

Bayen über Reducition ohne Zusatz von Phlogiston.

daß Quecksilberkalk sich durch bloße Temperaturerhöhung, ohne Zusatz von phlogistonhaltigen Substanzen, reduciren lasse, wobei eine Luftentwicklung statt habe. Das entstehende regulinische Quecksilber wiege weniger, als der angewandte Quecksilberkalk; dieser Gewichtsverlust entspreche dem Gewichte der sich entwickelnden Luft. Bayen schloß hieraus, daß man entweder die Lehre vom Phlogiston sehr einschränken, oder zugeben müsse, der Quecksilberkalk sei kein wahrer Kalk, oder es gebe Kalke, welche ohne Zutritt von Phlogiston reducirt werden können.

Widerlegung der phlogistischen Theorie durch Lavoisier.

Die Entdeckung des Sauerstoffgases, welche gleichfalls 1774 durch Priestley geschah und Lavoisier'n bekannt wurde, leitete den Letztern endlich dazu, die Verbrennung nur als die Vereinigung eines verbrennlichen Körpers mit Sauerstoff zu betrachten; nach mehreren Untersuchungen über die Verbrennung einzelner Substanzen (vergl. S. 306 bis 311 im I. Theile) entwickelte er diese Ansichten in einigen größeren Abhandlungen »über die Verbrennung« (1778) und »über das Phlogiston« (1783); er widerlegte hier die Annahme eines besondern Principes der Verbrennlichkeit, und begründete eine neue Theorie über die Constitution der Metalle und der anderen verbrennlichen Körper. Während Stahl diese als Phlogistonverbindungen angesehen hatte, welche bei der Verbrennung sich zerlegen, betrachtete Lavoisier die Metalle, den Schwefel, den Phosphor, die Kohle als unzerlegbare Substanzen, welche bei der Verbrennung eine Verbindung (mit Sauerstoff) eingehen.

Verteidigung der Phlogistontheorie.

Lavoisier's Ansichten fanden bald Beachtung, aber zunächst auch vielfachen Widerspruch, wenn gleich einzelne der wichtigsten Erscheinungen, auf welche diese Ansichten gegründet waren, auch von einigen Anhängern der phlogistischen Theorie bestätigt wurden. So bewies namentlich Scheele in seiner »Abhandlung von Luft und Feuer« 1777, daß das Sauerstoffgas

specien der Feld-Apotheken des französischen Heeres während des siebenjährigen Krieges übertragen wurde. Nachher widmete er sich ausschließlich der Chemie, und führte namentlich eine größere Arbeit über die Mineralquellen Frankreichs aus. Er war Mitglied des Nationalinstitutes, und starb 1797. Gemeinschaftlich mit Nouelle und Charlard publicirte er 1781 Recherches chimiques sur l'étain, faites et publiées par ordre du gouvernement; seine anderen Abhandlungen finden sich in dem Journal de Physique und den Annales de Chimie.

bei der Verbrennung verschwindet, und daß bei der Reduction der edlen Metalle Sauerstoff frei wird (vergl. den Abschnitt über Sauerstoff in diesem Theile). Hestig bekämpft wurde aber Lavoisier's System von den meisten der bisherigen Autoritäten in der Chemie, welche unfähig waren, sich von dem so lang gehegten Begriffe des Phlogistons auf einmal loszureißen und sich mit einer ihnen ganz neuen Untersuchungsweise, der quantitativen, zu befreundeten. Macquer erklärte sich von Anfang an dagegen, ebenso Baumé, Demachy und Guyton de Morveau, besonders heftig aber bestritt fortwährend die neueren Ansichten de la Metherie *), welcher als Redacteur der damalig bedeutendsten naturwissenschaftlichen Zeitschrift in Frankreich, des Journal de Physique, eine nicht geringe Autorität ausübte. In England erklärten sich Watson, Priestley, Kirwan, in Schweden Bergman und Scheele gegen die antiphlogistische Theorie; in Deutschland fand Stahl's Lehre an allen Chemikern Vertheidiger. Erst gegen das Jahr 1790 änderte sich die Meinung der Chemiker im Allgemeinen; ich werde weiter unten, bei Betrachtung des Sieges der antiphlogistischen Theorie, die ersten Anhänger derselben und den Uebertritt ihrer bedeutenderen Gegner zu ihr ausführlicher besprechen. Hier wollen wir zunächst betrachten, in welcher Weise die Anhänger des phlogistischen Systems dieses gegen Lavoisier's Reform zu vertheidigen suchten.

Die Anhänger der phlogistischen Theorie versuchten dieses, entweder indem sie die Erfahrungen, auf welche Lavoisier sein System gegründet hatte, leugneten, oder indem sie sie auf eine Lavoisier's Art entgegenge setzte zu erklären suchten, oder indem sie seiner Erklärungsweise lediglich Einwürfe machten, um sie mindestens als ebenso unvollkommen wie die Phlogistontheorie erscheinen zu lassen, oder endlich indem sie Erklärungen aufzufinden sich bestrebten, in welchen Lavoisier's Ansichten mit den Lehren der Phlogistontheorie vermittelt seien.

