und zwar nicht nach Art eines Keils. Newton war der erste, welcher die chemische Verwandtschaft auf die allgemeine Attraction zurückführte, wobei er jedoch zum Theil annahm, daß diese Attraction der kleinsten Theile von der der Weltkörper verschieden sey. Die jetzige

elektro-chemische Theorie setzt den Grund einer chemischen Verbindung, wie bereits angeführt worden ist, in den in den verschiedenen Stoffen vorhandenen elektrischen Gegensatz, welcher bei der erfolgenden Verbindung zur Ausgleichung gelangt. Ist nun aber der die verschiedenen Stoffe zur Verbindung disponirende elektrische Gegensatz neutralisirt, ist die Kraft, durch welche die Stoffe zur Vereinigung geführt werden, durch diese selbst getilgt, so entsteht die Frage, durch welche Kraft der vermittelst der Vereinigung gebildete neue Körper fortbesteht, durch welche nicht nur das Zerfallen desselben in seine Bestandtheile verhindert, sondern sogar gegen äußere Angriffe geschützt werde? Diese unbekannte Kraft nun ist die vorhin abgehandelte Cohäsion, welche Benennung jedoch keinesweges für eine Erklärung der Sache gelten kann, sondern nur als eine zeitige Ausbülfe, zur bessern Verständigung dienend, angesehen werden muß. So wenig wir indessen in dem elektrischen Funken eine Vernichtung der Elektricität anzunehmen berechtigt sind, sondern nur eine Neutralisation der positiven und negativen Elektricität, so wenig in der ruhenden Glasscheibe der Elektrisirmaschine das Electricum vernichtet ist, sondern sich nur im Zustande des Gleichgewichts ruhend befindet, welches Gleichgewicht auf bekannte Weise leicht gestört werden kann, eben so wenig kann auch wohl das Electricum in der erfolgten chemischen Verbindung vernichtet, sondern nur als zur erstrebten Ausgleichung gelangt und ruhend angesehen werden. Der neu gebildete Körper wird daher auch so lange bestehen, bis das Gleichgewicht gestört wird, oder überwiegende Kräfte auf ihn einwirken. Wird ein solcher Körper (z. B. ein aus Base  $[+E]$  und Säure  $[-E]$  bestehendes neutrales Salz) mit einer kräftig negativ elektrischen Substanz (einer stärkern Säure, wie die Schwefelsäure) in Berührung gebracht, so wird dadurch das (in dem Salze) bestehende Gleichgewicht gestört, und die minder negativ elektrische Substanz (die schwächere Säure) wird ausgeschieden. Ein Zerfallen eines aus einer solchen elektro-chemischen Verbindung hervorgegangenen Gebildes in seine Bestandtheile ist demzufolge also auch nur dann möglich, wenn elektrische Kräfte auf dasselbe einwirken, die mächtiger sind, als diejenigen, welche in dem Gebilde ruhend vorhanden sind. Ein neu gebildeter Körper, aus der Vereinigung zweier nur mit geringen elektrisch entgegengesetzten Kräften verschiedener Stoffe hervorgegangen, wird daher schon durch eine schwache galvanische Säule zerlegt, und seine Bestand-

theile werden an den beiden Polen der Säule abgeschieden werden, wenn nur die durch die Säule entwickelten elektrischen Kräfte die in dem Körper ruhenden an Mächtigkeit übertreffen. Waren aber die zur Verbindung gelangten Stoffe mit mächtigem elektrischen Gegenfasse ausgerüstet, fand, was dasselbe ist, eine starke Verwandtschaft zwischen denselben statt, so wird die Trennung derselben auch einen größern Aufwand elektrischer Kräfte, die Anwendung stärkerer galvanischer Säulen erfordern, und dieses wird sich in demselben Verhältniß steigern, wie die Verwandtschaft zwischen den Stoffen wächst, so daß es keine chemische Verbindung geben kann, deren Zersetzung nicht durch die Pole einer elektrischen Säule bewirkt werden könnte, und es hier nur darauf ankommen wird, die Säule zu desto größerer Thätigkeit zu steigern, je stärker die Verwandtschaft zwischen den zur Verbindung gelangten Stoffen war.

Diese Ansicht ist mit der bekannten Erfahrung, daß in einem aus Alkali und Säure bestehenden Salze keiner der beiden Bestandtheile vernichtet ist, sondern sie sich nur im Zustande der Neutralisation befinden, und wieder aus dieser Verbindung einzeln abgeschieden werden, durch ein kräftigeres Alkali oder eine kräftigere Säure völlig übereinstimmend. Sind nun aber in den chemischen Verbindungen die elektrischen Kräfte keineswegs vernichtet, sondern nur im ruhenden Zustande, so darf es uns auch nicht mehr wundern, wenn diese Körper unter begünstigenden Umständen, wie in der Wärme, elektrische Erscheinungen, Lichtentwicklung bei Sublimationen, bei rasch erfolgenden Krystallisationen, bei welchen viel Wärme ausgeschieden wird, erblicken lassen. Wahrscheinlich ist auch dieser Umstand von Einfluß auf die Aggregation der einzelnen Theilchen fester Körper zu geometrisch gebildeten Körpern, zu Krystallen.

Die durch chemische Verwandtschaft bewirkte Vereinigung verschiedenartiger Körper heißt eine chemische Verbindung, und die durch diese Verbindung entstandenen neuen zusammengesetzten Körper heißen chemisch verbundene, chemisch zusammengesetzte Körper; die verschiedenartigen Stoffe selbst, welche durch ihre Vereinigung den neuen zusammengesetzten Körper dargestellt haben, heißen die Bestandtheile oder die chemischen Bestandtheile (*Partes constitutivae, molécules constituantes*) des letztern. Sind die durch die Zerlegung eines zusammengesetzten Körpers erhaltenen Bestandtheile selbst noch zusammengesetzt, so heißen sie nähere Bestandtheile (*p. c. proximae*),

im Gegensatze von seinen entfernteren oder entferntesten (den Elementen) (p. c. remotae), die noch durch kein Mittel in ungleichartige Bestandtheile getrennt werden konnten, und die man daher auch chemisch einfache oder besser unzerlegte Körper nennt. Die Bestandtheile des Zinnobers z. B. sind (die Elemente) Quecksilber und Schwefel; von dem schwefelsauren Quecksilberoxyd sind die näheren Bestandtheile Quecksilberoxyd und Schwefelsäure, welche aber beide wieder noch zusammengesetzt sind aus Quecksilber, Schwefel und Sauerstoff, die daher die entfernteren Bestandtheile des schwefelsauren Quecksilberoxyds sind.

Durch die chemische Verbindung verlieren oder verändern die Körper ihren Aggregatzustand, die Farben, den Geruch, Geschmack, die Dichtigkeit, die Cohäsions- und Verwandtschaftskräfte. Daher gehört die Veränderung der Eigenschaften unter die vorzüglichsten Merkmale chemischer Verbindungen, und ein Körper, dessen sämtliche Eigenschaften sich aus jenen seiner Bestandtheile vor der Verbindung berechnen lassen, kann kaum als chemisch zusammengesetzt betrachtet werden. Elastisch- und tropfbar-flüssige chemisch zusammengesetzte Körper sind wegen der Gleichartigkeit der Mässhtheile nie trübe.

Der Erfahrung gemäß können zwei starre Körper sich nicht chemisch mit einander verbinden, oder überhaupt nicht mit Erfolg mittelst ihrer Verwandtschaftskräfte wirken, einer muß flüssig seyn — corpora non agunt nisi fluida — die Ursache davon scheint theils in der größern Cohäsionskraft starrer Körper zu liegen, so daß die Verwandtschaft nie so groß werden kann, um die Summe der Cohäsionskräfte beider zu verbindender starrer Körper zu überwinden. Dann scheint auch die Beweglichkeit flüssiger Körper, vermöge welcher alle Augenblicke neue Theile zur Thätigkeit kommen, und die Berührungspunkte vermehrt werden, die Verwandtschaftskräfte zu steigern, zu unterstützen. Sollen sich zwei oder mehrere starre Körper mit einander chemisch verbinden, so muß vorher wenigstens einer in den flüssigen Zustand versetzt werden; dieses kann auf trockenem Wege — durch Schmelzen — und auf nassem Wege — durch Auflösen in einer Flüssigkeit — geschehen. Befördert wird die chemische Verbindung durch alles, was die Cohäsionskraft schwächt, als durch Feinputtern, Erwärmen etc. Bei elastisch-flüssigen Stoffen kann ein gewisser Grad der Wärme die chemische Verbindung befördern, ein

anderer sie wieder aufheben (durch vermehrte Expansion), z. B. zwischen Quecksilber und Sauerstoff.

Gegen den fast allgemein gültigen Satz: „*corpora non agunt, nisi fluida*“ sind nur einzelne Erfahrungen bekannt, als die chemische Vereinigung der krystallisirten Kleeensäure mit Kalke bei gewöhnlicher Temperatur; die Verbindung von Eisen und Kohlenstoff zu Cementstahl, wo jedoch das Eisen etwas erweicht ist.

Nach Verschiedenheit der Umstände, in welchen sich die zu verbindenden Körper vor der Verbindung befinden, unterscheidet man 4 Arten von Verwandtschaften:

- 1) die mischende Verwandtschaft, oder die Verwandtschaft der Zusammensetzung;
- 2) die einfache Wahlverwandtschaft;
- 3) die mehrfache Wahlverwandtschaft, und
- 4) die disponirende Verwandtschaft.

#### 1. Die Verwandtschaft der Zusammensetzung, oder die mischende Verwandtschaft. *Affinitas mixtionis.*

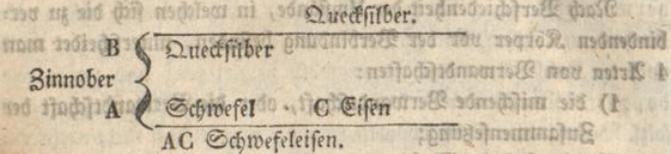
Sie findet dann statt, wenn zwei oder mehrere verschiedenartige Körper sich mit einander verbinden, ohne eine frühere Verbindung verlassen zu müssen. Zwei Körper reichen hin, es können aber auch mehrere seyn. Es dürfen hierbei keine Trennungen, sondern nur Verbindungen seyn, z. B. Quecksilber und Schwefel, die Metalllegirungen, Auflösung des ähenden reinen Kalks in Salpetersäure, Absorption des salzsauren Gases, des Ammoniakgases durch Wasser, des kohlensauren Gases von Kalk, das Verdichten des Ammoniakgases und des salzsauren Gases zu Salmiak u. dergl.

Entgegen sind die Cohäsions- und die Expansionskraft, die Schwere und die Lebenskraft. Kann sie diese Kräfte nicht überwinden, so erfolgt keine Verbindung; die Körper, sagt man, haben keine Verwandtschaft, z. B. Del und Wasser, d. h. ihre wechselseitige Verwandtschaft ist nicht stark genug zur Ueberwindung der Hindernisse ihrer chemischen Verbindung.

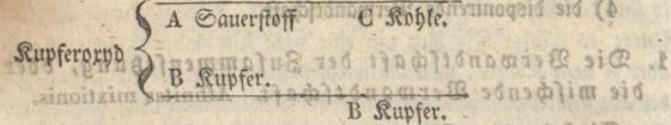
#### 2. Die einfache Wahlverwandtschaft. *Affinitas electiva simplex.*

Sie tritt dann ein, wenn auf zwei bereits chemisch verbundene Körper AB ein dritter C einwirkt. Der C näher verwandte Körper A

verläßt den entfernter verwandten Körper B, und verbindet sich zu AC. Es sind also wenigstens 3 Stoffe erforderlich; es erfolgt eine Verbindung und nothwendig auch eine Trennung, und es entstehen demnach immer 2 neue Körper, einer durch Zusammensetzung, der andere durch Trennung. A wählt gleichsam zwischen B und C; daher Wahlverwandtschaft, z. B. Zinnober mit Eisenfeile in der Hitze in Berührung gebracht.



Kupferoxyd wird bei hoher Temperatur durch Kohle zerlegt.



Fernere Beispiel sind: Fällung des Harzes aus der geistigen Auflösung durch Wasser; Entbindung der Kohlen säure; Entbindung des Ammoniacs aus Salmiak durch Kalk u. s. w. Dahin gehören auch die durch die Imponderabilien, Licht, Wärme und Electricität, bewirkten Zerlegungen. Manchmal bildet C: AC und BC, welche beide sich nicht mit einander verbinden; z. B. wenn Wasserdämpfe über glühende Kohlen geleitet werden, so erfolgt eine Zerlegung in ihre Bestandtheile, von denen der Wasserstoff mit dem Kohlenstoffe Kohlenwasserstoffgas, der Sauerstoff aber kohlen saures Gas und Kohlenoxydgas bildet, welche beide sich nicht mit einander verbinden.

3. Die mehrfache Wahlverwandtschaft, Affinitas electiva multiplex.

Sie tritt nur dann ein, wenn zwei Körper auf einander wirken, von denen jeder wenigstens 2 Bestandtheile hat, und wenn diese zwei zusammengesetzten Körper nicht als Ganzes auf einander wirken, sondern ihre Bestandtheile austauschen. AB und CD sind die ruhenden Verwandtschaften. Ist die Summe der letzteren kleiner als die der ersteren, so bleibt alles in Ruhe; ist sie aber größer, und



zugleich so groß, daß die Cohäsions- oder Expansivkräfte, überhaupt die jeder chemischen Verbindung entgegenwirkenden Kräfte der Körper AB und CD übermächtig werden, so folgen die Körper, wie immer, der stärkeren Kraft. A verbindet sich mit C, und meistens auch B mit D. Es erfolgen also immer 2 Trennungen, und meistens, aber nicht immer, 2 neue Verbindungen; im letzteren Falle entstehen 3 neue Körper.

Man unterscheidet auch: nothwendige doppelte Wahlverwandtschaft, z. B. Schwefels. Baryt (Schwerspath) wird durch Kochen mit kohlenf. Kali zerlegt; allein vermag aber weder das Kali noch die Kohlensäure den Schwerspath zu zerlegen; und zufällige doppelte Wahlverwandtschaft, z. B. Schwefels. Natron und salzf. Baryt; hier ist die doppelte Wahlverwandtschaft nicht nothwendig, da schon Schwefelsäure allein den salzf. Baryt zerlegt.

Wenn schwefels. Alaunerde mit kohlenf. Ammoniak zerlegt wird, so sind die Resultate: schwefels. Ammoniak, Alaunerde und Kohlensäure; es erfolgt also hier nur eine neue Verbindung, es entstehen aber 3 neue Körper, weil die wechselseitige Verwandtschaft zwischen der ausgeschiedenen Alaunerde und der Kohlensäure nicht so groß ist, um die Hindernisse der Verbindung, nämlich die Expansivkraft der Kohlensäure und die Cohäsionskraft der Alaunerde zu überwinden.

Wenn sich AB und CD mit einander verbinden, ohne sich zu zerlegen, wo also auch nur ein neuer Körper von einer höheren Zusammensetzungsstufe entsteht, so gehört dieser Fall zur mischenden Verwandtschaft.

Einige Schemata, in welchen zugleich das Verhältniß der Verwandtschaftsstärke mit annähernden Zahlen ausgedrückt ist:

Nothwendige doppelte Wahlverwandtschaft:

AC Schwefelsaures Kali

Kohlenf.	A Kali	62	C Schwefelsäure	}	Schwefels. Baryt
	9		66		
Kali	B Kohlensäure	14	D Baryt		

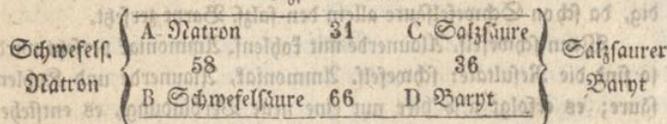
BD Kohlensaurer Baryt.

Hier ist die doppelte Wahlverwandtschaft nothwendig, denn der Baryt zieht die Schwefelsäure an mit einer Kraft von 66, das Kali aber nur mit einer Kraft von 62; das Kali allein kann also dem Baryt die Schwefelsäure nicht entziehen. Noch weniger kann die

mit 14 auf den Baryt wirkende Kohlenſäure die mit 66 wirkende Schwefelſäure aus der Verbindung mit dem Baryt austreiben. Ein anderes Reſultat ergibt ſich, wenn Kali und Kohlenſäure, alſo kohlenſ. Kali auf den ſchwefelſ. Baryt einwirken. Die Summe der ruhenden Verwandſchaften von AB und CD iſt  $9 + 66 = 75$ ; die Summe der trennenden Verwandſchaften von AC und BD iſt  $62 + 14 = 76$ , alſo etwas größer als die Summe der ruhenden Verwandſchaften, daher denn auch jetzt, wenn gleich nicht mit großer Kraft, eine gegenseitige Zerſetzung erfolgt.

Zufällige doppelte Wahlverwandſchaft mit zwei neuen Verbindungen:

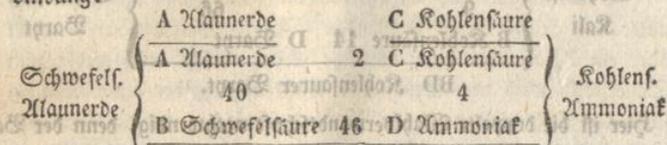
AC Salzſaures Natron



BD Schwefelſaurer Baryt.

Die Summe der ruhenden Verwandſchaften von AB und CD iſt  $58 + 36 = 94$  und kleiner als die Summe der trennenden Verwandſchaften von AC und BD, nämlich  $31 + 66 = 97$ ; es muß alſo auch hier gegenseitige Zerſetzung erfolgen durch doppelte Wahlverwandſchaft. Dieſe iſt aber nicht notwendig, da ſchon der eine Beſtandtheil von AB, nämlich die Schwefelſäure, mit einer Stärke von 66 auf den Baryt wirkt, wogegen die Salzſäure nur mit 36 wirkt. Hier iſt der Unterſchied der Stärke 30, wogegen er bei der doppelten Wahlverwandſchaft nur 3 iſt, es muß alſo die Einwirkung hier ſchwächer, dort ſtärker ſeyn, und wirklich iſt auch die reine Schwefelſäure ein empfindlicheres Reagens auf Baryt, als das ſchwefelſ. Natron.

Zufällige doppelte Wahlverwandſchaft mit einer neuen Verbindung:



BD Schwefelſ. Ammoniak.

Auch hier würde Ammoniak allein die Mauenerde von der Schwefelſäure abtrennen, da es mit 46, die Mauenerde aber nur mit 40

von der Schwefelsäure angezogen wird, es erfolgt aber auch durch doppelte Wahlverwandtschaft gegenseitige Zersetzung, da  $2 + 46$  mehr ist, als  $40 + 4$ . Die Verwandtschaft zwischen Alaunerde und Kohlenäure ist aber so gering, daß sie die Expansivkraft der Kohlenäure und die Cohäsionskraft der Alaunerde nicht überwinden kann, daher wird die Kohlenäure gasförmig, die Alaunerde als Präcipitat ausgeschieden.

Spiegeglanz.

Schwefelspiegeglanz. Spiegeglanzbutter

Schwefel.

Aesfablimat.

Zinnober

Quecksilber

4. Die disponirende Verwandtschaft. Affinitas  
 producens.

Sie hat dann statt, wenn zwei Körper A und B, welche keine zur Verbindung hinreichende Verwandtschaft besitzen, sich doch mit einander verbinden, sobald ein dritter Körper C in ihre Wirkungssphäre kommt, der auch zu A und B gar keine, zu dem Compositum aus beiden aber, also zu AB, eine große Verwandtschaft hat. C disponirt also A und B, sich gleichsam gegen ihre Neigung zu verbinden, damit es sich selbst mit dem neu entstandenen Producte vereinigen könne.

Sauerstoffgas und Stickgas in der Atmosphäre verbinden sich unter den gewöhnlichen Umständen nicht zu Salpetersäure; wirkt aber ein Alkali oder eine alkalische Erde, welche auch weder zum Sauerstoffe noch zum Stickstoffe, wohl aber zu der aus beiden bestehenden Salpetersäure große Verwandtschaft hat, auf das Gemenge dieser beiden gasförmigen Substanzen ein, so bewirkt sie, daß Sauerstoff und Stickstoff sich zu Salpetersäure verbinden, und eignet sich dann diese neu entstandene Säure zu.

Auf ähnliche Weise erfolgt die Entbindung des Wasserstoffgases, wenn metallisches Zink oder Eisen mit verdünnter Schwefelsäure übergossen wird. Damit nämlich die Schwefelsäure ihre Neigung zum Zinkoxyd, zum Eisenoxyd (da sie sich mit den Metallen als solchen nicht verbinden kann) befriedigen könne, wird ein Antheil Wasser zersezt, dessen Sauerstoff die Metalle oxydirt, dessen Wasserstoff aber entweicht u. s. w.

Hinsichtlich der Entstehung chemischer Verbindungen ist man auf dem Wege der Erfahrung zu folgenden allgemeinen, obgleich nicht ausnahmslosen, sich auf den Grund der Verwandtschaft beziehenden Regeln gelangt:

1) Mit der größten Kraft verbinden sich einfache Stoffe mit einfachen zu Zusammensetzungen der ersten Ordnung, z. B. Sauerstoff und Wasserstoff zu Wasser, Chlor mit den Metallen zu Chloriden, u. dgl. Auch zwischen zusammengesetzten Körpern der ersten Ordnung, z. B. zwischen Säuren und Metalloxyden, herrscht noch eine starke Verwandtschaft, mit der sie sich zu Zusammensetzungen der zweiten Ordnung, z. B. zu Salzen, verbinden. Von hier aus nimmt die Verwandtschaft schnell ab; zwischen zusammengesetzten Körpern der zweiten Ordnung, z. B. zwischen Salzen, ist sie schon sehr schwach, daher wir auch nicht viele Doppelsalze kennen. Ueber diese hinaus wird die chemische Verwandtschaft unmerklich, und verschwindet für uns.

2) Nur solche Körper, welche zu derselben Ordnung der Zusammensetzung gehören, oder auf derselben Zusammensetzungsstufe stehen, verbinden sich kräftig mit einander; also nur einfache mit einfachen u. s. w.

3) Die Körper äußern eine desto größere Verwandtschaft gegen einander, je entgegengesetztere sinnliche Eigenschaften sie besitzen, oder je heterogener sie sind, wie z. B. Sauerstoff und Wasserstoff, Chlor und Metalle, Säuren und Alkalien und dergl. Nur solche Stoffe sind im Stande, ihre Eigenschaften wechselseitig ganz aufzuheben, oder sich zu neutralisiren, daher der neu entstandene Körper auch die meisten neuen, von jenen seiner Bestandtheile verschiedenen Eigenschaften zeigt.

4) Die Stoffe sind dann am meisten geneigt, neue Verbindungen einzugehen, wenn sie alte eben erst verlassen haben. So der Stickstoff mit dem Wasserstoff zu Ammoniak, wenn er bei der Ver-

wesung oder der Zerlegung thierischer Substanzen durch Feuer eben erst frei wird. Schwefel und Wasserstoff zu Schwefelwasserstoff, wenn beide bei Zerlegung eines Schwefelmetalls durch eine Säure eben erst frei werden. Wasserstoff und Stickstoff, die bei der Auflösung von Zinn in verdünnter Salpetersäure frei werden, verbinden sich leicht im Momente des Freiwerdens zu Ammoniak u. s. w.

5) Ein Körper, der sich in mehreren Verhältnissen mit einem andern verbinden kann, hält die kleineren Verhältnisse oft (doch nicht immer) fester gebunden, als die größeren. Zusammengesetzte Körper verbinden sich dann nicht mit einfachen, wenn sie selbst durch eine starke Verwandtschaft gebildet worden sind, wie dieses z. B. bei den Oxyden der Fall ist. Durch eine schwache Verwandtschaft gebildete Zusammensetzungen verbinden sich häufig noch mit einfachen Stoffen, z. B. Legirung von zwei Metallen mit einem dritten.

Der Erfahrung zufolge verbinden sich zusammengesetzte Körper nur dann sehr innig, wenn sie einen gemeinschaftlichen Bestandtheil enthalten, z. B. die große Verwandtschaft zwischen Sauerstoffsauren und Salzbasen, d. h. Metalloxyden — in beiden ist Sauerstoff enthalten. Die Verbindung des Kohlenoxydgases mit Chlor, der Schwefelsäure mit Schwefel, Selen, Tellur, Silber gehört unter die Ausnahmen.

Die Verwandtschaft ist von andern äußern Einflüssen, vorzüglich von der Temperatur, aber auch von der Natur der neuen Gebilde, sehr abhängig, von welcher ihre Erfolge öfters ganz umgekehrt werden. Die innigsten Verbindungen erfolgen häufig erst bei sehr hoher Temperatur.

