

M. Falter  
Abstrakter u. line  
Vorleser / Anthol. 1910

5

**EX LIBRIS**

**FREIHEIT IN BINDUNG**      **LÖSETE VOM ZWANG**

**Dr. Helmut Bester**

Dv 3512

ULB Düsseldorf



+9112 118 01

Lehrbuch der Naturgeschichte.

Ein Handbuch für Schulen.

Dr. Meißner's

Lehrbuch.

Neu bearbeitet von Dr. Meißner.

Leipzig, Verlag von B. G. Teubner.

1887.



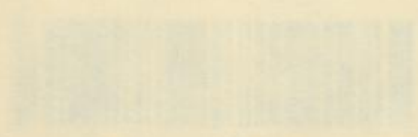
Verlag von B. G. Teubner.

EX LIBRIS



Ov-felmut Oester

3512



18 01

# Lavoisier und seine Vorläufer.

Eine historisch-kritische Studie.

Von

**Dr. Max Speter**

in Berlin

Summ cuique.  
Cicero.

Sonderausgabe

aus der

**Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge.**

Herausgegeben von Prof. Dr. W. HERZ, Breslau.

Band XV.



STUTTGART.

VERLAG VON FERDINAND ENKE.

1910.

## Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge.

Begründet von Prof. Dr. F. B. Ahrens. Herausgegeben von Prof. Dr. W. Herz.

### Band I—III je 12 Hefte à M. 1.—

**Erster Band. 1896.** 1: Die Metallkarbide und ihre Verwendung von Prof. Dr. F. B. Ahrens. Mit 5 Abbildungen. — 2: Verdichtung der Metalldämpfe in Zinkhütten von Dr. V. Steger. Mit 15 Abbildungen. — 3: Die Entwicklung der elektrochemischen Industrie von Dr. F. Oettel. Mit 10 Abbildungen. — 4: Argon und Helium, zwei neue gasförmige Elemente von Dr. M. Mugdan. Mit 10 Abbildungen. — 5: Die Terpene von Prof. Dr. M. Scholtz. — 6: Die Einführung einheitlicher Analysenmethoden von Prof. H. Freiherr von Jüptner. Mit 2 Abbildungen. — 7/8: Die Abwässer der Fabriken von Dr. H. Benedict. Mit 14 Abbildungen. — 9/10: Die Einführung der Reihhefe in die Gärungsgewerbe von Dr. L. Grünhut. Mit 8 Abbildungen. — 11/12: Kohlenstoffformen im Eisen von Prof. H. Freiherr von Jüptner. Mit 2 Abbildungen.

**Zweiter Band. 1897.** 1: Die Benzoltheorie. Von Prof. Dr. W. Marckwald. — 2: Der künstliche Aufbau der Alkaloide. Von Prof. Dr. M. Scholtz. — 3/5: Die Chemie des Weines. Von Dr. L. Grünhut. — 6/7: Ueber Tautomerie. Von Prof. Dr. W. Wislicenus. — 8/9: Die Goldindustrie der Südafrikanischen Republik. Von Prof. Dr. F. B. Ahrens. Mit 15 Abbildungen. — 10/11: Die einheitlichen Prüfungsmethoden in der Mineralölindustrie. Von Dr. S. Aisinman. Mit 31 Abbildungen. — 12: Die Bestimmung des Heizwertes von Brennstoffen von Prof. H. Freiherr von Jüptner. Mit 10 Abbildungen.

**Dritter Band. 1898.** 1/3: Die Beziehungen der Benzolderivate zu den Verbindungen der Fettreihe von Dr. Fr. Goose. — 4: Neuerungen in der Chemie des Kohlenstoffes und seiner anorganischen Verbindungen von Prof. Ed. Donath und Dr. K. Pollak. Mit 2 Abbildungen. — 5: Justus v. Liebig. Ein Gedenkblatt zu seinem 25jährigen Todestag (18. April 1898) von Dr. Walter Roth. — 6: Das Cadmium, sein Vorkommen, seine Darstellung und Verwendung. Von Hütteninspektor Ed. Jensch. — 7/8: Ueber die wichtigsten Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung von Verbindungen und ihrem physikalischen Verhalten. Von Prof. Dr. W. Herz. — 9/10: Ueber den Neuheitsbegriff bei chemischen Erfindungen. Von Dr. J. Ephraim. — 11/12: Ueber langsame Verbrennung. Von Prof. Dr. G. Bodländer.

### Von Band IV an je 12 Hefte im Abonnement 12 M., einzeln 1 M. 20 Pf.

**Vierter Band. 1899.** 1/3: Die Entwicklung der organischen Elementaranalyse. Von Prof. Dr. M. Dennstedt. Mit 14 Abbildungen. — 4: Ueber die Pyrazolgruppe. Von Prof. Dr. J. Schmidt. — 5: Ueber Aluminium und seine Verwendung. Von E. Milde. — 6: Das Acetylen in der Technik. Von Prof. Dr. F. B. Ahrens. Mit 25 Abbildungen. — 7/8: Ueber den Raum der Atome. Von Prof. Dr. J. Traube. — 9: Der Einfluss der Raumerfüllung der Atomgruppen auf den Verlauf chemischer Reaktionen. Von Prof. Dr. M. Scholtz. — 10: Ueber die Molekulargröße der Körper im festen und flüssigen Aggregatzustande. Von Prof. Dr. W. Herz. — 11/12: Ueber die Halogenalkylate und quaternären Ammoniumbasen. Von Prof. Dr. J. Schmidt.

**Fünfter Band. 1900.** 1: Ueber die Theorie der Lösungen. Von Prof. Dr. J. H. van 't Hoff. — 2: Die Entwicklung der Chemie in den letzten zwanzig Jahren. Von Prof. Dr. A. Ladenburg. — 3/5: Die Reinigung des Wassers für häusliche und gewerbliche Zwecke. Von Dr. O. Kröhnke. Mit 33 Abbildungen. — 6: Die destruktive Destillation in der Erdölindustrie. Von Dr. S. Aisinman. Mit 23 Abbildungen. — 7/10: Flüssiges Schwefeldioxyd. Darstellung, Eigenschaften und Versendung desselben. Anwendung des flüssigen und gasförmigen Schwefeldioxydes in Gewerbe und Industrie. Von Prof. Dr. August Harpf. Mit 21 Abbildungen. — 11/12: Die Konservierung der Nahrungsmittel und die Konservierung in der Gärungstechnik. Von Dr. Theodor Koller.

**Sechster Band. 1901.** 1: Chemisches auf der Weltausstellung in Paris im Jahre 1900. Von Dr. Gustav Keppeler. — 2/4: Das Wollfett, seine Gewinnung, Zusammensetzung, Untersuchung, Eigenschaften und Verwertung. Von Prof. Ed. Donath und Dr. B. M. Margosches. Mit 14 Abbildungen. — 5/6: Ueber anorganische Kolloide. Von Prof. Dr. Alfred Lottermoser. — 7/8: Das Chromylchlorid und die Etardsche Reaktion. Von Prof. Dr. Georg Rohde. — 9/11: Die Chemie des Thoriums. Von Dr. J. Koppel. — 12: Ueber feste Lösungen. Von Dr. Giuseppe Bruni. Mit 4 Abbildungen.

**Siebenter Band. 1902.** 1: Ueber radioaktive Substanzen und deren Strahlen. Von Prof. Dr. F. Giesel. Mit 4 Abbildungen. — 2/4: Die Preisbewegung von Chemikalien seit dem Jahre 1861. Von Dr. Karl Grauer. — 5: Chemische Affinität und Energieprinzip. Von Dr. Jos. Siegrist. — 6: Die Entwicklungsgeschichte der künstlichen organischen Farbstoffe. Von Prof. Dr. R. Nietzki. — 7/8: Ueber den gegenwärtigen Stand der Valenzlehre. Von Prof. Dr. F. W. Hinrichsen. — 9/10: Ueber den Einfluss der Kernsubstitution auf die Reaktionsfähigkeit aromatischer Verbindungen. Von Prof. Dr. Julius Schmidt. — 11: Zur Verwertung des Zinns von Weissblechabfällen. Von Dr. Hans Mennicke. — 12: Das Gärungsproblem. Von Prof. Dr. Felix B. Ahrens.

# Lavoisier und seine Vorläufer.

Eine historisch-kritische Studie.

Von

**Dr. Max Speter**

in Berlin.

Suum cuique.  
Cicero.

**Sonderausgabe**

aus der

**Sammlung chemischer und chemisch-technischer Vorträge.**

Herausgegeben von Prof. Dr. W. HERZ, Breslau.

**Band XV.**



STUTTGART.  
VERLAG VON FERDINAND ENKE.  
1910.

Lavater und seine Verfolger.

UNIVERSITÄTSBIBLIOTHEK  
- Medizinische Abt. -  
DUSSELDORF  
V 1310

Druck der Union Deutsche Verlagsgesellschaft in Stuttgart.



Herrn Prof. Dr. R. J. MEYER

in Dankbarkeit gewidmet

VOM VERFASSER.

