

Ansichten über die Elemente.

Als eine der Fragen, an deren Beantwortung sich der Forschungsgeist der Menschen am frühesten übte, finden wir die: Wie und aus was ist die Welt entstanden? In Bezug auf das letztere, in Bezug auf die letzten Bestandtheile aller uns wahrnehmbaren Materie eine Vorstellung zu gewinnen, wurde lange Zeit die Speculation einzig und allein als Hülfsmittel angewandt; spät erst arbeitete auch die empirische Naturforschung in dieser Richtung, und suchte auch von ihrem Standpunkte aus in jener Beziehung zu Resultaten zu gelangen; zu der philosophischen Auffassung der Elemente trat die empirische, die chemische Auffassung derselben. Wie sich in letzterer Beziehung, für die Chemie, die Ansichten über die Elemente gestalteten, wollen wir hier betrachten; nothwendig ist es aber, Einiges über die früheren philosophischen Meinungen vorauszuschicken, da sich die chemischen Ansichten an sie anlehnten, oder in ihrer Verbreitung vielfach den Einfluß dieser früher geäußerten Meinungen erfuhren.

Was die letzten Bestandtheile der Körper seien, darüber finden wir ziemlich ähnliche Ansichten seit den ältesten Völkern, deren Meinungen darüber uns die geschichtlichen Denkmäler aufbewahrt haben, bis in dem ersten Jahrtausend unserer Zeitrechnung aufgestellt und angenommen. Bei den ältesten Völkern finden wir bald die Ansicht, daß Ein Urstoff existire, bald die, daß aus mehreren Elementen alle Körper zusammengesetzt seien. So galt den Persern das Feuer als der einzige Urstoff, den Aegyptern das Wasser. Auch bei den Indiern ist diese letztere Ansicht ausgesprochen, aber in anderen ihrer frühesten Schriften werden fünf Elemente genannt, als durch Vereinigung alle Materie bildend: das Feuer, der Aether, das Wasser, die Luft und die Erde. Nach diesen bildet die Vereinigung der genannten Elemente auch die

Neueste Ansichten über die Elemente.

Älteste Ansichten
über die Elemente.

organischen Substanzen, und Sterben ist die Beginning des Zurückgehens des menschlichen Körpers in seine Elemente. Unter den hier genannten Begriffen schwankte die Wahl der Denker auch anderer Völker, die bald Einen von ihnen als den einzigen Urstoff, bald mehrere als die Elemente der wahrnehmbaren Materie betrachteten.

Thales' Ansichten.

Das Volk, dessen Ansichten über diesen Gegenstand uns am besten bekannt sind und für die folgenden Zeiten den größten Einfluß ausübten, sind die Griechen. Bei ihnen scheint in den ältesten Zeiten das Wasser als erster Grundstoff betrachtet worden zu sein, zuerst mehr in mythischer Auffassung, bis *Thales* (um 600 vor Chr.) es bestimmt aussprach, und die Richtigkeit seines Ausspruchs aus der Nothwendigkeit des Wassers für die Entwicklung aller Wesen darzuthun suchte. Er fand in der Feuchtigkeit die Hauptbedingung des Entstehens organischer (vegetabilischer wie thierischer) Wesen, und glaubte hiernach annehmen zu können, auch für die Entwicklung des Weltalls sei die Gegenwart von Wasser erste Bedingung gewesen, das Wasser also Grundprincip aller Dinge. Andere Philosophen waren anderer Ansicht. *Anaximenes* von Milet setzte an die Stelle des Wassers die Luft, und leitete die Entstehung aller Körper aus einer Verdünnung oder Verdickung derselben ab, indem im ersteren Falle Feuer, im zweiten dagegen Wasser entstehe. Wird auch bei ihm die Luft als erstes Princip angesehen, so sind doch noch für ihn auch Feuer und Wasser in den Eigenschaften unter sich und von der Luft verschiedene Elemente; es sind Modificationen des Urelements. Die Ansicht des *Anaximenes* hat für uns Bedeutung, weil sich in ihr zuerst der Begriff von einer Verwandlung der Elemente findet, wenn auch zunächst nur darin, daß er für dasselbe Urelement verschiedene Zustände annahm. Später, wo Wasser, Feuer und Luft als von einander unabhängige Elemente betrachtet wurden, wo man nicht mehr das eine als früher entstanden und die anderen als erst später sich daraus entwickelt habende ansah, blieb doch die Vorstellung von der Möglichkeit einer Verwandlung der Elemente in einander. Und als man an die Stelle der rein durch Speculation gefolgerten Urstoffe andere, von der Erfahrung weniger oder mehr angezeigte, setzte, glaubte man ebenfalls noch an die Möglichkeit der Verwandlung derselben in einander, welche Ansicht sich in der Chemie zu verschiedenen Zeiten geltend zu machen suchte.

Anaximenes' An-
sichten.

Heraclit's Ansichten.

Ähnlich wie *Anaximenes* die Luft, nahm *Heraclit* von Ephesus (um 500 vor Chr.) das Feuer als das Urprincip aller Dinge an, welches sich

in Wasser und Erde verwandeln könne. So finden wir bei den erwähnten griechischen Philosophen alle die Begriffe erwähnt, welche später in der Lehre von den vier Elementen zusammengefaßt wurden, aber in verschiedener Auffassung, insofern Jeder eins dieser vier Elemente als das anfängliche und die anderen als Modificationen desselben betrachtete. — Wir sehen in der Geschichte der griechischen Philosophie noch andere Denker, deren Ansichten von den eben besprochenen abweichen, und sich den chemischen mehr nähern, insofern in Bezug auf diesen Gegenstand eine Vergleichung zwischen der Art zu schließen jener Zeit und der späteren, wo die Chemie wissenschaftlich betrieben wurde, statthaft ist. So sah Anaximander von Milet (um 610 vor Chr.), über dessen Lehren wir jedoch nur zweifelhafte Nachrichten haben, die verschiedenen Stoffe nicht als durch Verdünnung oder Verdichtung Eines Urprincips entstanden an, wenn er gleich ein nicht näher bestimmtes Urwesen zugab, sondern durch Ausscheidung, indem sich aus dem Urstoff gewisse Theile ausscheiden, wo sich dann das Verwandte zu einander wende; und Anaxagoras von Clazomene (um 450 vor Chr.) nahm noch mehr in Uebereinstimmung mit neueren Ansichten an, daß vor der Entstehung der Erde in ihrem jetzigen Zustande ein Chaos existirt habe, in welchem bereits alle Stoffe, aber nicht vereinigt, enthalten gewesen wären. In jedem Stoff nahm er gleichartige Theilchen (*ὁμοιομέτεια*) an, die für die verschiedenen Stoffe verschieden seien, in dem Chaos zertheilt vorhanden gewesen wären, und sich bei Ordnung der Dinge zu größeren gleichartigen Massen vereinigt hätten.

