

Erkenntniß des Einflusses der Zusammensetzung auf die Eigenschaften.

Nur Weniges können wir in Bezug darauf hier mittheilen, wie man einen Zusammenhang zwischen der chemischen Constitution und den physikalischen Eigenschaften der Verbindungen erkannt hat. Sehr nahe liegt uns noch die Zeit, wo die ersten erfolgreichen Untersuchungen darüber angestellt wurden, und von diesen haben wir nur das hervorzuheben, was mit den im Vorhergehenden besprochenen Gegenständen in engerer Verbindung steht. Wir wollen hier also Einiges anführen über die Kenntnisse, die man sich hinsichtlich der Krystallgestalt der Körper erwarb, über die Entdeckungen, daß verschiedenartig zusammengesetzten Verbindungen gleiche, und gleich zusammengesetzten Verbindungen verschiedene äußere Eigenschaften zustehen können.

Untersuchungen
über die Krystall-
gestalt der Verbindungen.

Daß aus einer Lösung durch Abdampfen der darin enthaltene Stoff krystallinisch abgeschieden wird, ist eine so alte Wahrnehmung, als der Gebrauch des Salzes. Geber stellte bereits mehrere künstliche Salze in Krystallen dar; öfters schreibt er Umkrystallisiren als Reinigungsmittel vor. Daß auf die Hervorbringung von mehr oder weniger regelmäßigen Krystallen langsame oder schnelle Abkühlung der Lösung bedeutenden Einfluß ausübt, finde ich zuerst bei Boyle ausdrücklich hervorgehoben. (Beiläufig will ich bemerken, daß das Effloresciren einiger Salzlösungen zuerst von Homberg 1710 beschrieben wurde, und daß Franz Petit 1722 viele Salze auf diese Eigenschaft untersuchte).

Es ist nicht wohl möglich, den Zeitpunkt genauer anzugeben, wo man zuerst die Wahrnehmung machte, daß verschiedene Salze eine verschiedene Krystallgestalt haben. Die Nachrichten der Alten über die äußeren Kennzeichen der Salze sind zu unbestimmt, als daß man aus ihnen etwas ent-

nehmen könnte. *Caſalpinus*¹⁾ beſpricht in ſeiner Schrift *de metallicis* (1596), daß Salpeter, Alaun, Vitriol, Zucker aus ihren Auflösungen immer in denſelben Formen anſchießen, hielt aber beſungeachtet die Kryſtallgeſtalt nicht für ein conſtantes Kennzeichen der Körper, durch die vorgefaßte Anſicht irre geleitet, daß es nur der organiſirenden Kraft zukomme, beſtimmte Geſtalten zu erzeugen, was alſo bei den lebloſen (unorganischen) Subſtanzen nicht der Fall ſein könne. Auch *Boyle*, deſſen ſcharfer Beobachtung die verſchiedene Kryſtallgeſtalt der Salze nicht entgangen war, wagte nicht zu behaupten, daß dieſelben Salze immer dieſelbe Geſtalt haben, daß eine beſtimmte Geſtalt ihnen eine weſentliche Eigenschaft ſei. *Salium volatilium*, ſagt er in dem *Chemista scepticus* (1661), *diversitatem interdum observavi etiam ipsis oculis in eorum figura posse dignosci. Sal quippe cornu cervi adhaerere excipulo in Parallelipipedi fere figura notavi, et salis volatilil ex humano sanguine ostendere tibi possum copiam granorum ex figura praeditorum, quam Geometrae Rhombum appellant; licet asserere non ausim, figuras horum aliorumve crystallorum salinorum (si ita vocare eos licet) eosdem semper fore, quicumque ignis gradus ad eos sursum pellendum adhibitus fuerit, vel quamcunque celeriter adacti fuerint in spiritus liquoresque coire, in quorum imis partibus eos passim observavi post aliquod temporis spatium concreſcere.* — Auf die Verſchiedenheit in den Kryſtallen, welche aus Auflösungen derſelben Subſtanz, deſſelben Alkali's z. B., in verſchiedenen Säuren anſchießen, machte auch *Lemery* 1675 in ſeinem *Traité de chymie* aufmerkſam, in einer für den damaligen Zuſtand der Kryſtallographie ſehr charakteriſtiſchen Weiſe. Er ſagt: *Si vous faites crystalliser une mesme espèce de matière que vous aurez dissoute en divers vaisseaux par l'esprit de sel, par l'esprit de nitre, par l'esprit de vitriol, par l'esprit d'alun et par le vinaigre, vous remarquerez autant d'espèces de cristaux en figure, qu'il y a eu de dissolutions différentes; les cristaux faits par le vinaig-*

Untersuchungen
über die Kryſtall-
geſtalt der Verbin-
dungen.

¹⁾ *Andreas Caſalpinus* war 1519 zu Arezzo in Toſcana geboren. Er wurde Profeſſor der Medicin und Botanik in Piſa, und ſpäter Leibarzt des Papſtes *Clemens VIII.* und Profeſſor der Arzneikunde am *Collegio della Sapienza* in Rom, wo er 1603 ſtarb. Seine hauptſächlichſten Unterſuchungen waren auf die Botanik gerichtet; von ſeinen Schriften mögen, als auf unſern Gegenſtand bezüglic, nur ſeine *De metallicis libri tres* (1596) genannt werden.

Untersuchungen
über die Krystall-
gestalt der Verbindungen.

gre seront plus aigus, que ceux qui auront esté preparez par l'esprit de nitre; ceux de l'esprit de nitre seront plus aigus que ceux de l'esprit de vitriol, ceux de l'esprit de vitriol seront plus aigus que ceux de l'esprit d'alun, mais de tous ces crystaux, il n'y en aura point de plus grossiers que ceux qui auront esté preparez par l'esprit de sel. Das ist die ganze Unterscheidung der Krystalle, nach ihrer Dicke, und diese Dicke hängt nach Lemery ab von der Dicke der Säurepartikeln, und hieraus wieder erklärt er, weshalb die dicksten Säurepartikeln, die der Salzsäure, Blei und Quecksilber aus ihren Auflösungen niederschlagen (vergl. Seite 309 dieses Theils). Gleich irrig war Homberg's 1702 geäußerte Ansicht, nach welcher die Verschiedenheit der Basis in den Salzen die Ursache ihrer verschiedenen Krystallgestalt sein sollte, ebenso wie Lemery die Verschiedenheit der Säure für den Grund dieser Erscheinung gehalten hatte. Viel richtiger betrachtete Gulielmini ¹⁾ die Verschiedenheit in der Krystallgestalt der verschiedenen Salze. In seiner *Dissertatio de salibus* sprach er bereits 1707 aus, daß die kleinsten Partikeln der Salze eine beständige und unveränderliche Form haben; daß die Verschiedenheit der Krystallgestalt des Kochsalzes, des Vitriols, des Alauns und des Salpeters auf einer Verschiedenheit der Krystallgestalt ihrer kleinsten Theilchen beruhe. Als die Grundgestalt des Kochsalzes nahm er den Würfel an, als die des Vitriols ein rhombisches Prisma, als die des Salpeters eine Säule, deren Basis ein gleichschenkeliges Dreieck ist (er leitete daraus die Entstehung der sechsseitigen Säulen des Salpeters ab), als die des Alauns eine vierseitige Pyramide. Aus der Aneinanderlagerung dieser Grundgestalten entstehen nun nach Gulielmini die Formen, welche die Körper in größeren Massen krystallisirt zeigen, und die mit denen der Grundgestalten nicht immer übereinstimmen, obgleich sie aus ihnen entstanden sind. Diese Ansichten, welche weiter ausgeführt in Haüy's Betrachtungsweise wieder auftreten, zogen indeß damals die Aufmerksamkeit der Gelehrten nicht auf sich; falsche Ideen blieben die herrschenden. Das indeß wurde wenigstens jetzt allgemein aner-

¹⁾ Domenico Gulielmini war 1655 zu Bologna geboren; er zeichnete sich aus als Arzt, als Physiker und Chemiker. Er starb als Professor zu Padua 1710. Mit Uebergang seiner physikalischen und medicinischen Schriften führen wir hier nur seine *Dissertatio de salibus* (1707) und *de principio sulphureo* (1710) an.

kannt, daß die Krystallform keine zufällige Eigenschaft, sondern ein bestimmtes Kennzeichen ist, und wie schon Libavius 1597 in seinem Werke *de* Untersuchungen über die Krystallgestalt der Verbindungen. *judicio aquarum mineralium* vorgeschlagen hatte, die Art der in einem Mineralwasser enthaltenen Substanzen durch Abdampfen und Untersuchen der Gestalt der entstandenen Salze zu bestimmen, gründete auch Stahl 1703 seine Vermuthung, daß die Basis im Kochsalz von gemeinem Kali verschieden sein möge, darauf, daß sie mit den Säuren Salze von verschiedener Krystallform bildet. Die Ansicht, daß Verschiedenheit der Krystallform mit einer Verschiedenheit der Zusammensetzung verbunden sei, schien sich bei dem Fortschreiten der Krystallographie und der analytischen Chemie immer mehr zu bestätigen.