Wird ein Bestandtheil des zusammengesetzten Körpers rein ausgeschieden, ohne sich wieder mit dem seine Ausscheidung bewirkenden Stoffe, noch mit einem wägbaren Bestandtheile des zusammengesetzten Körpers zu verbinden, so nennt man ihn Educt, im entgegengesetzten Falle ein Product. Kohlenensäure z. B. aus der Kreide durch eine Säure ausgeschieden, ist Educt, dieselbe aus Kohle bei Reduction eines Metalloxydes Product. Wenn Zinnober durch Eisen zersetzt wird, so ist das Quecksilber ein Educt, das Schwefeleisen ein Product. Wird rothes Quecksilberoxyd durch Hitze in Sauerstoffgas und Quecksilber zerlegt, so sind beides Educte. Die bei der trocknen Destillation organischer Körper erhaltenen Stoffe: Wasser, Essigsäure,

Ammoniak, Oel, kohlensaures Gas, Kohlenoxydgas, Kohlenwasserstoffgas ic. sind insgesammt Producte.

Wenn durch irgend ein Verwandtschaftsspiel ein gasförmiget, in irgend einer Verbindung stark verdichteter Körper plötzlich in Freiheit gesetzt, oder eine Gasart schnell erzeugt wird, so entsteht eine Verpuffung (Detonatio). Entwickelt sich eine Gasart langsam aus einer Flüssigkeit, so verursacht sie ein Aufbrausen (Effervescentia). Ein fester, in einer tropfbaren Auflösung ausgeschleudener oder neu erzeugter Körper bildet einen Niederschlag (Praecipitatum), oder er wird gefällt, präcipitirt. Eine tropfbare Substanz scheidet sich unter ähnlichen Umständen, nach dem Verhältnisse ihres specifischen Gewichts zu jenem der Auflösung, entweder am Boden des Gefäßes oder auf der Oberfläche der Flüssigkeit als eine abgesonderte Schicht aus.

Die chemischen Verbindungen erfolgen, wie die Erfahrung gelehrt hat, nach bestimmten Verhältnissen. Geoffroy der Aeltere entwarf 1718 die erste Verwandtschaftstafel, die nachher von Wenzel, Gellert, Bergman, Marggraf und Guyton-Morveau erweitert und berichtigt wurde. Wenzel scheint jedoch der Erste gewesen zu seyn, welcher seine Aufmerksamkeit auf die bestimmten Verhältnisse richtete, und sie durch Versuche zu bestätigen suchte. In seiner 1777 herausgekommenen Schrift: Lehre von der Verwandtschaft, zeigte er, wie die Erscheinung, daß zwei neutrale Salze, wenn sie sich gegenseitig zersetzen, ihre Neutralität beibehalten, davon abzuleiten sey, daß die relativen Verhältnisse zwischen den Quantitäten von Alkalien und Erden, die eine gegebene Quantität von einer und derselben Säure sättigen, für alle Säuren dieselben sind, so daß z. B., wenn salpetersaure Kalkerde durch schwefel. Kali zerlegt wird, das salpeterf. Kali und die schwefel. Kalkerde, welche dadurch entstehen, ihre Neutralität beibehalten, weil die Quantität von Kali, welche ein gegebenes Gewicht von Salpetersäure sättigt, sich zur Quantität von Kalkerde, welche dieselbe Menge von Salpetersäure sättigt, verhält wie das Kali zur Kalkerde, die eine gegebene Quantität von Schwefelsäure sättigt. Bergman hat gleichfalls viel an der Entwicklung der Affinitätslehre gearbeitet, vorzüglich aber ist es J. V. Richter, dem wir die erste positive Erklärung über die chemischen Proportionen verdanken, die er auf zahlreiche von ihm angestellte Versuche gegründet hatte. In seiner chemischen Stöchiometrie suchte er

der Chemie eine rein mathematische Form zu geben. Den Arbeiten Richter's wurde indeß erst später die verdiente Aufmerksamkeit durch Berzelius zu Theil.

Eine hiervon abweichende Lehre trug Berthollet in seinem Werke: Essai de statique chimique, 1803, vor. Nach ihm haben die Elemente ihr Maximum und Minimum, über welches hinaus sie sich nicht verbinden können, aber zwischen diesen beiden Grenzen können sie es in allen Proportionen. Wenn sich die Körper in bestimmten und unveränderlichen Verhältnissen verbinden, so hängen diese Erscheinungen von andern Umständen ab, wie von der Cohäsion, wodurch eine Verbindung die Neigung erhält, fest zu werden, und von der Expansion, wodurch sie in den gasförmigen Zustand übergeht. Die bei ihrer Verbindung eine starke Condensation erleidenden Verbindungen vereinigen sich immer in bestimmten Proportionen, so z. B. verbinden sich Sauerstoffgas und Wasserstoffgas nie anders als in einem einzigen Verhältnisse; bleiben aber auf der andern Seite die verbundenen Elemente in demselben Zustande von Dichtigkeit, so finden die Verbindungen in allen Proportionen zwischen dem Maximum und Minimum statt. Nach dieser Ansicht hängt die Unveränderlichkeit in den Verhältnissen der Elemente der Säuren, der Salze u. s. w. nur von der Krystallisation, der Niedererschlagung, oder, wenn sie im gasförmigen Zustande sind, von der Condensation ab.

Ferner sind nach Berthollet die Erfolge bei den chemischen Verbindungen nicht bloß von der Verwandtschaftsstärke, sondern auch von ihrer mechanischen Masse, d. h. von ihrem Gewichte, abhängig. Wenn z. B. eine gewisse Menge eines Körpers A von 1 B mit einer Kraft = 10 angezogen wird, so wird dieselbe Menge des A von 2 B mit einer Kraft = 20, und von 10 B mit einer Kraft = 100, oder überhaupt mit einer Kraft angezogen, welche dem Product aus der ursprünglichen Verwandtschaftsstärke in die Gewichtseinheiten des Körpers B gleich ist. Dieses Product der ursprünglichen Verwandtschaftsstärke in das Gewicht eines Körpers nennt Berthollet die chemische Masse oder das chemische Moment, welches also von der ursprünglichen Verwandtschaftsstärke eben so wie das Gewicht von der Schwere verschieden ist. Durch Vermehrung der mechanischen Masse eines Körpers kann man also das ersetzen, was ihm an ursprünglicher Verwandtschaftsstärke abgeht.

Hieraus folgt auch, daß sich zwei mit einander verbundene Körper A B durch einen dritten, zu A auch noch so sehr verwandten Körper C nie vollständig trennen lassen, sondern daß von A mit B immer eine dem chemischen Momente des letzteren angemessene Menge verbunden bleiben müsse; daß vollständige chemische Trennungen, sowie Verbindungen in begrenzten oder bestimmten Verhältnissen nur durch die homogene Verwandtschaft, also durch die Cohäsions- und Expansivkraft bewirkt werden, wie bereits erwähnt wurde.

So übereinstimmend auch Berthollet's Verwandtschaftslehre mit den allgemeinen Naturgesetzen zu seyn scheint, indem sie die chemische Anziehung unter die Gesetze der allgemeinen Gravitation stellt, so lassen sich doch viele chemische Thatsachen, vorzüglich die bestimmten Quantitätsverhältnisse, in welchen die Körper chemische Verbindungen eingehen, nach derselben nur sehr schwierig und gezwungen erklären.

Mit vorzüglichem Scharfsinne wurde diese Theorie Berthollet's bestritten von Proust, welcher zeigte, daß die Metalle sowohl mit dem Sauerstoffe als mit dem Schwefel nur eine oder zwei Verbindungen in bestimmten und unveränderlichen Proportionen hervorbringen, und daß alle Zwischenstufen, welche man beobachtet zu haben glaubte, nur Gemenge der bestimmten Verbindungen seyen.

Von dem wesentlichsten Einflusse auf die Stöchiometrie sind die Arbeiten Dalton's gewesen. Nach seinem Systeme sind die Körper aus Atomen zusammengesetzt, und ein Atom eines Elements kann sich mit 1, 2, 3 u. s. w. Atomen eines andern Elements, aber nicht mit Zwischenstufen oder Brüchen von Atomen verbinden. Eben so kann sich ein Atom eines zusammengesetzten Körpers mit 1, 2, 3 u. s. w. Atomen eines andern zusammengesetzten Körpers verbinden. Diese Hypothese ist hernach durch zahlreiche Versuche bestätigt worden, und hat unleugbar zur Vervollkommnung der Chemie aufs bedeutendste beigetragen. Dalton nimmt an, daß sich die elementaren Atome vorzugsweise 1 mit 1 verbinden, und so oft wir nur eine einzige Verbindung zwischen zwei Substanzen kennen, betrachtet er sie als aus einem Atome einer jeden zusammengesetzt. Giebt es mehrere, so betrachtet er sie z. B. als aus  $A + B$ , die zweite aus  $A + 2B$ , die dritte aus  $A + 3B$  u. s. w. zusammengesetzt; und Dalton gebührt die Ehre der Entdeckung von diesem Theile der chemischen Proportionen, welche wir die multiplen Proportionen nennen. Sie machen, so zu sagen,

die Basis der chemischen Proportionen aus; sie sind aber nicht die ganze Theorie davon, und reichen nicht aus, die Erscheinungen der chemischen Proportionen zu bestimmen.

Humboldt und Gay-Lussac fanden im J. 1806 bei einer Arbeit über die Eudiometrie, daß sich 1 Volum Sauerstoffgas mit 2 Volumen Wasserstoffgas zu Wasser verbinden. Bei Fortsetzung der durch diese Beobachtung veranlaßten Untersuchungen entdeckte Gay-Lussac, daß sich die gasförmigen Körper im Allgemeinen auf eine solche Weise verbinden, daß 1 Maß Gas 1,  $1\frac{1}{2}$ , 2, 3 u. s. w. Maß eines andern Gases absorbirt, d. h. daß sich die Gase entweder zu gleichen Volumen verbinden, oder daß das Volum des einen ein Multipel von dem des andern ist. Wenn man Atom statt Volum sagt, und sich die Körper in festem, statt in gasförmigem Zustande vorstellt, so findet man einen der unmittelbarsten Beweise zu Gunsten der Hypothese von Dalton.

Vorzügliche Verdienste aber um die feste Stöchiometrie hat Berzelius sich erworben, der durch Richter's Schriften zu genaueren Untersuchungen veranlaßt, auch diesen Theil der Wissenschaft zu einer früher nicht geahneten Klarheit gebracht hat.

Sollen wir uns mit der Stöchiometrie beschäftigen, d. h. mit der Lehre von den Gesetzen, welchen die verschiedenartigen Körper rücksichtlich der Quantitätsverhältnisse, in welchen sie sich wechselseitig verbinden, unterworfen sind, so müssen wir wohl, mit Beiseitsetzung metaphysischer Speculationen, annehmen, daß es eine Materie gebe, deren mechanische Theilbarkeit eine gewisse Grenze habe, die sie nicht überschreitet, gerade so, wie es eine Grenze für die chemische Zerlegung giebt. Die Körper, aus unzersehbaren Elementen gebildet, müssen aus den kleinsten Theilchen zusammengesetzt seyn, die sich nicht weiter theilen lassen, und die man Atome, Moleculs, chemische Äquivalente nennt. (Das dynamische System stellt den Grundsatz auf, die Materie sey Resultat zweier, einander in entgegengesetzter Richtung entgegenstrebender Kräfte, wovon die eine contractiv, die andere expansiv sey; das atomistische System nimmt die Materie als schon bestehend, als gegeben an.) Die Atome der verschiedenen elementaren Körper können gleich groß seyn, sie können aber auch möglicherweise verschiedene Größe haben. Die Größe der zusammengesetzten Atome dagegen muß sehr verschieden seyn, wegen der Anzahl elementarer Atome, woraus sie bestehen; denn es ist klar, daß das aus  $A + 2B$

zusammengesetzte Atom einen größern Raum einnehmen muß, als das aus  $A + B$ . Wenn sich zwei Atome von verschiedenen Körpern verbunden haben, so entspringt daraus ein zusammengesetztes Atom; dieses zusammengesetzte Atom muß als eben so mechanisch untheilbar betrachtet werden, wie das elementare Atom. Die zusammengesetzten Atome verbinden sich mit andern zusammengesetzten Atomen, woraus noch zusammengesetztere Atome entspringen. Verbinden sich diese mit andern, so entstehen Atome von einer noch complicirteren Zusammensetzung. So entstehen Atome der ersten, zweiten, dritten u. s. w. Ordnung.

Hiernach sehen wir nun alle Körper als aus letzten mechanisch untheilbaren Atomen zusammengesetzt an. Von diesen verschiedenen Körpern haben wir aber schon vorhin erwähnt, daß nicht alle gleiche Geneigtheit haben zu chemischen Verbindungen, und so wie nur Körper von entgegengesetzten Eigenschaften sich chemisch verbinden, so finden wir auch, daß nur solche Verbindungen in bestimmten Verhältnissen vor sich gehen, welche durch große Verwandtschaftskräfte bewirkt werden, bei denen also die sich verbindenden Stoffe von sehr verschiedener chemischer Natur sind. Um das Entgegengesetzte ihrer chemischen Natur und den Zusammenhang derselben mit ihrer elektrischen Beschaffenheit auszudrücken, bezeichnet Berzelius die Stoffe mit den Wörtern positiv und negativ. Alle elementaren Stoffe werden nun von Berzelius in eine Reihe geordnet, deren Endglieder an beiden Seiten diejenigen Stoffe bilden, die in ihrer chemischen Natur sich am meisten entgegengesetzt sind, d. h. wovon der erste am meisten negativ, der letzte am meisten positiv ist. Diese Reihe fängt mit dem Sauerstoffe, als dem negativsten Körper an, und schließt mit dem Kalium, als dem positivsten. Zwischen diesen Grenzen liegen die übrigen Stoffe so geordnet, daß jeder vorhergehende, dem Sauerstoffe näher liegende, gegen den folgenden, dem Kalium näher liegenden, sich negativ, folglich umgekehrt jeder folgende gegen seinen Vorgänger sich positiv verhält, und daß die Körper um so mehr in ihrer chemischen Natur verschieden sind, daher mit desto stärkeren Verwandtschaftskräften auf einander wirken, und sich folglich in desto bestimmteren Verhältnissen mit einander verbinden, je weiter sie in dieser Reihe von einander abstehen. In der Mitte dieser Reihe findet man Körper, deren spezifische elektro-chemische Eigenschaften wenig ausgezeichnet, die aber doch in Beziehung auf die ihnen vorher-

gehenden elektro-positiv, in Beziehung auf die nach ihnen folgenden elektro-negativ sind. Diese Anordnung ist aber nur eine ungefähre, und es läßt sich hinsichtlich dieser relativen Ordnung noch nichts ganz Gewisses bestimmen, da diese Materie noch so wenig untersucht ist, und es ist nicht unwahrscheinlich, daß nachfolgende Anordnung nicht mehr dieselbe bleiben wird, wenn man alle auf diesen Gegenstand sich beziehenden Umstände besser kennen wird.

Sauerstoff	Gold	Yttrium
Schwefel	Iridium	Beryllium
Stickstoff	Rhodium	Magnesium
Chlor	Platin	Calcium
Brom	Quecksilber	Strontium
Jod	Palladium	Baryum
Fluor	Silber	Lithium
Phosphor	Kupfer	Natrium
Selen	Uran	Kalium
Arsen	Bismuth	
Chrom	Zinn	
Molybdän	Blei	
Wolfram	Cerium	
Bor	Kobalt	
Kohlenstoff	Nickel	
Antimon	Eisen	
Tellur	Cadmium	
Santal	Zink	
Titan	Mangan	
Kiesel	Zirkonium	
Osmium	Aluminium	
Wasserstoff		

Wir lassen hier zugleich die synoptische Tabelle über die Atomgewichte der einfachen Körper folgen, wie sie von Berzelius in seinem Lehrbuche der Chemie angegeben ist, und die in dem Folgenden ihre Erklärung finden wird.

N a m e.		Formel.	O=100.	H=1.
Sauerstoff	Oxygenium	O	100,000	16,026
Wasserstoff	Hydrogenium	H	6,2398	1,000
		H	12,4796	2,000
Stickstoff	Nitrogenium	N	88,518	14,186
		N	177,036	28,372
Schwefel	Sulphur	S	201,185	32,239
		S	402,330	64,478
Phosphor	Phosphor	P	196,155	31,436
		P	392,310	62,872
Chlor	Chlor	Cl	221,325	35,470
		Cl	442,650	70,940
Brom	Brom	Br	941,100	150,820
Jod	Jod	I	768,731	123,206
		I	1537,562	246,412
Fluor	Fluor	F	116,900	18,734
		F	233,800	37,468
Kohlenstoff	Carbonicum	C	76,437	12,250
		C	152,874	24,500
Bor	Bor	B	135,983	21,793
		B	271,966	43,586
Kiesel	Silicium	Si	277,478	44,469
Selen	Selenium	Se	491,582	79,263
Arsenik	Arsenicum	As	470,042	75,329
		As	940,084	150,658
Chrom	Chromium	Cr	351,819	56,383
		Cr	703,638	112,766
Molybdän	Molybdaenum	Mo	598,525	95,920
Wolfram	Wolframium	W	1183,200	189,621
Antimon	Stibium	Sb	806,452	129,243
		Sb	1612,904	258,486
Tellur	Tellurium	Te	806,452	129,243
Tantal	Tantalum	Ta	1153,715	184,896
		Ta	2307,430	369,792
Titan	Titanium	Ti	389,092	62,356
Gold	Aurum	Au	1243,013	199,207
		Au	2486,026	398,415
Osmium	Osmium	Os	—	—
Iridium	Iridium	Ir	—	—
Platin	Platina	Pt	1215,220	194,753
Rhodium	Rhodium	R	750,680	120,305
		R	1501,360	240,610

N a m e		Formel.	O = 100.	H = 1.
Palladium	Palladium	Pd	714,618	114,526
Silber	Argentum	Ag	1351,607	216,611
Quecksilber	Hydrargyrum	Hg	1265,822	202,863
		Hg	2531,644	405,726
Kupfer	Cuprum	Cu	395,695	63,415
		Cu	791,390	126,830
Uran	Uranium	U	2711,360	434,527
		U	5422,720	869,154
Wismuth	Bismuthum	Bi	1330,376	213,208
		Bi	2660,752	426,416
Zinn	Stannum	Sn	785,294	117,839
Blei	Plumbum	Pb	1294,498	207,458
		Pb	2588,996	414,917
Cadmium	Cadmium	Cd	696,767	111,665
Zink	Zincum	Zn	403,225	64,621
Nickel	Niccolum	Ni	369,675	59,245
Kobalt	Cobaltum	Co	368,991	59,135
		Co	737,982	118,270
Eisen	Ferrum	Fe	389,213	54,363
		Fe	678,426	108,726
Mangan	Manganium	Mn	555,787	57,019
		Mn	711,574	114,038
Cerium	Cerium	Ce	574,718	92,105
		Ce	1149,436	184,210
Zirkonium	Zirconium	Zr	420,238	67,348
		Zr	840,476	134,696
Yttrium	Yttrium	Y	401,840	64,395
Beryllium	Beryllium	Be	331,479	53,123
		Be	662,958	106,246
Aluminium	Aluminium	Al	171,167	27,431
		Al	342,334	54,863
Magnesium	Magnesium	Mg	158,353	25,378
Kalium	Calcium	Ca	256,019	41,030
Strontium	Strontium	Sr	547,285	87,709
Barium	Baryum	Ba	856,88	137,325
Lithium	Lithium	L	127,757	20,474
		Na	290,897	46,620
Natrium	Natrium	Na	581,794	93,239
		K	489,916	78,515

Diese Tafel stellt keinesweges eine Verwandtschaftstafel dar (so wird z. B. das Bleioryd durch den Schwefel und Kohlenstoff zerlegt), da die Erfolge nicht bloß von dem Grade der chemischen Verwandtschaft, sondern auch von andern Nebenumständen, als der Beschaffenheit der zu bildenden neuen Körper, abhängen. Vorzüglich aber ist die Temperatur von großem Einflusse, so wird das Kalt in der Weißglühhitze von dem Eisen reducirt u. s. w., Quecksilber oxydirt sich beim Kochpunkte, eine höhere Temperatur hebt die Verbindung wieder auf. Die Tafel ist entworfen 1) nach der Art der Elektricität, welche jeder der zwei Körper bei der wechselseitigen Berührung erlangt, der vorstehende wird stets negativ, der folgende positiv, z. B. Silber und Kupfer, Schwefel und Blei, Kupfer und Zinn ic. 2) Nach dem Pole einer galvanischen Batterie, an welchem bei der Zerlegung eines zusammengesetzten Körpers jeder seiner Bestandtheile abgelagert wird, und mit welchem daher der von ihm angezogene Körper den entgegengesetzten elektrischen Zustand haben muß, z. B. Quecksilberchlorid, das Chlor wird am + Pole, das Quecksilber am — Pole abgelagert, folglich ist ersteres —, letzteres + elektrisch. 3) Nach der chemischen Beschaffenheit der einfachen Stoffe in ihren Zusammensetzungen, vorzüglich in ihren Oxyden. So verhält sich z. B. die Schwefelsäure gegen das Bleioryd negativ elektrisch ic. — Die Stoffe, welche in der angegebenen Reihe in gleicher Entfernung von einander stehen, zeigen bei weitem nicht immer eine gleiche Differenz in ihrer chemischen Natur; so ist zwischen dem Sauerstoffe und allen übrigen Körpern ein sehr großer Abstand, dahingegen sind die Abstände zwischen den Metallen unter einander sehr klein. Vielleicht werden auch manche Lücken in dieser Reihe einst durch neu entdeckte Stoffe noch ausgefüllt.

Eine ähnliche Reihe, wie die einfachen Stoffe, bilden die zusammengesetzten Körper von allen Ordnungen; so verhalten sich z. B. die Säuren gegen die Metalloxyde negativ, und diese umgekehrt gegen jene positiv; das Wasser steht in der Mitte, und übernimmt bald die Rolle einer Säure, d. h. des negativen Bestandtheils, bald die einer Base, d. h. des positiven Bestandtheils einer Zusammensetzung der zweiten Ordnung.

Jede chemische Verbindung enthält also einen negativ elektrischen und einen positiv elektrischen Bestandtheil, dieses mögen nun nähere oder entferntere Bestandtheile seyn. Da nun durch große

Verwandtschaftskräfte hervorgebrachte chemische Verbindungen sich in ihren Eigenschaften auffallend von ihren Bestandtheilen entfernen, und da unter die Eigenschaften der Körper auch ihre Verwandtschaftskräfte gehören, so läßt sich begreifen, warum chemische Verbindungen, die durch die schwachen Verwandtschaften sehr ähnlicher Stoffe entstanden sind, auch noch die Verwandtschaften jedes ihrer Bestandtheile behalten, und sich also mit jedem derselben und auch mit andern Stoffen noch weiter verbinden können, z. B. Metalllegirungen, da hingegen durch starke Verwandtschaften bewirkte Zusammensetzungen sehr unähnlicher Stoffe mit den andern Eigenschaften ihrer Bestandtheile auch die Verwandtschaften derselben verloren haben, und sich daher weder mit dem einen noch mit dem andern ihrer Bestandtheile, noch mit andern Stoffen weiter verbinden können. Mit dem Steigen der Zusammensetzungsordnung nehmen auch die Verwandtschaften ab, so daß sie sich allmählig den bloßen Mischungen nähern, welche mit den übrigen Kennzeichen kräftiger chemischer Verbindungen auch jenes der bestimmten Proportionen verloren haben.

Jene Verbindungen, welche in bestimmten Verhältnissen geschehen, befolgen dabei folgende Gesetze:

Erstes Gesetz. Einfache Stoffe verbinden sich mit einander in einem einzigen Verhältnisse oder nur in wenigen unveränderlichen Verhältnissen. In dem letztern Falle wird gewöhnlich der positive Bestandtheil als Einheit angenommen; und die Mengen des negativen Bestandtheiles, welche sich mit ihm verbinden, steigen so, daß die größeren Mengen das Doppelte, das Dreifache u. s. w., kurz stets ein Vielfaches der kleinsten Menge mit einer ganzen Zahl und nur ausnahmsweise mit den gebrochenen Zahlen  $1\frac{1}{2}$  oder  $2\frac{1}{2}$  sind. Diese kleinste Menge des negativen Körpers heißt ein Verhältniß, ein Mischungsgewicht, ein chemisches Äquivalent, auch die stöchiometrische Zahl, das Gewicht eines Atoms, auch kurz ein Atom des Körpers. Wenn sich ein negativer Körper in mehreren Verhältnissen mit einem gegen ihn positiven verbindet, oder mehrere Verbindungsstufen mit demselben bilden kann, so geschieht dieses also dem oben angeführten Gesetze zufolge nur so, daß sich 1, 2, 3, 4, 5 ic. Atome des negativen Stoffes mit einem Atome des positiven Stoffes vereinigen. Auf der ersten Verbindungsstufe enthält der zusammengesetzte Kör-

per ein Atom oder Verhältniß des negativen Körpers, welches durch die einfache stöchiometrische Zahl ausgedrückt wird; auf der zweiten Verbindungsstufe enthält er nicht immer zwei, sondern manchmal auch 3 oder 4, und noch mehrere Atome des negativen Bestandtheiles, und so enthält er auf allen übrigen Verbindungsstufen eine ganzzahlige Menge Verhältnisse oder Atome, d. h. Producte der stöchiometrischen Zahl mit einer ganzen Zahl, und nur ausnahmsweise mit den gebrochenen Zahlen  $1\frac{1}{2}$  oder  $2\frac{1}{2}$ , in welchem Falle aber Berzelius annimmt, daß sich 2 At. oder 1 Doppelat. des positiven Stoffes mit 3 oder 5 des negativen verbinden. So verbinden sich Chlor und Silber, Schwefel und Zink nur in einem einzigen unveränderlichen Verhältnisse; das Quecksilber verbindet sich mit dem Chlor in 2 bestimmten Verhältnissen, wovon das zweite genau das Doppelte von dem ersten ist; das Molybdän verbindet sich mit dem Sauerstoffe in 3 Verhältnissen, die sich zu einander wie 1, 2, 3 verhalten; der Stickstoff verbindet sich mit dem Sauerstoffe in 4 Verhältnissen, die sich zu einander wie 1, 2, 3, 5 verhalten; Kalium mit Schwefel in 7 Verhältnissen, die sich zu einander verhalten wie 1, 2, 3,  $3\frac{1}{2}$ , 4,  $4\frac{1}{2}$ , 5, oder 2, 4, 6, 7, 8, 9, 10, wo wir dann annehmen können, daß die Verbindungen von den Verhältnissen 3 und 5 noch nicht entdeckt sind.