Diejenige Lehre über die Elemente indeß, welche alle anderen verdrängte, und lange Zeit hindurch die allein angenommene blieb, war die des Aristoteles, über welche wir bereits im I. Theile (Seite 29 f.) gesprochen haben, als von einem der passendsten Beispiele für die Methode der griechischen Philosophen bei Behandlung naturwissenschaftlicher Probleme. Aristoteles' Annahme von vier Elementen mit besonders ausgezeichneten Eigenschaften (Feuer trocken und warm, Luft warm und feucht, Wasser feucht und kalt, Erde kalt und trocken) verbreitete sich schnell, und wir begegnen ihr später bei allen Völkern, wo sich wissenschaftliche Untersuchungen vorfinden, als der allein angenommenen. Bei den Griechen wurde diese Lehre die herrschende; bei den Römern sehen wir sie gleichfalls als wahr anerkannt, wie sich aus Plinius ergibt; zu den Arabern drang sie schon im sechsten Jahrhundert, wo des Aristoteles Schriften in das Arabische übersetzt wurden. Auch bei den späteren Griechen erhielt sie sich in ihrer Autorität;

Restliche Ansichten
über die Elemente.

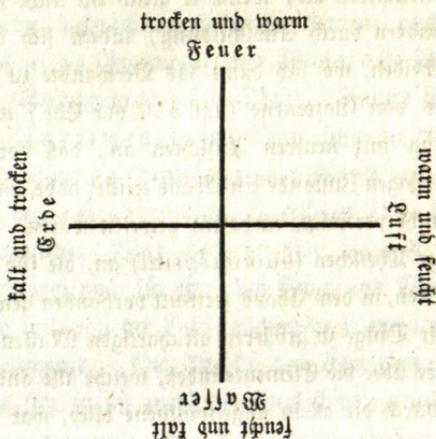
Anaximander's
Ansichten.

Anaxagoras' An-
sichten.

Aristoteles' An-
sichten.

Älteste Ansichten
über die Elemente.
Ansichten der
Scholastiker.

Michael Psellus (um 1050), unter den Byzantinern der damaligen Zeit einer der bekanntesten Gelehrten, bekannte sich zu ihr. In der scholastischen Philosophie der Abendländer erhielt sie sich im größten Ansehen bis in das 16. Jahrhundert. Wie hier die Lehre von den Elementen sich entwickelte, ist für die Geschichte der Chemie merkwürdig, weil gerade zu jener Zeit man auch in anderer, chemischer, Beziehung auf denselben Gegenstand zu schließen begonnen hatte. Bei den Scholastikern galt als Definition der Elemente: einfache Stoffe, in welche sich andere zerlegen lassen; als allgemeine Eigenschaften der Elemente: Unzerlegbarkeit und Fähigkeit, sich zu verwandeln. Die Fähigkeit, daß sich ein Element in ein anderes verwandeln kann, beruht auf der Ähnlichkeit der Grundeigenschaften je zweier Elemente, die unter folgendem Schema verfinnlicht wurde:



nach welchem jedes der Elemente zwei Eigenschaften, und zwar die eine in höherem, die andere in geringerem Grade besitzt, und mit jedem der beiden ihm benachbarten Eine Eigenschaft gemein hat, und durch zunehmendes Vorwalten dieser Eigenschaft in dieses übergehen kann. Die vier in dem obigen Schema angeführten Eigenschaften hießen *qualitates primae*, welche als die *qualitates secundas* hervorbringend angesehen wurden. Als letztere galten z. B. Dichtigkeit, Härte u. s. w., indem man die Dichtigkeit als Wirkung der Kälte betrachtete, welche die Theilchen der Körper einander nähert, die Lockerheit umgekehrt als Wirkung der Wärme; die Härte als Wirkung der Trockenheit, die Weichheit als die der Feuchtigkeit. Außerdem wurden die Elemente noch in leichte und schwere eingetheilt. Als leichte, die näm-

lich ein Bestreben haben, sich von unserem Weltkörper weg zu bewegen, betrachtete man das Feuer und die Luft, und zwar unterschied man ersteres als das absolut leichte und die letztere als das relativ leichte Element. Wasser und Erde hingegen galten als schwere Elemente, ersteres als relativ schweres, letztere als absolut schweres.

Während indeß noch die meisten Gelehrten bis zum 16. Jahrhundert den Aristotelischen Ansichten beitraten, waren doch schon früher Versuche gemacht worden, in anderer Weise auf die Elementarbestandtheile der Körper zu schließen. Als die erste Aeußerung dieser Art müssen wir die im 8. Jahrhundert bereits aufgestellten Ansichten Geber's betrachten, wonach Schwefel und Quecksilber die Elemente, zunächst der Metalle, sein sollen. Wir haben hier die erste Annäherung dazu, bestimmte Stoffe als Elemente im chemischen Sinne des Worts darzuthun; während die Elemente des Aristoteles mehr Zustände der Körper bezeichnen, nimmt Geber den Schwefel und das Quecksilber schon mehr als die wirklichen Elementarbestandtheile der Metalle an, und sucht die Verschiedenheit der letzteren auf ungleiche quantitative Mischungsverhältnisse und ungleiche Reinheit der Elemente zu beziehen. Inwiefern unter Schwefel und Quecksilber nicht die gemeinhin so genannten, für sich darstellbaren Substanzen verstanden wurden, darauf habe ich bereits im I. Theile, Seite 45, aufmerksam gemacht, und werde unter den Abschnitten »Metalle«, »Schwefel« und »Quecksilber« darauf zurückkommen. Geber's Ansichten nahmen die ihm folgenden Alchemisten an, mit kleinen Abänderungen einzelner, die als die Früchte der Bekanntschaft mit der Aristotelischen Philosophie und eines unwillkürlichen Anhängens an dieselbe angesehen werden müssen. So führt Albertus Magnus im 13. Jahrhundert in den Metallen außer Schwefel und Arsenik noch Wasser als Elementarbestandtheil an, dessen Kälte die Starrheit dieser Substanzen bedinge. »Non autem dubium est, metallica congelari frigido aquae; igitur humor erit omnium horum materia,« drückt er sich in seinem Werke de rebus metallicis aus. — Den Geber'schen Ansichten ohne Zuthat traten Raymundus Lullus und Arnold Billanovanus in derselben Zeit bei, und des Ersteren Autorität hauptsächlich hatte viel Einfluß darauf, daß noch lange Zeit sich die Alchemisten nicht von diesen Meinungen losreißen konnten. Raymund Lull nennt die Bestandtheile aller Stoffe ganz bestimmt, aber doch manch-

erste Versuche,
die chemischen
Elemente zu
bestimmen.