Herrn Prof. Dr. R. J. MEYER

in dankbarer Erinnerung

VON SEINER

WITWE

VERFASST

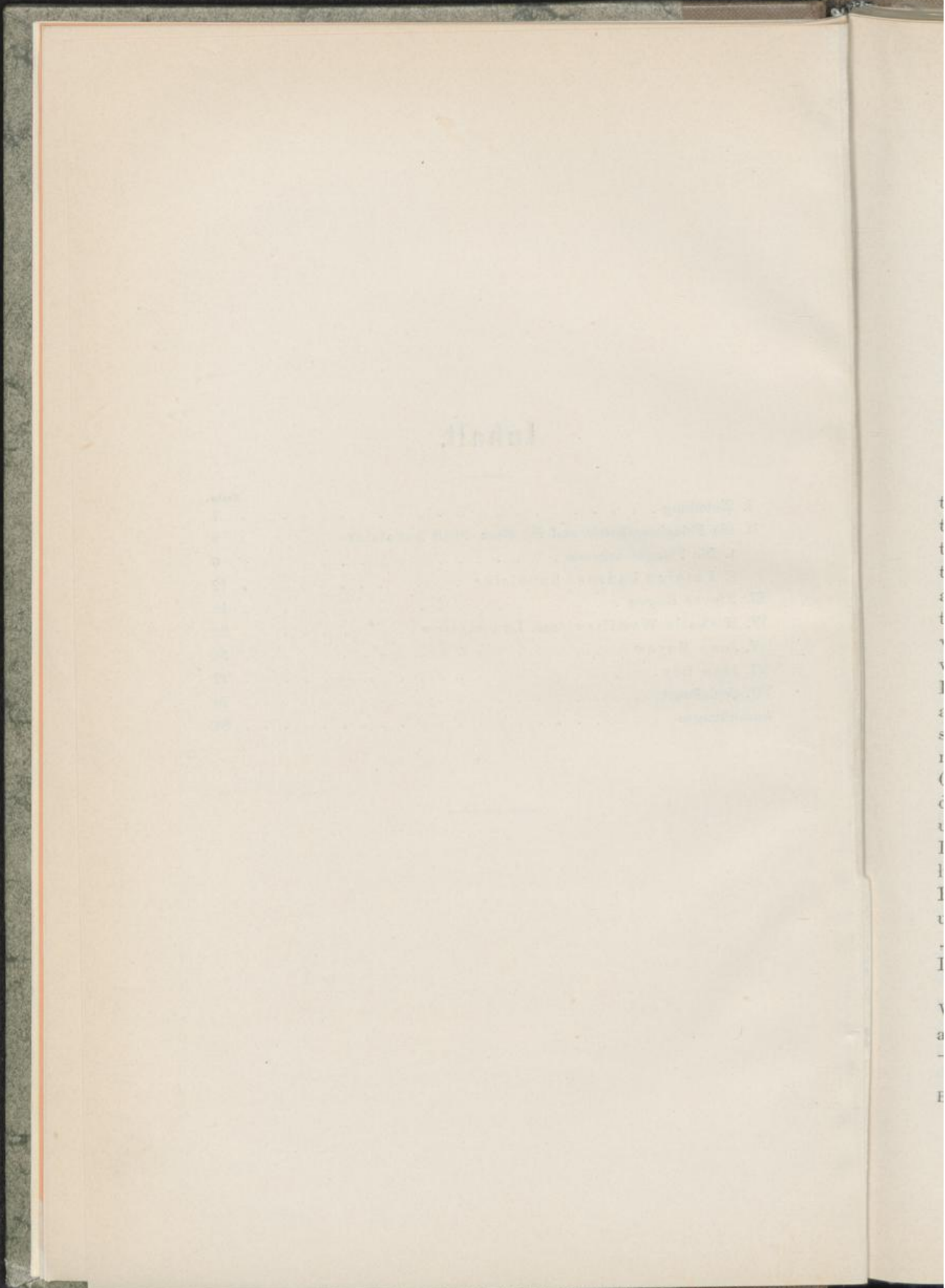
1884

## Inhalt.

---

	Seite
I. Einleitung . . . . .	1
II. Die Phlogistontheorie und ihr Sturz durch Lavoisier . . . . .	6
1. Die Phlogistontheorie . . . . .	6
2. Antoine Laurent Lavoisier . . . . .	12
III. Pierre Bayen . . . . .	48
IV. Michailo Wassiliewitsch Lomonossow . . . . .	52
V. John Mayow . . . . .	56
VI. Jean Rey . . . . .	72
VII. Schlußwort . . . . .	79
Anmerkungen . . . . .	81

---



## I. Einleitung\*).

„La chimie est une science française; elle fut constituée par Lavoisier d'immortelle mémoire.“ Mit diesen hochtönenden Worten leitete Adolf Wurtz seine „Histoire des doctrines chimiques“ in dem 1868 von ihm herausgegebenen „Dictionnaire de Chimie“ ein. Veranlaßt durch eine (gelegentlich einer anderen historischen Feststellung gemachte) kurze Bemerkung R. Fittigs<sup>1)</sup> suchte Wurtz den Sinn dieser Worte in einer Erklärung<sup>2)</sup> wesentlich herabzumildern: „Der angegriffene Satz hat zu einem Mißverständnis Veranlassung gegeben, das aufhören muß. Indem ich Lavoisier als den wahren Urheber der wissenschaftlichen Chemie ansehe, habe ich ausdrücken wollen, daß diese Wissenschaft französischen Ursprungs, daß sie in Frankreich geboren ist. . . . Ich erlaube mir noch hinzuzufügen, daß die obige Erklärung jenes Satzes: ‚Die Chemie ist eine französische Wissenschaft‘ nicht nur aus dem folgenden Satz: ‚Sie wurde von Lavoisier begründet, dessen Andenken unsterblich ist,‘ sondern auch aus dem ganzen Ton und Inhalt meiner Darlegung klar hervorgeht“<sup>3)</sup>. Im Sinne dieser Erklärung ließ Oppenheim in seiner deutschen Uebersetzung der Wurtzschen Schrift die Eingangsphrase: „Die Chemie ist eine französische Wissenschaft“ als unpassend fort und gab den Satz einfach wieder mit den Worten: „Die Chemie, als Wissenschaft, ist durch die unsterblichen Arbeiten Lavoisiers begründet worden“<sup>4)</sup>.

Jakob Volhard<sup>5)</sup> machte zwei Jahre nach Erscheinen der Wurtzschen Abhandlung die Frage: „Ist man berechtigt, Lavoisier als den Begründer der Chemie zu betrachten?“ zum Gegenstand einer

<sup>1)</sup> Von der philosophischen Fakultät der Friedrich-Wilhelms-Universität zu Berlin genehmigte Inaugural-Dissertation.

Später, Lavoisier und seine Vorläufer.

kritisch-sachlichen Betrachtung. Ausgehend von einem Vergleiche Lavoisiers mit Karl Wilhelm Scheele, dem erfahrensten und gewandtesten Chemiker jenes Zeitalters, kommt er zur Schlußfolgerung, daß Lavoisier, der nirgends einen neuen chemischen Gedanken geäußert, der keine neue chemische Methode eingeführt<sup>6)</sup>, der auf chemischem Gebiete geradezu ein Dilettant gewesen, mit seiner Theorie nichts weniger als eine neue Aera der chemischen Wissenschaft eingeleitet habe. Seine Lehren bedeuteten nicht einmal einen Sprung aus der alten Chemie in die Chemie der Neuzeit, sondern seien nach Prinzip und Material eine Frucht der phlogistischen Theorie; „die reife Frucht, die sich aus der Blüte des Stahlischen Geistes entwickelt habe“<sup>7)</sup>, sei sie als Glied einer Kette mit den vorhergehenden und nachfolgenden Lehren unlöslich verknüpft und stelle somit nur ein Stadium einer sich allmählich und stetig vollziehenden Entwicklung dar.

Wenn Volhard offenbar zu rigoros vorgegangen ist, wenn er bestrebt war, die allzstarke Verherrlichung Lavoisiers durch die französischen Chemiker aufs richtige Maß zurückzuführen, so sind seine von echtem historischen Geiste getragenen Untersuchungen über die wahre Bedeutung Lavoisiers in mehrfacher Hinsicht von hohem Werte. Volhard zeigt uns an der Hand historisch feststehender Tatsachen in scharfsinniger Weise, wie Lavoisier aus den 1771 und 1772 veröffentlichten Versuchen Joseph Priestleys Ideen faßt und Schlußfolgerungen zieht, die er dann in einer am 1. November 1772 zwecks Wahrung der Priorität bei der Akademie der Wissenschaften deponierten Note als von ihm tatsächlich gemachte Beobachtungen, als seine eigenen Entdeckungen hinstellt, in der Ueberzeugung, daß es ihm ein leichtes sein wird, die experimentellen Belege für diese angeblich von ihm gemachten Beobachtungen bald zu erbringen. Es läßt sich aber ohne viel Schwierigkeit nachweisen, daß die aus seinen nun tatsächlich eigenen Versuchen gezogenen Schlußfolgerungen nicht aus diesen, sondern aus den erwähnten Versuchen Priestleys abgeleitet sein können, wenn er auch gelegentlich (in einer Fußnote) ausdrücklich bemerkt, daß er bei Anstellung dieser seiner Versuche von den Arbeiten Priestleys keine Kenntnis gehabt habe. In weiterem Verfolg der schon von Hermann Kopp festgelegten Tatsache, daß Lavoisier in seiner Abhandlung über die Natur des Elementes, welches sich bei der Kalzination mit den Metallen verbindet, Priestleys mit keinem Worte Erwähnung tut, der ihm doch erwiesenermaßen persönlich vorher Mitteilungen darüber gemacht hat, wie man aus Quecksilberoxyd und aus Mennige

eine Luftart erhalten könne, in welcher Kerzen viel besser brennen als in gewöhnlicher Luft, weist Volhard auf mehrere, ebenso schon von Kopp aufgezeichnete markante Fälle hin, wo Lavoisier mit dem „rechtmäßigen Ruhm des scharfsinnigsten und genialsten Interpreten der Versuche anderer“<sup>8)</sup> auch noch „den Kranz des erfindungsreichen Entdeckers verbinden“<sup>9)</sup> wollte, den er aber nicht erlangen konnte, ohne „den Verdiensten seiner Vorgänger nahe zu treten“<sup>10)</sup>. Er führt aus, daß Lavoisier in seiner Abhandlung über die Analyse des Gipses aus dem Jahre 1768, unter den unbedeutenden Arbeiten anderer Chemiker die Untersuchungen Marggrafs hierüber unerwähnt lasse<sup>11)</sup>, obwohl diese ebenso wie dessen übrige Werke damals allgemein zu den bekanntesten zählten; daß er in der historischen Einleitung zu seinen „Opuscles physiques et chimiques“ wohl die Kenntnisse der verschiedenen Forscher über die Luftarten von van Helmont bis auf Lavoisier ausführlich schildere, daß er aber die Arbeiten eines Black und Cavendish über die fixe Luft und die Kaustizität unvollständig und ablehnend erwähne, die Einwände gegen diese jedoch aufs ausführlichste bespreche, so daß seine eigenen, mit Blacks und Cavendishs Untersuchungen sich deckenden Resultate als neue Entdeckungen sich darbieten; daß Lavoisier in ähnlicher Weise bei der Beschreibung seiner Versuche über die Zusammensetzung des Wassers aus Wasserstoff und Sauerstoff, die ihm bekannt gewordenen Ergebnisse der Arbeiten Cavendishs, über die Bildung von Wasser aus brennbarer und dephlogistisierter Luft, einfach ignoriert habe. Nach diesen Feststellungen muß Volhard vermuten, daß Lavoisier sich des Mangels an Fähigkeit, chemische Tatsachen selbständig zu entdecken, bewußt gewesen sein müsse; „es pflegt nicht das Gefühl von Reichtum und Ueberfluß zu sein, welches zu Eingriffen in fremdes Eigentum Veranlassung gibt“<sup>12)</sup>. Wie glänzend auch das Genie Lavoisiers<sup>13)</sup> sich auf rein gedanklichem und physikalischem Gebiete bewährt: ohne die chemische Grundlage der Oxydationstheorie, die Kenntnis der Eigenschaften des Sauerstoffs, wären Lavoisiers Vorstellungen über die Natur der Verbrennung nie bis zum letzten Ende durchgeführt worden, nie durchgedrungen und ebenso spurlos in Vergessenheit geraten, wie die eines Rey, Hooke und Mayow.