Die erste Verbindungsstufe, wenn dieselbe durch genaue chemische Analyse bekannt ist, dient gewöhnlich um das Atomgewicht der einfachen Stoffe zu berechnen, welches aber auch zur Vergleichung aus dem verschiedenen specifischen Gewichte der gasförmigen Stoffe bei einigen gefunden werden kann. Um die Atomgewichte mit einander vergleichbar zu machen, muß ein Stoff als Einheit angenommen werden, und Berzelius nimmt aus triftigen Gründen den Sauerstoff, als den negativsten Stoff, hierzu am geeignetsten an, von andern Chemikern wird der Wasserstoff als Einheit angenommen.

100 Th. Wasser bestehen aus 88,9 Sauerstoff und 11,1 Wasserstoff; es kann nun leicht durch die gewöhnliche Regula de Tri das Atomgewicht des Wasserstoffs gefunden werden, das Atomgewicht des Sauerstoffs als bekannt, nämlich 100 angenommen. Wie sich nämlich verhält die Menge des in 100 Th. Wasser enthaltenen Sauerstoffs zu der Menge des in 100 Th. Wasser enthaltenen Wasserstoffs, so verhält sich das Atomgewicht des Sauerstoffs zu dem Atomgewicht des Wasserstoffs, also:  $88,9 : 11,1 = 100 : 12,4859$ ,

Dulk's preuß. Pharmak. II.

welche letztere Zahl also das Atomgewicht des Wasserstoffs angiebt, und ziemlich mit der in der Tafel für H angegebenen stöchiometrischen Zahl, nämlich 12,4796, übereinstimmt. Da nun die Erfahrung lehrt, daß 2 Volum Wasserstoffgas und 1 Volum Sauerstoffgas durch ihre Vereinigung Wasser bilden, so betrachtet auch Berzelius das Wasser als zusammengesetzt aus 1 Atom Sauerstoff- und 1 Doppelatom (H) Wasserstoffgas, daher denn unsere Rechnung das Gewicht eines einfachen Atoms Wasserstoffgas auf 6,2429 er giebt, beinahe übereinstimmend mit der in der Tafel angegebenen Zahl 6,2398. Richtiger ist das Resultat der Rechnung, wenn durch genaue Wägungen das spec. Gew. der gasförmigen Körper bekannt ist. Nach den genauen Wägungen von Berzelius und Dulong ist das spec. Gew. des Sauerstoffgases 1,1026, das des Wasserstoffgases 0,0688; also:  $1,1026 : 0,0688 = 100 : 6,2398$ . Nehmen wir den Wasserstoff als Einheit an:  $0,0688 : 1,1026 = 1 : 16,026$ , so erhalten wir das in der dritten Columne angegebene Gewicht für den Sauerstoff. Nach der chemischen Analyse  $11,1 : 88,9 = 1 : 8$  erhalten wir das Atomgewicht nur halb so groß; im Wasser ist aber, wie wir gesehen haben, ein Doppelatom Wasserstoff enthalten, wir müssen also auch die für den Sauerstoff gefundene Zahl auf das Doppelte erheben, und erhalten nun ein beinahe völlig gleiches Resultat, wie jenes, welches aus der Berechnung der specifischen Gewichte erhalten wurde, nämlich 16.

Das spec. Gew. des Stickstoffs ist nach einer von Berzelius und Dulong angestellten Wägung = 0,976. Da das spec. Gew. des Sauerstoffgases gleichfalls bekannt ist, so kann das Atomgewicht des Stickstoffs sehr leicht gefunden werden, nämlich, wie sich verhält das spec. Gew. des Sauerstoffgases zu dem spec. Gew. des Stickstoffgases, so verhält sich das Atomgewicht des Sauerstoffs zu dem Atomgewicht des Stickstoffs, also  $1,1026 : 0,976 = 100 : 88,518$ , welches die in der Tabelle angegebene Zahl ist. Dem Volumen nach verbinden sich 2 Volum Stickstoffgas mit 1, 2, 3 und 5 Volumen Sauerstoffgas, d. h. wenn wir das gefundene Atom Stickstoff zum Doppelatom erheben, 177,036 Th. Stickstoff verbinden sich mit 100, 200, 300 und 500 Th. Sauerstoff zu Stickstoffoxydul, Stickstoffoxyd, salpetriger Säure und Salpetersäure. Das Atomgewicht des Schwefels ist von Berzelius aus dem schwefelsauren Bleioxyde berechnet und daraus 201,165 gefunden worden; diese verbinden sich

mit 100 (= 1 At.), 200 (= 2 At.), 250 (=  $2\frac{1}{2}$  At. oder 1 Doppelat. Schwefel mit 5 At. Sauerstoff) und 300 (= 3 At.) Sauerstoff zu den 4 bekannten Oxydationsstufen des Schwefels. Im Zinkoxyd nehmen nach übereinstimmenden Versuchen von Berzelius und Gay-Lussac 100 Th. Zink 24,8 Sauerstoff auf; berechnen wir hieraus das Atomgewicht des Zinks, nämlich  $24,8 : 100 = 100 : 403,225$ , so finden wir die in der Tabelle angegebene Zahl. 100 Th. Jod verbinden sich, wie Gay-Lussac gefunden hat, genau mit 26,225 Zink; das Atomgewicht des Zinks ist bereits gefunden, es kann also aus der Verbindung desselben mit Jod das Atomgewicht des letztern leicht berechnet werden, nämlich  $26,225 : 100 = 403,225 : 1537,562$ . In dem Jodzink sind jedoch 2 At. oder 1 Doppelat. Jod mit 1 At. Zink verbunden, das einfache Atomgewicht des Jods ist also 768,781. Das Atomgewicht des Chlors ist aus der Chlorssäure berechnet und 221,325 gefunden worden. 100 Th. Silber verbinden sich mit 32,75 Chlor zu Chlorsilber, in welchem aber aus andern Gründen 1 Atom Silber mit 2 At. Chlor verbunden angenommen werden müssen; wir erhalten demnach das Atomgewicht des Silbers durch folgende Rechnung:  $32,75 : 100 = 441,650 : 1351,607$ . 100 Th. Blei verbinden sich mit 7,725 Sauerstoff zu gelbem Bleioxyd, also:  $7,725 : 100 = 100 : 1294,498$ .

Aus diesen angeführten Beispielen ist leicht zu ersehen, auf welche Weise das unbekannte Atomgewicht eines Körpers durch Rechnung gefunden werden könne, wenn nur das spec. Gewicht oder eine chemische Verbindung desselben mit einem andern Körper, dessen Atomgewicht bereits gegeben, ganz genau bekannt ist.

Zweites Gesetz. Die verschiedenartigen Körper besitzen ein verschiedenes Sättigungsvermögen, d. h. um eine bestimmte Menge eines Stoffes bis zu einem gleichen Grade zu sättigen, werden von den übrigen Stoffen sehr verschiedene Mengen erfordert: allein das Verhältniß der Sättigungsvermögen der Körper gegen jeden gemeinschaftlichen Körper bleibt immer dasselbe. Mit andern Worten: die Stoffe haben sehr verschiedene stöchiometrische Zahlen, allein das wechselseitige Verhältniß dieser Zahlen bleibt stets unverändert.

100 Sauerstoff erfordern der Tafel zufolge 12,1796 Wasserstoff,

5 \*

201,165 Schwefel, 407,042 Arsen, 1351,607 Silber, 1265,822 Quecksilber, 403,226 Zink, 339,213 Eisen u. s. w.

100 Schwefel erfordern, wenn man die von Berzelius angegebenen Bestandtheile der Verbindungen zum Grunde legt, 49,71 Sauerstoff, 6,2 Wasserstoff, 233,7 Arsen, 671,428 Silber, 629,39 Quecksilber, 200,04 Zink, 168,06 Eisen u. s. w. So verschieden nun auch die Zahlen von den obigen sind, so ist das wechselseitige Verhältniß doch dasselbe, und wir erhalten ziemlich genau dieselben stöchiometrischen Zahlen, wenn wir die zweite Reihe zum Grunde der Berechnung legen. Wie sich nämlich verhalten 100 Schwefel zu der zu ihrer Sättigung nöthigen Menge Wasserstoff 6,2, so verhält sich die stöchiometrische Zahl des Schwefels zu der stöchiometrischen Zahl des Wasserstoffs, also:

100 : 6,2 = 201,165 : 12,4722. Arsen : 100 : 233,7 = 201,165 : 470,112. Silber : 100 : 671,428 = 201,165 : 1350,678. Quecksilber : 100 : 629,39 = 201,165 : 1265,112. Zink : 100 : 200,04 = 201,165 : 402,33. Eisen : 100 : 168,06 = 201,165 : 388,077.

Mit dem Sättigungsvermögen eines Stoffes gegen alle ist auch das Sättigungsvermögen aller übrigen Stoffe unter einander gegeben, denn 100 Sauerstoff z. B. sättigen sich mit 12,4796 Wasserstoff, 201,165 Schwefel u. s. w., d. h. die 12,4796 Wasserstoff sind ein Aequivalent für 100 Sauerstoff, für welche auch 201,165 Schwefel ein Aequivalent sind, daher müssen denn auch die 12,4796 Wasserstoff ein Aequivalent für die 201,165 Schwefel seyn u. s. w. Sollen daher z. B. 201,165 Schwefel aus irgend einer Verbindung abgetrennt werden, so sind hiezu 12,4796 Wasserstoff, 1351,607 Silber, 696,767 Cadmium u. s. w. erforderlich.

Das Atomgewicht der einzelnen Stoffe muß stets gleich ausfallen, aus welcher Verbindung des Stoffes es auch berechnet werden mag, und wenn sich einige Abweichungen finden, so liegt der Grund darin, daß die chemische Analyse nicht solche genaue Resultate geben kann, als sie die stöchiometrische Rechnung giebt. Diese wird demnach oft ein Prüfungsstein seyn für die gefundenen Resultate der Analyse, welche wenig Vertrauen verdienen wird, wenn bedeutende Abweichungen stattfinden.

Mehrere Chemiker nehmen, wie erwähnt worden ist, den Wasserstoff als Einheit an, um an diesem die übrigen Atomgewichte

vergleichbar zu machen, und da im Wasser 11,1 Wasserstoff mit 88,9 Sauerstoff verbunden sind, so wird das Atomgewicht des Sauerstoffs mit 8 bezeichnet. Sollen die von Berzelius berechneten Atomgewichte in jene Rechnungsweise transportirt werden, so multiplicirt man dieselben mit 8 und dividirt durch 100, z. B. Schwefel  $201,165 \cdot 8 = 1609,320 : 100 = 16$ , mit welcher Zahl der Schwefel von Gmelin, Geiger und Andern bezeichnet wird. Die in der dritten Columne der vorstehenden Tabelle angegebenen Atomgewichte  $H = 1$  sind mehr als noch einmal so hoch, weil hier, als Folge der Thatsache, daß sich 2 Vol. Wasserstoffgas mit 1 Vol. Sauerstoffgas verbinden, der Sauerstoff mit 16,026 angegeben worden ist, z. B. Schwefel  $201,165 \cdot 16,026 : 100 = 32,239$ . Umgekehrt wird man verfahren müssen, wenn man jene Zahlen in diese transportiren will, d. h. man multiplicirt mit 100 und dividirt durch 8; z. B. Schwefel  $16 \cdot 100 : 8 = 200$ , die Zahl ist also um 1,165 zu niedrig.

Drittes Gesetz. Die einfachen Körper behalten in ihren Zusammensetzungen ihr wechselseitiges Sättigungsverhältniß bei, d. h. wenn zwei zusammengesetzte Körper der ersten Ordnung AB und CD sich wechselseitig zu dem zusammengesetzten Körper der zweiten Ordnung ABCD verbinden, so befinden sich in diesem die Bestandtheile in dem nämlichen Quantitätsverhältniße, in welchem A mit C und B mit D sich einzeln verbunden hätten. Die Salzsäure z. B. ist ein aus Chlor und Wasserstoff gebildeter zusammengesetzter Körper der ersten Ordnung, das Kupferoxyd ist eine solche Verbindung von Kupfer und Sauerstoff; das Chlor der Salzsäure behält genau dasselbe Sättigungsvermögen gegen das Kupfer des Kupferoxyds, und der Wasserstoff der Salzsäure genau dasselbe Sättigungsvermögen gegen den Sauerstoff des Kupferoxyds, als ob diese Stoffe isolirt zusammen kämen. Der stöchiometrische Werth jedes zusammengesetzten Körpers ist demnach nur dem stöchiometrischen Werthe eines seiner Bestandtheile gleich. Man erhält also den stöchiometrischen Werth eines zusammengesetzten Körpers, wenn man das Gewicht eines seiner Bestandtheile von dem Gewichte des Ganzen abzieht, z. B. 100 Kupferoxyd, bestehend aus 79,825 Kupfer und 20,175 Sauerstoff, haben 79,825 zum stöchiometrischen Werthe, wenn das Chlor in der Salzsäure, und 20,175 zum stöchio-

metrischen Werthe, wenn der Wasserstoff in der Salzsäure zur Basis der Berechnung dienen soll, wie viel Salzsäure zur Verbindung mit 100 Th. Kupferoxyd erfordert wird. Da aber die stöchiometrischen Zahlen mit dem stöchiometrischen Werthe im umgekehrten Verhältnisse stehen, so erhält man die stöchiometrischen Zahlen zusammengesetzter Körper in der Summe, wenn man die stöchiometrischen Zahlen ihrer Bestandtheile addirt.

Das Wasser besteht aus 1 Atom Sauerstoff und 1 Doppelatom Wasserstoff; die stöchiometrische Zahl des Wassers ist also  $100 + 12,4796 = 112,4796$  (oder  $1 + 8 = 9$ ). Der stöchiometrische Werth aber beträgt nur soviel als jener des darin enthaltenen Sauerstoffs oder Wasserstoffs.

1 At. Kohlenstoff = 76,437 + 1 At. Sauerstoff = 100 Kohlenoxydgas = 176,437.

1 At. Kohlenstoff = 76,437 + 2 At. Sauerstoff = 200 Kohlenensäure = 276,437.

1 Doppelatom Stickstoff = 177,036 + 5 At. Sauerstoff = 500 Salpetersäure = 677,036.

1 At. Schwefel = 201,165 + 3 At. Sauerstoff = 300 Schwefelsäure = 501,165.

1 At. Schwefel = 201,165 + 1 Doppelatom Wasserstoff = 12,4796 Schwefelwasserstoffgas = 213,6446.

1 Atom Kalium = 489,916 + 1 Atom Sauerstoff = 100 Kali = 589,916.

1 At. Natrium = 290,897 + 1 At. Sauerstoff = 100 Natron = 390,897.

1 At. Calcium = 256,019 + 1 At. Sauerstoff = 100 Kalk = 356,019.

1 At. Baryum = 856,88 + 1 At. Sauerstoff = 100 Baryt = 956,88.

1 At. Eisen = 339,213 + 1 At. Sauerstoff = 100 Eisenoxydul = 439,213.

1 Doppelat. Eisen = 678,426 + 3 At. Sauerstoff = 300 Eisenoxyd = 978,426.

1 At. Eisen = 339,213 + 1 At. Schwefel = 201,165 Schwefeleisen = 540,378.

1 At. Eisen = 339,213 + 2 At. Schwefel = 402,330 Schwefel-  
fies = 741,543.

1 Atom Silber = 1351,607 + 1 Doppelatom Chlor = 442,650  
Silberchlorid = 1794,257.

1 Doppelatom Quecksilber = 2531,645 + 1 Doppelat. Chlor =  
442,650 Quecksilberchlorür = 2974,295.

1 At. Quecksilber = 1265,822 + 1 Doppelat. Chlor = 442,650  
Quecksilberchlorid = 1708,472.

1 Doppelat. Quecksilber = 2531,645 + 1 Doppelat. Schwefel =  
402,330 Zinnober = 2933,975.

1 Doppelat. Quecksilber = 2531,645 + 1 At. Sauerstoff = 100  
Quecksilberoxydul = 2631,645.

1 Doppelat. Quecksilber = 2531,645 + 2 At. Sauerstoff = 200  
Quecksilberoxyd = 2731,645.

1 At. Stickstoff = 177,036 + 3 At. Wasserstoff = 37,4388 Am-  
moniak = 214,4748.

6 At. Wasserstoff = 37,4388 + 4 At. Kohlenstoff = 305,748 +  
3 Atome Sauerstoff = 300 Essigsäure = 643,1868 — —  
(37,4388 + 305,748 + 300 = 643,1868).

Wenn sich zusammengesetzte Körper der ersten Ordnung, welche einen gemeinschaftlichen negativen Bestandtheil enthalten, wie dieses z. B. bei den Sauerstoffsäuren und den Metalloxyden der Fall ist, mit einander zu zusammengesetzten Körpern der zweiten Ordnung verbinden, so zeigt es sich besonders klar, daß ihr stöchiometrischer Werth bloß von jenem der darin enthaltenen positiven Bestandtheile abhängt. Folgendes Schema zeigt, daß in dem schwefelsauren Quecksilberoxyde gerade soviel Schwefel und soviel Quecksilber vorhanden ist, daß diese, wenn sie sich isolirt getroffen hätten, Zinnober gebildet haben würden.

377 Gthle.	}	100 Schwefelsäure	}	60 Sauerstoff	}	293 Zinnober.
schwefelsaures		273 Quecksilberoxyd		40 Schwefel		
Quecksilberoxyd			253 Quecksilb.			
			20 Sauerstoff			

In dem concentrirtesten tropfbaren Vitriolöl befindet sich so viel Wasser mit der Schwefelsäure verbunden, daß der Wasserstoff des ersteren mit dem Schwefel der letzteren gerade Schwefelwasserstoffsäure zu bilden im Stande ist.

100 Gthle.	}	81,6 Schwefel.	}	49 Sauerstoff	}	34,64 Schwefel-
1,85 spec.				32,6 Schwefel		
Gew.	}	18,4 Wasser.	}	2,04 Wasserst.	}	
				16,36 Sauerst.		

Zusammengesetzte Körper der zweiten Ordnung.

- 1 Atom Schwefelsäure = 501,165 + 1 Atom Wasser = 112,4796  
 Vitriolöl = 613,6446.
- 1 Atom Kali = 589,916 + 1 Atom Wasser = 112,4796 Kalihy-  
 drat = 702,3956.
- 1 Atom Kali = 589,916 + 1 Atom Schwefelsäure = 501,165  
 schwefel. Kali = 1091,081.
- 1 Atom Baryt = 956,88 + 1 Atom Schwefelsäure = 501,165  
 schwefel. Baryt = 1458,045.
- 1 Atom Kali = 589,916 + 1 Atom Salpetersäure = 677,036 sal-  
 peterf. Kali = 1266,952.
- 1 Atom Baryt = 956,88 + 1 Atom Salpetersäure = 677,036 sal-  
 peterf. Baryt = 1633,916.
- 1 At. Kalk = 356,019 + 1 Atom Kohlenäure = 276,437 kohlenf.  
 Kalk = 632,456.
- 1 Atom Ammoniak = 214,4748 + 1 At. Kohlenäure = 276,437  
 kohlenäures Ammoniak = 490,9118.
- 1 Atom Thonerde = 642,334 + 3 At. Schwefelsäure = 1503,495  
 schwefelsäure Thonerde = 2145,829.
- 1 At. Bleioxyd = 1394,498 + 1 Atom Essigsäure = 643,186 essigf.  
 Bleioxyd = 2037,684.

Als Beispiele von zusammengesetzten Körpern der drit-  
 ten Ordnung können alle Salze mit Krystallwasser gelten, z. B.  
 der Bleizucker, welcher aus 1 Atom Bleioxyd = 1394,498 + 1  
 Atom Essigsäure = 643,186 + 3 Atomen Wasser = 337,438 be-  
 steht, folglich die Zahl 2375,122 erhält. Der Alaun, welcher aus  
 1 Atom schwefel. Kali = 1091,081 + 1 Atom schwefel. Thonerde  
 = 2145,829 besteht, erhält die stöchiometrische Zahl 3236,910.  
 Der krystallisirte Alaun ist ein zusammengesetzter Körper der vier-  
 ten Ordnung, aus 1 At. schwefelsäurem Kali = 1091,081, 1 At.  
 schwefelsäurer Thonerde = 2145,829 und 24 Atomen Wasser =  
 2699,496, daher ist seine stöchiometrische Zahl = 5936,406.

Schon oben ist bemerkt worden, daß Gay-Lussac die Entdeckung gemacht habe, daß die Verbindungen gasförmiger Körper nicht nur in sehr bestimmten, sondern auch in sehr einfachen Raumverhältnissen geschehen, und daß auch die durch die chemische Verbindung derselben erlittene Raumverminderung oder Verdichtung zu dem Raummumfange der Gasarten vor der Verbindung in einem sehr einfachen Verhältnisse stehe. Es verbindet sich nämlich ein Raumtheil des einen Gases mit 1, 2, 3 u. s. w. Raumtheilen des andern, und ist das Verbindungsproduct wieder ein gasförmiger Körper, so ist sein Volumen jenem der Gasarten entweder gleich, oder  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{1}{4}$  davon. Es verbinden sich nach Gay-Lussac

Rthle.	Rthlen.	Rthlen.
100 Sauerstoffgas	mit 200 Wasserstoffgas	zu 200 Wasserdampf.
100 "	" 200 Kohlenoxydgas	" 200 kohlenf. Gas.
100 Chlorgas	" 100 Wasserstoffgas	" 100 salzf. Gas.
100 Stickgas	" 50 Sauerstoffgas	" 100 oxydirtem Stickgas.
100 "	" 100 "	" 200 Salpetergas.
100 "	" 200 "	" salpetriger Säure.
100 "	" 250 "	" Salpetergas.
100 "	" 300 Wasserstoffgas	" 200 Ammoniakgas.
100 Ammoniakgas	" 100 kohlenf. Gas	" kohlenfäuerlich. Ammon.
100 "	" 150 "	" kohlenfäur. Ammoniak.
100 "	" 100 salzf. Gas	" festem Salmiak u. s. w.

Um die chemische Constitution eines zusammengesetzten Körpers leicht übersehen zu können, ist es gut, dieselbe durch eine abgekürzte Formel auszudrücken, wie sie in der Algebra üblich sind. Zu diesem Zwecke muß man zuerst kurze Zeichen für die einfachen Stoffe haben, wozu Berzelius sehr zweckmäßig die Anfangsbuchstaben der lateinischen Benennungen der einfachen Stoffe vorgeschlagen hat, wie sie in der Tafel angegeben sind. Wenn die Namen mehrerer Körper mit demselben Buchstaben anfangen, so setzt man den ersten Buchstaben hinzu, welchen sie nicht gemeinschaftlich besitzen. So z. B. bedeutet C = Kohlenstoff, Cl = Chlor, Cr = Chrom, Cu = Kupfer, Co = Kobalt. Bei den nicht metallischen Stoffen setzt man keinen Buchstaben hinzu, auch dann nicht, wenn ihre Namen mit demselben Buchstaben anfangen, wie die einiger Metalle, z. B. C = Kohlenstoff.

In den Fällen, wo 2 Atome des Radicals sich mit 1, 3 oder 5 Atomen Sauerstoff verbinden, bezeichnet Berzelius das Radical als Doppelatom dadurch, daß im untern Drittel des Buchstabens ein gerader Strich gezogen wird, welche Bezeichnung bereits in Anwendung gebracht wurde.

Wenn man zusammengesetzte Atome der ersten Ordnung ausdrücken will, so geschieht dieses durch das Nebeneinandersetzen der Buchstaben ohne Zwischenzeichen, z. B. FeS Schwefeleisen; HgCl Quecksilberchlorür, Kalomel. Sind in einem solchen zusammengesetzten Körper mit 1 Atome des positiven Körpers mehrere Atome des negativen verbunden, so zeigt man die Zahl der letzteren durch eine wie ein Exponent zur Rechten angehängte Ziffer an, z. B. FeS<sup>2</sup> Schwefelkies (1 At. Eisen und 2 At. Schwefel); HgCl<sup>2</sup> Quecksilberchlorid, Sublimat; CH<sup>4</sup> Kohlenwasserstoffgas; HC<sup>2</sup> ölbildendes Gas; SO unterschweflige Säure; SO<sup>2</sup> schweflige Säure; S<sup>5</sup> Unterschweifelsäure; SO<sup>5</sup> Schwefelsäure. Eine Ziffer zur Linken multiplicirt die Atome, z. B. 2SO<sup>5</sup> bedeutet 2 Atome Schwefelsäure.