Geber's Ansichten.

Albertus Magnus'
Ansichten.

Raymund Lull's
Ansichten.

Erste Versuche, die
chemischen Elemente
zu bestimmen.

mal auch mit Erinnerung an die alte Lehre von den vier Elementen. So sagt er in dem ersten Theile seines Testaments: *Adhuc fili tibi manifestamus, quod omnis res mundi composita ex substantia quatuor elementorum substantialiter, non est nisi sulphur et argentum vivum.* — Von Basilius Valentinus im 15. Jahrhundert wird neben Schwefel und Quecksilber noch Salz als Element betrachtet, und von seiner Zeit an wird auch allgemein angenommen, daß die genannten Stoffe nicht nur die letzten Bestandtheile der Metalle, sondern aller Körper seien. In seiner »Wiederholung des großen Steins der uralten Weisen« sagt er: »Ich habe Meldung gethan und angezeigt, daß alle Dinge aus dreien Wesen zusammengesetzt und gemacht sind, als aus Mercurio, Sulphure und Sale, und das ist wahr, was ich gelehrt habe.« Diese Verallgemeinerung wurde besonders im 16. Jahrhundert von Paracelsus ausgesprochen und vertheidigt, welcher Schwefel, Arsenik und Salz in allen Substanzen der organischen wie unorganischen Natur annahm, und unter diesen Begriffen theils die Art der medicinischen Wirkung der Körper, theils ihr physisches Verhalten bei Einwirkung von Feuer bezeichnete, wie er denn unter dem Begriff Salz vorzugsweise die dadurch unzerstörbaren Bestandtheile, unter Quecksilber die sich unzersezt verflüchtigenden, unter Schwefel die verbrennlichen verstanden zu haben scheint. (Vgl. noch I. Theil, Seite 97.) In welcher Ausdehnung Paracelsus an das Vorhandensein seiner angenommenen Urstoffe glaubte, zeigen viele Stellen seiner Schriften; z. B. in seinem ersten Tractat von Mineralibus sagt er: »Eisen, stahel, bley, smaragd, saphir, kieseling nichts anders seind, denn Schwefel, Salz und Mercurius«, und in seinem Manuale: »Soll aber zuvor melden, wie der Mensch aus Sulphure, Mercurio et Sale, gleich den Metallen seinen Ursprung nehme«; und viele andere Belege ließen sich noch dafür anführen, daß er in allen Stoffen dieselben Elemente, wenigstens dem Namen nach, voraussetzt, wenn er auch sonst wieder bemerkt, daß ein Element einige Verschiedenheit zeigen könne, je nach dem Stoff, aus welchem es erlangt wurde.

Basilius Valentinus' Ansichten.

Paracelsus' Ansichten.

Für die ganze Periode vom 8. bis zum 17. Jahrhundert können wir die eben besprochenen Elemente als die bei den Chemikern angenommenen von denen, an welche die Philosophen und Physiker glaubten, unterscheiden, denn bei den letzteren bleiben stets noch die Aristotelischen Ansichten die behaltene. Die Physiker bekümmerten sich um die Frage nach den Elementen weniger; sie nahmen die Körper als gegeben, und suchten für sie die

physikalischen Gesetze aufzufinden, ohne die Zusammensetzung zu berücksichtigen. Bei den Chemikern selbst änderten sich die Ansichten über die Elemente bald. Als die medicinische Chemie sich mehr ausbildete, konnte die alte Lehre über Quecksilber, Schwefel und Salz als Urbestandtheile sich nicht länger erhalten; die Chemiker, welche der medicinischen Richtung angehörten, sehen wir ihre Forschungen mehr auf die wirksamen Bestandtheile (als welche sie Säure und Laugensalz zu erkennen glaubten) richten, als auf die letzten Elemente; doch haben auch einige von ihnen in letzterer Beziehung uns ihre Ansichten mitgetheilt, und namentlich van Helmont, gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts, hat sich darüber sehr bestimmt geäußert. Die Stoffe, welche noch Paracelsus als Elemente darzuthun gesucht hatte, erkannte er nicht als solche an, aber ebensowenig pflichtete er der Lehre des Aristoteles unbedingt bei, auch aus dem Grunde, weil dieser Philosoph kein Christ war (*Turpe sane Christianis, istum [Aristotelem] in Physicis patronum adhuc sequi*, sagt er in einer Abhandlung *Physica Aristotelis et Galeni ignara*). Von Aristoteles wich er hauptsächlich darin ab, daß er das Feuer geradezu für keine Substanz, sondern nur für eine Qualität erklärte, wie verschiedene Stellen seiner Schriften ausweisen. *Concludo*, sagt er, *quod ignis non sit substantia, nec forma essentialis substantiarum*; anderswo: *vanum est, ignem confluere materialiter ad corporum misturam*; und geradezu: *nec ignis est elementum, nec materialiter corporibus commiscetur*. Als Urstoff glaubte er dagegen Wasser betrachten zu können, da sich dies in Erde verwandeln lasse, und also Elementarbestandtheil in dieser sei, da es (vgl. Theil I. Seite 120) zur Ernährung der Pflanzen diene, und darin organische Stoffe und Alkalien bilde, also auch in diesen Element sei, und da es endlich auch einen Elementarbestandtheil der blattigen Körper und des Weingeistes abgebe, woraus es durch Verbrennung abgetrennt werden könne. Von der Liste der Elemente, wie sie Aristoteles aufgestellt hatte, strich er also außer dem Feuer noch die Erde weg, die seiner Meinung nach nie als Element in organischen Körpern enthalten ist, sondern die ebenso ein Erzeugniß des Wassers ist, wie andere Stoffe, und nach ihm sich auch in Wasser verwandeln läßt (das wie? ist nicht angegeben). »*Cur autem terram non inter primaria elementa, licet initio simul creatam, existimem, causa est, quod tandem convertibilis sit in aquam*«, ist sein bestimmter Ausspruch über diesen Gegenstand. Hinsichtlich dessen, ob die Luft als Element

Erste Versuche, die chemischen Elemente zu bestimmen.

van Helmont's Ansichten.

anzusehen sei, findet sich seine Ansicht nirgends klar ausgesprochen. Es scheint, daß er die Luft als einen Elementarbestandtheil anerkannt hat, insofern er ihre gänzliche Unabhängigkeit vom Wasser nachzuweisen strebte, und namentlich darin von den Anhängern des Aristoteles abwich, daß er ausdrücklich erklärte, eine Verwandlung von Wasser in Luft und umgekehrt könne nie stattfinden; Wasserdämpfe seien keine Luft, und Luft werde nie durch Verdicken zu Wasser.