Die Gesetzmäßigkeit in den Fortschritten der Wissenschaft hat ihre Analogie in dem Gesamtverlauf der Naturerscheinungen. *Natura non facit saltum!* Die Entwicklung der menschlichen Wissenschaften vollzieht sich ebensowenig sprunghaft; sie erfolgt allmählich und stetig. Erfahrungen, die sich im Verlaufe von Jahrzehnten und Jahr-

hundertern anhäufen, drängen förmlich zur Auffindung eines gemeinschaftlichen Gesichtspunktes. Newton und Leibniz fühlten sich zu gleicher Zeit und unabhängig voneinander dazu getrieben, die notwendig gewordene Methode der Differential- und Integralrechnung zur Anwendung zu bringen, wo für die Mechanik und Mathematik die endlichen Formeln sich erschöpft hatten und für die Philosophie eine unendliche Entfaltung der Zeit und des Raumes erforderlich wurde.

Lothar Meyer und Dimitri Mendelejeff gaben ebenso beide, gleichzeitig und unabhängig voneinander, der Summe der bis dahin gemachten Erfahrungen und Vorstellungen über die gemeinschaftlichen Beziehungen zwischen den chemischen Grundstoffen in dem „Periodischen System der Elemente“ einen prägnanten Ausdruck. Die Zeit war reif dazu! Eine derartig zusammenfassende Vorstellung war notwendig geworden.

In diesem Sinne war es auch ebenso Lavoisiers Zeitalter „nahezu unmöglich, die pneumatische Theorie . . . nicht aufzufinden, sei es durch ihn oder durch einen anderen Mann von erleuchtetem Geiste“<sup>14)</sup>. Als ein solcher „anderer Mann von erleuchtetem Geiste“ wird z. B. Pierre Bayen, Lavoisier an die Seite zu stellen sein (vergl. später S. 48), wenn er auch bei weitem nicht so rasch seine Gedanken zur Entwicklung und seine Ansichten zur Geltung bringen konnte.

Es ist nun anderseits in der Geschichte der Wissenschaften kein so seltener Fall, daß derartige Gedanken, Hypothesen, Theorien u. s. w., die die beobachteten Tatsachen und die daraus gewonnenen Vorstellungen zum Ausdrucke brachten und zusammenfaßten, schon in früheren Zeitläuften von hervorragenden Männern ausgesprochen wurden, daß sie aber unverstanden, von der Mitwelt völlig unbeachtet blieben, um erst später, durch andere Forscher meist von neuem entwickelt, zur Anerkennung gebracht zu werden. Es hängt dies eben damit zusammen, daß die Summe der Kenntnisse jenes Zeitalters nicht so weit gediehen war, um eine solche, später als notwendiges Glied zu dem letzten in der schon bestehenden Kette aufgefundene Idee zu einer zusammenfassenden Erklärung nötig zu haben. Die Zeit war für diese Gedanken eben noch nicht reif. Es läßt sich stets wieder bei Beobachtung des entwicklungsgeschichtlichen Werdens der Wissenschaften feststellen, daß solche Lehren, wenn sie sich nachher als noch so richtig erweisen, niemals vermocht haben, die Entwicklung der betreffenden Disziplin um einen bedeutsamen Schritt vorwärts zu bringen. Der große französische Naturphilosoph Jean



Lamarck hatte z. B. schon 1809, im Geburtsjahre Charles Darwins, die geheimnisvolle Frage des Schöpfungsproblems ganz im gleichen Sinne wie dieser zu beantworten gesucht; sein gedankenreiches Hauptwerk, die „Philosophie Zoologique“, war jedoch seiner Zeit viel zu weit voraus und entbehrte jener reichen Fülle von erfahrungsmäßigen, erst später gesammelten Beweisgründen, auf welche Darwin, fünfzig Jahre danach, mit größtem Erfolge sich stützen konnte. John Mayow ist ein geradezu klassisches Beispiel aus dem vorphlogistischen Zeitalter. Hundert Jahre vor Lavoisier hatte er in einer der ganzen gelehrten Welt verständlichen Sprache seine Ansichten über die Natur des Verbrennungs- und Atmungsprozesses dargelegt, die er durch experimentelle Beweise erhärtete und die überaus klar und folgerichtig diese Erscheinungen zu erklären vermochten. Dessenungeachtet gerieten sie, ohne je zur Geltung gelangt zu sein, rasch in Vergessenheit, bis man sie nach Lavoisier aus dem Staube der Bibliotheken wieder ausgrub. „Es ist“, wie Oersted so treffend zum Ausdrucke bringt, „eine ewige und herrliche Wahrheit, daß das Genie in den heiligen Stunden der Begeisterung weit über den engen Gesichtskreis des Zeitalters hinausblicken kann; aber es ist ebenso gewiß, daß je höher es über seinen Zeitgenossen steht, es sie desto schwerer zu sich hinaufziehen kann“<sup>15)</sup>.

Nicht menschliche Mißgunst allein, vielmehr die Gesetzmäßigkeit in dem entwicklungsgeschichtlichen Werden ist es also, was solche ihrer Zeit weit vorausseilende Lehren und ihre Urheber nicht zur Anerkennung gelangen läßt.

Erst der Nachwelt mit ihrem weiteren Schwinkel ist es größtenteils in gerechter Pflichterfüllung vorbehalten, das Andenken solcher Männer zu würdigen und ihren Lehren, wenn auch verspätet, Anerkennung zu zollen. Neben dem Sinne für die historische Gerechtigkeit tritt hier auch jene so menschliche Schwäche, die Eifersucht, in Erscheinung. Beim Bekanntwerden einer Erfindung, Entdeckung, Theorie u. dergl., erhebt sich zunächst meist Widerspruch gegen die Richtigkeit der Angaben. Sind die geäußerten Zweifel unbegründet, so wird bald der Nachweis zu erbringen versucht, daß die als neu bekannt gewordenen Tatsachen oder Ideen schon früher, bei älteren Autoren, aufzufinden seien. Für die historische Forschung bedeutet dieser Vorgang häufig einen Gewinn. Auf solche Weise wurden z. B. die interessanten Ansichten eines Jean Rey und eines John Mayow in Beziehung zu den Lehren Lavoisiers gebracht und dadurch der Vergessenheit entrissen.

Vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus ist es selbstverständlich, daß auch der zweite und größte Reformator der Chemie, Antoine Laurent Lavoisier, neben seinen Vorgängern, den Phlogistikern, auch seine Vorläufer hat. Wohl sind einzelne derselben schon häufig zum Vorwurfe historischer Betrachtungen gemacht worden, doch findet sich die wichtige Frage, ob und inwiefern solche Lehren Lavoisier beeinflußt haben mögen, in übersichtlicher Darstellung kaum zuverlässig und ausreichend beantwortet, ebensowenig wie eine kritische Gegenüberstellung dieser Vorläufer vorliegt. Zudem ist die Verfolgung des Schicksals solcher Lehren, wie bei Mayow, zuweilen äußerst lückenhaft.

Es erweist sich darum als eine ebenso notwendige wie auch interessante Aufgabe, diese in der historischen Chemie fühlbare Lücke auszufüllen, in der Weise, daß nach einer kritischen Betrachtung der Phlogistontheorie und ihres Sturzes durch die stufenweise sich entwickelnden Lehren Lavoisiers, die namhaftesten Vorläufer desselben: Pierre Bayen, Michailo Wassiliewitsch Lomonossow aus dem phlogistischen, John Mayow und Jean Rey aus dem vorphlogistischen Zeitalter, einer eingehenderen Betrachtung unterzogen werden.

## II. Die Phlogistontheorie und ihr Sturz durch Lavoisier.

### 1. Die Phlogistontheorie.

Johann Joachim Becher<sup>16)</sup> hatte in seiner *Physica subterranea*<sup>17)</sup> gelehrt, daß alle unterirdischen (unorganischen) Stoffe erdiger Natur seien, und aus drei Grunderden beständen: der Terra prima, fusilis seu lapidea (verglasbare Grunderde), der Terra secunda, pinguis (brennbare Grunderde) und der Terra tertia, fluida (merkurialische Grunderde). In allen Metallen seien jene drei Grunderden vorhanden, nur in verschiedenen Verhältnissen miteinander vereinigt. Alle mineralischen Salze würden aus genauer Mischung der mineralischen Erden mit Wasser erzeugt; auf diese Weise entstehe besonders eine gewisse Ursäure (*Acidum primigenium*), woraus weiter alle übrigen Säuren in der Natur gebildet würden. Bechers verglasbare, brennbare und merkurialische Grunderde als Prinzipien der Schmelzbar-

keit, Brennbarkeit und Flüchtigkeit, stehen im engen Zusammenhange mit dem Salz, Schwefel und Quecksilber der Alchimisten. Unter allen diesen Begriffen und Vorstellungen ist seine Annahme der brennbaren Erde in den Metallen und in den anderen entzündlichen Körpern am allgemeinsten und fruchtbarsten gewesen. Sie hat sich auch am längsten erhalten<sup>18)</sup>.

Georg Ernst Stahl<sup>19)</sup>, dem wir die Kenntnis der besten Schriften Bechers verdanken, hat zweifellos die ersten Ideen zu seiner Phlogistontheorie aus jenen Werken geschöpft. Die „*Physica subterranea*“, die er 1702 neu herausgab, nennt er bald ein „*Opus sine pari*“, bald bezeichnet er es als „*Primum hactenus et princeps*“. In seinem als Anhang hierzu verfaßten „*Specimen Becherianum, fundamenta, documenta et experimenta sistens*“ entwickelt und vertieft er die Becherschen Ansichten. Des öfteren betont er dabei: „*Becheriana sunt, quae profero*“. Darin geht er in seiner Bescheidenheit jedoch zu weit. Aufstellung und konsequenter Ausbau jenes berühmten Systems wurde sicherlich nur von ihm allein ins Werk gesetzt. Hatte ihm Becher den ersten Keim des Phlogistonprinzips geliefert, so hat Stahl dieses durch seine geniale Verwertung und Befruchtung in hohem Maße zu dem seinigen gemacht.