Diese Ansicht schien vollkommen entwickelt und bestätigt zu sein, als Hauy darauf 1801 seine Classification der Mineralien gründete. Ich habe bereits in der Geschichte der mineralogischen Chemie (Seite 89 dieses Theiles) erwähnt, wie dieses Grundprincip der Hauy'schen Lehre aufgestellt und widerlegt wurde, und mehreres auf die Entdeckung des Isomorphismus Bezügliche angeführt. Auf das dort Gesagte muß ich daher zur Vervollständigung des Folgenden verweisen; hier jedoch ist der Ort, die Entdeckungen über den Zusammenhang zwischen Krystallform und chemischer Zusammensetzung nochmals zu betrachten, besonders in Bezug auf die künstlich darzustellenden chemischen Verbindungen, da sie es hauptsächlich waren (mehr als die natürlich vorkommenden, die Mineralien), an welchen dieser Zusammenhang zuerst richtig erkannt und nachgewiesen wurde.

Hauy's auch auf die künstlich darzustellenden chemischen Verbindungen ausgedehnter Grundsatz, daß bei allen Körpern, welche nicht in dem regulären System krystallisiren, Eine bestimmte Grundform auch nur Einer Zusammensetzung angehören könne, daß also jede Verschiedenheit der Zusammensetzung sich in einer Verschiedenheit der Krystallgestalt wieder zeigen müsse, — fand bald einzelnen Widerspruch. Schon frühere Beobachtungen auch an künstlichen Verbindungen (vergl. Seite 93) schienen dagegen zu streiten. Leblanc hatte bereits 1787 gezeigt, daß aus einer gemischten Lösung von schwefelsaurem Eisen und schwefelsaurem Kupfer Krystalle entstehen, welche bei völliger Gleichheit der Form sehr wechselnde Mengen der beiden Salze enthalten können; daß Alaun, ohne seine Krystallgestalt zu ändern, bedeutende Mengen Eisenoryd enthalten kann. Bauquelin hatte ebenfalls schon 1797 Beweise dafür geliefert, daß krystalli-

Entdeckung gleicher Krystallgestalt bei verschiedener Zusammensetzung.

Entdeckung gleicher
Krystallgestalt bei
verschiedener Zu-
sammensetzung.

sirte Körper ganz wechselnd zusammengesetzt sein können bei unveränderter Krystallgestalt, daß z. B. in dem Alaun sehr veränderliche Mengen Ammoniak enthalten sein können, ohne daß die Krystallgestalt dadurch irgend verändert wird; und Berthollet bestritt 1803 in seiner Statique chimique die Richtigkeit des Hauy'schen Princips geradezu, indem er an mehreren künstlichen wie auch an vielen natürlichen krystallisirten Substanzen nachzuweisen suchte, daß mit der verschiedenartigsten und allmählig, in unbestimmten Proportionen, wechselnden Zusammensetzung eine und dieselbe Grundgestalt verbunden sein kann. Später (1816) zeigte Gay-Lussac, daß ein Krystall von Kalialaun, in eine Auflösung von Ammoniakalaun gelegt, sich darin vergrößert, ohne die Form zu verändern, und daß auf diese Art ein krystallisirter Körper aus übereinandergeschichteten heterogenen Theilchen gebildet werden kann, ein Krystall, dessen Bestandtheile nicht nach stöchiometrischen Verhältnissen verbunden sind, sondern in variablen Verhältnissen sich vereinigen können. Mit den später gefundenen Resultaten der theoretischen Forschung ganz übereinstimmend sprach Gay-Lussac sich damals über dieses Zusammentreten von Körpern in unbestimmten Verhältnissen folgendermaßen aus: Ce résultat tient évidemment à ce que les molécules des deux espèces d'alun ont la même forme, et sont sans doute animées des mêmes forces: il est alors indifférent, pour l'accroissement du crystal, qu'il s'approprie une molécule d'un des sels ou une molécule de l'autre. Ainsi donc, lorsque cette circonstance se présentera, c'est à dire, lorsque des molécules de nature différente pourront également concourir à la formation d'un crystal, on pourra s'attendre à les voir former des composés dans des proportions quelconques. Beudant zeigte 1819, daß Mischungen aus schwefelsaurem Zink, schwefelsaurem Eisen oder schwefelsaurem Kupfer, welche zwei dieser Salze enthalten, entweder wie der Eisen- oder wie der Zinkvitriol krystallisiren, ungeachtet in einem solchen Krystall eine oft nicht unbedeutende Menge eines Salzes enthalten ist, welches für sich in einer ganz andern Gestalt krystallisirt. Hauy schloß hieraus, daß es Substanzen gebe, welche eine große Krystallisationskraft haben, so daß sie im Stande seien, in kleinen Mengen einer bedeutenden Quantität eines andern Salzes beige-mischt, auch diesem letzteren ihre eigenthümliche Krystallgestalt aufzudrücken und mitzutheilen. Diese Ansicht scheint Hauy schon 1801 vorgeschwebt zu haben, als er in Rücksicht auf die Krystallgestalt des Schwefelarseniks,

das dieselbe Grundgestalt wie der Schwefel hat und doch verhältnißmäßig wenig dem Gewichte nach von Schwefel enthält, die Frage stellte, ob man bei der Classification der krystallisirten Verbindungen als Ursache der Gestalt denjenigen Bestandtheil anzusehen habe, der in der größten Menge darin enthalten sei, oder denjenigen, der der Verbindung seine Eigenthümlichkeit mittheile (*qui la marque de son empreinte*). Vermöge dieser größeren Krystallisationskraft, die man einzelnen Substanzen beilegte, suchte man nun auch andere Fälle zu erklären, z. B. daß verschiedene kohlen-saure Salze, die gewöhnlich kleine Mengen kohlen-sauren Kalkes enthalten, in der Form des letzteren Salzes krystallisiren, u. s. w.

Entdeckung gleicher Krystallgestalt bei verschiedener Zusammensetzung.

Diese Ansichten, welche nur als nothgedrungene Erweiterungen des Hauy'schen Grundprincips anzusehen, und desungeachtet damit in keiner Weise in Uebereinstimmung zu bringen waren, fanden ihre vollkommene Widerlegung in Mitscherlich's Arbeiten über den Zusammenhang zwischen chemischer Zusammensetzung und krystallinischer Gestalt. Die ersten Resultate darüber legte er der Berliner Akademie gegen das Ende des Jahres 1819 vor; im folgenden Jahre wurden seine Arbeiten allgemeiner bekannt, und auch sogleich von den meisten Chemikern angenommen. Mitscherlich fand, daß Körper von ganz verschiedener Zusammensetzung, wo der eine nicht die geringste Menge von dem andern enthält, gleiche Krystallform haben können, und daß gleiche Krystallform nicht allgemein vollkommene gleiche Zusammensetzung andeutet, wohl aber ähnliche Zusammensetzung aus verschiedenen Elementen; daß also gleiche Atomconstitution öfters von derselben Krystallgestalt begleitet und als Ursache dieser Uebereinstimmung anzusehen ist. Er bewies dieses zuerst für die arsenik- und die phosphorsauren Salze, die mit derselben Basis in demselben Sättigungsgrade vereinigt, und mit derselben Anzahl Atome Wasser verbunden, Salze von vollkommen gleicher Krystallgestalt geben, die sogar in den secundären Formen völlig unter einander übereinstimmen. Er bewies dieses für die verschiedenartigsten Salze dieser Säuren, sei darin Kali, Natron, Ammoniak, Baryt oder Bleioryd enthalten, sowie für ihre Doppelsalze mit Natron und Ammoniak. Aus diesem speciellen Falle, wo sich also Arsenik und Phosphor nach gleichen Atomen in ihren Verbindungen ohne Formänderung vertreten können, zog Mitscherlich den allgemeinen Schluß, daß die Krystallgestalt der Verbindungen auf der Anzahl der darin enthaltenen Atome und auf der Art, wie diese in binären Verbindungen vertheilt sind,

Entdeckung des Isomorphismus.