Die auf van Helmont zunächst folgenden Chemiker haben wenig über die Elementarbestandtheile uns hinterlassen. Glauber's Sinnen war zu sehr auf das Praktische gerichtet, als daß er diese damals noch theoretische Frage besonders berücksichtigt hätte, und Sylvius, der sich so viel in speculative Betrachtungen hinsichtlich der wirksamen Bestandtheile einließ, hat sich gleichfalls über den ersteren Gegenstand nicht ausgesprochen. Die Chemiker jener Zeit, welche sich darüber erklärt haben, hingen meist den alchemistischen Ansichten über die Elemente an; bei einigen finden wir sie erweitert und den Aristotelischen genähert, wie z. B. von Le Fèvre in seinem *Traité de la chymie* (1660) als Elemente Wasser oder Phlegma, geistiges oder mercurialisches Princip, schwelliges oder öliges Princip, Salz und Erde als Elemente angegeben werden. — Aber jetzt trat Boyle auf, der eigentlich zuerst die Frage nach den Elementarbestandtheilen ganz in dem Sinne auffaßte, wie sie noch jetzt behandelt wird. Er bewies überzeugender, als dies je vor ihm geschehen war, wie unzulässig für die Chemie einerseits die Annahme der vier Elemente des Aristoteles sei, und wie wenig andererseits auch die drei Elemente der Alchemisten uns über die Zusammensetzung der Körper einen vernünftigen Begriff geben können. Es geschah dies vorzüglich in seinem Werke *Chemista scepticus, vel dubia et paradoxa chymico-physica circa spagyricorum Principia, vulgo dicta hypostatica, prout proponi et propugnari solent a turba alchymistarum* (1661). Hier bemüht er sich zuerst, die Unzulänglichkeit der früheren Ansichten zu zeigen, und schickt deshalb voraus *Considerationes circa experimenta allegari solita ad adstruendum vel quatuor Elementa peripatetica, vel tria Principia chymica corporum mixtorum*. Er weist nach, daß die Elemente des Aristoteles ungenügend sind, daß sie durch die Zerlegung der Substanzen durch Feuer nicht erwiesen werden, wie spätere Naturforscher dafür angeführt hatten, indem sie namentlich

Begründung der
neueren Ansicht über
chemische Elemente
durch Boyle.

in der Verbrennung eine Auflösung der Körper in die vier Elemente, Erde (Asche), Feuer, Luft (Rauch und Gas) und Wasser, erblickten. Er zeigte, wie schwankend diese Ausdrücke sind, daß z. B. die Asche nichts weniger als eine eigentliche Erde ist, und nicht so genannt werden darf. Ebensovienig nahm Boyle die Elemente der Alchemisten an, in deren Benennung er noch viel mehr Schwankendes fand. Den Beweis, den man auch hierfür aus der Einwirkung des Feuers auf die Körper zu führen versucht hatte, bekämpfte er durch die Bemerkung, daß die Hitze keineswegs immer zerlegend wirkt, sondern auch oft Bestandtheile zu neuen Verbindungen vereinigt; die Unzulässigkeit der Annahme, daß namentlich Schwefel, Salz und Quecksilber Elementarbestandtheile seien, bewies er dadurch, daß er zeigte, wie noch eine Menge anderer Körper mit demselben Rechte Elemente genannt werden können, und wie von den Alchemisten gerade eine sehr unzulässige Annahme statuiert werde, indem nämlich der Schwefel, dessen Begriff sich doch im gemeinen Schwefel am schärfsten wiederfinden müsse, sich auch als eine zusammengesetzte Substanz ansehen lasse (vergl. Schwefel). Boyle's Meinung ging dahin, man solle, ohne sich um die Urbestandtheile der Materie zu kümmern, über welche verschiedene Ansichten zulässig seien, vorzugsweise seine Aufmerksamkeit auf die Bestandtheile richten, welche man wirklich abcheiden könne, die für sich darstellbar seien; wenn diese für die Chemie nicht weiter zerlegbar seien, so solle man sie Elemente nennen, und mit dieser schärferen Begriffsbestimmung komme man weiter, als mit der vagen über die alchemistischen oder Aristotelischen Elemente. Zu einer solchen Abscheidung der Elemente aber führe nicht nur die Einwirkung des Feuers, sondern auch durch andere chemische Operationen lasse sie sich vornehmen, und die auf letzteren Wegen (z. B. durch Operationen auf dem nassen Wege) erlangten Stoffe verdienten gleichfalls den Namen einfacher Bestandtheile: *Equidem cum viderimus, naturam alia praeter ignem adhibere cum successu instrumenta posse ad distinctas substantias a corporibus mixtis separandum, quidni aliquam ejusmodi substantiam fecerit natura, vel ars facere possit, quae sit idoneum mixta corpora resolvendi instrumentum, vel aliquam ejusmodi methodum industria humana casu inveniri posse, qua mediante composita corpora in alias substantias queant resolvi, quam sunt eae, in quas ignis adminiculo dispesci solent. Atque cur istius modi Analysis producta non possint jure non minori componentia corporum, unde emergunt, principia*

Begehung der
neueren Ansicht über
chemische Elemente
durch Boyle.

Begründung der
neueren Ansicht über
chemische Elemente
durch Boyle.

appellari, haud facile quis ostenderit, maxime cum infra planum red-
dam, substantias, quas Chymici salia, sulphura et mercurios corporum
vocare solent, haud ita puras et elementares esse, ut ipsi sibi sumunt
atque ut hypothesis eorum postulat. Boyle zeigte weiter, daß man die
Zahl der Elemente, im chemischen Sinne genommen, nicht a priori ange-
ben, noch nach irgend einer Annahme beschränken könne.