In den Formeln für zusammengesetzte Körper der zweiten Ordnung werden die Atome der zusammengesetzten Körper der ersten Ordnung durch das + Zeichen verbunden, z. B. KO + SO<sup>5</sup> schwefelsaures Kali; KO + 2SO<sup>5</sup> zweifach schwefelsaures Kali; CuO + SO<sup>5</sup> schwefels. Kupferoxyd; FeO<sup>5</sup> + 3SO<sup>5</sup> schwefels. Eisenoxyd. Wenn man aber die Zusammensetzung eines Doppelsalzes ausdrücken will, und, da diese gewöhnlich nichts anderes sind als Sauerstoffsalze oder Schwefelsalze, das Zeichen des Sauerstoffes mit vielerlei Exponenten also zu oft vorkommen würde, so bezeichnet man in den Sauerstoffsalzen die Anzahl der Sauerstoffatome mit Punkten, in den Schwefelsalzen die Atome des Schwefels mit Kommaten, z. B. K<sup>••</sup> salpeters. Kali; Cu<sup>••</sup> schwefels. Kupferoxyd; Fe<sup>••</sup> S<sup>••</sup> schwefels. Eisenoxyd; Na<sup>••</sup> + 10Aq. schwefelsaures Natron mit 10 Atom. Krystallwasser. Um zusammengesetzte Körper der dritten Ordnung in diese Formeln zu bringen, werden die zusammengesetzten Atome der zweiten Ordnung durch das + Zeichen verbunden, so z. B. K<sup>••</sup> S<sup>••</sup> + Al<sup>••</sup> S<sup>••</sup> der wasserfreie, und K<sup>••</sup> S<sup>••</sup> + Al<sup>••</sup> S<sup>••</sup> + 24H, der krystallisirte Alaun. Zu Formeln für zusammengesetzte Körper der vierten Ordnung werden die zusammengesetzten Atome der dritten Ordnung eingeklammert, und durch das + Zeichen verbunden,

z. B.  $(K\ddot{S} + \ddot{A}i\ddot{S}^s + 24H) + (Na\ddot{S} + 10H)$  krystallisirter Alaun mit krystallisirtem Glaubersalz.

Bei den Schwefelsalzen werden, wie erwähnt, die Atome Schwefel durch ein Komma bezeichnet, z. B.  $\overset{\cdot}{K}$  Schwefelkalium;  $\overset{\cdot}{K}\overset{\cdot}{M}o$  molybdänschwefliges Schwefelkalium, in welchem das Schwefelkalium (die Base) 1 Atom, das Schwefelmolybdän (die Säure) 3 Atome Schwefel enthält, der elektro-positive Bestandtheil macht also auch hier, wie bei den Sauerstoffsalzen, den Anfang der Formel.

Die Pflanzensäuren werden durch den Anfangsbuchstaben der lateinischen Benennung mit einem darüber gesetzten horizontalen Striche bezeichnet, z. B.  $\overset{\cdot}{A}$  Essigsäure,  $\overset{\cdot}{B}$  Boraxsäure,  $\overset{\cdot}{C}$  Citronensäure,  $\overset{\cdot}{O}$  Oxalsäure,  $\overset{\cdot}{T}$  Weinsäure u. s. w.

Man hat auch die Zusammensetzungen der organischen Natur den stöchiometrischen Gesetzen unterzuordnen versucht, jedoch ohne günstigen Erfolg. Hier enthalten die zusammengesetzten Körper der ersten Ordnung in der Regel 3 Bestandtheile — Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff — zu denen sich in den thierischen Gebilden noch der Stickstoff als vierter Bestandtheil gesellet, und diese scheinen sich in allen Verhältnissen mit einander verbinden zu können, ohne daß einer die Rolle der Einheit zu übernehmen braucht. Am meisten Bestimmtheit in dem Verhältnisse der einfachen Bestandtheile findet man noch in den organischen Säuren, welche daher in ihren weitern Verbindungen mit Salzbasen die bestimmten Proportionen, wie die Säuren organischen Ursprungs, befolgen.

Ist nun auch die Anwendung der Stöchiometrie beinahe auf die Verbindungen anorganischer Stoffe beschränkt, so gewährt sie doch hier dem ausübenden Chemiker große Vortheile. Weiß man die stöchiometrischen Zahlen aller einfachen Stoffe, so kann man, wie wir gesehen haben, leicht die stöchiometrischen Zahlen für alle zusammengesetzten Körper berechnen, wenn man ihre Bestandtheile kennt, und zugleich weiß, wie viele Atome von jedem Bestandtheile sie enthalten. Aus solchen stöchiometrischen Tafeln kann man dann vermittelst der einfachen Regeln de Tri berechnen: a) wie viel ein gegebenes Gewicht eines Körpers von jedem andern zu einer bestimmten Verbindungsstufe bedarf, b) Wie viel ein gegebenes Gewicht eines zusammengesetzten Körpers von jedem seiner Bestandtheile enthält, und c) wieviel zur Zerlegung eines zusammengesetzten Körpers mittelst der einfachen

oder mehrfachen Wahlverwandtschaft von jedem zur Zerlegung angewandten Körper erforderlich wird.

## B e i s p i e l e.

Es sollen 20 Pfund Quecksilber in Zinnober verwandelt werden, wie viel Schwefel ist hierzu nöthig? Der Zinnober ist zusammengesetzt aus 1 Doppelatom Quecksilber und 1 Doppelatom Schwefel; die Mengen Quecksilber und Schwefel, welche sich mit einander verbinden sollen, verhalten sich also, wie die stöchiometrischen Zahlen der Doppelatome des Quecksilbers und des Schwefels, also mit Hinzueinsetzung der Brüche:  $2531 : 402 = 20 : 3,138$  d. h. 20 Pfund Quecksilber erfordern 3,138 Pfund oder 3 Pfund 5 bis 6 Loth Schwefel, um in Zinnober umgewandelt zu werden.

Wie viel Vitriolöl von 1,850 spec. Gewicht kann durch das Verbrennen von 100 Pfund erhalten werden?

1 At. Schwefel = 201,165 + 3 At. Sauerstoff = 300 + 1 At. Wasser = 112,4796 bilden das Vitriolöl von 1,850 spec. Gew. = 613,6. Wenn demnach 201 Schwefel 613,5 Vitriolöl geben, so werden 100 Pfund Schwefel 305 Pfund Säure von dem angegebenen spec. Gew. gewinnen lassen, nämlich  $201 : 613,613,5 = 100 : 305$ .

Wie viel wasserfreie Schwefelsäure ist in 77 Loth Vitriolöl enthalten?

613,6 Vitriolöl enthalten 112,5 Wasser, 77 Loth enthalten also 14 Loth 16,3 Gran Wasser, nämlich  $613,6 : 112,5 = 77 : 14,12$ .

Man erhält bei einer Analyse 52 Gran kohlenfauren Kalks; wie viel ist darin reiner Kalk, und wie viel Kohlenensäure enthalten?

Der kohlenfaure Kalk besteht aus 1 At. Kalk = 356 + 1 At. Kohlenensäure 276 = 632.

$632 : 356 = 52 : 29,32$ , d. h. die Menge des in 52 Gran kohlenf. Kalks enthaltenen reinen Kalks ist 29,32. Zieht man das Gewicht desselben von dem Gewichte des Ganzen ab, so erhält man die Menge der Kohlenensäure, also  $52 - 29,32 = 22,68$ .

Aus einer salpeter- oder salzf. Auflösung eines Minerals hat man durch Zusatz von Schwefelsäure 79,4 schwefels. Baryt erhalten; wie viel Baryt war in dem Mineral?  $1458,045 : 956,88 = 79,4 : 52,1$ . 52,1 ist also die Menge des in dem Mineral enthaltenen Baryts.

Man soll 128 Loth reinen Salmiak durch reinen Kalk zerlegen, um das Ammoniak abzuschcheiden, wie viel Kalk ist hiezu erforderlich?

Der Salmiak besteht aus 1 Atom Ammoniak = 214,4748 + 1 Atom Salzsäure = 455,1296 (1 Doppelatom Chlor = 442,650 + 1 At. Wasserstoff = 12,4796), der Salmiak erhält also die Zahl 669,6. Das in dem Salmiak enthaltene Atom Salzsäure erfordert 1 At. Kalk = 356,019 (der stöchiometrische Werth des Salmiaks wird hier also durch den stöchiometrischen Werth der Salzsäure bestimmt), also  $669,6 : 356 = 128 : 68$ ; es werden demnach 68 Loth reiner Kalk zu Zersetzung von 128 Loth Salmiak erforderlich seyn. Hierbei wird man, da 669,6 Salmiak 214,4748 Ammoniak enthalten, aus den 128 Loth Salmiak 40,9 Loth Ammoniakgas erhalten.

Aus 100 Pfund krystallisirtem Bleizucker soll durch Schwefelsäure die Essigsäure ausgeschieden werden; wie viel Vitriolöl von 1,850 spec. Gew. ist hiezu erforderlich? Das Atomgewicht des krystallisirten Bleizuckers haben wir bei den zusammengesetzten Körpern der dritten Ordnung 2375,122 gefunden; das darin enthaltene Atom Bleioxyd erfordert 1 Atom trockne Schwefelsäure = 501,165, oder 1 Atom Vitriolöl von 1,850 spec. Gewicht 613,6446.  $2375,122 : 613,6446 = 100 : 25,8$ , oder 100 Pfund Bleizucker erfordern 25 Pfund  $25\frac{1}{2}$  Loth Vitriolöl.

Man will krystallisirten Bleizucker und schwefelsaures Kali sich durch gegenseitige Verwandtschaft zersetzen lassen, um als Niederschlag Schwefel. Bleioxyd und in der Auflösung essigf. Kali zu erhalten, und bestimmt hiezu 15 Pfund Bleizucker; wie viel Schwefel. Kali muß angewandt werden?  $2375,122 : 1092,081 = 15 : 6,9$  oder 6 Pfund 28,8 Loth Schwefel. Kali sind zur Erreichung des Zweckes erforderlich.

32 Loth krystallisirter Bleizucker sollen durch krystallisirten Alaun zerlegt werden.  $2375,122 : 5936,406 = 32 : 79,98$ , es müssen also 79,98 Loth Alaun mit dem Bleizucker vermischt werden.

Um das zeitraubende Rechnen zu ersparen, hat man die stöchiometrischen Tabellen mit logarithmischen Rechenstäben verbunden. Diese chemischen Rechenstäbe oder Aequivalenten-Scalen haben in der Mitte ein verschiebbares Lineal, auf welchem sich Eintheilungen befinden, die so geordnet sind, daß die Zahlen, welche gleichen räumlichen Abständen entsprechen, auch immer in demselben geometrischen Verhältnisse stehen. Solche stöchiometrische Tafeln, z. B. von Scholz, sind sehr zu empfehlen.

Die Verbindungen nach stöchiometrischen Gesetzen erfolgen aber, wie wir gesehen haben, nur bei denjenigen anorganischen Körpern, welche chemische Verwandtschaften gegen einander haben, und je stärker diese sind, desto bestimmter treten die stöchiometrischen Gesetze hervor. Die chemische Verwandtschaft der Körper aber beruht auf dem entgegengesetzten elektrischen Verhalten, welches als freie Elektricitäten zur Aeußerung gelangt, wenn die Körper nahe daran sind, sich zu verbinden, und deren Stärke in dem Maße steigt, als sie sich der Temperatur, bei welcher die Verbindung vor sich gehen wird, nähern, bis in dem Augenblicke der Vereinigung selbst die Elektricitäten mit einer Temperaturerhöhung, die oft bis zum Ausbrechen von Feuer geht, durch Ausgleichung verschwinden. Die geschehene Verbindung kann nur dadurch aufgehoben, und die Bestandtheile der Verbindung können nur dadurch von einander getrennt werden, daß stärkere elektrische Kräfte, als diejenigen, welche bei der Verbindung zur Ausgleichung gelangten, auf den damals hervorgegangenen Körper einwirken, z. B. die Zersetzung des Wassers in Sauerstoffgas und Wasserstoffgas. Das Wasser giebt uns ein sprechendes Beispiel der bei der Bildung desselben aus seinen Bestandtheilen geschehenen völligen Ausgleichung der Elektricitäten, welche in dem — elektrischen Sauerstoffe und in dem + elektrischen Wasserstoffe, mittelst des durch das Gasgemische hindurchschlagenden elektrischen Funkens — des zur Ausgleichung gelangenden Elektricum — gleichfalls zur Ausgleichung disponirt werden, und so ganz und gar verschwinden, daß das Resultat dieser Verbindung, das Wasser, ein elektrisch indifferenten Körper ist, der aber durch die Wirkung der Elektricitäten wieder in den — elektrischen Sauerstoff und in den + elektrischen Wasserstoff geschieden wird, daher ersterer an dem + Pole, letzterer an dem — Pole der elektrischen Säule auftritt. Wenn nun aber bei den chemischen Verbindungen die entgegengesetzten Elektricitäten zur Ausgleichung gelangen, und dieses als die bedingende Ursache jeder chemischen Verbindung angesehen wird, so erscheint die Entstehung der Basen und der Säuren, deren große Geneigtheit zu chemischen Verbindungen bekannt ist, denen also gleichfalls ein nur mehr entgegengesetztes elektrisches Verhalten zukommt, und die dieses auch wirklich äußern, je größer ihre gegenseitige Verwandtschaft ist, je geneigter sie zu chemischen Verbindungen sind, unerklärt, oder vielmehr dem elektro-chemischen Systeme entgegen. Daß dem aber wirklich so sey,

geht aus Becquerel's Versuchen mit völliger Gewissheit hervor. Um auch geringe Spuren von freierwerdender Elektrizität zu entdecken, ist der elektro-magnetische Multiplikator sehr geeignet, indem bei freierwerdender Elektrizität eine in der Mitte des Multiplikators aufgehängte recht bewegliche Magnetnadel sogleich zur Abweichung gebracht wird. Becquerel brachte nun in das mit dem einen Ende des Multiplikators verbundene Platinöffelchen etwas Kali, übergoss dieses mit Säure, und tauchte, während das Kali von der Säure aufgelöst wurde, in diese selbst das andere Ende des Multiplikators, und sogleich wurde die Magnetnadel zur Abweichung gebracht, weil die bei der Auflösung des Kalis in der Säure frei werdenden Elektrizitäten den Multiplikator durchströmten, um an den beiden entgegengesetzten Enden desselben zur Ausgleichung zu gelangen. Es werden also, wenn Vasen mit Säuren in Berührung kommen, die entgegengesetzten Elektrizitäten frei, die erst in dem Momente der Verbindung selbst zur Ausgleichung gelangen, welches, wie bekannt, bei einigen, als Magnesia mit Schwefelsäure, mit Feuererscheinung geschieht. Woher kommen nun aber diese entgegengesetzten elektrischen Kräfte bei den Vasen und Säuren, bei denen doch, als in Folge einer chemischen Verbindung entstandenen Körpern, die diese chemische Verbindung bedingenden und bewirkenden elektrischen Kräfte zur Ausgleichung gelangten, wie bei dem Wasser, die aber, weit entfernt, sich so elektrisch indifferent zu zeigen wie dieses, deutlich ein entgegengesetztes elektrisches Verhalten, oft von großer Stärke, erkennen lassen? Wenn wir nun diese Frage nicht mit völliger Gewissheit beantworten können, so müssen wir uns mit Vermuthungen begnügen, die jedoch um so mehr an Wahrscheinlichkeit gewinnen, je mehr sie mit den übrigen Naturerscheinungen übereinstimmen, und jemehr jene Erscheinungen uns bei Annahme derselben erklärlich werden.

Ein Körper kann nicht elektrisch werden, ohne daß sich die beiden Elektrizitäten offenbaren, sey es in verschiedenen Theilen desselben Körpers, oder wenigstens in seinem Wirkungskreise. Wenn sich die Elektrizitäten in einem ein Zusammenhängendes bildenden Körper einzeln zeigen, wie in dem erwärmten Turmalin, so finden sie sich immer in zwei entgegengesetzten Punkten dieses Körpers concentrirt, und sein elektrischer Zustand hat dann vollkommen dieselbe Polarität wie ein magnetischer Körper, und wir können uns von freier Elektrizität nicht anders einen Begriff machen, als in Folge einer solchen Polarität.

Aber diese Polarität müssen auch die kleinsten Theilchen eines Körpers haben; denn es läßt sich nicht ein Theil eines elementaren Körpers denken, der nicht die Eigenschaften des Ganzen habe. Jedes der Atome, aus denen die Körper bestehen, besitzt also, wie wir uns vorstellen können, eine elektrische Polarität, von welcher die elektrochemischen Erscheinungen bei ihrer Vereinigung abhängen, und deren ungleiche Intensität die Ursache des Kraftunterschieds ist, womit sie ihre Verwandtschaften äußern.

Diese allgemeine elektrische Polarität kann uns nicht die Erscheinungen der specifischen Elektricitäten erklären, von welchen das Erscheinen der elektro-positiven und elektro-negativen Körper — der Basen und der Säuren — abhängt, wir werden aber eine mögliche und wahrscheinliche Erklärung in den zuerst von Erman bemerkten unipolaren Leitern der Elektricität finden, von denen es positiv unipolare und negativ unipolare giebt. So leiten z. B. die Flammen des Weingeistes, des reinen Wasserstoffgases, der Naphtha, der fetten und ätherischen Oele, mit einem Worte, alle Flammen, die aus entzündetem Kohlenwasserstoffgase bestehen, bei damit geschlossener Kette, bloß die Kraft des positiven Poles ab, und isoliren vollkommen den negativen Pol. Dagegen ist die Flamme des reinen Phosphors im Kreise der Volta'schen Säule negativ unipolar leitend, indem bei ihrer Berührung mit einem Ableiter bloß der negative Pol der Säule seine elektrische Spannung verliert, und dagegen der positive Pol in seiner vollen Energie bleibt. Eben so verhalten sich unter den festen Körpern trockne Seife und gehörig getrockneter Eiweißstoff. Stellen wir uns nun vor, daß in den kleinsten Theilen eines Körpers eine ähnliche specifische Unipolarität bestehe, in Folge deren der eine Pol der Elektricität vorherrschend ist, ohngefähr auf dieselbe Art, wie der eine Pol eines Magnets viel stärker seyn kann als der andere, so werden wir jetzt recht gut begreifen können, wie bei dem einen Körper die positive, bei dem andern die negative Elektricität, worauf ihre verschiedenen chemischen Eigenschaften, die Basicität und die Acidität, beruhen, vorherrschen könne, wie Basen und Säuren entstehen können. So wenig wir jedoch die Ursache angeben können, warum die Flamme des Weingeistes ic. positiv unipolar, die Flamme des Phosphors aber negativ unipolar sich zeige bei den Versuchen an der Elektrirmaschine, eben so wenig können wir die positive Unipolarität der Basen und die negative Unipolarität der Säuren erklären, und wir

müssen uns mit der Erkenntniß begnügen, daß diese Erscheinungen sich wirklich zeigen.

Aber diese specifische Unipolarität allein erklärt nicht alle Phänomene. Wir sehen, daß sich zwei elektro-negative Körper, wie der Sauerstoff und der Schwefel, auf eine viel innigere Art verbinden, als z. B. der Sauerstoff und das Kupfer, obgleich letzteres, dem ersteren mehr elektrisch entgegengesetzt, elektro-positiv ist; es ist hier also auch noch die Intensität der Polarität zu berücksichtigen. Bestimmte Körper sind einer intensiveren Polarisation fähig, als andere, und müssen daher ein stärkeres Bestreben haben, die Elektrizität, welche in ihren Polen vertheilt ist, zu neutralisiren, d. h. einen größern Verwandtschaftsgrad als die andern Körper, so daß dieser letztere eigentlich in der Intensität der Polarisation besteht. Daher verbindet sich der Sauerstoff eher mit dem Schwefel als mit dem Blei; denn wenn auch die beiden ersteren dieselbe Unipolarität haben, so neutralisirt doch der positive Pol des Schwefels eine größere Quantität von negativer Elektrizität in dem vorherrschenden Pole des Sauerstoffs, als der positive Pol des Bleies neutralisiren kann.

Der Grad von elektrischer Polarität der Körper scheint kein constanter zu seyn, sondern hängt von der Temperatur ab, durch welche er sich vermehrt, und durch deren Modificationen er Veränderungen erleidet. Viele Körper, die bei gewöhnlicher Temperatur der Luft nur eine sehr schwache Polarität zu haben scheinen, erlangen bei der Rothglühhitze eine sehr starke, wie z. B. die Kohle. Andere dagegen haben eine sehr schwache Polarisation, welche ihren höchsten Grad bei niedrigeren Temperaturen erreicht, und einige verlieren sie selbst gänzlich bei höheren Wärmegraden, wie z. B. das Gold, Silber, Quecksilber. Hierdurch begreifen wir, wie es kommt, daß der Phosphor sich bei niedrigen Temperaturen oxydirt, während dabei die Kohle und der Schwefel keine Veränderung erleiden. Auch sehen wir hierdurch ein, warum Körper, welche bei erhöhten Temperaturen Verbindungen bilden, die mit der größten Kraft zusammenhalten, bei geringeren Hitzegraden gar keine Verbindung auf einander äußern, weil nämlich die zu ihrer Verbindung nöthige Intensität von Polarisation nur bei höheren Temperaturen erregt wird. Wir können dadurch deutlich die Ursachen erkennen, durch welche die Verwandtschaften der meisten Körper nur erst bei hohen Temperaturen wirklich zu werden anfangen. Ist die elektro-chemische Neutralisation einmal vor sich gegang-

gen, so kann sie nur durch elektrische Kräfte wieder aufgehoben werden. Woher es komme, daß die Temperatur die elektrische Polarität erhöht, wissen wir nicht, aber es ist diese Erscheinung so oft beobachtet worden, daß wir mit unsern Instrumenten eine polare Elektrizität haben entdecken und messen können, und dieser positive Beweis ist der Leitfaden für unsere Vermuthungen hinsichtlich der Polarität der Atome.

Da jedes polarisirte Atom einen der Intensität seiner Polarisation proportionalen Wirkungskreis haben muß, so folgt daraus, daß nur innerhalb dieser Sphäre die Vereinigung stattfinden kann, und daß, wenn die polarisirten Partikeln durch zu große Abstände von einander getrennt sind, sich ihre gegenseitige Wirkung verhältnißmäßig vermindert; es müssen also, damit eine Verbindung zwischen den polarisirten Partikeln vor sich gehen könne, wenigstens die des einen Körpers beweglich seyn, und mit einer gewissen Leichtigkeit den andern ihre entgegengesetzten Pole zuwenden können. Diese Beweglichkeit findet nur hauptsächlich in den Flüssigkeiten statt. Daher hat der alte chemische Spruch: „Corpora non agunt nisi fluida“ seine Gültigkeit; daher verbinden sich die flüssigen Körper leicht und fast bei allen Temperaturen, und bei festen Körpern muß wenigstens der eine in den flüssigen Zustand versetzt werden; die gasförmigen dagegen, deren polarisirte Atome durch Entfernung sich wenig berühren, bedürfen meistens der Beihülfe der Wärme, und sie verlieren ihre gegenseitige elektro-chemische Wirkung ganz, wenn sie verdünnt, und folglich ihre Theilchen noch weiter von einander entfernt sind. So bedarf z. B. ein sehr verdünntes Gemenge von Sauerstoffgas und Wasserstoffgas zur Entzündung und zum Fortbrennen eine viel höhere Temperatur, als wenn es dem atmosphärischen Drucke ausgesetzt ist, weil der Abstand zwischen den Sauerstoff- und Wasserstoffatomen ihren gewöhnlichen Wirkungskreis übersteigt.