Entdeckung des
Isomorphismus.

beruhe; daß aber die Verschiedenheit der Elemente hierin keine Veränderung hervorbringe. Solche Körper, welche sich nach wechselnden Verhältnissen oder ganz in Verbindungen vertreten können, ohne Aenderung der Krystallgestalt zu veranlassen, und welche überdies in unbestimmten Proportionen mit einander krystallisiren können, nannte Mitscherlich isomorphe (*ἰσόμορφος*, gleichgestaltig). Diesen Satz, daß Verbindungen isomorpher Elemente von gleicher atomistischer Constitution stets dieselbe Krystallgestalt haben, wies Mitscherlich sogleich noch für eine große Anzahl anderer Verbindungen nach. Er zeigte, daß Nickeloryd, Zinkoryd und Bittererde, mit Schwefelsäure neutralisirt und mit derselben Anzahl Atome Wasser verbunden, vollkommen gleiche Krystallgestalt haben, daß dasselbe für Kobalt- und Eisenorydul stattfindet. Aus dem Umstande, daß Kalk, Bittererde, Zinkoryd, Mangan- und Eisenorydul mit Kohlensäure verbunden ohne wesentlichen Unterschied in der Form krystallisiren, zog Mitscherlich den Schluß, daß diese Basen überhaupt isomorph sind, daß z. B. ihre Verbindungen mit Schwefelsäure auf gleiche Art krystallisiren müssen, und er fand in der That, daß alsdann ein Unterschied der Krystallgestalt nur in dem Falle stattfindet, wenn wegen verschiedenen Wassergehalts die atomistische Constitution nicht dieselbe ist. Mitscherlich zeigte weiter, daß in den von Leblanc und Beudant nachgewiesenen Fällen, wo zwei Salze (z. B. Eisenvitriol und Zinkvitriol) von verschiedener Krystallgestalt (und ungleichem Wassergehalt) zusammen krystallisiren und die Form eines der Salze annehmen, — daß alsdann der Wassergehalt dieses Salzes auch der des andern mit ihm zusammenkrystallisirten ist; daß also bei einem solchen Zusammenkrystallisiren beide Salze gleiche atomistische Constitution haben, während sie einzeln, verschieden krystallisirend, verschiedene besitzen. Er zeigte aber auch, daß alle diese Salze, wenn sie mit schwefelsaurem Kali oder Ammoniak Doppelsalze eingehen, alsdann eine gleiche Atomconstitution und vollkommen gleiche Krystallform besitzen. Auf diese Art bestimmte Mitscherlich verschiedene Gruppen isomorpher Körper als solche, die in gleichen Atomverhältnissen mit einem dritten Bestandtheile, sei dieser letztere noch so zusammengesetzt, verbunden, Verbindungen von gleicher Krystallgestalt hervorbringen; er begründete die Lehre vom Isomorphismus, die vom Jahre 1820 an, wo sie bekannter wurde, eine der wichtigsten Stellen in dem theoretischen Theile der Chemie einnahm. Den Einfluß dieser Lehre auf die Stöchiometrie haben wir bereits oben Seite 397 wahrgenommen, und

ihre Wichtigkeit für die mineralogische Chemie ist gleichfalls schon Seite 92 ff. besprochen worden.

An die vorstehende Geschichte des Erkenntnisses eines Zusammenhanges zwischen chemischer Constitution und Krystallform knüpft sich die Besprechung eines andern Gegenstandes, nämlich ob Verbindungen aus denselben Bestandtheilen und in denselben Verhältnissen in ihren Eigenschaften identisch sein müssen; und zwar aus dem Grunde, weil die Krystallgestalt der erste Anhaltspunkt war, hierüber entscheiden zu lassen.

Entdeckung ungleicher Eigenschaften bei gleicher Zusammensetzung.

Vor dem 19. Jahrhundert erschien es, so lange überhaupt die quantitative Zusammensetzung von Verbindungen untersucht wurde, allgemein angenommen, daß dieselben Bestandtheile in denselben Gewichtsverhältnissen zusammentretend identische Verbindungen hervorbringen müssen. In Haüy's Ansichten finden wir es namentlich ausgesprochen, daß Körper von gleicher chemischer Zusammensetzung gleiche Krystallform besitzen. Schon zu jener Zeit waren indeß Fälle bekannt, welche in Bezug hierauf zu widersprechen schienen. Schon gegen das Ende des 18. Jahrhunderts hatte *Bauquelin* die chemische Identität zweier der Krystallform nach verschiedenen Mineralien, des *Anatases* und des *Rutils*, darzuthun gesucht; für den *Kalkspath* und den *Uragonit* hatten *Klaproth* und *Bauquelin* zu derselben Zeit absolut dieselbe Zusammensetzung gefunden; *Thénard* zeigte 1800 mit allen damals der Analyse zu Gebote stehenden Hülfsmitteln, daß darin nur *Kohlensäure* und *Kalk*, und zwar in denselben Gewichtsmengen vereinigt, enthalten sind. *Haüy* sprach 1801 seine Hoffnung aus, daß fortgesetzte Untersuchungen doch wohl noch einen Unterschied in ihrer chemischen Zusammensetzung darthun würden. Dies schien sich wirklich zu bewähren, als 1813 *Stromeyer* die Entdeckung machte, daß alle von ihm untersuchten Exemplare von *Uragonit* auch *kohlensauren Strontian*, wenn auch in geringer und veränderlicher Menge, enthielten, welcher Gehalt dem *Kalkspath* gänzlich abgeht, und also einen Unterschied in der Zusammensetzung zu begründen schien. Die Ansicht, daß Substanzen von derselben procentischen Zusammensetzung auch gleiche Eigenschaften, namentlich gleiche Krystallform haben, schien hiernach aufs neue bestätigt zu sein, und alle davon abweichenden Fälle schienen nur die noch unvollkommene Kenntniß der betreffenden Substanzen anzudeuten. Aber *Mitscherlich* zeigte 1821 durch unwiderlegliche Beispiele, daß Körper, die aus denselben Bestandtheilen in denselben Verhältnissen zusammengesetzt sind, zwei verschiedene Formen

Entdeckung des Dimorphismus.

annehmen können; er zeigte dies zuerst an dem sauren phosphorsauren Natron, und 1823 an dem Schwefel; diesem Beispiele reihten sich bald mehrere an, und die durch diese Thatsachen bewiesene Lehre vom Dimorphismus (*δίμορφος*, doppelgestaltig) kann als seit dieser Zeit allgemein angenommen betrachtet werden (vergl. noch kohlensauren Kalk).

Eine andere Entdeckung, die hierher gehört, ist die der Isomerie und Polymerie, nämlich verschiedener physikalischer und auch chemischer Eigenschaften bei Verbindungen von gleicher Zusammensetzung, was die Beschaffenheit der Bestandtheile und die Gewichtsverhältnisse derselben betrifft. Vor dem Jahre 1825 betrachtete man einen solchen Umstand als ein Anzeichen, daß entweder in der Beobachtung der Eigenschaften oder in der Ausmittelung der Zusammensetzung bei einer der Verbindungen ein Irrthum vorgefallen sei, selbst wenn die Untersuchungen von den zuverlässigsten Chemikern geführt worden waren, wie dies z. B. der Fall war, als Wöhler 1823 für die Zusammensetzung der Cyansäure und Liebig 1824 für die Zusammensetzung der Knallsäure gleiche Resultate erhielten. Faraday machte 1825 in einer Untersuchung über die Kohlenwasserstoffverbindungen wieder darauf aufmerksam, daß bei gleicher Zusammensetzung ein derartiger Unterschied existiren kann, indem er Verbindungen aus Kohlenstoff und Wasserstoff fand, welche, dem Gewichte nach ganz gleich zusammengesetzt, in ihren Eigenschaften gänzlich differirten, und wobei sich noch zeigte, daß das specifische Gewicht im Gaszustande verschieden war, daß also in dem einen die Elemente sich in einem condensirteren Zustande als im andern befanden, daß bei dem einen auf dasselbe Volum im Gaszustand eine größere Anzahl einfacher Atome kam, als im andern. Hier konnte indeß noch Verschiedenheit der Zusammensetzung in einem gewissen Sinne angenommen werden, insofern das zusammengesetzte Atom des einen Körpers mehr Atome der Elemente in sich enthielt, als das des andern, aber bald wurden auch Verbindungen bekannt, wo selbst dieser Unterschied in der Constitution wegfiel. Berzelius machte darauf aufmerksam, daß es zwei Zinnoryde von gleicher Zusammensetzung aber ungleichen Eigenschaften gebe; Clark wies 1828 für die Phosphorsäuren Unterschiede nach, durch Untersuchung des geglüheten und des nicht geglüheten phosphorsauren Natrons; Magnus fand 1830, daß verschiedene krystallisirte Mineralien durch Schmelzen ein anderes specifisches Gewicht bekommen, ohne an Gewicht zu verlieren (da mit dieser Veränderung auch eine Abänderung der chemischen Eigenschaften verbunden ist, so gehört auch