*) Jean Claude de la Metherie war 1743 zu Clayette bei Maçon geboren. Er widmete sich der Medicin, beschäftigte sich aber hauptsächlich mit der Chemie, der Physik und der Naturgeschichte. Er starb 1817. Die Redaction des Journal de Physique führte er seit 1785; von seinen anderen zahlreichen Schriften nennen wir hier nur als der Chemie angehörig seinen Essai sur l'air pur (Sauerstoffgas; 1785), und seine Bearbeitung von Bergman's chemischem Mineralsystem, welche 1792 unter dem Titel Sciagraphie minérale erschien.

Bestreitung der
Fundamentalver-
suche Lavoisier's.

Die erstere Richtung, nämlich die Fundamentalversuche des Lavoisier'schen Systems zu leugnen, wurde am frühesten und am erfolglosesten versucht. Ich kann hier nicht alle Einzelheiten aufführen, wie weniger geschickte Chemiker als Lavoisier andere Resultate in ihren Versuchen erhielten als dieser; wie bestimmt mitunter die Widersprüche waren, mag man aus Baumé's Versicherung (1776) ersehen, daß sich der Quecksilberkalk gar nicht durch die bloße Hitze reduciren lasse, sondern daß er dabei unverändert sublimire, aus Gren's Angabe (1790), welcher gefunden zu haben glaubte, daß der rothe Quecksilberkalk, wenn er in offenen Gefäßen calciniert worden sei, bei seiner Reduction in verschlossenen Gefäßen keine Spur von Sauerstoff entwickle, und daß überhaupt in keinem frisch bereiteten Metallkalk Luft enthalten sei, sondern nur in länger aufbewahrtem. Solche Widersprüche gegen die Resultate gut angestellter Versuche konnten indeß nie einen nur irgend anhaltenden Einfluß haben; viele Chemiker suchten deshalb, statt die neueren Experimente über Verbrennung und Verkalkung zu bestreiten, sie nur anders als Lavoisier, und zwar mit den Grundsätzen der phlogistischen Theorie im Einklang, zu erklären.

Erklärung der
Gewichtszunahme
bei der Verkalkung
nach phlogistischen
Ansichten.

Diese Erklärungen der Phlogistiker nahmen sich vorzüglich die Gewichtszunahme bei der Verkalkung der Metalle zum Gegenstand, und zwar suchte man hier zuerst lediglich zu zeigen, daß diese Erscheinung statthaben könne, ohne daß die Phlogistontheorie dadurch gestürzt werde. Man sah fast allgemein hier ganz ab davon, daß bei der Verkalkung Luft absorbiert wird; man suchte nur einen Begriff dafür zu geben, wie ein Körper (ein Metall) schwerer werden kann, wenn er einen Bestandtheil (das Phlogiston) verliert.

Annahme der ne-
gativen Schwere
des Phlogistons.

Diese Bestrebungen führten die Anhänger der alten Phlogistontheorie, welche sich zu keiner Concession zu Gunsten der neueren Ansichten verstehen wollten, auf die berüchtigte Annahme, das Phlogiston sei ein mit negativer Schwere begabter Körper; wie andere Stoffe eine Anziehung gegen die Erde hin zeigen, so habe das Phlogiston ein Bestreben, sich von der Erde weg zu entfernen; verbinde man also Phlogiston mit einem Körper von bestimmtem Gewichte, so gravitire dieser jetzt weniger gegen die Erde nach Maßgabe des ihm zugesetzten Phlogistons; er werde absolut leichter.

Diese Theorie ist nicht ganz so aus dem Stegreif bei der Vertheidigung der Phlogistontheorie aufgestellt worden, wie es gewöhnlich angenommen wird; sie ist weiter nichts als der letzte Sproßling der alten philosophischen Ansichten über das Feuer als Element, und zugleich die Frucht der verworrenen

Ideen, welche man über das Verhältniß zwischen Feuermaterie und Phlogiston hatte. Das Feuer galt schon den älteren Philosophen als diejenige Substanz, welche, an und für sich ihre Stelle am weitesten von der Erde weg, noch über dem Aether, einnehmend, auch ein Bestreben habe, sich von der Erde weg zu entfernen; in demselben Sinne betrachteten es die Scholastiker als ein absolut leichtes Element (vergl. Theil II., S. 271). Die Erklärung des Cardanus, daß die Metalle bei der Verkalkung schwerer werden, weil sie dabei die himmlische Wärme, das reine Feuerlement, verlieren (vergl. S. 119), gründete sich schon auf die Annahme einer absoluten Leichtigkeit der Feuermaterie, und Rey bestritt deshalb schon (vergl. S. 131), daß es überhaupt einen absolut leichten oder negativ schweren Körper gebe. — Unter den Phlogistikern betrachteten nun viele (vergleiche Seite 142) das Phlogiston als eine dem Elementarfeuer entsprechende Substanz, und die Verbrennung als eine Abscheidung des letztern, wenn gleich Stahl sich gegen diese Vermengung der Begriffe ausgesprochen hatte (vergleiche Seite 112). Stahl's nächste Nachfolger erklärten sich zwar offen dagegen, dem Feuer, wenn man es als einen Bestandtheil der Körper betrachten wolle, eine absolute Leichtigkeit in dem oben angegebenen Sinne beizulegen (Juncker z. B. thut es geradezu in seinem *Conspectus chemiae*, 1730); aber die Leichtigkeit, mit welcher durch eine solche Annahme die Gewichtsverhältnisse bei der Verkalkung sich erklären lassen, verführte doch bald viele Chemiker dazu. So schrieb schon H. Th. Scheffer in den Abhandlungen der Stockholmer Akademie für 1757 dem Phlogiston negative Schwere zu, und derselben Annahme bediente sich der Dijoner Akademiker Chardeon 1769, also ehe die Phlogistontheorie ernstlich bestritten wurde, um die Gewichtszunahme der Metalle bei der Verkalkung zu erklären. Eine hauptsächlichliche Stütze gewann diese Hypothese an Guyton de Morveau, welcher mittelst ihrer in seinen *Digressions academiques* (1772) für jene Erscheinung eine Theorie zu geben suchte. Seine Ansicht hat das Eigenthümliche, daß nach ihr das Phlogiston nicht als eine absolut leichte, sondern nur als eine relativ leichte betrachtet wird; die spezifische Schwere desselben sei nämlich geringer als die der Luft. Um anschaulich zu machen, wie durch den Zutritt des Phlogistons zu einem Metallkalke (bei der Reduktion) das Gewicht des letztern sich vermindern kann, giebt Guyton de Morveau folgendes Gleichniß. Man bringe an einen Waagebalken zwei Würfel Blei, die sich beide unter Wasser befinden und gleich schwer sind;