Bei den oxydirten Körpern hängen die elektro-chemischen Eigenschaften fast immer ausschließlich von der Unipolarität ihres elektro-positiven Elements, d. h. von ihrem Radical ab; das Oxyd ist gewöhnlich elektro-negativ in Beziehung auf andere Oxyde, wenn sein Radical in Beziehung auf ihre Radicale negativ ist, und eben so umgekehrt. Schwefelsäure ist gegen alle metallische Oxyde elektro-negativ, weil der Schwefel gegen alle Metalle negativ ist. Die Oxyde von Kalium, Natrium, Zink ic. dagegen sind gegen alle oxy-

dirten Körper elektro-positiv, gegen deren Radicale Kalium, Natrium, Zink u. positiv sind. Ein sauermachendes Princip, wie man nach Lavoisiers System in dem Sauerstoffe annahm, ist also in demselben nicht vorhanden, da er eben so gut in die Zusammensetzung der stärksten Salzbasen oder der elektro-positiven Oxyde, als in die der stärksten Säuren oder der elektro-negativen Oxyde eingeht. Bisweilen ist es der Fall, daß ein positives Oxyd durch eine höhere Oxydation, durch Aufnahme einer größeren Menge des negativen Sauerstoffs, an seinen elektro-positiven Eigenschaften verliert, an seinen elektro-negativen aber gewinnt, daß es die Reihen der Basen verläßt und in die Reihe der Säuren tritt, z. B. das Zinnoxid, die Mangansäure; bei den stärksten Basen aber, wie bei Kali und Natron, kann wohl ein hinzukommender Antheil Sauerstoff die positive Reaction zerstören, ohne jedoch eine negative hervorzubringen. Die oxydirten Körper werden demnach bei ihrer Anordnung zu einer Reihe nach elektro-chemischen Grundsätzen im Allgemeinen dieselbe Reihenfolge beobachten, wie die radicalen Elemente derselben. So wie also dort jedes dem Kalium näher stehende Element gegen das dem Sauerstoffe näher stehende elektro-positiv, gegen das dem Kali noch näher stehende Element negativ ist, so daß also im strengen Sinne keine Eintheilung der Körper in elektro-positiv und elektro-negativ möglich ist, eben so wird auch jeder dem Kali nächststehende oxydirte Körper gegen die oxydirten Körper der entgegengesetzten Richtung positiv, d. h. als Base, gegen die dem Kali noch näher stehenden aber negativ-elektrisch, d. h. als Säure, sich zeigen. Es wird uns nun also nicht mehr befremden, wenn wir einen und denselben oxydirten Körper bald als Base, bald als Säure auftreten sehen, indem das elektro-chemische Verhalten der Körper durch die elektro-chemischen Eigenschaften derjenigen Körper, mit welchen sie eine Verbindung eingehen, bedingt wird. So gering wohl sonst die Frage zu achten, so leicht dieselbe zu beantworten war: „was ein Alkali, was eine Säure sey?“ so schwierig, ja so unmöglich ist die Beantwortung dieser Frage jetzt, und wir können nur sagen, in diesem speciellen Falle ist B die Base, C die Säure, welches C aber gegen D wieder als Base, so wie B gegen A als Säure auftreten kann. So sind die Oxyde der eigentlichen Metalle gegen die starken Säuren Basen, gegen die Alkalien Säuren, z. B. die Oxyde des Antimons, Zinns, Bleis, Zinks u. s. w.

Liegt dem Vorgetragenen eine richtige Idee von der Beziehung der Körper mit der Elektrizität zum Grunde, so folgt daraus, daß Das, was wir chemische Verwandtschaft nennen, mit allen ihren Abänderungen nichts anderes ist, als die Wirkung der elektrischen Polarität der Partikeln, und daß die Elektrizität die erste Ursache aller chemischen Thätigkeit ist; daß sie die Quelle des Lichts und der Wärme ist, von denen der den Raum erfüllende strahlende Licht- und Wärmestoff vielleicht nur Modificationen sind, und daß sie sich, durch verschiedene noch unbekannte Ursachen, bald als Wärme, bald als vertheilte Elektrizität offenbart, daß sie aber im letztern Falle mit Hervorbringung von Licht und Wärme verschwindet. Von großer Bedeutung sind die von Becquerel und Pouillet (Poggend. Ann. 1827. II. S. 417) über diesen Gegenstand angestellten Untersuchungen. Pouillet brachte einen Cylinder von Kohle auf die Platte eines Condensators, zündete die obere Basis des Cylinders an, und unterhielt das Verbrennen durch einen mäßigen Luftstrom. In wenig Augenblicken war der Condensator geladen, und zwar war in demselben negative Elektrizität entwickelt, die durch das Verbrennen gebildete Kohlensäure dagegen, die in der Höhe von einigen Zollen mit einer zweiten, mit dem Condensator in Verbindung stehenden Messingplatte aufgefangen wurde, entwickelte positive Elektrizität. Auch durch anderweitige Versuche über die Elektrizität bei chemischen Verbindungen wurde Pouillet zu der Annahme geführt, daß, wenn die beiden sich verbindenden Elemente Elektrizität entwickeln, eins derselben die +, und das andere die — Elektrizität entwickle, und daß umgekehrt, wenn sie sich trennen, jedes derselben die verlorne Elektrizität wieder annehmen müsse.

Ferner wurden von Pouillet Versuche angestellt über die durch die Pflanzen erregten Elektricitäten, aus denen gefolgert wird, daß die Wirkung der Pflanzen auf den Sauerstoff der Luft eine der anhaltendsten und mächtigsten Ursachen der Elektrizität in der Atmosphäre ist, indem die Kohle, welche zum Wachsthum der Pflanzen verbraucht wird, nicht weniger Elektrizität entwickelt, als die, welche frei verbrennt; es wird nämlich + Elektrizität erregt, und zwar in einem solchen Grade, wie Pouillet's Versuche zu beweisen scheinen, daß auf einer mit Gewächsen bedeckten Fläche von 100 Quadratmetern in einem Tage so viel Elektrizität erregt wird, als zur Ladung der stärksten elektrischen Batterie nöthig ist.

Pouillet ließ in einem auf der Platte des Condensators befindlichen rothglühenden Platintiegel reines Wasser verdampfen, und konnte auch nicht die geringste Spur von Electricität erhalten. Reine und krystallisirbare Essigsäure, Schwefelsäure und Salpetersäure, sehr rein und höchst concentrirt, verhielten sich durchaus wie das Wasser. Wurden aber Lösungen von Strontian, Kalk, Baryt, Natron, Kali u. s. w. in dem Tiegel verdampft, so zeigte sich Electricität und bald in ziemlicher Stärke. Diese Electricität war positiv; das Wasser also, welches verdampfte, war negativ. Wurde statt der fixen Alkalien dem Wasser Ammoniak beigemischt, welches sich rasch verflüchtigte, so wurde auch hier Electricität und in sehr großer Menge entwickelt; diese war aber hier der früheren entgegen gesetzt, sie war nämlich negativ im Apparate, die positive Electricität muß sich also mit dem Ammoniak oder Wasserdampf erhoben haben. Wenn man dem desillirten Wasser  $\frac{1}{10}$  oder selbst noch weniger Schwefelsäure hinzusetzt, und mit dieser Lösung experimentirt, so findet man Electricität, welche reines Wasser nicht giebt, und diese Electricität ist negativ. Bei dieser durch Wärme bewirkten Scheidung des Wassers von einigen Theilchen Schwefelsäure muß also Electricität erregt werden, wie Wärme erregt wird. Denselben Erfolg gab die mit Wasser in verschiedenen Verhältnissen vermischte Essigsäure, und eben so die übrigen Säuren. Die löslichen Salze verschiedener Art, z. B. kohlenf., schwefels., salpeterf., essigs. u. s. w., sie mögen neutral, basisch oder sauer seyn, verhalten sich sämmtlich eben so; immer ist die Electricität, welche sie dem Apparate geben, negativ.

Pouillet hat endlich Versuche mit Tiegeln von verschiedenen Substanzen angestellt. Wurde Wasser in einem eisernen Tiegel verdampft, so wurde Electricität, und zwar die negative, erhalten, wobei sich zugleich das Eisen sehr sichtlich oxydirte. Das Eisen muß aber in der That negativ elektrisch werden, wenn es sich durch Zersetzung des Wassers oxydirt. Um starre Körper, wie Oxyde oder Salze, zu zersetzen, bediente Pouillet sich der Linse des Herrn Fresnel. Die Anzeigen von Electricität, die erhalten wurden, waren im Allgemeinen weit schwächer als die früher erhaltenen, doch dienten sie, die wichtigsten der obigen Versuche zu bestätigen, und die Ueberzeugung zu geben, daß die Oxyde, die sich in der Hitze reduciren, wie andere Körper bei ihrer chemischen Zersetzung, El. geben.

Pouillet zieht aus seinen Versuchen folgende Resultate: 1) die Gase entwickeln bei ihrer Verbindung unter sich oder mit einem flüssigen oder starren Körper Electricität. 2) Der Sauerstoff entwickelt dabei immer positive Electricität, die brennbaren Körper dagegen negative El. 3) Bei der Trennung einer Verbindung befindet sich jeder ihrer Bestandtheile in einem dem bei der Vereinigung entgegengesetzten elektrischen Zustande, da ihm die zuvor von ihm entwickelte Electricität fehlt.

Auf welche Weise aber der elektrische Zustand der Körper hervorgerufen werde, diese Frage ist nicht mit Gewißheit zu entscheiden. Nach Volta wird in der elektrischen Säule, durch Berührung der verschiedenen Metalle und anderer Stoffe, die Electricität hervorgerufen (Contact-*Electricität*), und die Flüssigkeit in der Säule wirkt nur als Leiter der Electricität, und nur die Leitungsfähigkeit der verschiedenen Flüssigkeiten ist verschieden, so daß reines Wasser ein schlechter, Salzaufösungen bessere, die Säuren aber die besten Leiter sind. Pohl hat dagegen in vielen Aufsätzen und Schriften die Grundansicht geltend zu machen gesucht, daß nicht das Metall, sondern die Flüssigkeit als das überwiegend thätige Glied in der elektrischen Säule auftrete; daß nicht die Electricität, sondern der chemische Proceß das Hauptmoment der Wirksamkeit der Kette sey, und daß Electricität und Magnetismus nichts als modificirte polare Thätigkeitsformen des Chemismus selbst seyen. Die von Pohl gegebenen Bestimmungen über das Positive und Negative (deren Bedeutungen von ihm umgekehrt werden), sind nur accidentelle Folgerungen. Sowie im Magnetismus der Kette kein Punkt ausschließlich nord- oder südpoler, sondern in beiden Thätigkeitsrichtungen zugleich, nur nach entgegengesetzten Seiten hin, begriffen gedacht werden muß, so ist auch die chemische Thätigkeitsrichtung der geschlossenen Kette ein solches relatives + —, vermöge dessen jeder Punkt, wenn er nach einer Seite hin positiv thätig ist, nach der entgegengesetzten hin ein negatives Verhalten äußern muß. Jedes Metallblättchen, in die Flüssigkeit der Kette eingeschoben, constatirt diese Ansicht, indem es, auch beim Minimum der Dicke, auf der einen Seite das Hydrogen entbindet, während es auf der andern oxydirt wird, oder das Oxygen hervorruft. Das Zink ist gegen das Kupfer positiv, folglich ist es auf der andern Seite gegen die Flüssigkeit negativ, und vice versa das Kupfer. An der negativen Seite des Zinks muß also in der

durch Wasser geschlossenen galvanischen Kette der positive Bestandtheil des Wassers, an der positiven Seite des Kupfers der negative Bestandtheil des Wassers ausgeschieden werden (daher die Umkehrung der Benennungen von + und - von Pohl).

Nobili (Schw. Jahrb. XXIII.) hat die (nicht haltbare) Ansicht aufgestellt, daß die Elektrizität auf Erregung der Wärme beruhe, mit dieser identisch sey, und daß die Intensität der Elektrizität wachse im Verhältniß der Temperaturunterschiede. Becquerel (Poggend. Ann. 1828. I.) hat gezeigt, daß auch durch den bloßen Druck Elektrizität erregt wird. Reibung ist eigentlich eine ununterbrochene Reihe von Drücken. Auch beim Spalten regelmäßig krystallisirter Körper entsteht Elektrizität, es ist jedoch wesentlich, daß der Krystall rein gespalten sey, denn wenn er gerissen oder gebrochen wird, so zeigt sich keine elektrische Wirkung, indem dann nicht einige Blättchen die eine, die andere die entgegengesetzte Elektrizität annehmen, wogegen bei den rein gespaltenen Krystallen jede Hälfte verschiedene Elektrizität zeigt, wie bei den dem Drucke unterworfen gewesenen Platten, wenn sie rasch getrennt werden.

Wenn es nun erfahrungsmäßig begründet ist, daß sowohl durch Contact ungleichartiger Körper, so wie durch Druck, Reibung, Temperatur-Erhöhung oder Erniedrigung gleichartiger Körper, durch Veränderung des Aggregatzustandes, wenn z. B. ein flüssiger Körper in den gasförmigen oder festen Zustand übergeht, durch chemische Einwirkung und durch andere, vielleicht noch nicht bekannte Ursachen Elektrizität erregt wird, so möchte daraus nur folgen, daß Elektrizitätserregung nicht einer Ursache ausschließlich zugeschrieben werden müsse, und daß kein Widerspruch darin enthalten sey, den entgegengesetzten elektrischen Zustand der Körper als das Bedingende des chemischen Aufeinanderwirkens anzunehmen, wenn auch umgekehrt die Elektrizität als durch den chemischen Proceß hervorgerufen erscheint, bevor nämlich die entgegengesetzten Kräfte wirklich zur Ausgleichung gelangen.

Der elektro-chemischen Theorie nach ist also jede chemische Wirkung ein elektrisches Phänomen, das auf der elektrischen Polarität der Theilchen der Körper beruht. Alles, was Wirkung der sogenannten Wahlverwandtschaft zu seyn scheint, wird nur durch eine elektrische Polarität bewirkt, welche in einigen Körpern stärker als in andern vorhanden ist. Wird z. B. die Verbindung AB durch den

Körper C zerlegt, der zu A eine größere Verwandtschaft hat als B, so muß C eine größere Intensität von elektrischer Polarität als B haben; hierdurch entsteht vollkommnere Neutralisation zwischen A und C als zwischen A und B, welche von einer so großen Temperaturerhöhung begleitet seyn kann, daß Feuer erscheint. B erscheint dann wieder mit seiner ursprünglichen Polarität. Wenn von diesen drei Körpern A die schwächste Polarisation hat, so wird B ebenfalls durch C ausgetrieben werden, aber ohne bemerkbare Temperaturerhöhung, und nur allein durch das größere Neutralisierungsbestreben von C, welches stärker polarisirt ist als B. Wenn sich zwei Körper AB und CD gegenseitig so zerlegen, daß sich daraus zwei andere Körper AD und CB bilden, so wird die elektrische Polarisation auf gleiche Weise in den letzteren Verbindungen besser neutralisirt seyn, als in den ersteren. Doch hängt die Wirkung nicht allein von dem Grade der Polarisation der Körper, sondern auch noch von anderen Umständen ab.

Ein Körper, der sich bald als elektro-positiver, bald als elektro-negativer mit andern zu verbinden vermag, kann aus der ersten Verbindung nur durch positivere Körper, und aus der zweiten nur durch negativere ausgetrieben werden. So kann der Schwefel aus der Schwefelsäure, worin er elektro-positiv ist, durch noch positivere, als Kohlenstoff, ausgetrieben werden; aber aus dem Schwefelblei, worin er elektro-negativ ist, kann er nur durch Körper, die in Beziehung auf das Blei negativ und noch negativer als der Schwefel sind, verdrängt werden.

Diesen elektro-chemischen Ansichten zufolge hängt jede chemische Verbindung einzig und allein von zwei entgegengesetzten Kräften, der positiven und der negativen Elektricität ab, und jede Verbindung muß aus zwei durch die Wirkung ihrer elektro-chemischen Reaction vereinigten Theilen zusammengesetzt seyn. Hieraus folgt, daß jeder zusammengesetzte Körper, welches auch die Anzahl seiner Bestandtheile seyn mag, in zwei Theile getheilt werden kann, wovon der eine positiv- und der andere negativ-elektrisch ist. So z. B. ist das schwefelsaure Natron nicht aus Schwefel, Sauerstoff und Natrium zusammengesetzt, sondern aus der — elektrischen Schwefelsäure und dem + elektrischen Natron, welche wiederum jedes für sich in einen elektro-negativen und einen elektro-positiven Bestandtheil getrennt werden können; bei beiden ist nämlich der Sauerstoff der elektro-negative,

bei der Schwefelsäure der Schwefel, bei dem Natron das Natrium der elektro-positiven Bestandtheil. Eben so kann auch der Alaun nicht als unmittelbar aus seinen einfachen Bestandtheilen zusammengesetzt betrachtet werden, sondern er ist zu betrachten als das Product der Reaction der schwefelsauren Thonerde, als des elektro-negativen Elements, auf das schwefelsaure Kali, als das elektro-positiv Element. Wir sehen also, daß auch noch die aus einer Säure und einer Base zusammengesetzten Salze unter sich elektrische Reactionen ausüben, wenn sie sich zu Doppelsalzen verbinden, bei weiteren Zusammensetzungen hören aber die chemischen Reactionen auf.

Verschiedene zusammengesetzte Körper haben die besondere Eigenschaft, daß sie, einer gewissen Temperatur ausgesetzt, plötzlich von einem Feuer durchfahren werden, als ob darin eine chemische Verbindung vor sich gehe, ohne daß wenigstens in den meisten dieser Fälle ihr Gewicht sich weder vermehrt noch vermindert. Aber ihre Eigenschaften und am häufigsten ihre Farbe werden dadurch verändert; auf nassem Wege äußern sie keine Verwandtschaft mehr; sie verbinden sich nicht mehr mit denjenigen Körpern, zu denen sie eine große Verwandtschaft hatten, und widerstehen der Einwirkung derer, welche sie zuvor mit Leichtigkeit zersetzten, z. B. die Zirkonerde, das Chromoxydul, der Zinnober. Letzterer weicht in seinen Bestandtheilen nicht vom mineralischen Mohr ab, seine Farbe ist aber, wie bekannt, völlig verschieden. Werden geschmolzener Schwefel und erwärmtes Quecksilber zusammengebracht, so entsteht eine schwarze Masse, welche bei schwachem Feuer sich selbst entzündet, und nach der Sublimation den Zinnober darstellt. Die wahrscheinlichste Erklärung dieser Erscheinungen ist, daß sich die Elemente dieser Körper in zwei verschiedenen Graden von Innigkeit mit einander verbinden können; der eine schwächere findet bei einer wenig erhöhten Temperatur, und der andere bei einer starken Hitze statt. Es ist wahrscheinlich, daß der größte Theil der Mineralien, deren Zusammensetzung so beschaffen ist, daß sie durch die Säuren leicht aufgelöst oder zersetzt werden müßten, von denen sie aber nicht angegriffen werden, sich in einem solchen Zustande sehr inniger Verbindung ihrer constituirenden Bestandtheile befinden. Die Thonerde, das Eisenoxyd u. s., die nach dem Glühen nicht mehr in der Kälte von schwachen Auflösungsmitteln angegriffen werden, bedürfen einer starken Chlornasserstoffsäure und einer anhaltenden Siedehitze, um aufgelöst zu werden. Gewisse Salze, wie der

Maan, der Eisenvitriol u. s. w., scheinen, wenn sie durch Calcination ihr Wasser verloren haben, zugleich ihre Verwandtschaft zum Wasser und ihre Auflöslichkeit in demselben verloren zu haben; sie fallen darin nieder, ohne daß sich die geringste gegenseitige Einwirkung zeigt; wenn sie aber lange darin bleiben, so nehmen sie nach und nach ihr Krystallwasser wieder an und lösen sich auf. Der Gyps, einer Temperatur von  $+ 110^{\circ}$  ausgesetzt, verliert sein Wasser, nimmt es aber nach dem Erkalten wieder auf; steigert man aber die Temperatur bis zum Rothglühen, so verliert er für immer die Eigenschaft, Wasser zu binden, außer wenn man ihn wieder auflöst und krystallisirt. Diese Eigenschaft der Körper, durch die Wirkung einer starken Hitze eine innigere Verbindung einzugehen, wobei sie ihr Bestreben, sich mit andern Körpern zu verbinden, verlieren, ist allgemeiner, als man bis jetzt geglaubt hat, und nicht selten ist diese Verbindung, wie die gewöhnliche chemische Vereinigung, von einer Entwicklung von Wärme in verschiedenen Graden, vom nicht wahrzunehmenden an bis zur Feuererscheinung begleitet.

Es giebt noch eine Verbindung, die ihrer Natur nach von den bisher erwähnten ganz verschieden ist, die nämlich, wenn ein fester Körper in Berührung mit einer Flüssigkeit schmilzt, eine Portion Wärmestoff bindet, und sich mit dem flüssigen Körper vermischt, oder was wir Auflösen nennen. Diese Erscheinung ist nicht mit einer elektrischen und chemischen Neutralisation verknüpft, der Körper behält seine elektro-chemische Reaction ohne Verminderung und übt sie wegen der Beweglichkeit seiner Theilchen viel lebhafter aus, als wenn er sich im festen Zustande befindet. Auch wird kein Wärmestoff entbunden, sondern im Gegentheile absorbirt, und diese Absorption scheint sich im Verhältnisse mit dem Abstände, welcher die Theilchen des fest gewesenen Körpers von einander trennt, zu vermehren. Gießt man daher Wasser auf ein Salz, welches sich nicht chemisch mit Wasser verbinden kann, oder welches schon diejenige Menge, mit der es sich verbinden kann, enthält, so sinkt die Temperatur während der Auflösung des Salzes und der Verbreitung seiner Atome im Wasser; kann aber das Salz chemisch gebundenes Wasser aufnehmen, so wird zuerst durch die Verbindung des Salzes mit Wasser Wärme frei, und dann sinkt die Temperatur, wenn das Salz chemisch gebundenes Wasser enthält und sich nun auflösen anfängt. Diese Erfolge hat man bis jetzt dadurch erklärt, daß dasjenige Wasser, welches mit den Kör-

pern eine feste (chemische) Verbindung eingeht, in den Zustand des Eises übergehe, Krystalleis bilde, daher in diesem Falle Wärme frei werden müsse; im entgegengesetzten Falle, wenn durch mehr zugesetztes Wasser, oder durch Auflösung eines Salzes, welches solches eisförmiges Wasser enthält, dieses feste Wasser wieder in den flüssigen Zustand übergeführt werden soll, müsse die hierzu nöthige Wärme den Umgebungen entzogen werden, und daher Kälte entstehen.

Uebrigens kann ein Körper chemisch gebundenes Wasser aufnehmen, ohne deswegen in Wasser auflöslich zu seyn, und umgekehrt, er kann auflöslich seyn, ohne die Fähigkeit zu haben, sich chemisch mit Wasser zu verbinden. Alle diese Umstände zeigen, daß die innere Wirkung einer Auflösung durchaus von der einer chemischen Verbindung verschieden sey, und daß sie nicht als verschiedene Grade derselben Erscheinung betrachtet werden können. Zur Begründung der Annahme, daß die Auflösung von einer specifischen Verwandtschaft zwischen dem auflösenden und dem auflöselichen Körper abhängt, dient 1) daß nicht alle Körper in den Flüssigkeiten gleich auflöslich sind, und daß es viele absolut unauflösliche giebt; und 2) daß die Cohäsion ein Hinderniß ist, das bei dem aufzulösenden Körper überwunden werden muß. Wenn es nun auch wahrscheinlich ist, daß hier nur die gewöhnlichen Grundkräfte der Natur walten, so können wir uns doch keine Vorstellung von den Modificationen dieser Kräfte machen, welche eine von der gewöhnlichen chemischen Verwandtschaft so verschiedene Erscheinung hervorbringen.

Als einen Beweis der gegenseitigen Durchdringung der Körper bei der Verbindung hat man die selbst unter dem besten Mikroskop vollkommen homogen erscheinende Zusammensetzung einer Auflösung, und den Umstand angesehen, daß z. B. ein Gran Kochsalz, in einem Quart Wasser aufgelöst, jedem Tropfen dieser Auflösung die Eigenschaft ertheilt, durch das salpetersaure Silberoxyd getrübt zu werden. Man darf aber nicht erwarten, daß es in einem flüssigen Gemische leichter sey, die Atome des aufgelösten Körpers von denen des auflösenden zu unterscheiden; dies können wir nicht, obgleich die Ausdehnbarkeit durch die Wärme, die Durchdringbarkeit der Flüssigkeiten durch Gase und andere Erscheinungen uns sagen, daß die Atome kleine Zwischenräume zwischen sich lassen müssen.

Man hat in neueren Zeiten beobachtet, daß die porösen Körper Luft absorbiren, die sie mehr oder weniger in ihre Zwischenräume

mit Wärmeentwicklung comprimiren, so daß in ihren Poren die Luft condensirter ist, als bei dem gewöhnlichen Drucke in der Luft. Hierbei wirken die porösen Körper ebenfalls mit einer specifischen Verwandtschaft, und die Gase der verschiedenen Körper werden nicht in proportionalen Quantitäten davon absorbirt. Ferner hat man gefunden, daß Wasser und Flüssigkeiten sich zu den Gasen, mit welchen sie sich nicht chemisch verbinden, auf dieselbe Art wie die porösen Körper verhalten, woraus man schließen kann, daß die Absorption der Gase durch die Flüssigkeiten und die durch poröse feste Körper gleichartige Vorgänge sind. Zudem hat man gefunden, daß, so wie ein Gas aus dem Wasser durch ein anderes Gas, welches dazu kommt, theilweise ausgetrieben werden kann, auch ein Gas durch einen festen, sich im Wasser auflösenden Körper ausgetrieben wird. Eine Flüssigkeit, welche einen festen Körper, z. B. Kochsalz, aufgelöst enthält, absorbirt um so weniger Gas, je größer die Menge des aufgelösten festen Körpers ist, welcher die Zwischenräume zum Theil einzunehmen scheint, die dies Gas aufgenommen haben würden. Es fehlt uns also nicht an Gründen, um anzunehmen, daß die Auflösung der festen Körper in einer Flüssigkeit, die Absorption der Gase durch Flüssigkeiten, und ihre Absorption durch feste poröse Körper im Allgemeinen zu derselben Classe von Erscheinungen gehören.