Entdeckung der
Isomerie und Po-
lymerie.

diese Entdeckung hierher), und endlich fand Berzelius 1830 für zwei verschiedene organische Säuren, die Weinsäure und die Traubensäure, ganz identische Zusammensetzung und gleiche Gewichtsverhältnisse bei Verbindung dieser Säuren mit Basen. Berzelius betrachtete demnach seit 1830 solche Verbindungen, von gleicher Zusammensetzung und ungleichen Eigenschaften, als isomere (*ἰσομερής*, aus gleichen Theilen zusammengesetzt), und 1831 unterschied er genauer sie als polymere, solche, wo die relativen Gewichtsverhältnisse der Bestandtheile in den verschiedenen Verbindungen gleich sind, aber die absolute Anzahl der einfachen Atome in Einem Atom der verschiedenen Verbindungen, das Atomgewicht, verschieden ist, und als metamere, wo die relativen Gewichtsverhältnisse der Bestandtheile und auch das Atomgewicht der beiden Verbindungen gleich sind, wo aber die Elemente in verschiedener Art zu näheren Bestandtheilen gruppirt sind.

Entdeckung der
Isomerie und Po-
lymerie.

Geschichte der chemischen Nomenclatur und Zeichenlehre.

Mit der sich entwickelnden Einsicht in die chemische Verwandtschaft und in ihre Wirkungen, mit der sich vermehrenden Kenntniß der chemischen Verbindungen verändert sich die Art, sie zu benennen und durch besondere Charaktere zu bezeichnen. Wir wollen die Aenderungen, welche die chemische Nomenclatur und Zeichenlehre erfuhr, hier etwas ausführlicher betrachten.

Die Geschichte der chemischen Nomenclatur zeigt deutlicher, als irgend eine andere, die verschiedenen Zustände der Wissenschaft in den aufeinanderfolgenden Zeitaltern; mit der nur empirischen Kenntniß von Thatsachen war eine nur empirische Bezeichnung derselben verbunden; mit der Aufklärung der Ursachen der Erscheinungen, mit der Erkenntniß der Zusammensetzung chemischer Substanzen bahnte sich allmählig eine geordnete rationale Nomenclatur ihren Weg.

Die ältesten Bezeichnungen für chemische Substanzen sind theils ganz allgemeine, theils von dem Ursprunge, von dem Fundorte, entlehnte. So wird das Wort sal für alles salzig Schmeckende seit den ältesten Zeiten gebraucht; später (im 8. Jahrhundert) wird zum Zwecke specieller Bezeichnung ein an den Ursprung oder an die Art des Vorkommens erinnerndes Wort (sal maris, sal πέτρης, sal armoniacum) hinzugefügt. Bei Geber findet man noch in keiner Weise irgend einen Leitfaden in der Benennung der Substanzen; sie sind fast alle Trivialnamen. Auch die europäischen Alchemisten vom 13. Jahrhundert an unterschieden die schon länger bekannten Körper nur nach den Trivialnamen, die neu entdeckten nach besonders hervorstechenden Eigenschaften; so für den Weingeist der Name aqua ardens. Wo eine Verallgemeinerung einer Bezeichnung stattfand, da war sie verwirrend, wie denn z. B. von eben dieser Zeit an alles flüchtige Flüssige mercurius genannt wurde; das reine Quecksilber mercurius communis ebensowohl, wie auch wieder

Geschichte der
chemischen Nomenclatur.

Älteste chemische
Nomenclatur.

der Weingeist *mercurius vegetabilis*. Mit dieser Unbestimmtheit verband sich in jener Zeit noch die Sucht, bildliche Bezeichnungen zu geben. So sehen wir z. B. den Salmiak noch mit den Namen *anima sensibilis*, *cancer*, *aquila*, *lapis aquilinis*, *lapis angeli conjungentis*, *aqua duorum fratrum ex sorore* u. a. belegt, und diese Probe mag hinreichen, das Sinnreiche dieser Bezeichnungen, wovon viele uns jetzt ganz unverständlich sind, würdigen zu lassen. In dieser und der zunächst folgenden Zeit, vom 13. bis zum 18. Jahrhundert, wurden die verschiedenen Verbindungen nur nach ihren ausgezeichnetsten physikalischen, seltener chemischen, Eigenschaften benannt; der Dickflüssigkeit wegen benannte man schon frühe das *oleum tartari* ähnlich wie das *oleum vitrioli*, und stellte später das *oleum martis* damit in Eine Kategorie. Was sich in Wasser löste und auf der Zunge einen Geschmack gab, hieß *sal*; *sal tartari*, *sal nitri* standen stets zusammen, und das *sal succini* reihte sich ihnen im Anfange des 17. Jahrhunderts nach damaligen Begriffen ganz folgerecht an. Ebenso verschiedene Begriffe schlossen die ganz ähnlichen Bezeichnungen *cremor tartari* und *cremor calcis*; *spiritus fumans*, *spiritus vini*, *spiritus nitri*, *spiritus salis ammoniaci causticus*; *flores zinci*, *flores sulphuris* und viele andere ein. Nach dem verschiedenen Geschmack unterschied man die *salia acida* und die *salia alcalina*, nach der Flüchtigkeit theilte man die letzteren in *salia alcalina fixa* und *salia alcalina volatilia*. War eine metallische Verbindung gelb oder gelbroth, so wurde sie *Crocus*, war sie schwarz, so wurde sie *Aethiops* genannt. Mit der Entdeckung einer größeren Anzahl Verbindungen, namentlich von Salzen, im 17. Jahrhundert, nahm man seine Zuflucht zu dem Namen des Entdeckers, wo hervorstechende physikalische Eigenschaften fehlten. Die letzteren, mit Angabe des Stoffes, aus dem die Verbindungen erhalten waren, genügten, um von dem *butyrum antimonii* den *spiritus fumans*, das *oleum arsenici*, das *butyrum zinci* und die *resina cupri* zu unterscheiden; bei den Salzen setzte man den Namen des Entdeckers, oder Desjenigen, der es hauptsächlich in Anwendung brachte, hinzu, und die Bezeichnungen *sal febrifugum* oder *digestivum Sylvii*, *sal mirabile Glauberi*, *sal polychrestum Glaseri* u. s. w. waren doch mindestens besser als die gleichzeitig gebrauchten *Arcanum duplicatum*, *sal de duobus*, *Panacaea duplicata* und ähnliche.

In dem Zeitalter der Alchemie machte sich jeder Chemiker seine Nomenclatur nach eigenem Belieben, nur für die gewöhnlichsten Substanzen

stimmen die Benennungen der verschiedenen Chemiker manchmal überein. In dem Zeitalter der medicinischen Chemie bleibt die Nomenclatur zwar eine durchaus principlose, allein sie beruht doch da schon mehr auf allgemeiner Convenienz, und dieselben Worte werden bei den verschiedenen Schriftstellern für dieselben Substanzen gebraucht. Gegen das Ende des 17. Jahrhunderts begann man endlich, gleichartige Namen auf Gleichartigkeit der Eigenschaften zu gründen, welche sich von einer Aehnlichkeit der Zusammensetzung herschreibt. So unterschied man damals schon die schwefelsauren Salze als Vitriole (ein Ausdruck, mit dem *Vasilius Valentinus* noch im 15. Jahrhundert alle krystallisirten Metallsalze bezeichnete), man fügte den bekannten Metallvitriolen auch das schwefelsaure Kali als *tartarus vitriolatus* oder *nitrum vitriolatum* bei; die salpetersauren Salze fing man ebenso an, allgemein als Salpeter zu bezeichnen; was auf glühenden Kohlen verpufft, war ein Salpeter; man unterschied von dem gemeinen Salpeter den cubischen Salpeter, *Glauber's* flammenden Salpeter, den Silbersalpeter und den Bleisalpeter. Diese ähnlichen Namen bezeichnen meist Gleichheit der Säure, nur in selteneren Fällen finden wir Salze von verschiedenen Säuren, aber von derselben Basis mit ähnlich klingenden Namen belegt, z. B. die Unterscheidung zwischen dem gewöhnlichen Salmiak und *Glauber's* geheimem Salmiak. — Ebenso deuteten die ähnlichen Namen Hornblei und Hornsilber eine Aehnlichkeit der Eigenschaft und auch der Zusammensetzung an, und noch viele andere Beispiele ließen sich hier anführen, welche indeß besser in der speciellen Geschichte der betreffenden Substanzen Erwähnung finden, wo ich die Nomenclatur berücksichtigen werde. Wie indeß es noch im Anfange des 18. Jahrhunderts mit der chemischen Nomenclatur in einzelnen Fällen ausfah, zeigt der Name *magnesia alba*, den man dem damals zuerst verbreiteten Arzneimittel beilegte, weil man darin eine große Aehnlichkeit mit dem Braunstein, der *magnesia nigra*, zu finden glaubte.