Boyle's Ansichten stimmen also im Princip vollkommen mit den noch
jetzt anerkannten überein. Aus was die Materie im Allgemeinen besteht, ob
aus einem oder mehreren Urbestandtheilen, ist den Chemikern zu entscheiden
nicht möglich. Aber es giebt Bestandtheile, die, vielleicht aus diesen Ur-
bestandtheilen zusammengesetzt (vergl. seine Ansichten in der atomistischen
Theorie), in der Chemie als einfach, d. h. als für die Chemie unzerlegbar, zu
betrachten sind; er meint: concedi posse, distinctas illas substantias (die
existirenden, darstellbaren), quas concreta communiter vel suppeditant,
vel continent, non adeo incongrue posse eorum Elementa vel Prin-
cipia vocari, und es komme überhaupt mehr darauf an, diese näheren,
als die letzten Bestandtheile kennen zu lernen, denn, sagt er anderswo,
vix a quoquam negabitur, corpuscula compositae naturae in omnibus
Chymicorum exemplis pro elementaribus posse haberi. — Wie sehr er
die Nothwendigkeit fühlte, chemische Elemente von den metaphysischen
zu unterscheiden, selbst wenn eine Schlussfolgerung der letzteren Art durch
Beobachtungen unterstützt werde, zeigt folgende Stelle: Et si quis dicat,
saltem detegere nos posse ingredientia rerum elementaria, in quas sub-
stantias haec corpuscula quae habebantur pura dividantur: Respondeo,
necessarium non esse, ut ejusmodi detectio deducatur in praxim.

Boyle hat uns keine Aufzählung der Stoffe hinterlassen, die er als
Elemente betrachtete. Das Feuer hielt er für ein Element, das sogar wäg-
bar sei, und schrieb 1673 experimenta nova, quibus ostenditur posse
partes ignis et flammae reddi stabiles ponderabilesque (vergl. Drydation).
Den Begriff, den wir jetzt mit der Bezeichnung chemische Elemente ver-
binden, scheint Boyle außerdem auch unter dem Ausdruck mista prima
verstanden zu haben. (Vergl. die Geschichte der chemischen Verbindung in
diesem Theile.) Ob er den Schwefel als ein solches mistum primum an-
sah, steht dahin; er zeigte indeß, daß er sich möglicher Weise auch zusamen-
gesetzter, als mistum secundarium, als aus Schwefelsäure und einem ver-
brennlichen Stoffe bestehend, betrachten lasse. Die Metalle hielt er gleich-

falls für *mista prima*, wie er dies namentlich für das Antimon und das Eisen ausspricht; die Möglichkeit, sie unter einander zu verwandeln, kannte er an. Er bringt verschiedene Citationen anderer Chemiker bei, wonach eine solche Verwandlung statthaben soll, ohne sie zu bestreiten, erzählt selbst eine Verwandlung von Gold in schlechteres Metall, und spricht anderswo die Möglichkeit der Metallverwandlung geradezu aus.

Ich habe mich bei Boyle's Ansichten etwas ausführlicher aufgehalten, weil in ihnen die Grundlage der späteren Betrachtungsweise für die Lehre von den chemischen Elementen liegt. Boyle's Meinung darüber wurde nicht gleich angenommen. Die Chemiker, die mit ihm gleichzeitig lebten, konnten sich nicht zu dem Grade von Vorurtheilsfreiheit hinaufschwingen, wie dies bei Boyle der Fall war. Haben sie auch hinsichtlich einiger Hypothesen richtigere Begriffe als ihre Vorgänger, so stehen sie doch noch in den meisten Beziehungen ganz unter dem Einflusse der früheren Meinungen, und ihre Ansichten sind Gemische aus denen der Scholastiker, der Alchemisten und eigenen, manchmal berechtigten, Ideen. Von den mit Boyle gleichzeitigen Chemikern haben wir Kunkel, Becher und N. Lemery zu nennen, die für die Lehre von den Elementen nicht ohne Einfluß gewesen sind, und die uns für das eben Gesagte die besten Belege liefern.

Kunkel erklärte sich im Allgemeinen gegen die alchemistischen Begriffe über die Urstoffe, besonders in seinen »chymischen Anmerkungen, darin gehandelt wird von den chemischen Principiis etc.« (1677), suchte er das Absurde der Annahme darzuthun, daß die organischen Substanzen aus Schwefel, Salz und Quecksilber bestehen. In Bezug auf den Schwefel leugnete er gleichfalls, daß er als Bestandtheil an der Zusammensetzung der Metalle Theil nehme, aber darin konnte er sich von vorgefaßten Meinungen nicht losreißen, daß Quecksilber ein Elementarbestandtheil aller metallischen Substanzen sei. Seine Behauptungen stehen überhaupt an Zulässigkeit der Prämissen und an Folgerechtigkeit der Schlüsse weit hinter denen Boyle's zurück.

Bei Becher finden wir hinsichtlich der Lehre von den Elementen mehr neue Namen, als richtigere Ansichten, wie sich vorzüglich aus seiner *Physica subterranea* (1669) ergibt. Nach ihm sind als einfache Stoffe anzusehen das Wasser und sodann drei besondere Erden, die glasartige (*terra lapidea*, *vitrescibilis*, *improprie sal dicta*, wie er sich ausdrückt), die brennbare (*terra pinguis*, *improprie sulphur dicta*) und die mercurialische

Begründung der
neueren Ansicht über
chemische Elemente
durch Boyle.

Kunkel's Ansichten.

Becher's Ansichten.

Ansichten über die Elemente. (terra fluida, mercurialis, improprie Mercurius dicta). Die Metalle sind nach ihm sämmtlich Mischungen aus den drei letzteren Erden. Es sind also nur neue Namen für Salz, Schwefel und Quecksilber, die er aufstellte, wie er sich denn auch nach dem Vorgang der Alchemisten aus dieser Zusammensetzung der Metalle ihre Verwandelbarkeit unter einander zu erklären suchte.

Le Laveur's Ansichten. In N. Lemery's Cours de chymie (1675) sind, an die Ansichten des Le Laveur erinnernd, fünf Grundstoffe angenommen, das wässerige, geistige, ölige, salzige und erdige Princip. Unter diesen werden Geist, Del und Salz active Principien genannt, weil sie eigentlich zur Bildung der chemischen Verbindungen Anlaß geben (parce qu'estant en mouvement, ils font toute l'action du mixte). Die anderen heißen passive (parce qu'estant en repos, ils ne servent qu'à arrester la vivacité des Actifs). So machten sich die verschiedenen Chemiker verschiedene, gleich unrichtige Vorstellungen über die Elemente.