Stahls „*Principium inflammabile seu Phlogiston*“, die *Terra pinguis* Bechers, war brennbar. Alle brennbaren Körper müßten dieses Phlogiston mehr oder weniger enthalten. Solange in einem brennbaren Stoffe noch Phlogiston vorhanden sei, brenne er. Beim Verbrennen entweiche das brennbare Prinzip und ein nicht mehr brennbarer Körper bleibe zurück. Wie die brennbaren Körper als aus Phlogiston und unverbrennbarer Basis bestehend anzusehen seien, so müßten auch die Metalle als eine Vereinigung von Phlogiston mit den durch Erhitzen resultierenden Metallkalken (unseren Metalloxyden) betrachtet werden. Nur durch Zufuhr des fehlenden Phlogistons könnten die beim Erhitzen an sich unveränderlichen Metallkalke wieder in Metall übergeführt werden. Die Erfahrung bestätige die Richtigkeit dieser Ansicht. Durch Erhitzen der Metallkalke mit der phlogistonreichen Kohle werden die Metalle wieder erhalten. Stahl betrachtete das Phlogiston, übereinstimmend mit der Vorstellung Bechers, als eine äußerst feine Erde, die wegen ihrer starken Tendenz, sich mit anderen Stoffen zu verbinden, in vollkommen reinem Zustande niemals dargestellt werden könne, wohl aber unter gewissen Umständen sich aus den brennbaren Substanzen in Form von Ruß abscheiden lasse.

Die Theorie Stahls über die Verbrennung unterscheidet sich von

der Lavoisierschen Oxydationstheorie nur dadurch, daß er eine Verbindung dort angenommen hatte, wo nach letzterem eine Zersetzung, und umgekehrt, stattfinden muß. In den Oxyden sah er einfache Körper, in den Metallen zusammengesetzte Stoffe. Dies ist die Quelle seines hauptsächlichsten Irrtums. Wenn er sich auch von der Aristotelischen Auffassung der Elemente befreit hatte, so waren Metalle für ihn doch zusammengesetzte Stoffe. Hätte er die Metalle als einfache Körper, als Elemente betrachtet, so wäre er in konsequenter Weise auch zu demselben Ziele gelangt wie Lavoisier. Die große prinzipielle Inkonsequenz seiner Theorie, die Gewichtszunahme der Metalle bei ihrer „Entphlogistisierung“ war ihm wohlbekannt. Diese Schwierigkeit schien ihm aber in dem weiteren Ausbaue seines Systems durchaus kein Hindernis zu bedeuten. Er verzeichnet sie, ohne sich Rechenschaft darüber zu geben. Für ihn galt es eben nur, die Gleichartigkeit in den Erscheinungen zusammenfassend zu behandeln. Die Aenderung der Form bei der Kalzination ist ihm Führer genug bei der Zusammenstellung der beobachteten Tatsachen.

Stahl hatte aus den wirr durcheinander gestopften Räumen der Empirie mit Hilfe seines Prinzipes ein durchsichtiges Lehrgebäude der Wissenschaft errichtet. Weder Ordnung noch Plan konnten der Chemie bis dahin den Namen einer Wissenschaft eintragen. Sie glich vielmehr lange einem sanktionierten Kodex geheimer Gesetze, in dem nur dem begünstigten Zunfteingeweihten zu lesen freistand. Seit einer Reihe von Jahrhunderten stand sie dem Reiche der übersinnlichen Erscheinungen näher als der realen Welt. Sie übersah einfach die Gesetze der Natur, ihr Nutzen für das Leben war stets mehr zufälliges Ereignis. Ihres eigenen Gebietes nicht mächtig, hatte sie keinen Selbstzweck. Zweck- und ziellos mußte sie sich bald der Medizin als dienende Magd unterordnen. Erst durch das Stahlsche System wurde der Chemie der Selbstzweck gegeben, erst dadurch wurde sie zur Wissenschaft erhoben<sup>20)</sup>.

Anderthalb Jahrhundert lang etwa bestimmte Stahls System die Linien der chemischen Wissenschaft. Wenn die Lehren eines Rey, Mayow keine neue Aera in der Chemie hervorrufen konnten, weil sie ihrer Zeit weit vorseilten, so mußte die Stahlsche Theorie hinwiederum, wie jede auf Erfahrungswissenschaft begründete Theorie, einer auf breiterem und sichererem Grunde aufgebauten Lehre weichen. Stahl hatte eben bloß für den Zustand der Chemie in seinem Zeitalter ein System entwickelt und konnte damit nur das Gebiet umfassen, das vor ihm lag. Er wollte auch nicht mehr. Eine Theorie

für die Erfahrungswissenschaft aller Zeitalter aufzustellen, vermochte er nicht. Es wäre dies übrigens ein Beweis für den Rückgang jeder Wissenschaft. Eine Erfahrungswissenschaft, die eine solche Theorie für alle Zeiten vorausnimmt, muß notwendigerweise als stagnierend betrachtet werden.

Die erste Lücke in dem Stahlschen Systeme ergab sich aus der Betrachtung der Gewichtszunahme von Metallen bei der Verkalkung. Das Blei, welches sich beim Verkalken im Sinne Stahls dephlogistisiert (oxydiert), nimmt an Gewicht zu. Trotz des Verlustes eines seiner Bestandteile wird sein Gewicht größer. Bei der Zuführung von Phlogiston, in Form von Kohle (bei der Reduktion), müßte das resultierende Metall ein höheres Gewicht zeigen als der Metallkalk. Die Tatsache spricht aber dagegen. Stahl suchte dieses mit seiner Theorie im Widerspruch stehende Faktum nicht zu verbergen. Er verzeichnet sie in seinem „Specimen Becherianum“, ohne von dem Widerspruche betroffen zu sein. Wie er sich ausdrückt, geht bei der Verkalkung des Bleies etc. das Phlogiston weg, „obgleich“ Gewichtszunahme erfolgt („quamvis lithargirium, minium, cinere plumbi, sub ipsa sui calcinatione, majus pondus acquirant, quam ipsa prima assumta quantitas plumbi exhibuerat“) und wird bei der Reduktion wieder aufgenommen, wobei sich „nichtsdestoweniger“ eine Gewichtsabnahme zeige („nihilocesius in reductione perit non solum illa portio quasi super numeraria, sed interit notabile pondus de tota, quoque primo assumta quantitate“). In keinem seiner Werke finden wir eine Andeutung darüber, daß er sich von der Ursache dieser widerspruchsvollen Verhältnisse Rechenschaft zu geben versucht hätte.

Stahls Schüler Juncker<sup>21)</sup> suchte die Gewichtsvermehrung bei der Verkalkung [wie etwa vor ihm Scaliger<sup>218)</sup> u. a.] in Verwechslung der Begriffe des spezifischen und absoluten Gewichtes durch die Annahme zu erklären, daß der durch die Kalzination verdichtete erdige Teil des Kalkes diesen um so viel schwerer mache, als das kalzinierte Metall an Volumen abnehme. So gebe ein bestimmtes Volumen regulinischen Antimons beim Kalzinieren ein kleineres Volumen des Kalkes, der nun aber gerade deshalb schwerer sei, wogegen bei der Ueberführung des Kalkes in Metall das Volumen zu-, das Gewicht jedoch abnehme. Es seien dieselben Verhältnisse wie bei der Wolle, die umsomehr wiege, auf je kleineren Raum sie zusammengepreßt sei, wie bei dem Ziegel, der nach dem Brennen kleineren Raum, aber größeres Gewicht habe.

In anderer Weise bestrebten sich H. Th. Scheffer<sup>22)</sup> und

Chardenon, der Schwierigkeit des Widerspruches beizukommen. Sie schrieben einfach dem Phlogiston negative Schwere<sup>23)</sup> zu. Es mußte bei dieser Annahme das Gewicht der mit diesem verbundenen Stoffe leichter werden, da ihr wahres Gewicht um eine dem negativen Gewicht des darin enthaltenen Phlogistons gleiche Menge vermindert sei.

Noch leichter erklärte sich Guyton de Morveau<sup>24)</sup>, in Anlehnung an diese Anschauung, die Gewichtszunahme. Für ihn war das Phlogiston bloß nicht absolut, sondern nur relativ leicht, indem er nämlich das spezifische Gewicht desselben kleiner als das der Luft annahm. Bei der Verbindung mit den Metallen machte dies so beschaffene Phlogiston diese für die Wägung in Luft leichter, genau so wie etwa eine Schwimmblase am menschlichen Körper, trotz der Vermehrung des absoluten Gewichtes, dessen Dichte derart vermindere, daß er auf dem Wasser schwimmen könne. Zur Illustrierung seiner Anschauung führt er an, daß zwei gleich schwere, an einem Wagebalken unter Wasser befindliche Bleiwürfel sofort einen Unterschied zeigten, wenn man an dem einen Würfel von Blei ein Stück Kork befestige, da er trotz jener Belastung doch leichter werde. Guyton de Morveau gründete seine vermeintliche Lösung des Widerspruches auf eine Illusion, nach der das Phlogiston bei den mit ihm verbundenen Stoffen ungefähr die Funktion eines Luftballons versehen sollte.

Während der eine Teil der Chemiker sich bemühte, irgend eine plausible Erklärung für den auffälligen Widerspruch in dem phlogistischen Systeme zu finden, kümmerten sich die meisten jedoch nicht um eine Erklärung für die Gewichtszunahme bei der Kalzination, da diese Erscheinung als eine mehr zufällige betrachtet wurde. Man hielt überhaupt das Gewicht eines Stoffes nicht für etwas Unveränderliches, besonders da man lange der Ansicht war, daß man beim Kalzinieren einer bestimmten Gewichtsmenge eines Metalles und darauf folgendem Reduzieren des gebildeten Kalkes, nie die ganze ursprünglich angewendete Gewichtsmenge des Metalles zurückerhielte. Es ist also nicht so unbegreiflich, daß man diese Meinung von der Veränderlichkeit des Gewichtes überhaupt und die beim Kalzinieren und Reduzieren beobachteten Gewichtsänderungen als unwesentlich für die Erklärung dieser Vorgänge ansah. Man begnügte sich mit den im Sinne der Phlogistontheorie gegebenen Erklärungen und überließ es den Physikern, für die Erscheinungen Erklärungen zu finden, wie das Gewicht eines Körpers variabel sein oder weiter durch Verlust eines Bestandteils des Phlogistons mehr Gewicht anzeigen könne.