Annahme der
negativen Schwere
des Phlogistons.

Annahme der
negativen Schwere
des Phlogistons.

befestigt man jetzt an dem einen Würfel von Blei ein Stück Kork, so steigt dieser Würfel, er wird leichter, als der andere, obgleich man mit ihm noch etwas verbunden hat. Was der Kork hier in Beziehung zum Wasser ist, das ist das Phlogiston in Beziehung zu der Luft; sein Zutritt läßt die Körper mit geringerer Schwere erscheinen. Guyton beachtete hier nicht, daß in dem Beispiele mit dem Blei das Volum durch das Zufügen des Korks vermehrt wird, daß aber bei der Reduction, der vermeintlichen Zufügung von Phlogiston, das Volum vermindert wird, sofern das entstehende Metall weniger Raum einnimmt als der angewandte Metallkalk, und dieser Irrthum wurde bald erkannt, wobei es sich denn nicht bestätigte, was Macquer 1778 von Guyton's Theorie rühmte, »daß sie in einer Art vorgetragen sei, welche auf die fähigsten Köpfe Eindruck machen müsse«. Guyton selbst nahm bald, bei seinem Uebergang zu dem antiphlogistischen Systeme, seine Ansicht zurück. Mit der meisten Hartnäckigkeit wurde die Hypothese von der absoluten Leichtigkeit des Phlogistons in Deutschland vertheidigt, und namentlich Gren *) suchte seit 1786 zu zeigen, daß man ihm eine negative Schwere beilegen müsse, wobei er sich vorzüglich auf die Versuche eines Engländers Fordyce berief, wornach Eis mehr wiegen solle, als das aus ihm entstehende Wasser; den Wärmestoff aber, welcher

*) Friedrich Albert Carl Gren war 1760 zu Bernburg geboren, der Sohn eines aus Schweden stammenden Gutmachers. Ursprünglich zum Studium der Theologie bestimmt, widmete er sich der Pharmacie, als ihm der Tod seines Vaters 1775 die zum Studiren nöthigen Hülfsmittel entzog. Er erlernte die Apothekerkunst in Bernburg, und conditionirte 1779 und 1780 in Offenbach und Erfurt. 1782 bezog er die Universität Helmstädt, um Arzneiwissenschaft zu studiren, und setzte dies Studium von 1784 an zu Halle fort, wo er 1786 in der Medicin, 1787 in der Philosophie als Doctor promovirte. In dem letztern Jahre wurde er hier zum außerordentlichen, 1788 zum ordentlichen Professor der Naturwissenschaften ernannt. Er starb 1798. — Sein »Grundriß der Naturlehre« erschien zuerst 1788 (nach seinem Tode wurde die 4. Auflage von Karsten 1801, die 5. von Fischer 1808 herausgegeben); sein »Handbuch der gesammten Chemie« zuerst 1787—1796, (die 3. Auflage gab Klaproth 1806—1807 heraus); von seinem »Grundriß der Chemie« die erste Abtheilung 1796 (die Fortsetzung gab Karsten 1800, die 3. Auflage Bucholz 1809 heraus). Das »Journal der Physik« gab er von 1790 bis 1794 heraus, und setzte es von 1795 bis 1798 als »Neues Journal der Physik« fort. 1798 gründete er die »Annalen der Physik«, welche nach ihm Gilbert herausgab, und seit 1825 Poggen-dorff fortsetzt.

hiernach absolut leicht sei, betrachtete Gren als den Hauptbestandtheil des Phlogistons, in welchem außerdem noch Lichtstoff enthalten sei. Dieser Ansicht traten mehrere Chemiker bei, so z. B. Wiegleb noch 1791. Aber in Deutschland wurde die Unhaltbarkeit derselben gleichfalls bald eingesehen; auch die Mathematiker nahmen sich hier der Sache an, und obgleich einige von ihnen, z. B. K. Chr. Langsdorff, die Beilegung einer negativen Schwere von ihrem Standpunkte aus zu rechtfertigen suchten, zeigten andere, namentlich J. L. Mayer und Fr. Hindenburg, die Unzulässigkeit derselben mit siegreichen Gründen. Gren selbst mußte 1791 diesem letztern Urtheil beistimmen.

Annahme der
negativen Schwere
des Phlogistons.