Stahl's Ansichten. Im Anfange des 18. Jahrhunderts begann zuerst Stahl, Boyle's Ansichten in die ausübende Chemie überzutragen, mit einer gewissen Vorsicht, welche sicher die allgemeinere Annahme der naturgemäßen Ansicht bedeutend erleichtert hat. Stahl verwarf die alten Begriffe und vagen Speculationen nicht ganz und gar; sie finden sich in seinen Schriften vielfach, was z. B. den Gehalt der Metallkalken an erdigen und mercurialischen Bestandtheilen, was den Ursprung aller Säuren von Einer Primitivsäure angeht, aber diese Betrachtungen gaben kein Hinderniß dafür ab, daß Stahl wirklich das, was wir chemische Elemente nennen, klar aufsaßte. Er bezeichnete sie als eigenthümliche Körper, und in der Untersuchung dieser eigenthümlichen Körper sind die Vorarbeiten für unsere Kenntnisse der chemischen Elemente enthalten. Den Begriff der entzündlichen Erde, welchen er als Phlogiston scharfer definierte und erweiterte, behielt Stahl als elementaren Bestandtheil bei; ihm reichte er als eigenthümliche Bestandtheile die Körper an, aus deren Vereinigung unter einander oder mit Phlogiston er alle übrigen Substanzen gebildet glaubte. Indem Stahl die Frage nach der Grundmischung dieser eigenthümlichen Körper zwar beachtete, aber doch zugleich die scharfe Untersuchung der letzteren besonders hervorhob, gelang es ihm und noch mehr seinen Nachfolgern, Substanzen als eigenthümliche zu erkennen, die vorher mit anderen verwechselt worden waren, und in jeder dieser Entdeckungen eines neuen eigenthümlichen Körpers war

für die spätere Zeit die Kenntniß eines besonderen chemischen Elementes Ansichten über die Elemente. vorbereitet.

Hier dürfte auch, der chronologischen Berichterstattung gemäß, Boerhave's Boerhave's Ansichten. gleichzeitige Meinung über die Elemente einzuschalten sein, ob er gleich an der Phlogistontheorie keinen näheren Antheil nahm. Die Frage nach den Urstoffen berücksichtigte er sehr wenig, in der Meinung, die Chemie könne doch hierüber keinen Aufschluß geben. Was Boerhave Elementa nennt, sind Bestandtheile der Körper, Boyle's Ansicht, nur Nachweisbares so zu nennen, im Ganzen gemäß, aber doch davon abweichend, daß Boerhave mit diesem Namen selbst solche Bestandtheile bezeichnet, welche er wohl selbst als zusammengesetzte anerkannte. (Vergl. den Abschnitt über chemische Verbindung in diesem Theile.) Boerhave hat darin die richtigere Erkenntniß gefördert, daß er vorzugsweise auf die Untersuchung der nachweisbaren Bestandtheile hinleitete; die Kenntniß der chemisch einfachen Stoffe verdankte aber hauptsächlich ihre Entwicklung der Hervorhebung der eigenthümlichen Stoffe, wie sie Stahl dem eben besprochenen gemäß eingeführt hatte.

Je weiter die phlogistische Theorie und mit ihr die Chemie vorschreitet, Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemischen Elements im 18. Jahrhundert. um so mehr tritt die Frage nach der Grundmischung dieser eigenthümlichen Körper in den Hintergrund. Im 17. Jahrhundert war man z. B. noch allgemein der Meinung, in allen Metallen sei die erdige Grundlage (welche in den Rückständen nach der Calcination enthalten sein sollte) im Wesentlichen dieselbe; im Anfange des 18. Jahrhunderts glaubte zwar St. F. Geoffroy noch, die Metalle könnten in einander verwandelt werden, aber er bewies doch auch (1709), daß sich aus Eisen, Kupfer, Zinn und Blei nicht dieselbe erdige Grundlage durch Calcination darstellen läßt, sondern daß die so erhaltenen Kalke unter allen Umständen Verschiedenheit zeigen; gegen das Ende jenes Jahrhunderts endlich nannte schon Bergman die Metallkalke geradezu einfache Körper. So gelten um 1770 bis 1780 den Anhängern dieser Theorie als einfache Körper das Phlogiston, das Wasser, die Säure des Schwefels, des Phosphors und ähnliche Körper in dem ihnen bekannten höchst oxydirten Zustande, ebenso die Metallkalke, die Erden, die Alkalien u. s. w.

Die Lehre von den chemischen Elementen war somit von den Phlogistikern bis zu dem Grade entwickelt, daß sie fähig war, in einer andern Art, als bisher, in Betrachtung gezogen zu werden. Bis dahin war es

Weitere Ausbildung
des Begriffs eines
chemischen Elements
im 18. Jahrhundert.

nur Zweck und Aufgabe gewesen, als Elementarbestandtheile der Substanzen Körper anzugeben, die auch darin nachweisbar seien; die Phlogistiker hatten diese Aufgabe gelöst; in ihren Ansichten findet sich zuletzt wenig mehr von der früheren Unbestimmtheit der Ausdrücke, mit welcher die Alchemisten den verschiedenartigsten Dingen auf oberflächliche Ähnlichkeit hin gleiche Benennung beilegte, und wodurch deshalb auch über die Bestandtheile einer Substanz gar kein Aufschluß gegeben war. Namentlich bei den späteren Phlogistikern ist die Angabe für die einfachen Stoffe stets eine so bestimmte, daß über die Art derselben kein Zweifel sein konnte. Wo sie Wasser, wo sie einen bestimmten Metallkalk, eine gewisse Erde oder eine Säure u. s. w. als Elementarbestandtheil einer Substanz angaben, da konnte wenigstens mit Sicherheit daraus geschlossen werden, daß die als Elemente angegebenen Stoffe wirklich aus dieser Substanz darstellbar seien.

So vorbereitet gestaltet sich aber mit der vollkommenen Ausbildung der phlogistischen Theorie und in ihrem Kampf mit der antiphlogistischen die Untersuchung über die Elemente in ganz anderer Art, als früher. Die Ansicht über die chemisch einfachen Stoffe wird nun der Ausdruck der chemischen Theorie. Bis die Lehre von den chemischen Elementen diese letztere Bedeutung erlangte, war sie nur der Ausdruck einiger Kenntnisse in der analytischen Chemie, der empirischen Forschung. Sie repräsentirt aber nun, besonders seit Lavoisier's Aufstellung des antiphlogistischen Systems, schärfer als sonst irgend eine chemische Lehre, die theoretischen Ansichten, deren Discussion sich nun meistens um die Frage dreht: ist ein bestimmter Stoff eine Verbindung oder ein Element?