Im großen und ganzen wurde aber das Prinzip anerkannt, daß bei chemischen Umwandlungen das Schwererwerden eines Stoffes das Zutreten von etwas, das Leichterwerden dagegen das Weggehen irgend eines Stoffes anzeigen muß. Die letzten Anhänger der Phlogistontheorie waren durchaus nicht unzutreffend in ihrer Auffassung quantitativer Vorgänge, wie dies unter anderem schon daraus hervorgeht, daß sie die Konstanz der Aequivalenzverhältnisse von verschiedenen Säuren und Basen auffanden (Bergman, Richter).

Mit der Kenntnis der verschiedenen Luftarten und besonders seit der Entdeckung des Sauerstoffes beginnen die Widersprüche in der phlogistischen Lehrmeinung immer deutlicher die Unhaltbarkeit dieser Theorie zu zeigen. Man schrieb einem Stoffe, dem Phlogiston, so viele Wirkungen zu, doch niemals wurde beantwortet, was dieser eigentlich sei? Existierte dieses Prinzip in realer faßbarer Form, oder war es bloß hypothetisch? Und wenn sein wirkliches Vorkommen anzunehmen sei, welcher Stoff ist es; ist er einfacher oder zusammengesetzter Natur? Schon zu Beginn des phlogistischen Zeitalters hatten hervorragende Gelehrte Zweifel an der Existenz des Phlogistons ausgesprochen. Später war es Buffon<sup>25)</sup>, der ohne Umschweife aussprach, daß jenes Phlogiston nur in dem Systeme, nicht aber in der Natur vorkomme. Die Begriffe über dies unnötig angenommene Prinzip seien dunkel und verworren, noch niemand habe dasselbe darstellen und vorzeigen können. Dagegen wandte sich Macquer<sup>26)</sup> mit dem Argumente, daß die Existenz eines Stoffes sich erweisen lasse, auch ohne daß man denselben isolieren und in einer Flasche eingeschlossen vorzeigen könne; aus der bloßen Nichtdarstellbarkeit könne man durchaus nicht etwa auf Nichtexistenz eines Stoffes schließen.

Stahl selbst hatte es wohlweislich unterlassen, einen bestimmten brennbaren Stoff als das „Phlogiston“ zu charakterisieren und hatte nirgends in seinen Schriften den Anschein zu erwecken gesucht, daß er jemals das Phlogiston rein isoliert hätte. Er gibt nur an, in welchen Stoffen das Phlogiston besonders reichlich enthalten sei. Ruß aus Kohlen ist für ihn die reinste Form des Phlogistons, denn es verbrenne ohne jeden Rückstand an der Luft. Später hielt Cavendish, der Entdecker des Wasserstoffes, diesen für identisch mit dem Phlogiston, eine Annahme, für die besonders Richard Kirwan mit großem Eifer und Erfolg eintrat.

Was geschah nun mit dem Wasserstoff-Phlogiston, wenn Metalle, Schwefel, Phosphor, Kohle in geschlossenen Gefäßen verkalkt wurden? Das Phlogiston sollte doch bei diesem Vorgange entweichen, das

„brennbare Prinzip“, der Wasserstoff, mußte sich doch auch in dem Gefäße vorfinden lassen! Wenn man dann auch die Reduktion der Metalloxyde mittels Wasserstoff, unter Verzicht auf die Erklärung der hierbei erfolgenden Wasserbildung und Gewichtsabnahme verstehen konnte, so war man jedoch außer stande, diese Theorie mit der Tatsache in Einklang zu bringen, daß eine Reduktion von Metallkalken, z. B. von Quecksilberoxyd, ohne Wasserstoff = Phlogiston, in geschlossenen Gefäßen, allein durch Erhitzen möglich sei.

Als man sich endlich vor der Tatsache nicht verschließen konnte, daß eine Verbrennung ohne Lebensluft (Sauerstoff) unmöglich ist, gab man sich alle erdenkliche Mühe, um durch neue Erklärungsarten, durch neue Ansichten, das Wesen des Phlogistons derart umzumodeln, daß man sich mit dem Scheine der Wahrheit für befriedigt halten konnte. Man gab selbst wertvolle Entdeckungen auf, um nur das System retten zu können. In Wirklichkeit gab es aber kein System der Chemie mehr. Die Tatsachen quollen förmlich über die Grenzen des Lehrgebäudes und konnten nicht ohne Zwang für dieselben eingeordnet werden. Es brach eine Zeit des Interregnums kämpfender Parteien an, wo man bestrebt war, durch alle möglichen Inkonsequenzen das alte System den neuen Anforderungen anzupassen. „Das Phlogiston sollte auf dem Thron des Systems bleiben, und doch war es so von seinem alten Wesen zurückgekommen, daß es sein Erfinder nicht mehr erkannt haben würde“<sup>27)</sup>. Die Bemühungen der Neo-Stahlianer in ihren verworrenen Ansichten bedeuteten fast eine Gefahr für das Bestehen der Chemie als Wissenschaft, indem sie in den Empirismus der vorphlogistischen Zeit zu sinken drohte.

## 2. Antoine Laurent Lavoisier.

Zu dieser Zeit, als das phlogistische System auf Abwege geriet, „einem alternden Manne gleich“ — wie H. Kopp<sup>28)</sup> sehr treffend vergleicht — „welcher vorzugsweise auf das blickt und nur das als maßgebend betrachtet, was er selbst in seiner besten Zeit gearbeitet hat, alles zu seiner Kenntnis kommende Neue den Lehren und Auffassungen anzupassen versucht, die er sich damals ausgebildet und seitdem für wahr gehalten hat, und alles das für weniger erheblich hält, was mit jenen Auffassungen unverträglich ist“, zu dieser Zeit vollzog sich innerhalb der Chemie eine Revolution, hervorgerufen durch einen Mann, der durch die enzyklopädische Umfassung des wissenschaftlichen Studiums im Besitze von weitgehenden mathemati-



schen, physikalischen und chemischen Kenntnissen, durch angeborenen Scharfsinn und erworbene Beobachtungsgabe ganz besonders dazu befähigt war, das gefährdete Schiff der chemischen Wissenschaft aus den umbrandeten Klippen der Irrlehren in das ruhige Fahrwasser der Fortentwicklung hinauszusteuern. Dieser Mann war Antoine Laurent Lavoisier<sup>29)</sup>. Er verstand es, die physikalischen Methoden und Hilfsmittel jener Zeit, die wir heute als integrierende Bestandteile der chemischen Wissenschaft ansprechen, auf die Entscheidung chemischer Fragen anzuwenden, wobei er zu Resultaten gelangte, die die Stahlische Lehre zunächst entbehrlich erscheinen ließen, später aber zur Verwerfung brachten.

Lavoisier war zu Beginn seiner selbständigen Beschäftigung mit der Chemie durchaus Phlogistiker. Er hatte die Chemie so kennen gelernt, wie sie damals in Paris in der phlogistischen Anschauungsweise gelehrt wurde. Die Verfolgung der sukzessiven Umgestaltung seiner Ansichten zeigt deutlich, daß er erst allmählich, wenn auch in verhältnismäßig kurzer Zeit, von den phlogistischen Lehren abkam und ein diesen entgegengesetztes System aufstellte.

Am 1. November 1772 deponierte er bei der Akademie eine Note, die im Mai des folgenden Jahres eröffnet und bekannt wurde, folgenden Inhaltes<sup>30)</sup>: „Vor acht Tagen etwa habe ich entdeckt, daß der Schwefel beim Verbrennen, weit entfernt an Gewicht zu verlieren, vielmehr an Gewicht zunimmt; d. h. daß man aus 1 Pfund Schwefel viel mehr als 1 Pfund Schwefelsäure erhält — die Feuchtigkeit der Luft abgerechnet; ebenso ist es beim Phosphor. Diese Gewichtszunahme rührt von einer sehr beträchtlichen Menge Luft her, die sich während der Verbrennung fixiert und mit den Dämpfen verbindet.

„Ich schloß aus diesen Tatsachen, welche ich durch mir entscheidend scheinende Experimente konstatiert habe, daß das, was man bei der Verbrennung des Schwefels und Phosphors beobachtet, wohl bei allen den Körpern, die bei Verbrennung oder Kalzination an Gewicht zunehmen, statthaben könnte, und ich habe mich überzeugt, daß die Vermehrung des Gewichtes bei Verkalkung der Metalle auf der gleichen Ursache beruht. Das Experiment hat meine Vermutungen vollkommen bestätigt; ich habe die Reduktion von Bleiglätte in geschlossenen Gefäßen vorgenommen und beobachtet, daß sich in dem Moment, in welchem der Kalk in Metall übergeht, eine beträchtliche Menge von Luft — das 1000fache Volumen der angewendeten Glätte entwickelt. Diese Entdeckung scheint mir eine der interessantesten

seit Stahl; ich glaube daher mir die Priorität derselben sichern zu sollen, indem ich dieses in die Hände des Sekretärs der Akademie niederlege, wo es geheim bleiben soll, bis ich meine Experimente veröffentlichen werde.“