Dieser verworrene, nur in sehr wenig Fällen entfernt consequente, Sprachgebrauch dauerte bis gegen das Ende des 18. Jahrhunderts. In den wenigen verallgemeinerten Bezeichnungen, die sich in dem Vorstehenden finden, muß man desungeachtet die Grundlage unserer heutigen Nomenclatur suchen. Es waren um die Mitte des 18. Jahrhunderts vorzüglich *Macquer* und *Baumé*, welche auf der Nothwendigkeit bestanden, ähnlich zusammengesetzte Substanzen durch ähnliche Namen zu bezeichnen, und die besonders allgemeinere Benennungen, wie Vitriole, Salze u. s. w., in

Gang zu bringen suchten. Ihren, jedoch noch ziemlich unvollkommenen, Bemühungen trat von 1770 an Bergman bei, und versuchte gleichfalls, für solche Verbindungen, deren Bestandtheile er mit Sicherheit zu kennen glaubte, passende zusammengesetzte Namen zu geben. Da indeß Bergman zugleich seine Benennungen auf die ältere Nomenclatur zu stützen suchte, so entstanden bei ihm Weitschweifigkeiten, die seiner Nomenclatur gerade nicht zum Vortheil gereichten; die verschiedenen caustischen Alkalien unterschied er z. B. von dem kohlenfauren als reines *fixes vegetabilisches Alkali*, reines *fixes mineralisches Alkali*, reines flüchtiges Alkali, von dem luftvollen fixen vegetabilischen und luftvollen fixen mineralischen Alkali u. s. w., und erst später, 1782 in seinem Entwurf eines neuen Mineralsystems, brauchte er für die ersteren einfach die Ausdrücke *Potassium*, *Natrum* und *Ammoniacum*. Zu dieser Zeit machte Bergman Vorschläge über die chemische Nomenclatur, welche in mehrfacher Hinsicht mit den gleich zu besprechenden von Gutton übereinstimmen. Bergman meinte damals, man solle jeder Säure einen einfachen Namen geben, so z. B. die salpetrige Säure einfach *nitreum*, die Salpetersäure *nitrosum* nennen; die Salze Einer Säure sollten sämmtlich Einen Genusnamen erhalten, und die Zufügung der Base die Species bezeichnen, wie er denn z. B. für vitriolisirten Weinstein die Benennung *vitriolicum potassinatum*, für Selenit *vitriolicum calcareatum* vorschlug. Allein Bergman selbst führte keinen seiner Vorschläge consequent selbst durch; in seinen verschiedenen Schriften finden sich verschiedene Principien der Nomenclatur befolgt. So nimmt er in seiner *Sciagraphia* den Genusnamen von der Base, und den Speciesnamen von der Säure; er braucht hier z. B. für die verschiedenen Natronsalze die Bezeichnungen *alcali minerale aëratum* (kohlenfaures), *vitriolatum*, *nitratum*, *salitum* u. s. w., für die Magnesiumsalze *magnesia aërata*, *vitriolata*, *nitrata*, *salita* u. s. f. — Wenn aber auch Bergman nicht ganz einig mit sich war, welches Princip der Nomenclatur in der Chemie einzuhalten sei, so sah er doch die Nothwendigkeit einer Umgestaltung der Nomenclatur, einer Zurückführung derselben auf feste Grundsätze, deutlich ein, und nach allen Kräften trug er dazu bei. Noch in den letzten Tagen seines Lebens schrieb er an Morveau, welcher damals mit der Reform der chemischen Namen beschäftigt war, und rieth ihm, streng zu verfahren und keine ungeeignete Benennung beizubehalten, wenn sie auch langjährigen Gebrauch für sich hätte. Er solle eine neue rationale Nomenclatur einführen; »Sene,

die schon unterrichtet sind, werden sie leicht verstehen, und Jene, die noch nicht unterrichtet sind, werden sie noch weit eher verstehen,“ meinte Bergman.

Alle früheren Vorschläge und Verbesserungen waren nur auf verhältnißmäßig wenige chemische Substanzen gegangen, kein allgemeines Princip war befolgt, was für die Benennung neu darzustellender Verbindungen einen Leitfaden hätte abgeben können. Guyton de Morveau war der Erste, der 1782 für die Salze eine consequente Nomenclatur durchzuführen suchte. Die Veranlassung für ihn war, daß er sich anheischig gemacht hatte, den chemischen Theil der zu jener Zeit erscheinenden *Encyclopédie méthodique* zu bearbeiten, und er sah ein, wie nothwendig für den Erfolg einer angemessenen Darstellung der Gebrauch einer richtigen Bezeichnungsmethode sein mußte. Zugleich aber auch überzeugt, daß die Einführung einer besseren Nomenclatur nur dann von Nutzen sein könne, wenn ihr der Beitritt der übrigen Chemiker gesichert sei, publicirte er vor ihrer Anwendung einen Entwurf derselben in dem *Journal de Physique* (1782). Dieser Entwurf gründete sich auf die phlogistische Theorie, welcher Morveau zu dieser Zeit noch anhing; der wichtigste Theil desselben beschäftigte sich mit der Benennung der Salze und ihrer Bestandtheile, und folgende Mittheilung einiger von Morveau dafür in Vorschlag gebrachten Namen mag zeigen, inwiefern sich seine Methode unserer heutigen bereits nähert.

Acides	Sels	Bases
Vitriolique	Vitriols	Phlogistique
nitreux	nitres	calce
arsénical	arséniates	barote
boracin	boraxs	or
fluorique	fluors	argent
citronien	citrates	mercure
oxalique	oxaltes	cuivre
sebacé	sebates	esprit de vin

Wir finden hier zuerst alle Säuren wirklich als *acides* benannt; jede einzelne in der Art, daß dem Gattungsnamen *acide* ein distinguirendes Adjectiv, von dem Ursprunge der Säuren abgeleitet, beigefügt wird. Als das Bedeutendste in diesem Vorschlage müssen wir indeß die große Einfachheit anerkennen, mit welcher Morveau die Salze benannte, nämlich allgemein von der Säure den Geschlechtsnamen zu entlehnen, und ihr den

Namen der Base als Gattungsbezeichnung beizufügen, also zu sagen vitriol d'argent, vitriol de cuivre, de barote, nitre de mercure, fluor de calce u. s. w., um die Bestandtheile der Salze durch die bloße Benennung auszu-
 zudrücken. Dieses ist aber auch fast Alles, was von Guyton's erster Nomenclatur später beibehalten wurde; in den Endungen der Bezeichnungen für die Säuren, für die Salze, finden wir keine Analogie; nur in wenigen Fällen begegnen wir hier Flexionen, welche noch jetzt im Gebrauch sind, und diese scheinen mehr durch Zufall so geworden zu sein, als bestimmter Uebersetzung ihre Aufstellung zu verdanken.

Guyton de Morveau's Nomenclatur.