Wir müssen uns nach der Corpusculartheorie vorstellen, daß die Auflösung eines festen Körpers in einer Flüssigkeit darin bestehe, daß, nachdem die Cohäsion des festen Körpers durch eine unbekannt Modification der Affinität zerstört worden ist, die Atome dieses Körpers sich vertheilen, sich zwischen die der Flüssigkeit legen, und nicht allein ihre Zwischenräume ausfüllen, sondern sie auch erweitern, wodurch der Umfang der Flüssigkeit vergrößert wird. Man muß sich vorstellen, daß in einer gleichförmig gemischten Flüssigkeit ein jedes Atom des aufgelösten Körpers von einer gleichen Anzahl von Atomen des Auflösungsmittels umgeben sey, und wenn mehrere Substanzen zusammen aufgelöst sind, so müssen sie die Zwischenräume zwischen den Atomen des Auflösungsmittels unter sich theilen, so daß bei einer gleichförmigen Mischung der Flüssigkeit eine solche Symmetrie in der Lage der Atome entsteht, daß alle Atome der einzelnen Körper sich in Beziehung zu den Atomen der andern Körper in einer gleichförmigen Lage befinden. Man kann daher sagen, daß die Auflösung durch die Symmetrie der Atome, sowie die Verbindung durch die

bestimmten Proportionen charakterisirt ist. Hierdurch entsteht auch eine Ausdehnung der Wirkungen der chemischen Affinität über die Grenzen weg, welche man bei Untersuchung der festen oder gasförmigen Körper findet. Um dies zu erläutern, wollen wir annehmen, es seyen 1000 Atome eines Körpers, z. B. Kupferchlorid, in einer Flüssigkeit aufgelöst, und man gieße dann, unter guter Vermischung, 1000 Atome Schwefelsäure hinzu, so wird sich neben jedes Atom des ersteren Körpers ein Atom des letztern stellen. Da aber die Schwefelsäure zum Kupferoxyd eine größere Verwandtschaft hat, als das Chlor zum Kupfer, so wird das Chlor der Schwefelsäure weichen, und es werden durch Zersetzung eines Theils Wasser 1000 Atome schwefelsaures Kupferoxyd und 1000 Atome Chlornasserstoffsäure entstehen. Diese letztere bleibt indeß bei dem neugebildeten Atome; ihre Affinität, d. h. ihre elektro-chemische Polarität, wenn auch durch eine stärkere Polarität überwunden, ist doch nicht vernichtet; sie fährt daher fort wirksam zu seyn, und vermindert die Wirkung der mächtigeren Schwefelsäure, die nur durch ihren Ueberschuß wirken kann, oder mit andern Worten, sie stößt durch ihre elektro-negative Polarität einen Theil der auf gleiche Weise polarisirten Schwefelsäure ab, bis sich zwischen den beiden Verwandtschaften ein Gleichgewicht herstellt; dann bleibt ein Theil des Chlors mit einer gewissen Anzahl von Kupferatomen verbunden in der Auflösung, während sich die Schwefelsäure mit den andern oxydirten verbindet. Die Quantität der durch die Schwefelsäure bewirkten Zersetzung steht in einem zusammengesetzten Verhältnisse des Unterschiedes zwischen den Verwandtschaftsgraden der beiden entgegenwirkenden Säuren (d. h. ihrer verschiedenen Intensität von elektro-chemischer Polarisation) und der Anzahl ihrer gegenwärtigen Atome; denn wenn man in dem angeführten Beispiel Atome von Chlornasserstoffsäure zusetzt, so werden sie eine gewisse Anzahl von Kupferoxydatomen zersetzen und eine entsprechende Anzahl von Schwefelsäureatomen austreiben, die kleiner seyn wird, als die Anzahl von Atomen der hinzugefügten Chlornasserstoffsäure. Es werden sich also freie Atome der beiden Säuren um die verbunden bleibenden lagern, und werden durch ihre entgegengesetzten und sich das Gleichgewicht haltenden Kräfte ihre gegenseitige Verbindung mit dem Kupferoxyde verhindern. Es ist einleuchtend, daß bei Herstellung des Gleichgewichts die schwächere Chlornasserstoffsäure, die sich aber durch eine größere Anzahl ihrer zwischen die Masse

gelegten Atome kühert, der stärkeren Affinität der Schwefelsäure gleich ist, die durch eine geringere Anzahl von Atomen ausgeübt ist.

Stellen wir uns nun vor, die eine dieser entgegenwirkenden Säuren sey unauflöslich, und gehe folglich in dem Maße, als sie frei werde, je nach ihrer Natur in den festen oder gasförmigen Zustand über, so werden ihre freien Atome, statt durch ihre Gegenwart wirksam zu seyn und sich um die Verbindung zu lagern, sich davon entfernen und zuletzt durch die andern ganz ausgetrieben seyn, deren freie Atome die Verbindung umgeben, wenn sie in hinreichender Menge vorhanden sind. So kann also durch eine leicht begreifliche mechanische Wirkung die schwächere Säure die stärkere austreiben, wenn erstere in hinreichender Menge vorhanden ist, und letztere sich nicht in der Auflösung erhalten kann. Ist dagegen die neue Verbindung mit einer der Säuren unauflöslich, so scheidet sie sich aus der Flüssigkeit ab in dem Grade, als sie sich bildet. Der Theil der Base, welcher in der Auflösung bleibt, ist also nicht zwischen die Säuren vertheilt, sondern die Flüssigkeit bleibt in demselben Zustande, worin sie war, als man die fallende Säure zuzusetzen anfangt, mit dem Unterschiede indessen, daß die Kräfte, welche mit der Wirkung dieser Säure im Gleichgewichte stehen, in dem Maße zunehmen, als man mehr von der Säure zusetzt, und daß man daher immer mehr zusetzen muß, um dieselbe Quantität von der Verbindung niederzuschlagen. Auch kann auf diese Weise eine schwächere Säure eine stärkere austreiben, wie sich z. B. die Weinsäure oder Citronensäure der Kalkerde in einer Auflösung von salpetersaurer Kalkerde bemächtigt, indem sie einen Niederschlag von weinsäure oder citronensäure Kalkerde bildet.

Es ist leicht einzusehen, daß diese Erscheinungen gerade dieselben sind, deren Existenz von Berthollet mit so vielem Scharfsinne erwiesen und untersucht worden ist, und woraus er folgerte, daß die Körper sich innerhalb gewisser Grenzen in unendlich vielen Proportionen mit einander verbinden könnten, und daß nur dann bestimmte Verhältnisse stattfinden, wenn in Folge der Cohäsions- oder Expansionskraft die Körper im festen Zustande abgeschieden oder im Gaszustande entwickelt werden. Ungeachtet die Resultate von Berthollet's Versuchen anfangs der allgemeinen Annahme des Systems von den chemischen Proportionen so entgegengesetzt schienen, so finden wir sie jetzt als nothwendige Folgen aus den Ansichten der Corpus-

culartheorie hervorgehen. Wir sehen nun, daß die gleichartige Vertheilung der Atome der aufgelösten Körper zwischen denen des Auflösungsmittels Erscheinungen hervorbringt, die, wenn sich die wirksamen Körper und ihre Producte in der Auflösung erhalten, vollkommen dieselben seyn müssen, als wenn Verbindungen in allen Verhältnissen möglich wären. Berthollet's scharfsinnige Untersuchungen sind also weder der Theorie von den bestimmten Proportionen, noch den Ansichten der Corpusculartheorie entgegen.

Es ist noch übrig, von der elektrochemischen Theorie aus, der Cohäsion mit einigen Worten zu erwähnen, deren mechanische Erscheinungen in den leztern Zeiten mit so vielem Erfolge studirt worden sind. Es ist bewiesen worden, daß die unregelmäßige Form der Körper in ihren Atomen das Bestreben voraussetzt, sich vorzugsweise in gewissen Punkten mit einander in Berührung zu setzen, das heißt, daß sie von einer Polarität abhängt, welche folglich nur elektrisch oder magnetisch seyn kann, welche wir indessen zu glauben durch keinen Umstand berechtigt sind. Da alle Atome eines Körpers eine gewisse Polarität behalten, so müssen sie natürlich suchen, sich mit ihren entgegengesetzten Polen zu treffen, und man könnte in Folge ihrer Polarität vermuthen, daß die Cohäsion sich auf dieselbe Art bilde, wie der positiv elektrisirte Deckel des Elektrophors durch die negative Electricität des Kuchens zurückgehalten wird, ohne gegenseitige Entladung oder Durchdringung. Von der andern Seite könnte man die chemische Verbindung mit der Neutralisation der beiden entgegengesetzten Electricitäten vergleichen, welche entsteht, wenn die untere Belegung des Kuchens mit der obern in Verbindung gesetzt wird.

Es ist indessen unmöglich, aus diesem elektrischen Gesichtspunkte die Ungleichheit der Cohäsion bei den verschiedenen Körpern oder je nach verschiedenen Umständen in demselben Körper, so wie die Modificationen der Cohäsion, wie Härte, Geschmeidigkeit, Zähigkeit, Sprödigkeit u. zu erklären. Die Cohäsion scheint von einer Kraft abzuhängen, deren Wirkung nicht allein mechanisch, sondern auch chemisch ist, und welche den Verwandtschaften auf eine bemerkliche Art entgegen wirkt und sie modificirt, und gerade vorzugsweise in den Auflösungen hat die Cohäsionskraft Gelegenheit, ihre chemischen Wirkungen zu äußern, wo sie oft eine schwächere Verwandtschaft unterstützt, die durch das Bestreben, in den festen Zustand überzugehen, eine stärkere überwindet.

## V o n d e n S a l z e n .

Die Lehre von den Salzen ist einer der wichtigsten Theile der Chemie und Pharmacie, welcher aber in der neuesten Zeit durch Berzelius eine völlige Umgestaltung erfahren hat, so daß wir es nicht von der Hand weisen können, uns mit den Ansichten dieses berühmten Chemikers bekannt zu machen.

Unter dem Namen Salz verstanden die ältern Chemiker jeden in Wasser löslichen Körper, und man machte zuletzt die Bestimmung, daß ein jeder Körper, welcher in weniger als 500 Mal seines Gewichtes Wasser gelöst würde, ein Salz sey. Auf diese Weise brachte man zu dieser Classe Körper von den verschiedenartigsten Eigenschaften, Säuren, Alkalien, vegetabilische und animalische Substanzen.

Später schränkte man den Begriff von Salz auf die Verbindungen ein, welche aus der Verbindung von elektro-negativen Oxyden, Säuren, mit elektro-positiven Oxyden, Basen entstehen. Die größere oder geringere Analogie derselben mit Kochsalz gab die Veranlassung, aus diesem einzelnen Namen die Benennung für die ganze Classe gleichartiger Körper abzuleiten. Man betrachtete das Kochsalz als aus einer Sauerstoffsäure, der Salzsäure (aus einem unbekanntem Radicale und Sauerstoff bestehend), und dem Alkali Natron zusammengesetzt. Spätere Untersuchungen haben aber gezeigt, daß diese Ansicht unrichtig sey, und daß dieses Salz keinen Sauerstoff enthalte. Mehrere Chemiker betrachteten es nun nicht mehr als ein Salz, und nahmen es aus dieser Classe ganz heraus. Dies ist aber eine offenbare Inconsequenz, und um sie nicht zu begehen, brauchen wir nur die Bedingung des Wortes Salz weiter als über die Verbindungen der oxydirten Körper auszudehnen.

Wenn eine Säure nach und nach mit kleinen Gaben einer Basis, z. B. eines Alkalis gemischt wird, so tritt endlich ein Augenblick ein, wo die Säure ihren sauren Geschmack und die Eigenschaft, das Lackmuspapier zu röthen, das Alkali aber seinen Laugengeschmack und seine Wirkung auf gelbe, rothe oder blaue Pflanzenfarben, verloren hat. Man erkennt nun weder die Säure, noch das Alkali mehr, und die neue Verbindung hat einen eigenen unbehaglichen Geschmack angenommen, der oft das ist, was wir salzig nennen, aber nach Beschaffenheit der Bestandtheile veränderlich, und bald bitter, bald stechend, zusammenziehend, süß, metallisch u. s. w. ist. Man

nennt dann die Bestandtheile des Salzes gesättigt oder neutralisirt. (Der Ausdruck sättigen läßt sich viel ausgedehnter anwenden, als neutralisiren; denn man kann wohl sagen, daß das Wasser mit einem Salze gesättigt, aber nicht neutralisirt sey; das letztere wird daher nur von der gegenseitigen Sättigung der Säuren und Basen gebraucht.)

Um bei einer solchen Sättigung den Sättigungspunkt zu bestimmen, gebraucht man Papierstreifen, die mit verschiedenen reagirenden Pflanzenfarben gefärbt sind. Indessen erhält man auf diese Weise niemals ein absolut neutrales Salz, weil man immer etwas zu viel von einem der Bestandtheile zusetzt. Das völlig neutrale Salz gewinnt man in den meisten Fällen durch Abdampfen zur Krystallisation, wo dann die genau gesättigte Verbindung anschießt. Manche Salze haben indessen die Eigenschaft nicht zu krystallisiren, und diese trocknen entweder zu einer weißen Salzmasse, oder zu einem halbdurchsichtigen gummiartigen Firnisse ein; andere hingegen sind im Wasser völlig unauflöslich.

Gewisse Salze haben die Eigenschaft, mit einem bestimmten Ueberschusse von Säure zu krystallisiren, andere dagegen, mit einem Ueberschusse von Basis zu krystallisiren oder niedergeschlagen zu werden, wovon weiter unten bei den Sauerstoffsalzen die Rede seyn wird.

Berzelius hat seine Ansichten über die Salze vorgetragen in seinem Lehrbuche der Chemie I. Th. S. 696. und II. Th. S. 453, auch in Poggendorff's Annalen VI. S. 425. u. VII. S. 1., 137. u. 261.; und in Berzelius's Jahresbericht VI. S. 184.; ferner im Auszuge in Schw. J. XIX. 1827. S. 327. und in Trommsd. N. J. XIII. 1. S. 75. und XIII. 2. S. 267. Bei Aufstellung der elektrischen Ansichten zur Erklärung der chemischen Erscheinungen ging eine Eintheilung der Körper in elektro-negative und in elektro-positiv von selbst hervor. Den ersteren kommen die Eigenschaften der Acidität, den letzteren die der Basicität zu. Wenn nun demzufolge die Eigenschaften der Acidität denjenigen Körpern zukommen, welche ein elektro-negatives Verhalten zeigen, diese also keinesweges durch die Verbindungen der Stoffe mit dem Sauerstoffe ausschließlich bedingt werden, so ist es jetzt begreiflich geworden, was man zuvor nicht verstehen konnte, wie ein mit Wasserstoff verbundener Körper eben so gut sauer schmecken und auf Pflanzenfarben sauer reagiren kann, als wenn er mit Sauerstoff verbunden ist, wenn sie

sich gleich wesentlich dadurch unterscheiden, daß die Wasserstoffsäuren, während sie die elektro-chemischen Eigenschaften des Radicals neutralisiren, ein basisches Oxyd zu zerstören sich bestreben, wogegen die Sauerstoffsalze die oxydirte Basis neutralisiren und sich mit derselben verbinden, ohne sie zu zerstören. Beispiele hiervon haben wir in der Chlornwasserstoffsäure, welche die Basis zersetzt, und in der Chlorsäure, welche sich damit verbindet. Das Product ist in beiden Fällen analog und besitzt diejenigen Eigenschaften, welche die Salze bezeichnen, ungeachtet es im ersteren Falle nur aus zwei Elementen, im letzteren aber aus drei besteht, oder anders betrachtet, im ersteren Falle aus zwei einfachen Körpern, und im letzteren aus zwei Oxyden. Was wir ein Salz nennen, muß folglich aus einem elektro-chemischen Verhältniß und aus den Eigenschaften, ohne Rücksicht auf die Anzahl der Elemente, bestimmt werden. Wir nennen deshalb die Verbindung von Chlor und Natrium ein Salz, weil diese beiden Körper vollkommen ihre elektro-chemischen Beziehungen gegenseitig vernichtet haben. Wir nennen aber nicht die Verbindung von Sauerstoff mit Natrium ein Salz, weil der Sauerstoff nicht die elektrischen Reactionen des Natriums aufhebt. Der Umstand, daß Chlor ein elektro-positives Metall, das Natrium, neutralisirt, daß aber der Sauerstoff, das negativste aller Elemente, nicht dasselbe bewirkt, liegt nicht in der ungleichen elektrisch-chemischen Intensität dieser Körper, denn dann würde das Natrium, wenn es nicht mit derjenigen Menge Sauerstoff, welche es in Natron verwandelt, neutral wäre, doch durch Aufnahme von mehr Sauerstoff neutral werden müssen; das Natriumhyperoxyd ist aber nicht neutral, sondern hat statt dessen bestimmt mehrere der elektrisch-negativen Reactionen des Sauerstoffs angenommen. Wenn sich dagegen ein elektro-positives Metall mit Chlor verbindet, so sind diese Verbindungen sämmtlich Salze. Die Ursache dieser charakteristischen Verschiedenheit kann demnach nicht einer ungleichen elektrischen Intensität zugeschrieben, sondern muß in einer andern verschiedenen Beschaffenheit der wägbaren Materie, woraus diese Körper gebildet sind, gesucht werden.

Die elektro-negativen Körper zerfallen in dieser Hinsicht in drei Classen:

1) Solche, welche die elektro-positiven Metalle zu Salzen neutralisiren, und die Berzelius Salzbilder nennt, nämlich Chlor, Brom, Jod und Fluor.

2) Solche, welche die Metalle nicht neutralisiren, sondern mit denselben elektro-positiv und elektro-negativ Verbindungen (Basen und Säuren) hervorbringen, aus deren Vereinigung erst Salze entstehen. Für diese schlägt Berzelius die Benennung „Säuren- und Basenbilder“ (*Corpora amphigenia*) vor, und nennt sie der Kürze wegen nur Basenbilder, weil die Säure und die Basis in einem Salze immer denselben elektro-negativen Bestandtheil enthalten. Diese sind: Sauerstoff, Schwefel, Selen und Tellur.

3) Solche, welche keine von den Eigenschaften besitzen, wodurch die beiden vorhergehenden Classen charakterisirt werden, welche aber mit den Körpern der zweiten Classe Säuren bilden, nämlich Stickstoff, Phosphor, Bor, Kohlenstoff, Kiesel, Arsen und die elektro-negativen Metalle.

Nach dem Angeführten können die Salze in zwei Classen eingetheilt werden, in Haloïdsalze, welche aus der Verbindung eines Metalles mit einem Salzbilder bestehen, und in Amphidsalze, welche bestehen aus einer Basis, mag es nun seyn eine Sauerstoffbasis, eine Schwefelbasis, eine Selenbasis oder eine Tellurbasis, verbunden mit einer elektro-negativen Sauerstoffverbindung (Sauerstoffsäure) oder mit einer elektro-negativen Schwefel-, Selen- oder Tellurverbindung. Diese Amphidsalze theilen sich folglich in die 4 Unterabtheilungen: Sauerstoffsalze, Schwefelsalze, Selen- und Tellursalze.

Haloïdsalze. Die Chemiker sind nicht einig, ob die Wasserstoffsäuren sich mit Basen verbinden können oder nicht, und es scheint auch nicht möglich zu seyn, diese Frage mit völliger Gewissheit zu entscheiden. Soviel ist jedoch ausgemacht, daß, sie mögen nun existiren oder nicht, die Erscheinungen in beiden Fällen dieselben sind, so daß es gleichgültig seyn kann, ob man die Existenz solcher Salze annimmt oder nicht, wenn man nur immer mit der angenommenen Meinung in Consequenz bleibt. Wenn also z. B. Chlorwasserstoffsäure mit Metalloxyden, als Kali, Natron, Kalk, Quecksilber u. s. w., eine Verbindung eingeht, so entsteht bekanntlich ein Salz; ob aber dieses Salz aus der Wasserstoffsäure und dem angewandten Metalloxyde bestehe, also chlorwasserstoffsaures Kali, Natron, Kalk, Quecksilberoxyd u. s. w. gebildet werde, oder ob bei dem Zusammenreffen der Wasserstoffsäure und des oxydirten Körpers eine gegensei-

tige Zersetzung entstehe, in Folge deren der Wasserstoff der Säure sich mit dem Sauerstoffe des Oxyds zu Wasser verbinde, und nun die beiden aus ihren bisherigen Verbindungen frei gewordenen elementaren Stoffe sich gleichfalls vereinigen, in den angeführten Beispielen also Wasser und Chlorkalium, Chlornatrium, Chlorcalcium, Chlorquecksilber entstehen? diese Frage ist nicht mit Gewißheit zu entscheiden, da die Erscheinungen in beiden Fällen dieselben sind und es z. B. gleichgültig ist, ob wir annehmen, daß chlornasserstoffsaures Natron (Kochsalz) oder daß Chlornatrium in Wasser aufgelöst sey u. s. w. Berzelius hält die Erklärung der Erscheinungen für leichter, wenn man die Existenz solcher wasserstoffsauren Verbindungen nicht annimmt, obgleich nicht in Abrede gestellt werden kann, daß es einige Fälle giebt, welche für die Existenz solcher Salze zu sprechen scheinen; die hauptsächlichsten Gründe aber dagegen sind folgende: Gay-Lussac fand, daß, wenn man z. B. Quecksilberoxyd mit concentrirter Cyanwasserstoffsäure (Blausäure) in Berührung brachte, sich Wasser entband, und ein Körper erhalten wurde, den wir ehemals für blausaures Quecksilberoxyd hielten, welcher aber nach Gay-Lussac's Untersuchungen weder Sauerstoff noch Wasserstoff enthält, und also kein Sauerstoffsalz ist, obgleich er den Verbindungen des Quecksilberoxyds mit Sauerstoffsäuren höchst ähnlich ist. Mischt man Quecksilberoxyd mit wäsriger Cyanwasserstoffsäure, so sieht man freilich die Abscheidung des Wassers nicht mehr, aber wenn man die Auflösung zur Krystallisation abdampft, so erhält man doch die erwähnte Verbindung, worin weder Sauerstoff noch Wasserstoff enthalten sind. Es ist daher ausgemacht, daß Cyanwasserstoff das Quecksilberoxyd zerlegt; der Wasserstoff der Säure verbindet sich mit dem Sauerstoffe des Oxyds, und das Cyan mit dem Quecksilber, ganz wie es mit Quecksilberoxyd und Schwefelwasserstoff geschehen seyn würde, nur mit dem Unterschiede, daß das Cyanquecksilber sich in Wasser auflöst, da hingegen das Schwefelquecksilber unauflöslich ist. Ob nun bei der Auflösung des Cyanquecksilbers in Wasser dieses zerlegt und ein cyanwasserstoffsaures Quecksilberoxyd gebildet wird, indem Cyan und Quecksilber einen Antheil Wasser zersetzen, ersteres den Wasserstoff, letzteres den Sauerstoff sich aneignet, das können wir nicht errathen, es kann aber auch für jetzt gleichgültig seyn. Wenn eine Auflösung von kaustischem Natron mit concentrirter Chlorwasserstoffsäure vermischt wird, so neutralisiren Base und Säure ein-

ander, es entsteht Hitze durch die Verbindung, und es wird ein Salzpulver gefällt, welches Chlornatrium ist, und in welchem man weder Sauerstoff noch Wasserstoff findet. Das, was in der Flüssigkeit zurückbleibt, wird durch Abdampfen der Flüssigkeit in denselben Körper verwandelt. Wenn es daher ein chlornasserstoffsaures Natron giebt, so kann es nur im aufgelösten Zustande bestehen, und wenn die Auflösung davon in der Luft eintrocknet, so würden sich der Sauerstoff und der Wasserstoff, welche Bestandtheile der Base und der Säure sind, zu Wasser verbinden, bloß durch die Tensions- oder Expansionskraft des Wassers, d. h. durch den dem Wasser zukommenden Grad des Strebens nach Gasgestalt, welche Kraft wohl nicht darauf wirken könnte, wenn Wasserstoff und Sauerstoff noch nicht zu Wasser verbunden sind. Noch ein anderes Beispiel giebt das krystallisirte sogenannte eisenblausaure Kali. Dieses Salz enthält gerade die Menge Wasser, welche nöthig ist, um mit dem darin befindlichen Kalium und Eisen Kali und Eisenorydul, und mit dem Cyan Cyanwasserstoffsäure zu bilden. Dieses Wasser versiegt aber bei der gewöhnlichen Temperatur der Luft, wenn diese sehr trocken ist, oder im luftleeren Raume, und hinterläßt eine Verbindung von Cyaneisen mit Cyankalium, die ganz wie ein gewöhnliches fatiscirtes Salz aussieht. Wäre es wohl zu vermuthen, daß der Sauerstoff aus dem Kali und der Wasserstoff aus der Säure nur durch Aufhebung des Drucks der Atmosphäre oder durch Abwesenheit des Wasserdampfs in der Luft davon zu trennen wären, und ist es nicht wahrscheinlicher, dieses Wasser als Krystallwasser des aus Cyaneisen und Cyankalium bestehenden Salzes zu betrachten?