Nähere Angaben über die hier erwähnten Versuche macht Lavoisier jedoch nicht. Erst in den „Opuscules physiques et chimiques“<sup>31)</sup>, über die auf Geheiß der Akademie, durch de Trudaine, Macquer, le Roy und Cadet am 7. Dezember 1773, noch vor dem Erscheinen, ein Bericht erstattet wurde, finden sich die auf die Verbrennung und Verkalkung bezüglichen Versuche ausführlich beschrieben. Nach der historischen Betrachtung der Arbeiten über die Entwicklung luftförmiger Körper bei der Verbrennung, der Gärung und dem Aufbrausen<sup>32)</sup>, im ersten, folgen im zweiten Teile, „Neue Forschungen über das Daseyn einer gebundenen elastischen Flüssigkeit, in einigen Stoffen, und über die Erscheinungen, welche aus ihrer Entbindung, oder Bindung, entstehen“<sup>33)</sup>. Nachdem er im (1. Kapitel) durch Versuche bewiesen hat, daß in den Kalksteinen und Kalkerden eine elastische Flüssigkeit, eine Art Luft in fixer (fester) Form vorhanden sei, die einen beträchtlichen Teil ihrer Gewichtes ausmacht, und daß diese Luft die hauptsächlichsten physikalischen Eigenschaften der Luft besitze, wenn sie ihre „Schnellkraft“ wieder erhalte; daß dieselbe elastische Flüssigkeit, die in der Kreide vorzufinden sei, auch in den fixen und flüchtigen Laugensalzen (Alkalien) enthalten wäre, jedoch zu der Kalkerde nähere Verwandtschaft habe als zu den Laugensalzen (2. und 3. Kapitel); daß Lösungen von Quecksilber und Eisen unter Gewichtsvermehrung durch Kreide oder Kalk gefällt würden, der Gewichtszuwachs beim Eisen aber größer sei als beim Quecksilber, bei beiden hinwiederum mit Kreide mehr betrage als mit „Kalch“ (Aetzkalk), letzterer aber noch einige Anteile einer elastischen Flüssigkeit enthalten müsse (4. Kapitel); stieg ihm die Vermutung auf, daß die atmosphärische Luft oder eine in derselben enthaltene elastische Flüssigkeit irgend welcher Art unter bestimmten Umständen sich mit Metallen zu verbinden vermöge. Von dem Beitritte dieses Stoffes rührten die Erscheinungen der Verkalkung, die Gewichtszunahme der Metalle bei derselben, und andere bisher unbefriedigend erklärte Erscheinungen her, Mutmaßungen, die durch mehrfache Tatsachen gestützt würden: Erstens könne die Verkalkung der Metalle in gut geschlossenen, luftleeren Gefäßen nicht erfolgen, zweitens vollziehe sich diese um so schneller, je größere Oberflächen das Metall der Luft biete und drittens sei bei jeder Verfrischung (Reduktion) in dem Augenblicke des Ueber-

ganges aus dem kalkförmigen in den metallischen Zustand ein Brausen zu beobachten, eine Erscheinung, die nichts anderes als eine Entbindung elastischer Flüssigkeit aus dem Kalke bedeute. Der Metallkalk enthalte also eine elastische Flüssigkeit in fester Gestalt, welche ihre fluidale Form im Augenblicke der Reduktion wieder erhalte. Die mit Mennige und Kohlenstaub in eisernen Retorten oder Flintenläufen angestellten Reduktionsversuche ergaben nun in der Tat beim Erhitzen die Entbindung einer elastischen Flüssigkeit. Lavoisier stellte fest, daß weder Mennige noch Kohle allein eine nennenswerte Gasentwicklung geben. Die Wahrnehmung, daß die bei der Reduktion entwickelte elastische Flüssigkeit aus der Vereinigung der Kohle mit der Mennige resultiere, bringt ihn „unmerklich auf sehr wichtige Betrachtungen über den Nutzen der Kohlen und der kohlichten Stoffe überhaupt; bei den Wiederherstellungen der Metalle dienen sie, wie die Schüler des Herrn Stahl meinen, den Metallen das verlorene Brennbare wiederzugeben? oder gehen sie in die Zusammensetzung der elastischen Flüssigkeit selbst ein?“<sup>34)</sup> Seiner Ansicht nach verstatet aber der damalige Zustand der Kenntnisse hierüber noch keinen Ausspruch! Unter Reserve äußert er die Anschauung, daß alle elastische Flüssigkeit aus der Verbindung eines Körpers, er sei fest oder flüssig, mit einem entzündlichen Grundstoffe, oder vielleicht sogar dem reinen Feuerwesen entstehe und daß von dieser Verbindung die elastische Beschaffenheit abhängt. In diesem Sinne sei der das Gewicht der Metallkalke vermehrende Stoff eigentlich keine elastische Flüssigkeit, vielmehr der fixe Teil einer solchen Flüssigkeit, welcher seines brennbaren Grundstoffes beraubt sei. Somit sei die Wirkung der Kohle und aller kohleenthaltenden Stoffe die, der gebundenen elastischen Flüssigkeit das Brennbare, das Feuerwesen und gleichzeitig die davon abhängige fluidale Natur wiederzugeben. Diese von der Stahl'schen Ansicht abweichende Anschauung lasse sich mit derselben doch noch in Einklang bringen, da es möglich sei, daß die Kohle bei den Reduktionen einmal dem Metalle den verlorenen entzündlichen Grundstoff und dann der im Metallkalke gebundenen elastischen Flüssigkeit den ihre Schnellkraft bedingenden Bestandteil wiedergäbe. Lavoisier wiederholt hier, daß man über einen so schwierig verständlichen Gegenstand jedoch nur mit der größten Behutsamkeit ein Urteil wagen könne.

Lavoisier, der bisher das Dasein einer gebundenen elastischen Flüssigkeit in den Metallkalcken nur durch die im Augenblicke der Reduktion erfolgende Entbindung bewiesen, will nun auf entgegen-

gesetzte Art zeigen, daß auch jedesmal, beim Uebergange eines Metalles in seinen Kalk eine Absorption derselben elastischen Flüssigkeit in derselben Menge, wie auf umgekehrtem Wege entbunden, erfolge. Angestellte Versuche (6. Kapitel) mit Blei, Zinn, einer Legierung von Blei und Zinn, und naß verkalktem Eisen, lassen ihn zu den Schlußfolgerungen kommen, daß die Verkalkung der Metalle in freier Luft besser von statten gehe als in einem abgesperrten Luftvolumen; daß man in einer gegebenen Luftmenge die Verkalkung nur bis zu einer gewissen Grenze treiben könne; daß die bei der Verkalkung erfolgende Abnahme der Luft beinahe der Gewichtszunahme des Metalles entspreche; daß, übereinstimmend mit den Reduktionsversuchen, die Verbindung der Metalle mit einer elastischen Flüssigkeit unter Gewichtszunahme bei der Kalzination erwiesen sei; daß nicht alle atembare Luft als solche bei der Verbindung mit dem Metalle zum Metallkalk verbraucht werde, sondern eine besondere elastische Flüssigkeit, welche mit der Luft gemischt sei und nach deren Erschöpfung die Verkalkung unter einer Glocke nicht mehr möglich wäre<sup>35</sup>). Aus diesen Versuchen schließt Lavoisier noch, daß die Verkalkung in geschlossenen Gefäßen nicht oder wenigstens nur im Verhältnis des in demselben eingeschlossenen Anteils bindbarer Luft erfolgen könne, und daß bei der Verkalkung in luftleeren Gefäßen keine Gewichtszunahme statthaben dürfe. Schließlich meint er aber nach all' dem Vorausgegangenen: „Vielleicht wird die Verkalkung eine bloße Beraubung des Brennbareren in dem Verstande seyn, in welchem Hr. Stahl es nahm“<sup>36</sup>). In einer am Schlusse dieses Kapitels gemachten Anmerkung gibt Lavoisier an, daß er von den Priestleyschen Versuchen, über die Verkalkung der Metalle in abgesperrten Lufträumen, keine Kenntnis gehabt habe, als er seine eigenen hier in Frage kommenden Untersuchungen angestellt hätte. Während Priestley, vor ihm, bei der Verkalkung eine Abnahme der Luft um ein Fünftel, manchmal um ein Viertel des Umfanges der angewandten Luft konstatieren konnte, hätte er selbst die Volumabnahme, wenn er sich auch des größten Tschirnhausenschen Brennglases bedient, nicht über ein Sechzehntel bringen können. Er müsse daher auf die Vermutung kommen, daß die bindbare elastische Flüssigkeit der Luft vielleicht zeitweise oder an manchen Orten häufiger als anderswo in die Erscheinung treten könne, daß sie an Wohnorten der atmosphärischen Luft in größerem Verhältnisse beigemischt sei als in Gegenden, wo die Luft immerfort erneuert werde, also in der Ebene, Gärten usw.

Aus den vergleichenden Versuchen mit den einerseits durch

„Brausen“, aus Kreide mit Schwefelsäure, anderseits durch Reduktion, aus einem Metallkalk mit Kohlepulver erhaltenen elastischen Flüssigkeiten (7. Kapitel) folgert er, daß sich zwischen diesen beiden Luftarten eine völlige Aehnlichkeit in ihrem Verhalten gegen Kalkwasser, Kalkerde, brennende Stoffe und gegen Tiere zeige; daß diese beiden Luftarten aus einem von Wasser, Kalk u. s. w. bindbaren und einem schwerer aufnehmbaren Teile zusammengesetzt seien, letzterer Bestandteil könne bis zu einem gewissen Grade das Leben der Tiere erhalten, verhalte sich mehr der atmosphärischen Luft gleich und sei in etwas beträchtlicherer Menge in der bei Metallreduktionen entwickelten elastischen Flüssigkeit, als in der aus Kreide mit Schwefelsäure entbundenen enthalten; daß die Schädlichkeit dieser elastischen Flüssigkeit nur in dem fixierbaren Bestandteile ihre Ursache habe, da sie bei geringerem Gehalte daran den Tieren weniger nachteilig sei; daß endlich noch nicht zu entscheiden wäre, ob der bindbare Teil der beim Aufbrausen und bei der Reduktion freigewordenen elastischen Flüssigkeit etwas von der atmosphärischen Luft Verschiedenes oder aber diese selbst es sei, der etwas hinzugefügt oder entzogen worden wäre.