Morveau's Nomenclatur von 1782 fand lebhaften Widerspruch, sowohl von Seiten der Antiphlogistiker, weil sie sich auf ein von ihnen für falsch erkanntes System stützte, als auch von Seiten der Phlogistiker, die darin zu viel Neuerungen fanden. Für die ersteren indeß war die Einführung einer neuen Sprachweise in der Chemie ein großes Bedürfniß, da sie in den älteren phlogistischen Ausdrücken kaum ihre Ansichten verdeutlichen konnten; als daher Morveau zu ihrer Theorie übertrat, und im Anfange des Jahres 1787 selbst nach Paris kam, wurde von Lavoisier der Plan, eine Reform in dieser Hinsicht durchzuführen, aufgenommen; er vereinigte sich mit Morveau, Berthollet und Fourcroy, und legte schon im April dieses Jahres der Akademie den Plan zu einer neuen Nomenclatur vor, an deren Ausarbeitung jedoch die beiden Letzteren nur untergeordneten Antheil genommen zu haben scheinen. An dieser verbesserten Nomenclatur hat Lavoisier ohne Zweifel den größten Antheil; in seinem Namen statete er der Akademie Bericht ab über die allgemeinen Grundsätze, welche bei der Aufstellung derselben befolgt worden waren, während Morveau die Einzelheiten derselben der Akademie vorlegte. Lavoisier hob in seinem Berichte hervor, daß die Benennung der Körper zugleich über ihre Natur Aufschluß geben soll; daß also für die einfachen Substanzen, denen nicht schon lange Gewohnheit einen nur schwer abzuändernden Namen gegeben habe, Bezeichnungen zu wählen seien, welche die allgemeinste Eigenschaft derselben ausdrücken; einmal um dem Gedächtnisse zu Hülfe zu kommen, welches neue bedeutungslose Wörter nur schwer behalte und leicht verwechsle, und dann, um überhaupt davon abzugewöhnen, Bezeichnungen anzuwenden, ohne damit einen Begriff auszudrücken. Für die meisten einfachen Stoffe, die schon länger bekannten Metalle, Alkalien und Erden, behielten sonach die französischen Chemiker die frühere Bezeichnungsweise bei, während sie

als neue Elemente das Oxygène, das Hydrogène und das Azote nannten. Um die einfacheren Verbindungen aus zwei Bestandtheilen zu benennen, beachteten sie, daß diese Verbindungen meist saurer oder basischer Natur sind. Sie glaubten, schon durch den Namen ausdrücken zu müssen, ob eine Verbindung einer dieser Klassen angehört, und führten deshalb die Bezeichnungen *acide* und *oxyde* als allgemeine Namen ein, denen zur Unterscheidung der Name des Stoffs, aus welchem eine solche Verbindung entsteht, beigefügt wird. Den Wörtern, welche zur Unterscheidung der Säuren hinzugefügt werden, gaben sie im Allgemeinen die adjectivische Endung *ique*, welche später auch in die lateinische Nomenclatur überging; nur in dem Falle, wo sich ein Radical in verschiedenen Verhältnissen mit Sauerstoff verbindet, unterschieden sie die weniger Sauerstoff enthaltenden Säuren durch die Endung auf *eux*, und wir sehen hier zuerst *acide sulfureux* von *acide sulfurique*, *acide nitreux* von *acide nitrique* mit Rücksicht auf die verschiedene Zusammensetzung unterschieden. Für die Salze behielten sie im Allgemeinen die Nomenclatur *Morveau's* bei, mit der schärferen Angabe, daß alle Salze einer Säure, deren Radical sich nur in Einem Verhältniß mit Sauerstoff verbindet, auf *ates* endigen sollten (*borates*, *muriates*, *benzoates* &c.), daß, wo Säurebildung in verschiedenen Proportionen mit Sauerstoff statthat, die Salze der weniger Sauerstoff enthaltenden Säure auf *ites*, der mehr Sauerstoff enthaltenden auf *ates* endigen sollten (*nitrites* für die salpetrigsauren, *nitrates* für die salpetersauren Salze, ebenso *sulfites*, *sulfates* &c.).

Das Vorhergehende mag hinreichend sein, um zu zeigen, daß die von Lavoisier und Guyton de Morveau aufgestellte Nomenclatur im Wesentlichen die heute noch befolgte ist. Ihre Vorzüglichkeit und Naturgemäßheit zeigte sich besonders daran, mit welcher Leichtigkeit sie, die zunächst nur für die französische Sprache ausgedacht war, sich in allen anderen Sprachen nachbilden ließ. Diese Nomenclatur wurde 1787 durch eine eigene von Lavoisier, Morveau, Berthollet und Fourcroy gemeinschaftlich herausgegebene Schrift bekannt; in Frankreich wurde sie bald die allgemein eingeführte, in England bedienten sich schon Black und andere ausgezeichnete Chemiker derselben; auch in Deutschland, wo die Phlogistontheorie noch am längsten Vertheidiger fand, wurde sie seit 1791 von Einigen gebraucht, und immer allgemeiner angewandt, obgleich noch gerade in diesem Jahre Wiegleb, ein Chemiker von bedeutender Autorität zu dieser Zeit, über dieselbe äußerte: »Die französischen Chemiker — — — ließen sich einfallen,

eine ganz neue chemische Kunstsprache zu entwerfen. Allein sie hat selbst in Frankreich keinen allgemeinen Beifall gefunden, von den Ausländern ist sie aber mit Einer Stimme verworfen worden.“ Wiegleb irrte sich; noch vor 1800 war sie in die deutsche Sprache übergegangen, und von den meisten Chemikern gebraucht. Unter Denjenigen, welche um 1800 mit Erfolg bemüht waren, diese Nomenclatur in Deutschland heimisch zu machen, und die überhaupt für die Ausbildung der deutschen chemischen Kunstsprache ausgezeichnet viel geleistet haben, verdienen vorzüglich Gren (der ihr in Deutschland Eingang verschaffte, ohne allen Lehrläsigen der Lavoisier'schen Theorie beizutreten) und Gilbert erwähnt zu werden, welcher Letztere als Herausgeber eines der geachteten deutschen Journale auch besonders Gelegenheit hatte, sich in dieser Hinsicht Verdienste zu erwerben.

Lavoisier's Ansicht, daß die Benennung einer Substanz uns zugleich über ihre Natur, über die Art ihrer Bestandtheile und sogar über das relative Zusammensetzungsverhältniß derselben belehren solle, breitete sich zwar bald allgemein aus, erfuhr indeß doch auch Widerspruch von Gelehrten, denen sonst ein sehr gültiges Urtheil zustand. Es sind in dieser Beziehung nicht die Phlogistiker gemeint, welche aus blindem Vorurtheil eine Bezeichnungsmethode verwarfen, weil sie ein anderes System repräsentirte, als das ihrige; aber noch 1812 sprach sich über das Princip der Lavoisier'schen Nomenclatur ein Chemiker mißbilligend aus, dessen Ansichten überhaupt oft von denen Lavoisier's abwichen. Humphry Davy war der Ansicht, daß überhaupt eine Nomenclatur keine Ansicht ausdrücken solle, denn eine theoretische Ansicht könne wechseln, und es sei damit ein Umsturz aller früheren Benennungen gegeben. So z. B. müsse mit der Zerlegung von Körpern, die im Lavoisier'schen System als einfach gelten, eine gänzliche Abänderung der darauf gegründeten Nomenclatur verbunden sein. Davy meinte, die Trivialnamen, welche keine Constitution ausdrücken, seien eben deshalb die besten. Für Körper, die als ähnliche zu betrachten sind, welches auch die Ansicht über ihre Constitution sei, solle man ähnliche Bezeichnungen wählen. So z. B. könne man alle Metalle in der lateinischen Nomenclatur auf um endigen lassen; der Begriff der Dryde, unwandelbar, wie auch die Ansicht über die Constitution der Dryde sei, könne durch die Flexion auf a ausgedrückt werden, und man solle z. B. *aura*, *plumba*, *calca*, *potassa* für die Dryde von *aurum*, *plumbum*, *calcium*, *potassium* sagen. Auf sehr zusammengesetzte Körper, meint Davy,

Widersprüche gegen
Lavoisier's Nomen-
clatur.

Widersprüche gegen
Morveau's Nomen-
clatur.

sei ohnehin das Lavoisier'sche Nomenclaturprincip nicht anwendbar, während er z. B. die Chlormetalle sehr einfach durch plumbana, argentana, calcana, potassana u. s. w. bezeichnete. Noch 1814 schlug Davy vor, die ähnlichen Fluormetalle durch eine ähnliche Endung als plumbala, calcala u. s. w. zu unterscheiden, die Jodmetalle aber plumbama, calcama u. s. w. zu nennen. Davy stand damals mit seiner Nomenclatur sehr allein; in unserer Zeit scheinen einige Chemiker versuchen zu wollen, ein ähnliches Sprachprincip in Aufnahme zu bringen.