Anderer Anhänger der Phlogistontheorie bestrebten sich, diese zu verteidigen, indem sie einige der Einwürfe zu erledigen suchten, mit welchen Lavoisier ihr System bekämpfte, und indem sie außerdem dem Lavoisier'schen System Einwürfe machten. In diesen Beziehungen sind zwei Punkte hauptsächlich wichtig geworden; Lavoisier wandte den Phlogistikern ein, daß sie in ihren Erklärungen ein ganz hypothetisches, nicht darstellbares, Wesen interveniren lassen; die Phlogistiker suchten also das Phlogiston direct nachzuweisen, und verschiedene Chemiker glaubten es in verschiedenen Substanzen, zuletzt die meisten im Wasserstoff, zu finden; mit der Annahme dieser letztern Ansicht verband sich bei den Phlogistikern der Einwurf gegen die Anhänger des Lavoisier'schen Systems, daß diese damals (bis zu 1783) nicht erklären konnten, wie sich Metalle bei ihrer Auflösung in Säuren verkalken, wenn hierbei eine Wasserstoffgasentwicklung stattfindet, und woher in diesem Falle der Wasserstoff stamme. — Diese beiden Punkte, welche zur Erledigung des Streites über das Phlogiston Vieles beizutragen, haben wir jezt genauer durchzugehen.

Versuche zur
Darstellung des
Phlogistons, und
Einwürfe gegen
Lavoisier aus der
Verkalkung der
Metalle durch
Säuren.

Indem Stahl die gröbren Begriffe, daß ein vorzüglich brennbarer Körper, der Schwefel, die Ursache der Brennbarkeit aller verbrennlichen Substanzen sein solle, vollends beseitigte, hütete er sich wohl, einen ähnlichen Fehler zu begehen wie seine Vorgänger, und einen bestimmten brennbaren Körper mit dem Principe der Brennbarkeit zu identificiren. Niemals giebt er an, das Phlogiston vollkommen isolirt erhalten zu haben; er macht nur Körper namhaft, in welchen es vorzugsweise reichlich enthalten sei; am reinsten glaubte er es im Ruß aus Delen darstellen zu können (vergl. S. 113). Später glaubten andere Chemiker, daß es in einigen Substanzen in noch reinerer Gestalt auftrete, Macquer z. B. hielt die Dämpfe sehr langsam

verbrennender Kohlen (Kohlenoxydgas) für »ziemlich freies, reichliches und einfaches Phlogiston«. Am wichtigsten aber, und am vollständigsten durchgeführt wurde die Ansicht, daß das Phlogiston mit dem Wasserstoffgas identisch sei, und die hierauf gegründete Erklärung der Verkalkung durch Säuren.

Daß die Säuren auf die Metalle eine ähnliche Wirkung ausüben, wie das Feuer, war von einigen derselben schon früher erkannt, namentlich von der Salpetersäure. Schon Raym und Lull vergleicht die Einwirkung der Salpetersäure und des Königswassers geradezu mit der des Feuers; haec aqua dicitur aqua ignis, quia comburit et cremat aurum et argentum melius, quam ignis elementalis facere potest, sagt er in seinem Testamentum; er nennt hier auch die Producte der Einwirkung der Salpetersäure auf Metalle geradezu calces, die Salpetersäure selbst heißt bei ihm auch aqua calcinativa. — Ebenso bezeichnet Albertus Magnus in seiner Schrift Compositum de compositis die Einwirkung der Salpetersäure auf die Metalle: Mercurium et Martem calcinat, convertit in calces. Auch in dem 14. Jahrhundert kommt diese Bezeichnung noch häufig vor; so wird in der Practica des Dd omar (um 1450) das Königswasser aqua calcinationis omnium metallorum genannt. Diese Analogie zwischen den Wirkungen des Feuers und der Säuren auf die Metalle wurde später weniger berücksichtigt; bei der Begründung des phlogistischen Systems erklärte Stahl nur die Verkalkung durch Feuer, nicht die durch Säuren vor sich gehende; während er für die erstere annahm, es habe dabei eine Ausscheidung des in dem Metall enthalten gewesenen Phlogistons statt, glaubte er, daß bei der Einwirkung der Säuren das Phlogiston keineswegs ganz abgeschieden werde; denn er nahm an, die Säuren verbinden sich nicht mit den vom Phlogiston befreiten Metallkalcken (vergl. über die Constitution der Salze Seite 78 f.). Was das Aufbrausen, was die Entwicklung von Wasserstoffgas angeht, so fanden diese Erscheinungen damals wenig Beachtung. Allein später wurde dargethan, daß sich eine Säure nie mit einem Metalle als solchem, sondern nur mit dem Metallkalcke desselben vereinigt. Es warf sich hierbei natürlich die Frage auf, was aus dem Phlogiston des Metalles wird, wenn eine Säure aus dem letztern den Metallkalk an sich zieht. Diese Frage beantworteten die Anhänger der phlogistischen Theorie, indem sie das bei der Lösung von Metallen in Säuren sich entwickelnde Wasserstoffgas für das freierwerdende Phlogiston selbst hielten.

Schon 1700 erklärte N. L e m e r y das bei der Auflösung von Eisen

Verkalkung der
Metalle durch
Säuren.