In dem (9.) Kapitel, über die „Verbrennung des Phosphors und der Entstehung seiner Säure“, führt Lavoisier aus, daß er Differenzen in den absorbierten Luftmengen gefunden habe. Nie hätte er mehr als ein Fünftel des angewandten Luftvolumens zum Verschwinden bringen können, der Phosphor unter der Glocke wäre nur durch neue Luftzufuhr zur Entzündung befähigt. Er wäre dadurch auf den Gedanken gekommen, daß sich die Luft der Atmosphäre oder eine andere in der Luft enthaltene elastische Flüssigkeit, von unbestimmter Natur, bei der Verbrennung mit den Dämpfen des Phosphors verbinde. Um dies nun zur Entscheidung zu bringen, bestimmt er mit aller möglichen Genauigkeit die Gewichtszunahme der brennenden Dämpfe der Phosphors. Er stellt fest, daß die absorbierte elastische Flüssigkeit um ein Viertel mehr wiegt als die von uns eingeatmete Luft, daß es also der schwerere Bestandteil der Luft sei, der sich mit dem Phosphor verbinde. Lavoisier fragt sich nun, warum nicht etwa das in der atmosphärischen Luft als Dampf verbreitete Wasser dieser schwerere Teil der Luft sein könne. Ohne Zweifel sei das Wasser zur Nahrung der Flamme erforderlich, und die Luft nur bei Gehalt an Wasserdampf zur Unterhaltung der Verbrennung tauglich. Er raisonniert nun folgendermaßen: „Ist diese Lehre von der Einsaugung des Wassers wahr, so müßten dreierlei Dinge daraus erwachsen: 1. daß das Abbrennen, anstatt aufzuhören, sehr lange fort-

Speter, Lavoisier und seine Vorläufer.

währen muß, wenn man der unter der Glocke eingeschlossenen Luft, in welcher der Phosphor brennt, zu Dünsten gewordenen Wasser in dem Verhältnisse wiedergibt, in welchem solches eingesogen worden ist; 2. daß in solchem Falle an dem Umfange der Luft keine Abnahme mehr in dem Verhältnisse stattfinden muß, in welchem der Phosphor brennt; 3. daß, wenn man einem Umfange Luft, in welcher man Phosphor verbrannt hat und welche hinfolglich an Wasser erschöpft ist und beinahe ein Fünftel abgenommen hat, zu Dünsten gewordenen Wasser wiedergibt, man ihrem Umfange einen Zuwachs erteilen muß, welcher der während dem Verbrennen erlittenen Abnahme gleich ist<sup>37)</sup>. Wie nach unseren heutigen Anschauungen zu erwarten ist, traf diese Annahme, die so recht zeigt wie Lavoisier erst stufenweise zu seinen späteren Erkenntnissen gelangen konnte, nicht zu. Aus dem Vergleich der spezifischen Gewichte des Wassers und des bei der Verbrennung vom Phosphor absorbierten unbekanntes Stoffes schließt er wieder, daß es entweder die Luft selbst oder eine andere, in der uns umgebenden Luft in einem bestimmten Verhältnisse vorhandene elastische Flüssigkeit (von unbekannter Natur) sein müsse, die solche fragliche Wirkungen äußere. Der Ergänzungsbeweis wird durch Versuche mit Phosphor, Schwefel, Schießpulver, Salpeter und Schwefel im luftleeren Raume erbracht, wobei natürlich keine Verbrennungserscheinungen zu beobachten sind. Zum Schlusse versucht Lavoisier, ob die Luft, in welcher Phosphor gebrannt hatte, durch Zumischung eines Drittels aus Kreide Schwefelsäure entbundener Luft die Eigenschaft annehmen würde, die Verbrennung wieder unterhalten zu können; mit negativem Erfolge.

Bis zu dieser Stufe war Lavoisier im Jahre 1774 in seiner Erkenntnis des Verbrennungsvorganges und der Verkalkung sowie der Wirkung der Luft hierbei gelangt. Wenn man vorausgegangene und gleichzeitige Arbeiten eines Boyle, eines Black, eines Priestley u. A. vergleicht, so wird man ohne viel Schwierigkeit herausfinden, daß die Lavoisierschen Versuchsergebnisse nicht neu waren. Die aus den Versuchen gezogenen Schlußfolgerungen lehnten sich ebenso an frühere Ansichten verschiedener Autoren (Cavendish, Rutherford, Black, Rouelle) an. Lavoisier ist sich über die verschiedenen Luftarten, welche starre Verbindungen einzugehen vermögen, nicht ganz im klaren. Wie hier, ist auch aus mehreren Stellen seines Laboratoriumsjournals<sup>38)</sup> deutlich zu erkennen, daß er die fixe Luft (Kohlensäure) für den Bestandteil der atmo-

sphärischen Luft hält, welcher sich mit den Stoffen bei der Verbrennung oder Kalzination verbinde. Es geht dies auch daraus hervor, daß er den im Kalk durch Hitze nicht austreibbaren Luftbestandteil ebenso für Kohlensäure anspricht. Besonders charakteristisch ist hierfür der letzte Versuch (s. oben). Obwohl er genau weiß, daß einerseits in fixer Luft ein brennendes Licht verlöscht, andererseits Luft, worin Phosphor verbrannt wurde, die Verbrennung nicht unterhalten kann, prüft er doch, ob in der Mischung dieser beiden Luftarten ein Licht brennen könne.

Was aber beim Lesen der Lavoisierschen Entwicklungen besonders und sofort auffällt, ist die scharfe, immer wieder auf experimentelle Beweise sich stützende Logik. Man erkennt hier bereits die Klaue des Löwen. Was er auf Grund von Tatsachen zu schließen glauben darf, muß wieder in irgend einem neuen Versuche seine Stütze finden. Im anderen Falle verwirft er seinen Ausgangsgedanken.

So prüft er nun die für ihn sonst schon sichergestellte Tatsache (s. oben S. 16), daß sich beim Verkalken der Metalle, wie Blei oder Zinn, unter einer in Wasser oder Quecksilber gesenkten Glocke, mittels eines Brennglases eine Volumabnahme der Luft zeige, die etwa genau so viel betrage als die Gewichtszunahme des Metalles, weil diese Versuche mit denen Boyles in seiner Abhandlung über die Schwere der Flamme und des Feuers im Widerspruche ständen. Dieser habe Blei und Zinn in hermetisch versiegelten, gläsernen Gefäßen verkalkt und die beobachtete Gewichtszunahme auf Rechnung der Stoffe des Feuers und der Flamme, die durch das Glas hindurchgegangen seien, geschoben. Lavoisier schließt nun: Rühre die Gewichtszunahme der in geschlossenen Gefäßen verkalkten Metalle vom Stoffe des Feuers und der Flamme her, so müßte nach der Boyleschen Versuchsanordnung die ungeöffnete Retorte samt Inhalt an Gewicht zugenommen haben. Wenn hingegen die Gewichtszunahme der verkalkten Metalle weder von einer Verbindung mit Feuerstoff, noch von einer anderen, durch das Retortenglas hindurchgedrungenen Substanz herrühre, so müsse das Gefäß, nach der Verkalkung des Metalles darin, nicht schwerer werden, sondern nur zum Teile luftleer sein. Nur beim Oeffnen des Gefäßes würde, durch Ersatz der vom Metalle aufgebrauchten Luft durch eindringende frische Luft, sich eine Gewichtszunahme des Ganzen zeigen. Die Resultate der Versuche, die nach seinem Tagebuche vom 14. Februar 1774 datiert sind<sup>39)</sup>, basieren auf genauen Wägungen. Er bediente sich einer Wage, von

der er glaubt, „daß es kein Werkzeug dieser Gattung gibt, welches vollkommener ist“<sup>40)</sup>. Er resumiert als Ergebnisse seiner beiden gelungenen Versuche mit Zinn und jenes einzigen bis zu Ende gebrachten Experimentes mit Blei, daß man in einer gegebenen Luftmenge nur eine bestimmte Menge Zinn verkalken könne; daß die Menge des verkalkten Metalles in einer geräumigen Retorte größer ausfalle als in einer kleinen; jedoch lasse sich hierbei ein genaues Verhältnis zwischen der Menge des verkalkten Metalles und der Geräumigkeit des Gefäßes nicht als feststehend behaupten; daß die hermetisch abgeschlossenen Retorten keinen Gewichtsunterschied zeigen, ob sie vor oder nach der Verkalkung des Metallinhaltes auf die Wage gebracht werden, was offenbar die Gewichtszunahme weder dem Feuerwesen noch einem anderen, außerhalb der Retorte befindlichen Stoffe zuschreiben lasse; daß bei jeder Verkalkung des Zinns die Gewichtszunahme dem Gewichte der absorbierten Luft genau gleich sei, ein Umstand, der die Gleichheit der spezifischen Gewichte von dem absorbierten Anteile der Luft und der atmosphärischen Luft erweise. Er glaubt nun noch diesen Schlußfolgerungen die Annahme anschließen zu können, daß der mit den Metallen bei der Verkalkung sich verbindende Anteil der Luft ein wenig schwerer, der hierbei zurückbleibende Bestandteil jedoch etwas leichter als die atmosphärische sei. Die atmosphärische Luft würde unter dieser Voraussetzung das mittlere spezifische Gewicht dieser beiden Luftarten haben.

Lavoisier ist sich bewußt, daß trotz aller Sorgfalt und Genauigkeit diese Versuche noch viel zu verlangen übrig lassen, jedoch „dies ist doch Schicksal aller derer, welche sich mit physischen und chemischen Forschungen beschäftigen, daß sie einen neuen Schritt, welcher zu tun ist, wahrnehmen, sobald sie den ersten getan haben, und sie würden dem Allgemeinen nie etwas liefern, wenn sie warten wollten, bis sie das Ende der Laufbahn erreicht hätten, welche sich nach und nach darbietet und sich in dem Maße weiter zu erstrecken scheint, in welchem sie vorwärts gehen, sie durchzustreichen“<sup>41)</sup>. Einen neuen Fingerzeig hat er aus diesen Versuchen jedoch erhalten. Der Umstand, daß ein Anteil der Luft sich mit Metallen zu Kalken verbindet, der andere Teil derselben Luft jedoch hierbei völlig unbetheilt bleibt, bringt ihn auf die Mutmaßung, daß die Luft der Atmosphäre keine einfache Luft, sondern aus sehr verschiedenen selbständigen Stoffen zusammengesetzt sei. Ohne die Resultate einer Arbeit über Verkalkung und Reduktion des Quecksilbers vorwegzunehmen, glaube er doch mitteilen zu können, daß die Luft der Atmosphäre



nicht ganz zum Atmen tauglich, vielmehr nur durch den Bestandteil hierzu befähigt sei, der sich mit den Metallen bei der Verkalkung verbinde. Der bei dem letzteren Vorgange übrig bleibende Bestandteil sei eine Art Stickluft (mofette), die weder Atmung der Tiere noch Entzündung der Stoffe unterhalten könne. Doch es scheint ihm „nicht allein die Luft des Dunstkreises offenbar aus zwoen Federhaften Flüssigkeiten, von sehr verschiedener Beschaffenheit, zusammengesetzt zu seyn“, er vermutet auch, „daß die schädliche und stickluftige Luft selbst sehr zusammengesetzt sey“<sup>42)</sup>.