Es scheint mir unnöthig, andere Einwürfe und Verdrehungen der Lavoisier'schen Nomenclatur hier zu erzählen; sie haben zu keiner Zeit gefehlt. Ein Hauptvorzug dieser war es, in alle anderen Sprachen übertragen werden zu können, und namentlich der von allen Gelehrten gekannten, der lateinischen, sich eng anzuschließen. Der Particularismus einzelner Gelehrten verursachte mehrfach Versuche, für die einzelnen Sprachen Nationalkunstsprachen zu erfinden, und so sehen wir noch 1814 einen ausgezeichneten Physiker mit einer chemischen Nomenclatur für die Völker germanischen Stammes hervortreten, worin, nicht allzuglücklich gewählt, Eld (von dem dänischen Ild, Feuer) für Sauerstoff, Eldluft für Sauerstoffgas, elden für oxydiren, ähnlich brint (von brennen) für Wasserstoffgas, Aesch für Alkali, äschig, Äschigkeit u. s. w. vorkamen.

Mit Uebergangung aller solcher Versuche haben wir hier nur noch der Nomenclatur zu erwähnen, welche im Geiste der Lavoisier'schen diese alle den Fortschritten anpaßte, welche die Wissenschaft im Laufe der Zeit gemacht hatte. Es ist dies die Berzelius'sche, und da sie noch immer die allgemein angewandte ist, so haben wir von ihr nur die Zeit ihrer Einführung in die Wissenschaft zu bemerken. Berzelius' Nomenclatur, die bei bedeutenden inneren Vorzügen sich auch deshalb so bald verbreitet hat, weil sie zunächst in lateinischer Sprache abgefaßt und deshalb allen Chemikern zugänglich war, wurde von ihm zuerst 1811 aufgestellt, bei Gelegenheit, daß ihm die Besorgung einer neuen Ausgabe der schwedischen Pharmacopoe übertragen war. Die Abhandlung, worin er seine Ansichten darüber aussprach, wurde in dem Journal de physique 1811 veröffentlicht, und enthielt bereits vollständig die Grundlage der Benennungsmethode, welche seitdem mit so viel Vortheil auf die neu entdeckten Verbindungen angewandt worden ist. Durch die richtigere Bezeichnung der verschiedenen Verbindungsstufen wurden auch bald die früheren vageren Benennungen

(z. B. die von Thomson 1804 für die verschiedenen Oxydationsstufen vorgeschlagenen: Protoxyd, Deutoxyd, Peroxyd ic.) verdrängt. Eine weitere Ausführung der Berzelius'schen Nomenclatur gehört nicht hierher.

Wie die chemische Nomenclatur waren auch die chemischen Zeichen der Ausdruck des chemischen Wissens. In einer dunkeln Zeit die wenigen und geheim gehaltenen chemischen Kenntnisse unter einer mystischen Form verbergend, in späterer Zeit ungeordnete empirische Thatsachen ebenso verworren und empirisch darstellend, wurden endlich die Zeichen bei genauerer Einsicht in die chemischen Erscheinungen rationeller, einfacher und bequemer, dabei vielsagender und fähig, complicirtere Ansichten auszudrücken. Wir wollen die verschiedenen Phasen der chemischen Zeichenlehre verfolgen, soweit irgend mit historischer Gewißheit sich über ihren Gebrauch aburtheilen läßt.

Die erste Einführung bestimmter Zeichen für gewisse Substanzen geht indeß hinter die Zeit hinaus, über welche wir noch in der Chemie bestimmte Nachrichten haben; sie fällt mit einer besonderen Nomenclatur zusammen. Die Metalle waren es zuerst, welche man mit solchen Zeichen belegte, und für die 7 Metalle, welche man seit langer Zeit als solche kannte, mochte schon früh der Vergleichung halber die Beilegung der Namen und Zeichen der 7 Planeten passend erscheinen. Wann, und bei den Chemikern welchen Volkes dies zuerst geschehen ist, darüber herrscht gänzliche Ungewißheit. Die früheren Chemiker, welche bemüht waren, den Ursprung der Chemie bis in das graue Alterthum zurückzuverlegen, versichern, daß bereits die alten Aegypter, daß Hermes sich der Planetennamen in der Art bedient habe, allein die Beweise hierfür mangeln nicht nur, sondern es erscheint sogar gewiß, daß dem nicht so sei (vgl. Geschichte der Alchemie, Seite 145). Ebenso zweifelhaft ist es, ob, wie Boerhave versichert, die alten Perser bereits die Metalle nach den Planeten benannt haben.

Die Ungewißheit, wann wirklich eine derartige Benennung und Bezeichnung auf die Metalle angewandt worden ist, erstreckt sich noch viel weiter. In Geber's Schriften finden wir sie zuerst nachweisbar durchgeführt und sogar gewöhnlich gebraucht; rührt die Bezeichnung von Geber selbst her, so haben wir sie als im 8. Jahrhundert stattfindend zu betrachten; aber von Geber's Schriften sind kaum mehr als die lateinischen Uebersetzungen bekannt; es fallen diese in das 16. Jahrhundert, und da zu dieser Zeit der Gebrauch der Planetennamen und Planetenzeichen für die

Älteste chemische
Zeichen.

Metalle schon ganz gebräuchlich war, so ist es wohl möglich, daß sich in den Originalien diese Bezeichnung nicht findet, obgleich sie die Uebersetzer angewandt haben. Wir wissen also nicht einmal mit Bestimmtheit, ob Geber für die Metalle sich der Namen und Zeichen der Planeten bedient habe.

Allgemeiner gebraucht ist indeß diese Bezeichnungsweise schon von den Alchemisten des 13. Jahrhunderts; in den Schriften von Raymund Lull kommt sie oft vor. Von dieser Zeit an werden lange die Metalle bezeichnet:

Gold	Silber	Quecksilber	Kupfer	Eisen	Zinn	Blei
☉	☾	♁	♀	♂	♃	♄
Sol	Luna	Mercurius	Venus	Mars	Jupiter	Saturnus.

Ebenso wenig, als über die Zeit der Einführung dieser Zeichen, ist über ihre Bedeutung etwas Sicheres bekannt. Ob ♄ die Sense des Saturns, ♂ Schild und Speer des Mars, ♀ den Spiegel der Venus bedeutet, und somit die Zeichen an Attribute der mythologischen Gottheiten erinnern sollen, oder ob es Abbrüviaturen von Namen für diese Gottheiten sind (z. B. das Zeichen der Venus ♀ der erste Buchstabe φ ihres Beinamens $\varphi\omega\sigma\varphi\acute{o}\rho\omicron\varsigma$, Morgenstern), läßt sich jetzt nicht mehr entscheiden. Die Alchemisten, von der sehr zweifelhaften Annahme ausgehend, daß die Zeichen den Metallen zuerst gegeben, und von diesen auf die Planeten übertragen worden seien, suchten darin Andeutungen der chemischen Eigenthümlichkeit jedes Metalls; sie hielten diese Zeichen für die Bewahrer hermetischer Gelehrsamkeit, welche über die Zusammensetzung der Metalle berichten. Mit Eifer wurde daher im 14. bis 17. Jahrhundert discutirt, ob der geschlossene Kreis die Vollkommenheit eines Metalls, der Halbkreis den an die Vollkommenheit annähernden Zustand eines solchen ausdrücke, ob ein Kreuz das Zeichen des der Metalllicität Beraubtseins sei; und man versuchte, hieraus auf den Grad der Vollkommenheit der verschiedenen Metalle zu schließen, deren Zeichen alle aus Kreisen, Halbkreisen und Kreuzen, zum Theil nur in verschiedener Stellung zu einander, bestehen.

Noch einige andere Zeichen findet man seit dem 13. Jahrhundert in der Chemie gebraucht, nämlich die für die vier Aristotelischen Elemente. Diese Bezeichnung

Feuer



Luft



Wasser














Erde



erhielt sich lange, namentlich sieht man das Zeichen des Wassers noch jetzt manchmal gebraucht.