Betrachtung des
Wasserstoff als
Phlogiston.

in Schwefelsäure entweichende Gas für den schwefligen (brennbaren) Bestandtheil des Metalles (vergl. bei Wasserstoff). Im Zusammenhange mit dem ganzen phlogistischen Systeme wurde indeß das Wasserstoffgas als Phlogiston erst von Cavendish betrachtet, dem ersten Chemiker, welcher dieses Gas genauer untersuchte. Ich habe in dem I. Theil, Seite 232, seine Meinungen über diesen Gegenstand mitgetheilt. Aber vorzüglich wurde diese Ansicht durch Kirwan *) verbreitet, der deßhalb auch im Allgemeinen als ihr Begründer angesehen wird. Kirwan entwickelte die Gründe dafür 1781 in seinen Experiments and Observations on the specific Gravities and attractive Powers of various saline Substances, und in den Fortsetzungen, welche er hierzu noch 1782 und 1783 folgen ließ. Er sah hier das Wasserstoffgas, oder wie es damals genannt wurde, die leichte entzündbare Luft, als Phlogiston an, welches durch latente Wärme in den gasförmigen Zustand übergegangen sei; in den Metallen ist nach ihm Metallkalk und Wasserstoff (Phlogiston) enthalten; letzterer wird frei, wenn das Metall gelöst wird und sich die Säure mit dem Metallkalle verbindet; er entwickelt sich entweder isolirt im Gaszustande, oder er verbindet sich mit einem Theile der zur Lösung angewandten Säure und phlogistisirt sie; er bildet im letztern Falle mit Schwefelsäure z. B. phlogistisirte Schwefelsäure (schweflige Säure), mit Salpetersäure phlogistisirte Salpetersäure (salpetrige Säure). Fügt man Wasserstoff dem Metallkalle wieder hinzu, so erhält man wieder

Betrachtung des
Wasserstoffes als
Phlogiston.

*) Richard Kirwan war gegen 1750 in Irland geboren. Er studirte Rechtswissenschaften, und lebte einige Zeit als Advocat in London; erst später widmete er sich den Naturwissenschaften. 1779 wurde er Mitglied der Royal Society. 1790 kehrte er nach Irland zurück, wo er Präsident der Royal Irish Academy wurde. Er starb 1812. Ihm zu Ehren nannte sich die chemische Gesellschaft zu Dublin die Kirwan'sche. Außer seinen obengenannten Experiments and Observations (von denen eine deutsche Uebersetzung 1785 erschien) schrieb er noch für die Chemie seinen später zu besprechenden Essay on Phlogiston and the Constitution of Acids (1787) und mehrere Abhandlungen in die Philosophical Transactions und die Transactions of the Royal Irish Academy. Außerdem trat er noch mit Erfolg als Schriftsteller in den philosophischen Wissenschaften auf, auch in der Geologie und Mineralogie, und gab in seinen Elements of Mineralogy (1784; deutsche Uebersetzungen 1784 und 1785), zugleich eine Anleitung zur chemischen Zerlegung der Mineralien. Unter dem Titel »Kirwan's physikalisch-chemische Schriften« gab Crell 1783—1801 Uebersetzungen der vorstehenden Werke und anderer Abhandlungen von Kirwan heraus.

Betrachtung des
Wasserstoffs als
Phlogiston.

regulinisches Metall; dies erklärt Priestley's Beobachtung, welcher 1782 zuerst wahrnahm, daß Metallkalke, wenn man sie in Wasserstoff erhitzt, unter Verschwinden des letztern wieder zu regulinischem Metall werden. Kirwan's Ansicht, die namentlich durch Priestley's eben angeführten Versuch große Bestätigung zu erhalten schien, fand vielen Beifall, und wenn auch einige Chemiker nicht geradezu mit ihm den Wasserstoff und das Phlogiston für identisch hielten, so gaben sie doch zu, daß der erstere viel von dem letztern enthalten müsse. In Deutschland vertheidigte Kirwan's Meinung hauptsächlich Wiegleb, welcher 1784 eine Abhandlung darüber publicirte; es bestritt sie Götting, welcher den Wasserstoff nicht für Phlogiston halten wollte, weil der erstere in Bitriolöl oder Salpetersäure geleitet diese nicht phlogistificire, sie nicht in schweflige oder salpetrige Säure verwandle. Allein Kirwan's Ansicht verlor erst dann an ihrer Autorität, als auch die Antiphlogistiker die Erscheinungen deuten konnten, für welche bisher nur Kirwan's Theorie eine Erklärung gab.

Erklärung der
Wasserstoffgas-
entwicklung aus
Metallen durch
Lavoisier.

Den Antiphlogistikern wurde dies erst möglich, als Cavendish 1783 die Entdeckung gemacht hatte, daß bei der Vereinigung von Wasserstoff und Sauerstoff sich Wasser bildet. Lavoisier bestätigte sogleich, daß das Wasser wirklich aus Wasserstoffgas und Sauerstoffgas zusammengesetzt ist, und gab 1785 eine vollständige Erklärung der Erscheinungen, welche bei der Lösung von Metallen in Säuren statthaben. Allen diesen entsprach seine Theorie, daß die Metalle einfache Körper seien, und daß ihre Verkalkung auf der Vereinigung mit Sauerstoff beruhe; der Sauerstoff, der den Metallen Zutritt, wenn sie in Säuren gelöst werden, stammt, wie Lavoisier damals zeigte, bald von der Säure, und dann entwickelt sich eine niedrigere Drydationsstufe des Radicals dieser Säure, bald von dem als Lösungsmittel der Säure vorhandenen Wasser, und dann entwickelt sich dessen anderer Bestandtheil, Wasserstoffgas.