Diese Erscheinungen machen es für die meisten Fälle weit wahrscheinlicher, daß die Wasserstoffsäuren sich nicht mit den Basen als solchen verbinden, sondern daß sie davon zerlegt werden. Die sauren Eigenschaften dieser Säuren bestehen daher nicht darin, daß sie die Basen sättigen, sondern daß sie diese als Basen vernichten. Es folgt daraus, daß die Eigenschaft, sauer zu seyn, weder an den Stoff noch an die Verbindungsart gebunden ist, sondern nur einen der basischen Eigenschaft entgegengesetzten Zustand andeutet. Bei den Wasserstoffsäuren ist sie daher in der großen Oxydirbarkeit des Wasserstoffs und in der Verwandtschaft des Säureradicals zum Radical der Basis gegründet. Daher kommt es, daß das Radical einer Wasserstoffsäure entweder sehr wenig oder gar nicht saure Eigenschaften

zeigt, weil es ohne Beihülfe des Wasserstoffs die Basen nicht oxydiren kann.

Wenn wir die Verbindungen von Sauerstoffsäuren und Basen mit denen von Wasserstoffsäuren und Basen vergleichen, so finden wir unter ihnen eine so höchst auffallende Aehnlichkeit, daß es nicht, ohne ihren natürlichen Eigenschaften Gewalt zu thun, möglich wäre, sie unter verschiedene Classen von Körpern zu ordnen. In der Theorie liegt aber eine außerordentlich große Verschiedenheit zwischen Verbindungen oxydirter Basen mit Sauerstoffsäuren, und denen von elementaren brennbaren Stoffen mit den ebenfalls brennbaren Radicalen der Wasserstoffsäuren. Durch welche Hypothese Dulong diesen Widerspruch zu heben versucht hat, darauf werden wir bei den Sauerstoffsäuren zurückkommen.

Zu der großen Aehnlichkeit zwischen Sauerstoffsalzen und Haloidsalzen gehört auch die, daß sie sowohl saure als basische Salze bilden, welche den entsprechenden Sauerstoffsalzen so ähnlich sind, daß man dadurch wohl verleitet werden könnte, auf gleiche innere Natur zu schließen.

Saure Haloidsalze entstehen, wenn ein neutrales Haloidsalz sich mit der Wasserstoffsäure des darin enthaltenen Salzbilders zu einem Salze verbindet, welches in fester Form abgeschieden werden kann, z. B. wenn sich Fluorkalium mit Fluorwasserstoffsäure verbindet, oder Chlorgold zu einem krystallisirenden Salze mit Chlorwasserstoffsäure vereinigt. Diese sauren Salze sind indeß nicht zahlreich. Wir nennen sie, um allzu lange Namen zu vermeiden, z. B. saures Fluorkalium, saures Chlorgold, saures Chloreisen.

Basische Haloidsalze sind allgemeiner. Sie entstehen, wenn ein neutrales Haloidsalz mit dem Oxyde des in dem Salze befindlichen Metalles verbunden wird, z. B. wenn sich Chlorblei mit Bleioxyd verbindet, und diese basischen Salze haben gleichbeschaffene Multipeln der Salzbasis, d. h. vom Oxyde, wie die basischen Sauerstoffsalze, so daß nämlich das Oxyd 2, 3, 4 mal so viel Metall enthalten kann, wie das neutrale Haloidsalz, womit es verbunden ist. Man würde vergebens versuchen, diese basischen Haloidsalze dem Ansehen nach von basischen Sauerstoffsalzen zu unterscheiden, so gleicht z. B. wasserhaltiges basisches schwefelsaures Eisenoxyd vollkommen der wasserhaltigen Verbindung von Chloreisen mit Eisenoxyd (d. i. dem basischen salzsauren Eisenoxyd der ältern Theorie).

Bei den Haloidsalzen ist außerdem der Umstand zu bemerken, daß die Metalle, welche zwei basische Oxyde haben, auch immer zwei Haloidsalze geben, wovon das eine dem Oxydulsalze, das andere dem Oxydsalze proportional ist, und daß, wenn diese basisch werden, das Oxydul sich nie mit dem Haloidsalze, welches dem Oxyde, und das Oxyd sich nie mit dem Haloidsalze, welches dem Oxydul entspricht, verbindet, gerade so wie dies bei den Sauerstoffsalzen stattfindet.

Hinsichtlich der Nomenclatur der Haloidsalze herrscht noch viele Verwirrung. Einige sagen: Protochlorür, Deutochlorür u. s. w. ähnlich wie Protoxyd für Oxydul, Deutoxyd für Oxyd u. s. w. Andere sagen ganz einfach Chlorür, Dichlorür. Da sich aber der Gehalt des Chlors und der Salzbilder im Allgemeinen nicht immer verdoppelt, sondern wie beim Sauerstoffe mitunter mit  $1\frac{1}{2}$  steigt, z. B. beim Eisen, Mangan, Uran, so würde man nicht Dichlorür sagen können, sondern müßte sagen Sesquichlorür. Berzelius hat solche Ausdrücke gewählt, welche, wie Oxydul und Oxyd, an keine bestimmte Zifferzahl gebunden sind, und giebt den Namen der Salzbilder die Endigung *ür*, wenn das Salz einem Oxydulsalze, und die Endigung *id*, wenn es einem Oxyd entspricht, z. B. Eisenchlorür, Eisenchlorid, Quecksilberiodür, Quecksilberiodid. Für die Metalle, welche bloß einen Verbindungsgrad haben, werden nach Umständen verschiedene Benennungen, z. B. bald Chlorkalium und bald Kaliumchlorid, gebraucht. Die erstere ist die allgemeine Benennung für mehrere mögliche Verbindungsgrade, sie giebt aber keinen Anlaß zu Verwirrungen, wenn bloß eine Verbindung vorhanden ist.

Doppelte Haloidsalze werden gebildet, a) von zwei Haloidsalzen, in welchen der Salzbilder ein und derselbe ist, die Metalle aber von entgegengesetzten elektrischen Eigenschaften, z. B. von Chlornatrium und Chlorgold, von Fluorkalium und Fluorkiesel. Diese werden dann, mit dem Namen des elektro-negativen Körpers voran, benannt: Chlorgoldkalium, Fluorkieselkalium; b) aus zwei Haloidsalzen, in welchen ein und dasselbe Metall mit verschiedenen Salzbildern enthalten ist, z. B. das Doppelsalz von Fluorbaryum mit Chlorbaryum, von Fluorblei mit Chlorblei; diese erhalten dann die Namen Chlorfluorbaryum, Chlorfluorblei.

Es giebt aber noch eine Art von Doppelsalzen, welche aus einem Haloidsalze und einem Sauerstoffsalze bestehen. Solche sind

z. B. die Verbindung von Chlorblei mit Kohlenf. Bleioryd, von Fluorcalcium und kieselhafter Kalkerde, von Fluoraluminium und kieselhafter Thonerde (Topas), und die von Wöhler entdeckten Doppelsalze von salpetersaurem Silberoryd theils mit Cyan Silber und theils mit Cyanquecksilber. Das Vorhandenseyn dieser Doppelsalze zeigt genügend, wie unrichtig es seyn würde, die Haloidsalze nicht als Salze zu betrachten.

Amphidsalze. a) Sauerstoffsalze. Diese Classe ist die zahlreichste und am besten gekannte. Man theilt diese Salze ein in alkalische, Erd- und in eigentliche Metallsalze. Das Alkali, die Erde oder das Metalloxyd, die ein Salz bilden helfen, nennt man die Basis des Salzes, und nach ihr wird letzteres benannt, dergestalt, daß man derselben den Namen der Säure als Beiwort vorausschickt, z. B. schwefelsaures Kali, schwefligsaures Kali, schwefelsaures Eisenoxydul.

Zwei oxydirte Körper verbinden sich, mit Ausnahme höchst weniger Fälle, immer so mit einander, daß der Sauerstoffgehalt des einen ein Multiplum nach einer ganzen Zahl vom Sauerstoffgehalte des andern Oxyds ist; es steht also auch der Sauerstoff der Base, welche zur Neutralisation einer bestimmten Quantität Säure erforderlich ist, mit dem Sauerstoffe der Säure in einem solchen Verhältnisse, es wird also die Menge der zur Neutralisation der Säuren erforderlichen Base durch den Sauerstoffgehalt derselben bestimmt, d. h. die Säuren haben für alle Basen einerlei Sättigungscapacität, oder mit andern Worten: die Mengen der verschiedenen Basen, welche zur Sättigung einer gegebenen Gewichtsmenge von einer und derselben Säure erforderlich sind, müssen immer dieselbe Menge Sauerstoff enthalten. Die Schwefelsäure z. B. erfordert, wenn sie sich mit andern oxydirten Körpern zu völlig gesättigten Verbindungen vereinigen soll, genau  $\frac{1}{2}$  soviel Sauerstoff in denselben, als die gesättigte Menge Säure enthält. 100 Th. Schwefelsäure enthalten 40,14 Schwefel und 59,86 Sauerstoff, ein Drittel des letztern ist 19,96. Diese Zahl, oder nach Einigen in runder Zahl 20, ist die Sättigungscapacität der Schwefelsäure, d. h. diejenige Quantität Alkali, Erde oder Metalloxyd, welche 100 Th. Schwefelsäure sättigen soll, muß 19,96 oder in runder Zahl 20 Th. Sauerstoff enthalten. Die Salpetersäure besteht aus 26,17 Stick-

stoff und 73,83 Sauerstoff; ihre Sättigungscapacität ist  $\frac{1}{2}$  ihres Sauerstoffs, oder 14,76, d. h. diejenige Quantität Base, sie sey Alkali, Erde oder Metalloxyd, welche 100 Th. Salpetersäure sättigen soll, muß 14,76 Sauerstoff enthalten u. s. w.

Es ist klar, daß, wenn man die Sättigungscapacität einer Säure kennt, es sich leicht berechnen läßt, wieviel dieselbe von jedem oxydirten Körper, dessen Sauerstoffgehalt bekannt ist, aufnehmen wird, um mit demselben eine neutrale Verbindung zu bilden, und das Resultat dieser Berechnung ist immer zuverlässiger, als das Resultat einer unmittelbaren Analyse, weil die Berechnung der Sättigungscapacität sich auf solche Analysen gründet, die am leichtesten das sicherste Resultat geben können.

Beispiele. Das Kali besteht nach Berzelius aus 83,05 Kalium und 16,95 Sauerstoff, es werden also zur Sättigung von 100 Th. trockner Schwefelsäure erforderlich seyn 117,76 Th. Kali. 16,95 Sauerstoff sind nämlich in 100 Th. Kali enthalten, es werden aber zur Neutralisation von 100 Th. Schwefelsäure 19,96 Th. Sauerstoff in der Basis erfordert, und diese sind in 117,76 Kali enthalten, denn:  $16,95 : 100 = 19,96 : 117,76$ .

100 Th. schwefelf. Kali bestehen aus 54 Kali und 46 Schwefelsäure. Da in 100 Kali 16,95 Sauerstoff enthalten sind, so finden sich in den 54 Kali 9,153; in den 46 Schwefelsäure, welche wie wir gesehen haben 59,86 Procent Sauerstoff enthält, sind 27,555 Sauerstoff enthalten, denn  $100 : 16,95 = 54 : 9,153$ ; ferner  $100 : 59,86 = 46 : 27,555$ . Der Sauerstoff des Kalis in dem schwefelsauren Kali verhält sich demnach zu dem Sauerstoffe der in diesem Salze enthaltenen Schwefelsäure wie 1 : 3, denn  $9,153 : 27,555 = 1 : 3$ . Die Sättigungscapacität der Schwefelsäure ist also  $\frac{1}{2}$  ihres Sauerstoffgehalts.

Wie viel Kupferoxyd ist erforderlich, um 100 Th. Schwefelsäure zu neutralisiren, wenn das Kupferoxyd 20,175 Sauerstoff enthält?  $20,175 : 100 = 19,96 : 99$ .

Es soll die Sättigungscapacität der Essigsäure aus dem essigsauren Kali bestimmt werden, dessen Zusammensetzung durch Analyse gefunden worden ist.

Das essigsaure Kali besteht in geraden Zahlen aus 48 Kali und 52 Essigsäure.

Wenn wir zur Erleichterung der Rechnung statt 16,95, volle

17 Procent Sauerstoff in dem Kali annehmen, so sind in den 48 Kali 8,16 Sauerstoff enthalten. Demzufolge erfordern die 52 Essigsäure, welche mit den 48 Kali verbunden sind, 8,16 Sauerstoff in der Base, 100 Essigsäure verlangen also 15,69, beinahe genau übereinstimmend mit der von Berzelius angegebenen Zahl 15,665, durch welche nämlich die Capacität der Essigsäure bestimmt wird. Da nun die Essigsäure 46,99 Procent Sauerstoff enthält, so ist die Capacität der Essigsäure  $\frac{1}{2}$  ihres Sauerstoffes. 100 Th. Essigsäure erfordern also von einer beliebigen Base so viel, daß 15,665 Sauerstoff in derselben enthalten sind. Der Baryt z. B. besteht aus 89,55 Baryum und 10,45 Sauerstoff; wenn also 10,45 Sauerstoff in 100 Baryt enthalten sind, so finden sich die zur Sättigung von 100 Essigsäure erforderlichen 15,665 Sauerstoff in 149,85 Baryt.  $10,45 : 100 = 15,665 : 149,85$ , wornach sich also die Zusammensetzung des essigsauren Baryts berechnen läßt, und eine Analyse desselben, welche sehr abweichende Resultate gegeben hat, kann nicht richtig seyn.

Es wird gefragt, wie viel essigsaurer Baryt erforderlich ist, um 100 Th. schwefelsaures Kali zu zerlegen?

100 Th. schwefelsaures Kali bestehen, wie wir oben gesehen haben, aus 54 Kali und 46 Schwefelsäure. 100 Th. Schwefelsäure erfordern aber 19,96 Sauerstoff in der Base, es werden also die 46 Th. Schwefelsäure 9,1816 Sauerstoff in der Base erfordern. 10,45 Sauerstoff sind aber in 100 Baryt enthalten, es finden sich demnach die geforderten 9,1816 Sauerstoff in 87,86 Baryt.  $10,45 : 100 = 9,1816 : 87,86$ . Da wir die Zusammensetzung des Baryts kennen und wissen, daß in 100 Th. desselben 40 Essigsäure und 60 Baryt enthalten sind, so können wir auch leicht berechnen, in wie viel essigsaurem Baryt die geforderten 87,86 Baryt enthalten sind; wenn nämlich 60 Baryt in 100 essigsaurem Baryt enthalten sind, so finden sich die 87,86 Baryt in 146,5 essigsaurem Baryt.  $60 : 100 = 87,86 : 146,5$ .

Es ist einleuchtend, daß man auch umgekehrt, wenn die Sättigungscapacität einer Säure bekannt ist, aus der Menge Basis, welche zur Neutralisation der Säure erforderlich ist, den Sauerstoffgehalt in dem Dryde berechnen könne; z. B. die Sättigungscapacität der Schwefelsäure ist bekannt, nämlich 19,96; um 100 Th. Schwefelsäure zu sättigen, sind in dem angestellten Versuche 117,76 Kali

verbraucht worden, welche demzufolge die von der Schwefelsäure in der Base geforderten 19,96 Sauerstoff enthalten müssen. Wenn aber 117,76 Kali 19,96 Sauerstoff enthalten, so enthalten 100 Kali 16,95 Sauerstoff, nämlich  $117,76 : 19,96 = 100 : 16,95$ . Das Kali besteht also in 100 Th. aus 16,95 Sauerstoff und 83,05 Kalium. Auf diese Art ist der Sauerstoffgehalt in mehreren Dryden, welche nicht unmittelbar analysirt werden konnten, gefunden und bestimmt worden. Das Einzige, was sich bei einem Salze nicht berechnen läßt, ist sein Gehalt an Krystallwasser, der durch Versuche gefunden werden muß, und obschon der Sauerstoff dieses Wassers immer ein Multiplum und selten ein Submultiplum vom Sauerstoffe der Basis ist, so ist doch dieses Multiplum bei den verschiedenen Salzen, welche von einer Basis gebildet werden können, sehr veränderlich. Ja auch bei einem und demselben Salze kann die Menge des Krystallwassers veränderlich seyn, je nach Verschiedenheit der Temperatur, bei welcher das Salz anschießt, wobei es sehr häufig auch eine andere Krystallform annimmt, z. B. Borax, Glaubersalz.

Aus der gleichen Sättigungscapacität einer Säure für alle Basen folgt, daß die Menge verschiedener Basen, welche zur Sättigung einer gewissen Säure erforderlich ist, immer in einem bestimmten Verhältnisse mit denjenigen Quantitäten derselben Basen, die zur Sättigung einer andern Säure erfordert werden, steht, so daß man von der bekannten Menge der Bestandtheile in einigen Salzen einen ziemlich sichern Schluß auf ihre Mengen in andern Salzen machen kann, wo man sie vorher nicht kannte. So verhält sich z. B. die Menge Kali, welche 100 Th. Schwefelsäure sättigt, zu der Menge Natron, welche eben so viele Theile dieser Säure sättigt, wie sich das Kali zu dem Natron verhält, welche beide 100 Th. Salpetersäure sättigen. Wenn nun die Sättigungscapacität der Schwefelsäure 19,96, die der Salpetersäure aber 14,76 beträgt, so folgt daraus, daß diejenige Menge Kali, welche 19,96 Sauerstoff enthält, zu einer Menge Natron, Baryterde oder irgend einer andern Basis, deren Sauerstoffgehalt 19,96 ist, sich verhalten müsse, wie eine 14,76 Sauerstoff haltende Menge Kali sich verhält zu einer Menge Natron, Baryt, oder irgend einer andern Basis, welche 14,76 Sauerstoff enthält. Daher kommt es, daß zwei in Wasser aufgelöste neutrale Salze, wenn man sie mit einander mischt, ihre Neutralität heibehalten, selbst wenn sie einander zerlegen. Werden z. B. schwefelsaures Kali und

salpetersaurer Baryt in der Auflösung mit einander gemischt, so wird so viel Baryt von der Salpetersäure sich lostrennen, und so viel schwefelsauren Baryt bilden, daß sein Sauerstoff auf 100 Schwefelsäure 19,96 betrage; das aus der neutralen Verbindung mit der Schwefelsäure ausscheidende Kali wird dagegen so viel salpetersaures Kali bilden, daß sein Sauerstoff auf 100 Salpetersäure 14,76 betrage, d. h. die beiden neugebildeten Salze sind eben so neutral, als die, welche zersezt wurden.

Gewisse Salze haben die Eigenschaft, mit einem bestimmten Ueberschusse von Säure sich zu verbinden und mit dieser überschüssigen Säure zu krystallisiren. Diese Salze schmecken sauer, reagiren wie Säuren und werden daher saure Salze genannt. In denselben sind die Basen gemeinlich entweder mit  $1\frac{1}{2}$  oder mit 2, 3, 4 mal so viel Säure als in dem neutralen Salze vereinigt, und so viel man bis jetzt gefunden hat, giebt es zwischen diesen keine Zwischenstufen. Wollaston hat einen sehr einfachen Versuch angegeben, wodurch sich diese Multipla in der Zusammensetzung der sauren Salze beweisen lassen. Man wägt z. B. zwei gleiche Theile saures oxalsaures Kali ab, verbrennt den einen Theil zu Asche, und sättigt dann den andern damit, welcher dadurch völlig neutral wird. — Von dieser Art der Salze sind z. B. das saure schwefelsaure Kali, das saure weinsteinsaure Kali (Cremor Tartari) u. a.

Andere Salze haben das Eigenthümliche, daß sie mit einem Ueberschusse an Basis krystallisiren und niedergeschlagen werden. Diese nennt man basische, oder mit Basis übersättigte Salze, z. B. das basische essigsaure Bleioxyd (Bleieffig). In den basischen Salzen ist die Säure mit  $1\frac{1}{2}$ , 2, 3, 4, 6 bis 12 mal so viel Basis gesättigt, als sie im neutralen Salze von derselben Basis aufnimmt. Aus der Sättigungscapacität der Säure, verglichen mit ihrem Sauerstoffgehalte, lassen sich die Verhältnisse berechnen, in welchen sie mit Basis übersättigt werden kann oder nicht. Z. B. die Schwefelsäure und überhaupt alle diejenigen Säuren, welche in ihren neutralen Verbindungen 3 mal so viel Sauerstoff als die Basis enthalten, nehmen nicht gern 2, und vielleicht nie 4 mal so viel Basis auf, als sich im neutralen Salze befindet, sondern nehmen  $1\frac{1}{2}$ , 3, 6 und 12 mal soviel davon auf. Dagegen können solche Säuren, welche doppelt oder 4 mal soviel Sauerstoff, als die neutralisirende Basis enthalten, in den basischen Salzen nicht das  $1\frac{1}{2}$  oder 3 fache von

der im neutralen Salze befindlichen Basis aufnehmen, sondern sie verbinden sich stets mit der 2, 4 oder 8 fachen Menge dieser Basis, weil, wie oben angeführt worden ist, zwei oxydirte Körper sich beinahe immer so mit einander verbinden, daß der Sauerstoffgehalt des einen ein Multiplum nach einer ganzen Zahl vom Sauerstoffgehalte des andern Oxyds ist. Dieses kann aber nicht eintreffen, wenn z. B. die Schwefelsäure, welche in ihren neutralen Verbindungen 3 mal so viel Sauerstoff, als die Basis enthält, aufnimmt, in ihren basischen Salzen 2 mal so viel Basis als in den neutralen aufnimmt.

Zuweilen verbindet sich eine Säure mit zwei Basen, zuweilen auch eine Base mit zwei Säuren. Dergleichen Salze nennt man Doppelsalze, und solche Doppelsalze können sowohl auf nassem Wege, als auch auf trockenem durch Zusammenschmelzen erhalten werden; von letzteren hat Berthier (Poggend. Ann. 1828. Nr. 9. S. 100.) mehrere beschrieben. Von dieser Art sind der Alaun, aus schwefelsaurem Kali und salpetersaurer Thonerde bestehend; das Seignettesalz (Tartarus natronatus), aus weinsaurem Kali und weinsaurem Natron zusammengesetzt u. m. a. Die Doppelsalze, welche aus zwei Basen mit einer Säure bestehen, sind die gewöhnlichsten und werden Doppelsalze mit einer Säure genannt; diejenigen, welche eine Basis mit zwei Säuren enthalten, nennt man Doppelsalze mit einer Basis. Wenn solche Doppelsalze einen eigenen bestimmten Namen haben, so bedient man sich desselben gern, um einer langen, oft übelklingenden, aus mehreren Worten zusammengesetzten Benennung auszuweichen, z. B. Alaun für schwefelsaure Kali-Thonerde, Seignette-Salz für weinsteinsaures Kali-Natron.

Jede Säure kann mit jeder Basis ein Salz geben. Dennoch findet man die eine oder die andere Ausnahme davon, indem z. B. die Thonerde sich nicht mit der Kohlensäure verbinden kann. Die Anzahl der einfachen Sauerstoffsalze findet man daher, wenn man die Zahl der Säuren mit der Zahl der Basen multiplicirt; diese Anzahl kann sich aber durch die Doppelsalze unendlich vergrößern. Man giebt sie über 2000 an. Der kleinste Theil dieser Salze ist untersucht, und manche Salze, welche möglich sind, haben vielleicht niemals existirt.

Man hat die Sauerstoffsalze eingetheilt in Neutralsalze, in welchen die Säure und die Basis einander auf das vollkommenste

gesättigt haben, welches bei den alkalischen und den meisten Erdsalzen der Fall ist, und in Mittelsalze, worin die Säure nicht so vollständig mit Basis gesättigt ist, daß sie als Säure zu reagiren aufhörte; von dieser Art sind die meisten Metallsalze und auch mehrere Erdsalze. Berzelius rechnet aber jetzt zu den neutralen Salzen alle diejenigen, in welchen der Sauerstoff der Säure und der Basis in demjenigen Verhältnisse steht, welches bei den neutralsten Verbindungen stattfindet, die eine Säure mit den Alkalien oder alkalischen Erden geben kann. So betrachtet z. B. Berzelius den Alaun als ein neutrales Salz, wiewohl derselbe stark als Säure reagirt, weil der Sauerstoff der Schwefelsäure, wie im neutralen schwefelsauren Kali und Natron, dreimal so viel beträgt, als der Sauerstoff der Basen zusammengenommen. Allein die Thonerde, als eine der schwächeren Basen, hebt nicht alle Eigenschaften der Säure auf, und deswegen behält der Alaun das Eigene, daß er sauer schmeckt und das Lackmuspapier röthet. Aber eben deswegen, scheint es, könne man weder den Alaun, noch irgend ein anderes Salz, welches entweder als Säure oder als Base reagirt, mit einer das entgegengesetzte Verhalten andeutenden Benennung bezeichnen, und es neutral nennen; auch ist diese von Berzelius dem Worte neutral beigelegte Bedeutung, für die vielleicht ein passenderes Wort aufgefunden werden könnte, nicht allgemein angenommen worden.