Es kann hier nicht von den Untersuchungen gesprochen werden, wodurch für die einzelnen Stoffe oder für einzelne Gruppen von Körpern die Ansicht hinsichtlich ihrer chemischen Unzerlegbarkeit entwickelt wurde, die noch jetzt beibehalten wird. Die Berichterstattung hierüber werde ich unten bei der speciellen Geschichte dieser Stoffe und Gruppen beibringen. Aber nur im Allgemeinen will ich hier über die Meinungsverschiedenheiten, welche sich seit den Phlogistikern über die chemisch einfachen Stoffe aussprachen, das Wichtigste mittheilen.

Der Streit zwischen den Antiphlogistikern und den Phlogistikern läßt sich als ein Streit darüber ansehen, was Elemente, was Verbindungen sind, ob nach der Meinung der letzteren Phlogiston und Metallkalk und (Schwefel-, Phosphor- etc.) Säuren Elemente sind, oder wie die ersteren be-

haupteten, Sauerstoff, Metalle, Schwefel, Phosphor u. s. w.; ob das Wasser ein Element ist, oder eine Verbindung u. s. w.

Weitere Ausbildung
des Begriffs eines
chemischen Elements
im 18. Jahrhundert.

Lavoisier's Ansicht über die chemischen Elemente war im Wesentlichen folgende: Es giebt Körper, die wir als einfache ansehen müssen, und deren weitere Zerlegung unwahrscheinlich ist. Dahin rechnete er den Lichtstoff, den Wärmestoff, den Sauerstoff, den Wasserstoff und den Stickstoff. Andere Körper betrachtete Lavoisier nicht sowohl als einfache, als vielmehr als unzerlegte, deren Bestandtheile nämlich noch nicht bekannt sind, aber für welche doch Wahrscheinlichkeit da ist, sie bei weiterem Vorschreiten der Wissenschaft kennen zu lernen. Dahin gehören seiner Ansicht nach die Alkalien, die Erden, die Metalle. Die Stoffe, welche mit Sauerstoff verbunden in den unorganischen Säuren enthalten sind, betrachtete Lavoisier als einfache; so den Schwefel, die Kohle, den Phosphor; wir finden hier zugleich hypothetische Elemente angeführt, Bestandtheile von Säuren, welche noch nicht isolirt dargestellt werden konnten, und die Lavoisier als Radicale dieser Säuren bezeichnete. Als chemische Elemente finden wir daher bei ihm weiter angegeben das Radical der Boraxsäure, Salzsäure, Flußsäure u. s. w.

Die Ansichten Lavoisier's bestätigten sich größtentheils in den folgenden Untersuchungen. Körper, die er als unzerlegte aufgestellt, deren wahrscheinliche Zerlegung er aber auch vorausgesagt hatte, wurden zerlegt; so die Alkalien und Erden 1807 durch Davy; das Radical der Boraxsäure wurde 1808 dargestellt durch Gay-Lussac und Thénard, und seine elementare Natur dadurch auch in der Erfahrung nachgewiesen.

Diese Bestätigungen von Lavoisier's Ansichten haben etwas Gemeinsames, welches die meisten Untersuchungen hinsichtlich der Elemente seit der Aufstellung der antiphlogistischen Theorie charakterisirt. Wo nämlich ein bisher für einfach gehaltener Stoff als zusammengesetzt erkannt wird, ergiebt die Zerlegung nicht zwei neue bisher unbekannte Elemente, sondern sie reiht jenen Stoff einer schon bekannten Klasse von Verbindungen an; der eigenthümliche Stoff enthält Ein neues Element, und der Fortschritt der Wissenschaft besteht nur darin, zu zeigen, daß nur ein Theil des eigenthümlichen Stoffes, nicht, wie man bis dahin glaubte, das Ganze dieses Stoffes, ein besonderes Element darbietet.

Ob die Körper, welche nach Lavoisier's Ansichten als einfache zu betrachten sind, oder welche, wie die Metalle, gemeinlich als unzerlegbar angesehen werden, dies auch wirklich sind, wurde zu verschiedenen Malen bezweifelt. Auf die specielle Geschichte der einzelnen Stoffe muß ich wieder verweisen, was Davy's Untersuchungen angeht, ob Schwefel und Phosphor wahre chemische Elemente sind, was Berzelius' frühere Ansichten über die Zusammengesetztheit des Stickstoffes angeht. Im Allgemeinen bestätigte sich stets bei dem Vorschreiten der Wissenschaft, daß kein als einfach anerkannter Stoff eine Verbindung aus zwei bekannten Elementen ist. Die Versuche, welche hiergegen zu streiten schienen, wurden bald als irrtümlich nachgewiesen; so, um nur eines zu erwähnen, welcher besonders Aufmerksamkeit auf sich zog, die Bildung von Salzsäure und Natron durch die Einwirkung des Galvanismus auf reines Wasser (vergl. Electrochemie). Viel Aufsehen machte auch bei mehreren Chemikern zu Anfange dieses Jahrhunderts, daß Winterl¹⁾ die Zusammengesetztheit mehrerer bis dahin als einfach angesehener Stoffe und die Existenz neuer sehr verbreiteter Elemente bewiesen zu haben glaubte. Dieser Chemiker, der mit einer sehr regen Phantasie nur unvollkommene Kenntnisse in der Anwendung der chemischen Hülfsmittel besaß, glaubte schon 1789 mehrere Metalle in noch entferntere Bestandtheile zerlegt zu haben, z. B. das Kupfer in Nickel, Reißbley, Kiesel Erde und einen unbekanntem flüchtigen Stoff. Auf dieser Bahn weiter schreitend, gelangte er bald zu der Ueberzeugung, daß die antiphlogistische Theorie für die Chemie ungenügend sei, da ihr alle allgemeineren Begriffe abgingen, und sie Fragen nach dem allgemeinen Princip der Metalle, des Sättigungsvermögens u. s. w. nicht beantworten könne. Diese allgemeineren Begriffe suchte er durch seine Prolusiones ad chemiam seculi decimi novi (1800) zu geben, welchen 1803 seine Accessiones novae ad Prolusionem suam primam et secundam folgten. Winterl glaubte, daß die Kenntniß der materiell nachweisbaren Bestandtheile in den verschiedenen Substanzen zu einer Erklärung der Eigenschaften der letzteren unzureichend sei; demgemäß nahm er außer ihnen noch imponderable Principien an, begeisterte, wie er sie nannte, die gleichfalls in die Bildung der chemischen Verbindungen mit eingehen sollten. Nach ihm sind alle Atome, von was immer für Substanzen, an sich gleichartig und identisch; daß sie

¹⁾ Joseph Jacob Winterl, Professor der Chemie. und Botanik zu Pesth, starb 1809.