Ausbildung der
antiphlogistischen
Theorie um 1795.

Mit der Entdeckung der Zusammensetzung des Wassers stand das antiphlogistische System ausgebildet da. Fassen wir die Hauptpunkte desselben, wie sie Lavoisier entwickelte, nochmals zusammen, um sie mit den abweichenden Ansichten der anderen Chemiker vergleichen zu können, so finden wir sie in Folgendem: das Phlogiston existirt nicht; Verbrennung ist nicht Abscheidung des Phlogistons, sondern Vereinigung mit Sauerstoff; das Sauerstoffgas besteht aus einer wägbaren Grundlage, die durch Aufnahme von vielem latenten Wärmestoff in Gaszustand versetzt ist; der Zu-

tritt der wägbaren Grundlage des Sauerstoffs an den verbrennenden Körper oder das sich verkalkende Metall bewirkt die Gewichtszunahme, die sich hierbei zeigt; das Freiwerden des bisher im Sauerstoff latent gewesenem Wärmestoffs bringt Erhitzung bis zum Glühen, d. h. die Feuererscheinung hervor; die Metalle, Schwefel, Phosphor, Kohle u. s. w. sind unzerlegbare Körper.

Ausbildung der
antiphlogistischen
Theorie um 1785.

Die Lage der Anhänger der phlogistischen Theorie wurde nun eine kritische, was sich am besten aus ihren eigenen Widersprüchen ersehen läßt. Alle stimmen nur darin überein, daß es einen Stoff gebe, welchen man als Phlogiston bezeichnen müsse, allein die einen halten jetzt diesen Stoff für einfach, andere für zusammengesetzt. Alle Phlogistiker erkennen aber jetzt die Gewichtszunahme bei der Verkalkung als eine diesem Proceß wesentlich angehörende Erscheinung an, und suchen dafür in ihren Erklärungen über Verbrennung Rechenschaft zu geben. Was die äußere Erscheinung der Verbrennung, die Feuererscheinung, angeht, so ist die Confusion hier am größten. Die einen glauben, das Feuer sei eine Substanz, die anderen halten es für eine Qualität; von den ersteren betrachten es einige als einen einfachen Körper, andere als einen zusammengesetzten. Alle mögliche Ansichten wurden von den Phlogistikern in dieser Beziehung aufgestellt, welche außer dem Widerspruche gegen Lavoisier nur das gemeinsam haben, daß keine von ihnen mehr mit Stahl's ursprünglicher Lehre übereinstimmt, außer insofern, daß die Verbrennung auf der Abscheidung eines Stoffes, welcher Phlogiston genannt wird, aus dem verbrennlichen Körper beruhe.

Anarchie unter
den Phlogistikern.

Dieser Zustand einer gewissen Anarchie unter den Phlogistikern dauert von 1780 ungefähr bis um 1800. Ich will hier nicht alle Meinungen, welche geäußert wurden, aufzählen; schon die Mittheilung derjenigen, welche der Autorität ihrer Urheber wegen Beachtung verdienen, ist ermüdend genug.

Die Phlogistiker jener Zeit warfen dem Lavoisier'schen Systeme vor, nach demselben werde gar nicht erklärt, weshalb einige Körper brennen, andere nicht. Um dies zu thun, müsse man nothwendig die Existenz eines Princips der Brennbarkeit, d. h. ein Phlogiston, zugeben. Man sieht, daß es ihnen ebenso schwer fiel, eine gemeinsame Erscheinung ohne die Annahme einer gemeinsamen, und zwar activen, Ursache zuzugestehen, als es den früheren Chemikern schwer gefallen war, die Kausticität ohne die An-

Anarchie unter
den Phlogistifern.

nahme eines besondern kaustischen Principes zu erklären; den ersteren genügte nicht die Erklärung, daß die verbrennlichen Körper Affinität zu dem Sauerstoff gemeinsam haben. — Aus der Verwerfung des Phlogistons, meinten die Anhänger der alten Theorie, gehe nun für das Lavoisier'sche System eine Menge von Inconsequenzen hervor; bald solle die Kohle, bald der Wasserstoff dieselbe Wirkung hervorbringen, während es doch immer nur das Phlogiston sei. Die Phlogistiker hielten sich von solchen Inconsequenzen auf eine eigene Art frei. So z. B. suchte Kirwan, wie oben angegeben, (1781) zu beweisen, daß der Wasserstoff mit dem Phlogiston identisch sei; zu gleicher Zeit aber demonstirte er auch, da die Kohle reich an Phlogiston sei, und da die Kohlensäure aus der Vereinigung der Kohle mit dem Sauerstoff sich bilde, so müsse Kohlensäure aus Phlogiston und Sauerstoff bestehen.

Um über die Unsicherheit der von den letzten Phlogistifern geäußerten Ansicht einen Begriff zu bekommen, braucht man nur folgende Meinungen mit einander zu vergleichen, für welche noch außerdem zu bemerken ist, daß ihre Urheber fast alle noch stets Abänderungen an ihnen anbrachten. —

Macquer's Ansicht.