Dieselbe Neigung, welche die Metalle zeigen, sich mit den nicht metallischen elementären Stoffen (von Berzelius Metalloide genannt) und mit einander zu verbinden, zeigen auch ihre Oxyde, und gewöhnlich, wiewohl nicht immer, findet man, daß die Oxyde vorzüglich in denjenigen Verhältnissen sich mit einander verbinden, worin ihre Radicale vorzugsweise Verbindungen eingehen. Daher verwandeln sich gewöhnlich Schwefel-, Selen- und Arsenmetalle durch Aufnahme von Sauerstoff in neutrale schwefelsaure, selen- und arsen-saure Metallsalze, und überhaupt hängt das gegenseitige Verbindungsbestreben der Oxyde von dem der Radicale auf eine solche Weise ab, daß die Dazwischenkunft des Sauerstoffs nur dieses Bestreben vermehrt, und es thätiger macht durch die größere Auflöslichkeit der Oxyde, weil diese in flüssigem Zustande besser auf einander wirken können.

Auch Wasser verbindet sich mit den Metalloxyden. Gegen die sauren spielt es die Rolle einer Basis, und bildet mit ihnen wasserhaltige Sauerstoffsauren, z. B. das Vitriolöl; gegen die basischen

Dryde aber vertritt es die Stelle einer Säure, daher man diese Verbindung wohl wasser-saure Salze nennen könnte, sie aber mit dem Namen Hydrat bezeichnet, z. B. das ätzende Kali Kalihydrat. Das Wasser steht jedoch genau auf der Grenze oder im Uebergange zwischen Säuren und Basen, es ist also auf der einen Seite die schwächste aller Säuren, welche, mit höchst wenigen Ausnahmen, von allen andern Dryden, welche möglicherweise die Rolle einer Säure spielen können, ausgetrieben wird. Daher kommt es, daß die wasserhaltigen Sauerstoffsäuren nichts von ihren sauren, und die mit Wasser verbundenen Salzbasen nichts von ihren basischen Eigenschaften verlieren, welche noch eher durch die Gegenwart des Wassers erhöht werden. Mit dem Namen Hydrat (von ὑδρῶς) bezeichnet man indeß in der lateinischen Nomenclatur nur diejenigen Verbindungen, in welchen das Wasser als Säure betrachtet wird; wir können deshalb nicht die wasserhaltigen Säuren Hydrate nennen. Die Hydrate sind am gewöhnlichsten so zusammengesetzt, daß der Sauerstoff des Wassers und der Salzbasis gleich groß ist. Bisweilen ist der Sauerstoff des Wassers ein Submultiplum von dem Sauerstoffe des basischen Dryds, es ist aber kein Beispiel bekannt, wo er ein Multiplum davon ist. Einige Hydrate halten das Wasser mit einer solchen Affinität fest, daß es durch die strengste Hitze nicht ausgetrieben werden kann, z. B. Kali, Natron, Baryterde, Strontianerde; andere lassen es in der Glühhitze fahren, und noch andere bei einer noch nicht zum Glühen steigenden Hitze; einige geben sogar ihr Wasser ab, wenn sie unter Wasser bis zum Kochpunkte desselben erhitzt werden, z. B. die Hydrate des Zinnoxiduls und des Kupferoxyds. Die Hydrate der Metalloxyde haben oft eine andere Farbe, als das Dryd selbst; so sind die Hydrate des Zinnoxiduls und des Eisenoxyduls weiß, während die reinen Dryde schwarz sind; das Hydrat des Kupferoxyds ist azurblau und das reine Dryd ist schwarz. Einige Chemiker haben geglaubt, daß diese Hydrate als solche mit Säuren zu Salzen verbunden werden könnten, ungefähr so, als wenn das Hydrat eine einzige Base wäre. Dies ist aber nicht richtig. Die Hydrate sind, wie erwähnt, als Salze zu betrachten, worin das Wasser die Säure ist, die aber von jeder andern Säure verjagt wird, und das in den neutralen Salzen enthaltene Wasser ist das, was wir Krystallwasser nennen, und es kommt davon kein Theil der Basis mehr zu als dem andern Bestandtheile des Salzes.

Es ist schon bei den Haloidsalzen auf den wesentlichen Unterschied in den theoretischen Ansichten über die Haloidsalze und die Sauerstoffsalze aufmerksam gemacht worden, und der Widerspruch in der Theorie hat nicht unbeachtet bleiben können. Dulong hat nun diesen Widerspruch dadurch zu heben gesucht, daß er alle wasserhaltigen Sauerstoffsäuren als Wasserstoffsäuren betrachtet, indem er den Sauerstoff des Wassers der Säure zurechnet, und daraus, mit dem Sauerstoffe und dem brennbaren Radicale der Säure, das zusammengesetzte Radical einer Wasserstoffsäure, d. i. einen Salzbilder macht. Als Salzbilder haben wir Chlor, Brom, Jod und Fluor kennen gelernt, es gehören aber auch dahin Cyan und Schwefelcyan, welche zwar zusammengesetzt sind, sich jedoch hinsichtlich der Verbindungsfähigkeit mit dem elementaren Wasserstoffe wie einfache Stoffe verhalten, also zusammengesetzte Salzbilder sind. Dulong betrachtet nun z. B. die wasserhaltige Schwefelsäure als aus einem solchen zusammengesetzten Radical und Wasserstoff bestehend. Wenn bei der Cyanwasserstoffsäure das zusammengesetzte Radical aus Stickstoff und Kohlenstoff besteht, so besteht das zusammengesetzte Radical der Schwefelsäure aus Schwefel und Sauerstoff, nur ist der Gehalt des letztern um  $\frac{1}{2}$  vermehrt, weil zu dem Sauerstoffe der Schwefelsäure, diese als Sauerstoffsäure betrachtet, noch der Gehalt an Sauerstoff aus dem Wasser, dessen Wasserstoff die Wasserstoffsäure bildet, hinzukommt. Wenn diese Wasserstoffsäure sich mit einem Metalle, z. B. Kalium, verbindet, so wird nur der Wasserstoff ausgeschieden, und das Kalium verbindet sich mit dem zusammengesetzten Salzbilder. Kommt die Säure mit Kali in Berührung, so wird dieses auf dieselbe Art, wie es bei den Haloidsalzen erwähnt worden ist, von dem Wasserstoffe der Säure zu Kalium reducirt, welches auch jetzt erst mit dem Radical der Wasserstoffsäure sich verbindet. Die in beiden Fällen erzeugte Verbindung ist nun nicht als aus Kali und wasserfreier Schwefelsäure, sondern als aus Kalium und dem Radical der Wasserstoffsäure bestehend anzusehen, und das hierbei frei werdende Wasser wird nicht aus der Säure ausgeschieden, sondern von dem Wasserstoffe der Säure und dem Sauerstoffe des zu Kalium reducirten Kalis gebildet.

Ob diese Ansicht Dulong's richtiger sey als die bisherige, ist nicht leicht zu bestimmen, auch ist es, wie Berzelius bemerkt, nicht nothwendig, daß eine von diesen beiden Ansichten richtiger sey,

als die andere, weil in dem Salze weder Säure, Basis, noch ein zusammengesetzter Salzbilder vorhanden ist, und das Salz selbst das Product vom Gleichgewichte der entgegengesetzten Kraftäußerungen ist. Bei der Zersetzung des Salzes beruht es auf der Zersetzungs- methode, ob es in Säure und Basis zersetzt wird, oder ob es in elektro- positives Metall, welches abgeschieden wird, und in einen Salzbilder, welcher in einer neuen Verbindung bleibt, zerlegt wird, z. B. wenn ein Kupfersalz von Eisen zersetzt und Kupfer abgeschieden wird, oder wenn die elektrische Säule das Metall auf dem negativen Pole, den Sauerstoff mit der Säure, d. h. die Bestandtheile des zusammengesetzten Salzbilders, auf dem positiven Pole abscheidet; diese verschiedenen Erklärungen sind folglich nur Vorstellungsarten, welche zu demselben Resultate führen, und von welchen eine jede richtig ist in Beziehung auf die Zersetzungs- oder Zusammensetzungsweise, welche für ein gegebenes Salz angewandt wird, und welche folglich gleich richtig seyn müssen.

b) Schwefelsalze. Die mit Schwefel verbundenen Metalle (Schwefelmetalle) können sich gerade so wie die mit Sauerstoff verbundenen Metalle (Metalloxyde) mit einander verbinden. Diese Verbindungen finden hauptsächlich, hier wie dort, zwischen elektro-negativen und elektro-positiven Schwefelmetallen statt, und stellen Körper dar, von denen viele in Wasser auflöslich sind, und daraus in Krystallform erhalten werden können. Die Schwefelungsstufen der elektro-positiven Metalle, welche den basischen Oxyden entsprechen (d. i. die, welche durch wechselseitige Zersetzung des basischen Oxyds mit Schwefelwasserstoffgas entstehen, dadurch nämlich, daß der Wasserstoff sich mit dem Sauerstoffe zu Wasser verbindet, und der dem ausgetriebenen Sauerstoffe entsprechende Antheil Schwefel sich mit dem positiven metallischen Radicale vereinigt) spielen in diesen Verbindungen die Rollen der Basen. Die höheren Schwefelungsstufen der elektro-positiven Metalle besitzen dieses Vermögen nicht, und sie verhalten sich in dieser Hinsicht wie die Hyperoxyde; sie verbinden sich mit keinem andern Schwefelmetall, können aber ihren Schwefelüberschuß an andere Metalle absetzen. Die Schwefelungsstufen der elektro-negativen Metalle, deren Zusammensetzung mit der der Metallsäuren proportional ist, verbinden sich nach Art der Säuren mit den elektro-positiven Schwefelmetallen, auf eine solche Weise und in solchen Verhältnissen, daß, wenn der Schwefel gegen gleich viele

Partikeln Sauerstoff ausgetauscht werden würde, irgend eins von den Salzen entflünde, welche die nämlichen Radicale in ihrem oxydirten Zustande hervorbringen können.

Die elektro-negativen Schwefelmetalle, von welchen man durch Erfahrung weiß, daß sie diese Art von Verbindungen mit dem Schwefel eingehen können, sind die des Selens, des Arsens, des Wolframs, des Molybdäns, des Antimons, des Tellurs, des Zinns und des Goldes, wozu noch die des Platins und des Rhodiums kommen. Von Chrom, Titan und Tantal kennt man dergleichen Verbindungen noch nicht. Auch der Schwefelwasserstoff, der Schwefelkohlenstoff und der Schwefelcyanwasserstoff verhalten sich in dieser Hinsicht wie die elektro-negativen Schwefelmetalle.

Sowie elektro-positiv Oxyde sich zuweilen mit einander verbinden, so vereinigen sich auch bisweilen elektro-positiv Schwefelmetalle, z. B. Schwefeleisen mit Schwefelkupfer, und die Natur stellt davon im Mineralreiche eine ziemlich große Anzahl in Krystallform dar. Sie sind größtentheils so zusammengesetzt, daß, wenn sie oxydirt werden, ein schwefelsaures Doppelsalz daraus entsteht. Sie entsprechen Doppelsalzen von zwei Basen mit einer Säure. Sehr selten kommen deren drei, auf eine solche Weise verbunden vor, daß sie für eine einzige und wirklich chemische Verbindung angesehen werden können.

Die Arten, Schwefelsalze zu erhalten, können mannigfach seyn. 1) z. B. in Wasser aufgelöstes Schwefelkalium wird mit dem elektro-negativen Schwefelmetall verbunden, welches sich dann in der Flüssigkeit auflöst, bis das Schwefelkalium gesättigt ist, worauf dann dieses Salz angewandt wird, um durch doppelte Zersetzung mit einem Sauerstoffsalze, mit irgend einer andern Salzbasis, das Radical derselben in den Zustand eines Schwefelsalzes zu versetzen. 2) In Wasser aufgelöstes wasserstoffschwefliges Schwefelkalium wird mit dem gepulverten elektro-negativen Schwefelmetall vermischt, welches sich dann auflöst und Schwefelwasserstoffgas mit Aufbrausen austreibt, gerade so, wie wenn kohlen-saures Gas mit Aufbrausen von einer stärkern Sauerstoffsäure ausgetrieben wird. 3) Auflösung des elektro-negativen Schwefelmetalls in kauftischem Alkali; dabei oxydirt sich das Metall auf Kosten des Kalis zu Säure, welche sich mit einem andern Theile des Kalis zu einem metallsauren Salze verbindet. Das hierbei reducirte Kalium verbindet sich mit dem Schwe-

fel, welcher sich von dem elektro-negativen Metalle trennte, zu Schwefelkalium, welches dann mit einem unzersehten Theile des Schwefelmetalles in Verbindung tritt. Z. B. Schwefelarsen löst sich sehr leicht in kauftischem Kali auf; ein Theil des Schwefelarsens wird dabei auf die Weise zerseht, daß sich das Arsen auf Kosten des Kalis zu arseniger Säure oxydirt, und der Schwefel, welcher das Arsen frei werden läßt, verbindet sich mit dem Kalium des Kalis zu Schwefelkalium. Die Auflösung, welche dann erhalten wird, besteht immer aus einem mit einem Schwefelsalze gemengten Sauerstoffsalze. In dem hier angeführten Beispiele ist arsenigsaures Kali dieses Sauerstoffsalz, und man muß bemerken, daß es immer das elektro-negative Metall und nicht der Schwefel ist, welches dabei die Säure in dem Sauerstoffsalze bildet. 4) Wenn in Wasser aufgelöstes wasserstoffschwefliges Schwefelkalium mit einer Metallsäure vermischt wird, so wird letztere auf Kosten der Schwefelwasserstoffsäure zu einem Schwefelmetalre reducirt, welches sich mit Schwefelkalium vereinigt. Da aber der Schwefelwasserstoff durch die Oxydation seines Wasserstoffs auf Kosten der Metallsäure keine zur Sättigung des in der Flüssigkeit befindlichen Schwefelkaliums hinreichende Menge des elektro-negativen Schwefelmetalles hervorzubringen vermag, so wird ein Antheil Schwefelkalium zerseht, dessen Kalium sich durch die Metallsäure zu Kali oxydirt, während das elektro-negative Metall seinen Sauerstoff gegen den Schwefel des Kaliums austauscht. Das so neugebildete Kali verbindet sich mit einem Theile der Metallsäure zu einem Salze, und wird deshalb sehr selten in der Flüssigkeit frei. Auch in diesem Falle wird folglich ein Sauerstoffsalz zugleich mit dem Schwefelsalze gebildet. Wird der Versuch mit wasserstoffschwefligem Schwefelammonium (Hydrothionammonium) und mit arseniger Säure, oder mit Zinnoxidhydrat gemacht, so bemerkt man das Freiwerden des Alkalis, denn die Affinität des Ammoniak zum Zinnoxid oder zur arsenigen Säure ist zu schwach, um damit ein Salz hervorzubringen zu können. Die Flüssigkeit riecht deshalb nachher stark nach Ammoniak. 5) Diese Verbindungen können auch auf trockenem Wege erhalten werden, wenn z. B. das elektro-negative Schwefelmetal in gehöriger Proportion mit kohlensaurem Alkali vermischt, und in einem bedeckten Gefäße erhitzt wird. Die Kohlen Säure wird ausgetrieben, und das Alkali wirkt auf das Schwefelmetal gerade wie auf nassem Wege, es vertauscht einen Theil seines Sauerstoffs mit

Schwefel, und bildet ein zusammengeschmolzenes Gemenge eines Sauerstoffsalzes von Kali und der Metallsäure mit Schwefelsalz von Schwefelsäure und dem Schwefelmetalle. In den meisten Fällen können diese dann durch Auflösung und Krystallisation getrennt werden. 6) Eine Methode, welche nach Berzelius vor allen andern den Vorzug verdient, wenn sie angewandt werden kann, ist folgende. Durch eine concentrirte neutrale Auflösung eines Sauerstoffsalzes wird so lange Schwefelwasserstoff geleitet, als noch vom Gase absorbiert wird, und bei gewissen Salzen, z. B. den tellursäuren und selenensäuren, so lange, bis sich ein Niederschlag bildet, der sich beim Umschütteln nicht mehr auflöst. Nach diesem Punkte würde das Schwefelmetall durch das Schwefelwasserstoffgas ausgefällt werden, welches dann seine Stelle einnimmt. Indessen sind es eigentlich nur die Salze der metallischen Säuren, mit welchen diese Methode, Schwefelsalze zu erhalten, glückt. Statt des Schwefelwasserstoffs kann man auch wasserstoffschweifiges Schwefelammonium anwenden, wenn das Sauerstoffsalz eine alkalische Basis hat, wobei das dabei frei werdende Ammoniak und der Ueberschuß von zugesetztem Ammoniaksalz durch Destillation abgetrieben werden kann.

Die nach der unter 1) und 2) aufgeführten Methode bereiteten Schwefelsalze geben, wenn ihre wäßrigen Auflösungen mit einer Säure vermischt werden, Schwefelwasserstoffgas, welches mit Aufbrausen entweicht, und Schwefelmetall, welches niederfällt. Es ist wahrscheinlich, daß diese Zersetzung mit vielen dieser Verbindungen so eingerichtet werden kann, daß der Schwefelwasserstoff und das Schwefelmetall, wenigstens eine Zeit lang, in Verbindung bleiben, und eine Doppelsäure bildeten, ähnlich der aus Schwefelkohlenstoff und Schwefelwasserstoff; aber dies ist noch nicht hinreichend untersucht. Die Schwefelsalze, welche nach 3), 4) und 5) bereitet werden, werden von Säuren auf die Art zersetzt, daß das elektro-negative Schwefelmetall ohne alle Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas gefällt wird, gleichsam als wäre es ohne alle Zersetzung in dem Alkali aufgelöst gewesen, und nur durch dessen Sättigung gefällt worden. Die Ursache hiervon liegt darin, daß der Schwefelwasserstoff, welcher durch Oxydation von Schwefelsäure auf Kosten des Wassers gebildet werden mußte, entweder nicht gebildet, oder in dem Bildungsaugenblicke dadurch zersetzt wird, daß Kalium den Sauerstoff der Metallsäure aufnimmt, und den Schwefel seinem Radicale wie-

dergiebt. Dessen ungeachtet ist es oft leicht, die Gegenwart des metallsauren Salzes in der Flüssigkeit dadurch zu beweisen, daß man die Auflösung z. B. mit Kupferoxydhydrat vermischt; das Kalium in dem Schwefelsalze oxydirt sich dann auf Kosten des Kupferoxyds, und es wird ein Schwefelsalz mit Schwefelkupfer zur Basis gefällt. Die Metallsäure findet man dann in der alkalischen Flüssigkeit aufgelöst, welche von dem unlöslichen Kupferschwefelsalze abfiltrirt werden kann. Bei den unter 6) aufgeführten Darstellungsmethoden erhält man das Schwefelsalz so zusammengesetzt, daß sich die Radicale der Säure und der Base mit eben so viel Volumen Schwefel, als sie an Sauerstoff verloren haben, verbinden, weshalb für die Zusammensetzung dieser Salze dasselbe gilt, was über die Sauerstoffsalze angeführt ist.

Alles hier von Schwefelmetallen Gesagte ist auch und in dem nämlichen Grade für Selen- und Tellurmetalle geltend.

Die Amphisalze sind im Allgemeinen, hinsichtlich der Vereinigungsart und der Atomenzahl des Basenbilders, einander ähnlich; dadurch läßt sich das Princip für die Nomenclatur der Sauerstoffsalze durchgängig anwenden; die drei Schwefelungsstufen des Arsens heißen z. B. Unterarsenschwefel, Arsenigschwefel, Arsenikschwefel; eben so beim Selen und Tellur. Die Basen nennt Berzelius z. B. Schwefelkalium, Schwefelcalcium, und wenn sie dem Oxydul und Oxyd entsprechen, sagt man z. B. Schwefeleisen und Eisenschwefel, und im Allgemeinen gesprochen, Schwefelbasis, Schwefelalkali. Die Benennung für die Salze ist dann z. B. arsenikschwefliges, arsenigschwefliges Schwefelkalium, wasserstoffschwefliges Schwefelammonium, arsenigschwefliges Schwefeleisen (analog dem arsenigsauren Eisenoxydul) und arsenikschwefliger Eisenschwefel (analog dem arseniksauren Eisenoxyd). Giebt ein Radical eine höhere Schwefelverbindung, wie z. B. Molybdän einen der Molybdänsäure entsprechenden Molybdänschwefel und dann noch ein höheres elektro-negatives Schwefelmetall giebt, so erhält dieses den Namen z. B. Molybdänüberschwefel und molybdänüberschwefliges Schwefelkalium.

Darstellung einiger Schwefelsalze. Wasserstoffschwefliges Schwefelkalium (Hydrothionkali) erhält man, wenn wasserfreies kohlenfaures Kali in eine tubulirte Retorte gelegt, und ein Strom von Schwefelwasserstoffgas durch die Retorte geleitet wird. Wenn die atmosphärische Luft vom Schwefelwasserstoffgase ausgetrieben ist,

erhitzt man die Retorte, bis das Salz zu glühen anfängt. Es wird vom durchströmenden Gase zersezt, die Masse wird schwarz und kommt ins Kochen, welches so lange fortwährt, als noch ein Theil kohlen-saures Kali unzersezt ist. Man fährt so lange fort die Masse im Schwefelwasserstoffgase zu erhitzen, als noch etwas Wasser dem entweichenden Gase folgt, oder so lange als das Kochen anhält. Man läßt dann das Gas fortwährend durchströmen, bis der Apparat kalt geworden ist. Das erhaltene Salz, welches im geschmolzenen Zustande schwarz erschien, wird nach dem Erkalten weiß, oder wenn die Luft nicht vollkommen abgehalten war, schwach gelblich und krystallinisch. Das Schwefelkalium ist darin mit Schwefelwasserstoff in einem solchen Verhältnisse verbunden, daß beide gleichviel Schwefel enthalten.

Wasserstoffschwefliges Schwefelammonium wird auf dieselbe Weise bereitet. Es wird sowohl in der Medicin als als Reagens gebraucht.

Gegen die Haloid-salze hat v. Bunsdorff (Schw. J. XIX. 1827. S. 321.) die Ansicht aufgestellt, daß durch Verbindung der elementaren Stoffe mit den sogenannten Salz-bildern Säuren und Basen gebildet würden, aus deren Vereinigung erst Salze entstehen. Die Auflösung des Quecksilberchlorids (äzenden Sublimats) röthte das Lackmuspapier, das durch dieselbe geröthete Lackmuspapier werde aber durch Chlorkalium, — Natrium, — Lithium, — Baryum, — Strontium, — Calcium, — Magnesium, — Yttrium, — Cerium, — Mangan, — Nickel, — Kobalt u. s. w. wieder blau; jenes sey also eine Säure, dieses seyen Basen; durch Vereinigung derselben entstehen die Salze: chlorquecksilber-saures Kalium (richtiger wohl chlorquecksilber-saures Chlorkalium), chlorquecksilber-saures Natrium (Chlornatrium) u. s. w.

Noch entschiedener hat Boullay d. j. (Trommsd. N. J. XVI. 1. 1828. S. 122.) aus einer Reihe von Versuchen über die Jodmetalle den Schluß gezogen, daß diese sich in basische und saure trennen lassen, aus deren Verbindung wahre Salze entstehen, daß es jodwasserstoff-saure Jodmetalle gebe, die den wasserstoffschwefligen Schwefelmetallen analog sind, daß die Jodmetalle und Chlormetalle sich mit einander verbinden können, und daß der Begriff eines Salzes immer der Vereinigung zweier zusammengesetzten Körper entspreche.

Bergelius (Ster Jahresber. 1829. S. 139.) erinnert, daß Alles von der Bedeutung abhängt, welche man dem Worte Salz beilegt. Wenn man den Begriff über die gegenseitige Neutralisation der Bestandtheile festhält, so sind Salpeter und Kochsalz mit gleichem Rechte Salze, der Begriff eines Salzes sey demnach von ihm allein von den Eigenschaften des Körpers hergeleitet. Auf gleiche Weise verknüpfe er mit dem Begriff von Basis und Säure nichts, was die Zusammensetzung betrifft, sondern nur, was sich auf die Eigenschaften bezieht. Kali, Ammoniak und Strychnin sind Salzbasen; Phosphorsäure, Weinsäure, Schwefelcyanwasserstoffsäure sind Säuren, ungeachtet der großen Verschiedenheit sowohl in der Natur als der Anzahl der Bestandtheile; noch mehr: die Verbindung des Mangans mit 1 At. Sauerstoff ist eine Basis, und die Verbindung von 2 At. Mangan mit 5 At. Sauerstoff ist eine Säure. Halten wir diese Begriffe fest, so können wir kaustisches Natron und Kochsalz nicht zu derselben Classe von Körpern rechnen, aus dem Grunde, weil sie beide eine gleiche Anzahl von Bestandtheilen haben.

---