Fortbildung der Ansichten über die chemischen Elemente in dem 19. Jahrhundert.

Winterl's vermeintliche Elemente.

doch verschiedene Substanzen bilden, rührt davon her, daß zwei sich einander entgegengesetzte begeistende Principien, das Säure- und das Baseprincip, in ihnen existiren, von deren verschiedenem Intensitätsverhältniß, wo mehr oder weniger vollständige Ausgleichung (Entgeistung) statthat, die verschiedenen Eigenschaften bedingt werden. Von den Substanzen, welche eins dieser begeisterten Principien in hohem Grade haben (den reinen Säuren und den ägenden Alkalien), können diese unbeschadet der quantitativen Zusammensetzung getrennt werden, und es giebt nach ihm stumpfe Säuren und Alkalien (*acida et alcalia fatua*), ohne daß der neutrale Zustand durch Mischung mit einem Alkali oder einer Säure hervor gebracht wurde. Die Ausgleichung des Säure- und des Baseprincips ist nach ihm die Ursache der Wärme bei chemischen Verbindungen; das Wasser ist ein Element, welches durch Verbindung mit negativer Elektricität (Baseprincip) zu Wasserstoff (Wasserbase), durch Verbindung mit positiver Elektricität (Säureprincip) zu Sauerstoff (Wassersäure) wird, u. s. w. — Winterl's Anfichten empfahlen sich mehreren Chemikern der damaligen Zeit durch den Umstand, daß in ihnen der gerade an der Tagesordnung seiende Dualismus mit großer Consequenz durchgeführt war. Leider waren die Experimentaluntersuchungen, welche Winterl zur Stütze seiner theoretischen Anfichten anführte, nichts weniger als geeignet, in ihm den Reformator der Wissenschaft anerkennen zu lassen. So sollte es ihm gelungen sein, Modificationen der Materie darzustellen, die einfacher seien, als alle bis dahin bekannten sogenannten chemischen Elemente, und welche in der Zusammensetzung dieser enthalten seien. Einer dieser Stoffe war die Andronia. Sie sollte bereitet werden aus Salpeter mit Kohle geglüht (Winterl nahm dies in irdenen Tiegeln vor), und gefrieren lassen oder vorsichtige Neutralisation mit einer Säure. Die Andronia, ein weißes Pulver, sollte mit Sauerstoff, Wasser und Säureprincip in verschiedenen Verhältnissen verbunden die Kohlensäure, das Stickgas und die Salpetersäure bilden; mit Wasserstoff aber die Milch, das Eiweiß u. s. w. In verschiedenen Verhältnissen mit Kalk verbunden, gäbe sie Kali oder Kiesel Erde; das Blei verwandle sie in Baryt, das Kupfer in Molybdän, die Alaunerde in Glycinerde. Lasse man galvanische Elektricität auf sie einwirken, so erhalte man an dem positiven Pol eine Säure, an dem negativen aber Ammonium und eine Säure, die vollkommene Aehnlichkeit mit faulenden organischen Substanzen habe. Die Säure am positiven Pol sei von derselben Art, wie

Winterl's vermeintliche Elemente.

die, welche in der zur Bildung der galvanischen Säule angewandten Flüssigkeit enthalten sei. Diese Angaben genügen wohl, um von Winterl's Art der Forschung einen Begriff zu geben; gleich nachdem die Prolusiones erschienen waren, wurden die Versuche von ausgezeichneten Chemikern wiederholt, aber keins der angegebenen Resultate erhalten. Guxton und Chenevix versicherten, bei Befolgung aller angegebenen Vorschriften und fehlerhaften Versuche nur Kieselerde erhalten zu haben. Winterl indeß beharrte auf seinen Ansichten, und schickte der französischen Akademie von ihm selbst dargestellte Andronia zu, damit sich diese von der Richtigkeit seiner Beobachtungen überzeugen könne. Fourcroy, Guxton = Morveau, Berthollet und Bauquelin untersuchten sie, und fanden sie aus Kieselerde mit Kalk, Thonerde, Kali und Eisen verunreinigt bestehend. Ihr Bericht, 1809 abgestattet, machte der ganzen Schwindelsei ein Ende.

Fortbildung der Ansichten über die chemischen Elemente in dem 19. Jahrhundert.

Gehen wir von diesem verunglückten Versuche, eine Totalreform der Chemie begründen zu wollen, zu den besonneneren und fruchtreicheren Untersuchungen über die Einfachheit gewisser Substanzen zurück, so finden wir stets wieder die Frage, ob ein Stoff als einfach oder als eine Verbindung genommen werden müsse, mit den wichtigsten allgemeineren chemischen Problemen verknüpft. Wir erwähnen hiervon nur der Untersuchungen, ob das Chlor als ein einfacher Körper zu betrachten sei, deren endliche Entscheidung für die Theorie der Säuren, der Salze, der Verbrennung *ic.* in gleichem Grade wichtig war. Spätere Entdeckungen über die chemischen Elemente haben im Wesentlichen keine reformirende Wirkung gehabt; die Auffindung neuer Salzbilder und neuer Metalle vervollständigte nur Gruppen von Elementen, deren Eigenthümlichkeit schon früher dargethan war. Mehr und mehr aber trat mit genauerer Kenntniß der einfachen Körper die Nothwendigkeit hervor, keinen Stoff als einfach anzunehmen, der nicht für sich darstellbar sei; diese Ansicht war es vorzüglich, welche in der Frage über die Zusammensetzung der Salzsäure, über die Einfachheit des Chlors entscheidend einwirkte, welche, der hohen Autorität von Berzelius ungeachtet, dessen frühere Ansicht über die Zusammensetzung des Stickstoffs nicht allgemein annehmen ließ, und welcher nur in den Fällen weniger Rücksicht geschenkt wurde, wo (wie bei dem Fluor) mehrfache Analogie keinen Zweifel über die Existenz eines einfachen Stoffes läßt, den im isolirten Zustande darzustellen noch nicht gelungen ist.