Macquer war 1779 der Ansicht, das Phlogiston sei eine einfache Substanz, es sei mit der Feuermaterie identisch und auf seiner Auscheidung beruhe die Verbrennung; die Feuermaterie sei außerdem identisch mit der Lichtmaterie, und da diese die durchsichtigen Gefäße durchdringe, so erkläre sich hieraus die Reduction des Quecksilberkaltes in Glasgefäßen; das Phlogiston werde ihm als Licht von dem zur Wärmeentwicklung angewandten Feuer zugeführt. Macquer gestand zu, daß bei der Verkalkung an den verbrennenden Körper Sauerstoff trete, dessen Gewicht die Gewichtszunahme des ersteren hervorbringe. — Baume hingegen betrachtete das Phlogiston als eine Verbindung der Feuermaterie mit einer gewissen erdigen Substanz. Diese Verbindung könne in unendlich vielen Proportionen existiren, woraus verschiedene Arten von Phlogiston, vom gewichtslosen und reinen Feuer bis zum schwersten erdigen Phlogiston, entstehen.

Baume's An-
sichten.

Kirwan's
Ansichten.

In England glaubte Kirwan (1783), das Phlogiston sei ein einfacher Körper und mit dem Wasserstoff identisch; nach seiner Ansicht wird bei der Verkalkung der Metalle nur ein Theil des in ihnen enthaltenen Phlogistons ausgetrieben; mit dem Rest von Phlogiston vereinigt sich der Sauerstoff, durch dessen Gewicht die Metallkalke schwerer werden, und ist in ihnen (mit Phlogiston verbunden) als fixe Luft enthalten. Phlogiston

und Feuermaterie sind indeß nach ihm zwei verschiedene Dinge. Aber nicht bloß in den Metallkalcken ist nach ihm fixe Luft enthalten, sondern auch in allen Säuren. — Ueber Priestley's hauptsächlichste Ansichten habe ich schon in dem I. Theil, Seite 242, berichtet. Seine Meinungen über die Constitution der Metalle und ihrer Kalke sind übrigens in seinen letzten Schriften sehr unklar und verwirrt. Die Verkalkung beruht nach ihm auf Verlust des Phlogistons; zugleich aber nimmt der Metallkalk bei seiner Entstehung Wasser auf; aber Priestley giebt auch an, daß die meisten Metallkalke fixe Luft enthalten. Genaueres darüber werde ich unten bei der Betrachtung seiner letzten Vertheidigung der Phlogistontheorie und in den dort angegebenen Stellen mittheilen. — Cavendish hat seine Ansichten zuletzt in der Abhandlung ausgesprochen, wo er über die Erzeugung des Wassers aus Sauerstoff und Wasserstoff handelt. Nach ihm kann man das Phlogiston als mit Wasserstoff identisch betrachten, und den Sauerstoff als Wasser, welches seines Phlogistons beraubt ist; Wasser ist also die Verbindung aus Sauerstoff und Phlogiston. Bei der Verbrennung scheidet sich das Phlogiston des verbrennlichen Körpers ab und bildet mit dem zur Verbrennung nothwendigen Sauerstoff Wasser, welches mit der Substanz, die in dem verbrennlichen Körper mit Phlogiston verbunden war, sich vereinigen kann.

Anarchie unter den Phlogistiflern.

Priestley's Ansichten.

Cavendish's Ansichten.

Scheele's Ansichten müssen wir der Wichtigkeit wegen, welche man ihnen zur Zeit ihrer Aufstellung beilegte, hier nochmals betrachten. Er hielt den Sauerstoff für eine Verbindung von Phlogiston, welches ein einfacher Körper sei, mit Wasser und einer hypothetischen Säure; successive Entziehung des Phlogistons verwandele diese Verbindung in Stickstoff oder fixe Luft, oder Salpetergas, oder Salpetersäure; durch Zuführung von Phlogiston zu derselben entstehe Wärme, und bei Zuführung von noch mehr entstehe Licht. So standen seine Ansichten denen Priestley's geradezu entgegen; man machte gegen die ersteren bald geltend, daß große Inconsequenzen sich in ihnen finden; so z. B. nahm Scheele an, weder das Phlogiston noch der Sauerstoff könne Glasgefäße durchdringen, wohl aber die Verbindung aus ihnen, die Hize (vergl. auch Thl. I, S. 261). — Bergman stimmte im Allgemeinen Scheele's Meinungen bei.

Scheele's Ansichten.

Bergman's Ansichten.

In Deutschland stellte Gren, nachdem die Fundamentalversuche der antiphlogistischen Theorie, welche er anfangs zu leugnen versuchte (vergleiche Seite 148), sich bestätigt hatten und seine Annahme eines negativ schweren Phlogistons gleichfalls nicht haltbar befunden worden war, die Ansicht auf,

Gren's Ansichten.

Anarchie unter den
Phlogististen.
Gren's Ansichten.

das Phlogiston sei die Basis des Lichtes, und es sei in allen den Körpern enthalten, welche bei der Vereinigung mit Sauerstoff Feuererscheinung zeigen; die Abscheidung des Lichtes (Phlogistons) bei der Verbrennung liefere einen Bestandtheil des Feuers, der zweite werde durch die frei werdende Wärme des Sauerstoffgases geliefert. Dieses System sollte die phlogistische Theorie mit der antiphlogistischen versöhnen; es that dies in der Weise, daß es alle Verbrennungsprocesse, welche auf einfachen Verwandtschaften beruhen, als die Wirkung doppelter Wahlverwandtschaft hinstellte.

Richter's Ansichten.
Wiegleb's An-
sichten.