Diese Zeichen wurden mit den oben für die Metalle gegebenen gemeinschaftlich gebraucht; für eine große Menge anderer Stoffe erfand man andere, ohne daß jedoch eine Uebereinstimmung der verschiedenen Chemiker in dieser Hinsicht nachzuweisen wäre. Einzelne Zeichen finden sich zwar bei allen übereinstimmend gebraucht, seit dem 14. Jahrhundert wird z. B. der Schwefel durch \ddagger angedeutet. Von der größeren Menge chemischer Charaktere, die sich in den älteren Schriften finden, will ich hier nur die mittheilen, welche Geoffroy 1718 in seinen Verwandtschaftstafeln ge- Geoffroy's Zeichen. brauchte. Auf die Metalle wendet er noch die oben angegebenen Planetenzeichen an; seine anderen Zeichen sind:

Säuren	Salz.	Salpeters.	Schwefels.	Fixes Alkali	Flüchtiges
					
Abforbirende Erden	Phlogiston ¹⁾	Essig	Salz	Wingeist	
					

Solcher Vorschläge wurden im Laufe des 18. Jahrhunderts mehrere gemacht; wir erwähnen hier nur des von Bergman 1780 vorgeschlagene- Bergman's Zeichen. nen Systems chemischer Zeichen, welches, obgleich es keineswegs allgemein angenommen wurde, doch wegen der Autorität seines Urhebers Beachtung verdient. Bergman schlug vor, für analoge Körper ähnliche Zeichen zu wählen, die nur für die besonderen Substanzen durch besondere Abzeichen zu unterscheiden seien. So solle das Zeichen für die vier Elemente und die brennbaren Substanzen, wie Schwefel und Phosphor, in einem auf verschiedene Art ausgezeichneten Dreieck bestehen, eine Krone solle die metallischen Substanzen (regulos) bezeichnen, ein Kreis die Salze und auch die Alkalien, ein Kreuz endlich die Säuren. Bergman selbst jedoch machte von dieser Anordnung keine durchgreifende Anwendung; er ließ den Metallen z. B. ihre früheren Charaktere, obgleich diese nicht mit seiner allgemeinen Bezeichnungsweise übereinstimmen. Bemerkenswerth ist nur noch, daß sich bei Bergman der erste Versuch von zusammengesetzten Zeichen findet,

¹⁾ Principe huileux, soufre principe nach Geoffroy. Vergl. »Phlogiston« und »Schwefel.«

welche für Den, der die Bedeutung der einfachen Zeichen kennt, so- gleich die Natur der Verbindung ausdrücken sollen. Er bezeichnete z. B. die Metalloryxide, indem er dem Zeichen des Metalls das Zeichen des Kalks beifügte; offenbar mehr dem Wortlaut Metallkalk, als seiner Ansicht über die Constitution dieser Körper folgend. Ebenso wenig als diese Art der Bezeichnung hat indeß Bergman einen andern von ihm angedeuteten Vorschlag durchgeföhrt, die Mischung der Mineralien in der Weise symbolisch darzustellen, daß man die Zeichen oder Anfangsbuchstaben der damals für einfach gehaltenen Stoffe in der Ordnung neben einander stelle, welche den Mengenverhältnissen, in denen sie in die Mischung eingegangen sind, entspreche.

Hassenfratz's und Udet's Zeichen.

Viel zweckmäßiger war schon die Bezeichnungsmethode, welche 1787 von Hassenfratz und Udet vorgeschlagen wurde. Sie war der anti-phlogistischen Theorie angepaßt, und enthält mehrere Eigenthümlichkeiten, die wir auch in den späteren Zeichensystemen wiederfinden.

Die einfachen Substanzen suchten sie durch möglichst einfache Zeichen auszudrücken, ähnliche Körper durch ähnliche Zeichen, z. B. alle Metalle durch Kreise, welche durch den hineingesetzten Anfangsbuchstaben des lateinischen Namens des Metalls unterschieden werden sollten, alle Alkalien und Erden ebenso durch verschieden gestellte Dreiecke u. s. w. Z. B.

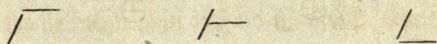
Sauerstoff	Stickstoff	Wasserstoff	Kohlenstoff	Schwefel	Phosphor
—	/)	(∪	∩
Kalkerde	Baryt	Soda	Kupfer	Blei	Silber
△ _C	△ _B	△ _S	○ _C	○ _P	○ _A

Diese Zeichen sollten nun zusammengesetzt die Zeichen der Verbindungen geben. Es entstanden also z. B. folgende Zeichen:

Wasser	Kohlensäure	Schwefelsäure	Kupferoryxide	Bleioryxide				
)	(∪	○ _C	○ _P				
Schwefels.	Soda	Schwefels.	Baryt	Phosphors.	Kalk	Salpeters.	Silber	
△ _S	∪	△ _B	∪	△ _C	∩	—	○ _A	∟

Man sieht, daß diese Zeichen mindestens weit vollkommener waren, als alle früheren. Hassenfratz und Udet begnügten sich nicht, mit

ihren Zeichen die qualitative Zusammensetzung auszudrücken, sondern sie versuchten sogar, für Verbindungen aus denselben Bestandtheilen in verschiedenen Verhältnissen Zeichen zu geben, welche durch die verschiedene Stellung zu einander die verschiedene quantitative Zusammensetzung andeuten sollten. Wie sie dies auszuführen gedachten, ergibt sich am besten aus folgendem Beispiele für verschiedene Drydationsstufen des Stickstoffs bis zur Salpetersäure:



Lavoisier, Berthollet und Fourcroy statteten 1787 der Pariser Akademie über diesen Vorschlag Bericht ab, und empfahlen ihn; doch fand er keine allgemeinere Anwendung, und in bunter Verwirrung wurden noch lange von den Chemikern die verschiedenartigsten und sinnlosesten Zeichen gebraucht.

Der nächste Vorschlag in dieser Beziehung wurde von Dalton gemacht, und seine Bezeichnungsmethode verdient um so mehr unsere Aufmerksamkeit, da sie uns zugleich seine Ansichten über die Atomconstitution mehrerer Verbindungen kennen lehrt.

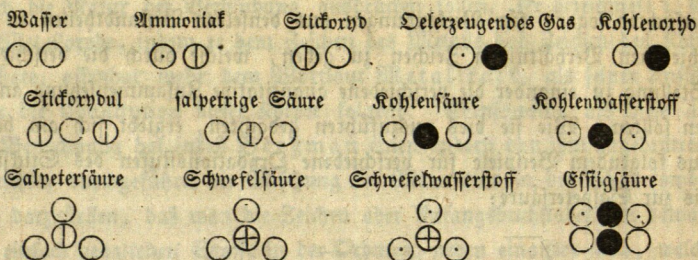
Rufen wir uns das Seite 370 ff. und 388 ff. dieses Theiles über Dalton's stöchiometrische Arbeiten und Ansichten über die Atome Gesagte in's Gedächtniß zurück. Dalton bezeichnete nun (1808 in seinem *New System of Chemical Philosophy*) die Atome der verschiedenen Elemente durch Kreise (um die angenommene sphärische Gestalt derselben auszudrücken), die durch mancherlei Merkmale unterschieden waren. Ein solches Zeichen für ein Atom eines Elements drückt also einmal die Art desselben und dann auch noch die Schwere desselben (nach seiner Tabelle Seite 372) aus; die Verbindungen entstehen durch Aneinanderlagern der Atome, und die im Folgenden dafür gegebenen Dalton'schen Zeichen geben nicht allein die qualitative Zusammensetzung, sondern auch die quantitative. Folgende sind einige damals von Dalton gegebene Zeichen:

Einfache Stoffe:

Wasserstoff	Stickstoff	Kohlenstoff	Sauerstoff	Schwefel	Phosphor
○	⊖	●	○	⊕	⊙
Kalk	Kali	Baryt	Zink	Kupfer	Platin
◎	⊕	⊛	⊙	⊕	⊙

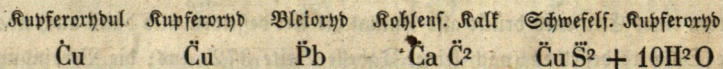
Dalton's Zeichen.

Verbindungen:



Diese Zeichen geben uns hinlänglich zu erkennen, in welcher Art Dalton seine Bezeichnungsweise durchzuführen gedachte, und zugleich, auf welcher Stufe der Vollkommenheit zu jener Zeit die Kenntniß der Atomconstitution für zusammengesetztere Verbindungen stand.

Offenbar konnten Dalton's Zeichen, wenn auch für einfachere Verbindungen genügend, für complicirtere nicht angewandt werden Berzelius hat das Verdienst, zuerst eine Bezeichnungsweise eingeführt zu haben, welche wirklich die Aufstellung chemischer Formeln zuließ. Diese kam schon seit dem Jahre 1815 in Gebrauch; ihre Einrichtung ist zu bekannt, als daß sie hier einer Erläuterung bedürfte; nur ist zu bemerken, daß viele Formeln vor 1826 anders geschrieben wurden, als dies jetzt der Fall ist. Ich habe schon oben, Seite 397, bemerkt, daß Berzelius früher für viele Metalle andere Atomgewichte annahm, als später, und die beiden Tabellen Seite 383 zeigen dies deutlich. Nach der Tabelle von 1815 schrieb demgemäß Berzelius:



während er 1826 dieselben Verbindungen schrieb:



Die abgekürzten mineralogischen Formeln führte Berzelius schon 1814 ein.