— Eine ähnliche Theorie vertheidigte Richter. — Auch Wiegleb, welcher früher Kirwan's Ansicht über die Identität des Phlogistons mit dem Wasserstoff verfochten hatte, trat 1796 der Ansicht bei, Phlogiston sei nichts Anderes als der Lichtstoff. — Damit ziemlich übereinstimmende Meinungen stellte auch Götting*) in seinen »Beiträgen zur Berichtigung der antiphlogistischen Theorie« (1794 und 1798) auf; ob er gleich aussprach, daß er von der Nichtexistenz des Phlogistons überzeugt sei, behielt er doch diesen Begriff, wie ihn Gren, Richter und Wiegleb modificirt hatten, bei, und brauchte nur einen andern Namen dafür. Er glaubte gefunden zu haben, daß Phosphor in Sauerstoffgas bei gewöhnlicher Temperatur nicht leuchte, bei erhöhter Temperatur sich aber in dem Augenblick entzünde, wo er zu leuchten anfange; in Stickgas hingegen leuchte er bei niederer Tempe-

Götting's An-
sichten.

*) Johann Friedrich August Götting war 1755 zu Derenburg bei Halberstadt geboren, wo sein Vater Prediger war. Er erlernte die Pharmacie bei Wiegleb in Langensalza und bildete sich nachher (seit 1775) in Weimar weiter aus. In einer dortigen Apotheke beschäftigt, versuchte er sich zugleich mit literarischen Arbeiten. Diese machten ihn bekannter, und der damalige Herzog von Weimar unterstützte ihn durch Ueberweisung der zum Studium nöthigen Hülfsmittel. 1784 bezog Götting die Universität Göttingen, und bereifte 1787 Holland und England. Nach seiner Zurückkunft wurde er zum Professor der Chemie in Jena ernannt, wo er 1809 starb. Von seinen zahlreichen Schriften nennen wir außer dem oben Angeführten hier nur folgende: »Einleitung in die pharmaceutische Chemie« (1778); »Handbuch der theoretischen und praktischen Chemie« (1798—1800); »Elementarbuch der chemischen Experimentirkunst« (1809). Vieles schrieb er noch über einzelne Gegenstände der technischen Chemie, wie er denn auch Berthollet's Werk über die Färbekunst 1792 in das Deutsche übersezte. Um die Pharmaceuten mit den Fortschritten der Chemie bekannt zu machen, begründete Götting das »Taschenbuch für Scheidekünstler und Apotheker« (1780), welches er bis 1802 fortsezte, von wo an es bis 1818 Bucholz herausgab, 1819 N. Brandes, und dann bis 1829 Trommsdorff.

ratur, ohne Wärme zu entwickeln. Götting schloß hieraus, das Sauerstoffgas sei aus Sauerstoff und Wärmestoff, das Stickgas aber aus Sauerstoff und Lichtstoff zusammengesetzt; eine brennbare Substanz bestehe allgemein aus ponderabler Grundlage und Lichtstoff, welcher letztere sich bei der Verbrennung mit dem Wärmestoff des Sauerstoffs zu Feuer vereinige, während sich die ponderable Grundlage mit dem Sauerstoff verbinde. — Um die Widersprüche der letzten Vertreter der Phlogistontheorie noch genauer kennen zu lernen, vergleiche man noch ihre verschiedenen Ansichten, was die chemische Constitution des Sauerstoffgases, des Wasserstoffgases, des Stickstoffes, des Wassers und ähnlicher Körper angeht, bei der speciellen Geschichte derselben.

Götting's An-
sichten.

Die Uneinigkeit der Phlogistiker unter einander ließ um so mehr die Einfachheit und strenge Consequenz der Lavoisier'schen Theorie hervortreten; durch die Widersprüche der ersteren widerlegten sich ihre Meinungen gegenseitig, und kaum war nach 1785 noch eine ernstliche Bekämpfung derselben durch das antiphlogistische System nöthig. Dazu kam, daß von den bedeutendsten Bertheidigern der phlogistischen Theorie Bergman und Macquer 1784, Scheele 1786 starben; die überlebenden zeigten sich bald als hinter den empirischen Fortschritten der Wissenschaft zurückgeblieben; Widerlegungen des antiphlogistischen Systems, wie diejenigen, welche Monnet*) 1788 — 1790, Baumé zu derselben Zeit, Demachy noch 1794 publicirten, und in denen Alles geradezu geleugnet wurde, was sich ausschließlich nach Lavoisier's Ansichten erklären ließ — konnten jetzt keinen Eindruck mehr machen. Immer mehr nahm die Zahl der Anhänger Lavoisier's zu. Während er im Anfange allein stand und unter den Chemikern fast keinen Beistand, unter den anderen Naturforschern

Sieg der antiphlo-
gistischen Theorie.

zunehmende Ver-
breitung der An-
sichten Lavoisier's.

*) Antoine Grimoald Monnet, geboren 1734, Generalinspector der französischen Bergwerke zur Zeit der französischen Revolution, starb zu Paris 1817. Man hat von ihm eine Dissertation sur l'arsenic (1774), welche einen von der Berliner Akademie über diesen Gegenstand ausgesetzten Preis errang, einen Traité des eaux minérales (1768), eine nouvelle hydrologie (1772), einen Traité de la vitriolisation et de l'alunation (1769), und Abhandlungen in dem Journal de Médecine, Rozier's Observations sur la Physique, den Turiner und Stockholmer Denkschriften und anderen periodischen Werken.