Vergleicht man die vorliegende Abhandlung, die tatsächlich erst im Jahre 1777 erschien, jedoch in den Memoiren der Akademie für das Jahr 1774 aufgenommen ist, mit dem „umständlichen Auszuge“ welchen Lavoisier in der öffentlichen Sitzung der Akademie vorgelesen, und „welcher im Journale des Hn. Abbé Rozier abgedruckt worden ist“<sup>43)</sup>, so fällt sofort auf, daß in der Zwischenzeit (1774 bis 1777) wesentliche Aenderungen vorgenommen worden sind. In dem älteren Auszuge spricht er durchaus nicht von einem atembaren Luftbestandteile, der sich bei der Kalzination der Metalle binde, er gebraucht vielmehr Ausdrücke, die direkt auf „air fixe“ (Kohlensäure) deuten. Bei der Kalzination werde, wie er darlegt, der Luft der in ihr enthaltene „Partie fixable“ oder besser ausgedrückt „la partie acide“ entzogen. Daß ihm stets die Kohlensäure als verkalkendes Prinzip vorgeschwebt haben muß, geht unzweifelhaft aus seinen Laboratoriumsaufzeichnungen hervor, wo<sup>44)</sup> angeführt ist, daß er sogar noch im März des Jahres 1775, bei der Reduktion des roten Quecksilberoxydes durch einfaches Erhitzen, eine Entwicklung von Kohlensäure erwartete.

Welchen Anteil an der Erfassung dieser seiner Kenntnisse über die Erscheinungen der Verkalkung und Verbrennung haben nun die gleichzeitigen Forschungen anderer Autoren?

Lavoisier hatte einen Auszug seiner Versuchsergebnisse am 12. November 1774 in der Akademie gelesen. In einem vom 30. September 1774 datierten, zwischen den Papieren Lavoisiers gefundenen Brief Scheeles<sup>45)</sup>, ersucht ihn dieser, er möge für ihn Silberkarbonat mit der großen Linse erhitzen, er selbst besitze keine solche. Das hierbei entwickelte Gas müsse bei seinem Gehalte an fixer Luft vorher von dieser durch Stehenlassen der Glocke über Kalkwasser befreit werden: „C'est par ce moyen que j'espère que vous verrés combien d'air se produit pendant cette réduction, et si une chandelle allumée pouvait soutenir la flamme et les animaux vivre là dedans. Je vous serai infiniment obligé, si vous me faites savoir la résultat de cet

expériment<sup>46)</sup>. Obwohl man keinen Nachweis dafür hat, daß Lavoisier diesen Versuch wirklich ausgeführt hat, ist dies höchst wahrscheinlich schon aus dem Grunde, da er Scheele als bedeutenden Chemiker wohl zu schätzen wußte. Lavoisier mußte also bei seinen im November desselben Jahres zu anderen Zwecken (s. weiter unten) angestellten Brennglasversuchen mit einem Gase bekannt geworden sein, das die Eigenschaft des reinen Sauerstoffs zeigte.

Zu demselben Ziele wurde er aber auch durch die später zu besprechenden Versuche Bayens und besonders durch persönliche Versuchsmittelungen Priestleys geführt. Priestley hatte am 1. August 1774 Mercurius praec. per se (über Quecksilber) mittels einer großen Brennlinse erhitzt und hierbei ein die Verbrennung lebhaft unterhaltendes Gas erhalten<sup>47)</sup>. Im Oktober 1774 kam er mit Lord Shelburne nach Paris und war hier bei Lavoisier, in Gesellschaft mit le Roy, Macquer und anderen französischen Chemikern, zu Tische geladen. Wie er selbst angibt<sup>48)</sup>, erzählte er bei dieser Gelegenheit von diesem soeben von ihm entdeckten Gase und dessen merkwürdigen Eigenschaften. Priestley teilte in dieser Gesellschaft auch mit, woraus er diese Luftart erhalten hatte.

Von der Kenntnis dieser ihm mitgeteilten und bekannt gewordenen Resultate Anderer erwähnt Lavoisier in seiner eben betrachteten Abhandlung nichts. Er erkennt aber mit seinem scharfen Blicke sofort, daß sich hier Aussicht auf Lösung des Problems der Verkalkung, in ihrer Abhängigkeit von der Luft, bieten müsse. Er macht sich eilends, schon Anfang November, an Versuche mit dem Praecipitatum per se. Mit größerer Sorgfalt werden diese (gemeinschaftlich mit Trudaine) am 28. Februar, 1. und 2. März desselben Jahres in dem Laboratorium de Montignys fortgesetzt und am 31. März, in Gegenwart des Herzogs de la Rochefoucault, Trudaines, de Montignys, Macquers und Cadets, von neuem wiederholt. Die Resultate wurden in der „Abhandlung von der Beschaffenheit des Grundstoffes, welcher sich mit den Metallen während ihrer Verkalkung verbindet und ihr Gewicht vermehrt“ veröffentlicht. Sie wurde in der Sitzung der Akademie der Wissenschaften am 26. April 1775 vorgelesen und am 8. August 1778 nochmals vorgelesen. Vor der zweiten Verlesung wurde sie nochmals durchgesehen und in einigen wesentlichen Punkten umgeändert. In ihrer ursprünglichen Form findet sich diese Abhandlung in Roziers Journal<sup>49)</sup> in der redigierten Fassung in den im Jahre 1778 für das Jahr 1775 erschienenen Memoiren der Akademie<sup>50)</sup>.

Er beginnt mit der Fragestellung: „Gibt es verschiedene Arten von Luft? Ist es, eine Art von Luft auszumachen, hinlänglich, daß ein Körper in einem dauerhaften Stande der Ausdehnbarkeit (expansibilité) befindlich sey? Sind endlich die verschiedenen Luftarten, welche die Natur uns darbietet oder zu deren Erzeugung wir gelangen, besondere selbständige Stoffe oder Abänderungen des Dunstkreises?“<sup>51)</sup> Er will sich hier jedoch nicht mit diesem umfassenden Gegenstande im ganzen, sondern nur mit einem einzelnen Falle beschäftigen; er will nachweisen, daß der Grundstoff, welcher sich mit den Metallen bei der Verkalkung vereinigt, ihr Gewicht vermehrt und sie in den Kalk überführt, weder ein Bestandteil der Luft noch eine besondere in der Luft vorhandene Säure, sondern die Luft als Ganzes, ohne Veränderung, ohne Zersetzung sei<sup>52)</sup>, und zwar erweise sich die aus dieser Verbindung wieder freigemachte Luft als reiner, atembarer, zur Unterhaltung und Verbrennung geeigneter als die der Atmosphäre.

Die meisten Metallkalke würden nur durch unmittelbare Berührung mit kohligem Stoffen oder durch Substanzen, welche das „was man Phlogiston nennt“ enthalten, reduziert. In dem richtigen Verhältnisse zugegeben, verschwinde aber die Kohle, woraus folge, daß die bei der Reduktion entbundene Luft keine einfache Substanz, sondern eine Verbindung gewissermaßen der vom Metalle und von der Kohle entbundenen elastischen Flüssigkeit sei. Diese Betrachtungen hätten ihn zwecks „Aufdeckung des Geheimnisses der Wiederherstellung der Metallkalche“ veranlaßt mit Metallkalcken zu operieren, welche sich ohne Zusatz anderer Stoffe reduzieren ließen. Die Eisenkalke hätten diese Eigenschaft wohl gezeigt, doch hätte er bei der Reduktion derselben keine Gewißheit gehabt, ob er die Erscheinungen der unter der Glasglocke angesammelten Luft, andererseits der bei der Versuchsanstellung a priori mit vorhandenen atmosphärischen, möglicherweise der aus dem Eisenkalke entbundenen Luft oder aber der Verbindung beider zuschreiben sollte. Lavoisier experimentiert daher mit einem Quecksilberkalke, der diese Nachteile nicht zeige. Er will sich zunächst überzeugen, ob der Mercurius praec. per se, der rote Präzipitat, zu der Klasse der Metallkalke zu rechnen ist, ob er als solcher mit „Phlogiston, um mich des traditionellen Ausdruckes zu bedienen“, die nämliche Luftart wie die übrigen Metallkalke gäbe. Er reduziert nun den Kalk mit Kohle in einer kleinen Retorte und erhält dabei ein Gas, das sämtliche Eigenschaften der „fixen Luft“ zeige, wie sie auch bei dem Reduktionsprodukte der Mennige mit Kohlenstaub, bei dem mit Säuren aus

Kalkerdstein und kohlen sauren Alkalien mit Säuren entweichenden Gase, bei dem durch Gärung aus den Gewächsstoffen u. s. w. entweichenden Gase zu beobachten seien, nämlich: 1. Löslichkeit in Wasser beim Schütteln; dieses Wasser zeige alle Eigenschaften der Sauerbrunnen und ähnlicher Wässer; 2. Letale Wirkung dieses Gases auf Tiere in einigen Sekunden; 3. Verlöschen der Kerzen und überhaupt aller brennbaren Körper; 4. Fällung von Kalkwasser; 5. Absorption in Laugen, denen es seine kaustischen Eigenschaften hierbei nehme.

Nun geht Lavoisier an die Reduktion des Quecksilberkalkes, ohne jeden Zusatz. Er erhitzt in ganz kleinen Retorten (mit sehr langen, schmalen Hälsen) und fängt das entwickelte Gas über Wasser auf. Aus 1 once Quecksilberkalk erhielt er so 7 gros 18 grains Quecksilber (90,7%, berechnet 92,6%) und 78 pouces cubiques<sup>53)</sup> Gas (= 154 ccm; für trockenen Sauerstoff bei 0° und 760 mm berechnen sich 1585 ccm). Hieraus folge, angenommen daß aller Gewichtsverlust des Quecksilberkalkes der entwichenen Luft zuzuschreiben sei, daß jeder Kubikzoll derselben etwas weniger als  $\frac{2}{3}$  eines Granes wiegen müsse, welches dem spezifischen Gewicht der Luft sehr nahe käme. Mit der erhaltenen Gasmenge stellt er Versuche an, und er findet mit „vieler Bestürzung“<sup>54)</sup> (s. oben S. 21, auch Anm. 44), daß sie durch Wasser nicht absorbierbar sei; daß sie Kalkwasser nicht fälle, sondern nur auf eine beinahe unmerkliche Art trübe; daß sie weder durch fixe noch durch flüchtige Alkalien gebunden würde, und diesen ihre kaustischen Eigenschaften nicht nehme; daß sie Metalle wieder zu verkalken vermöge, und daß endlich ihr Volumen durch  $\frac{1}{3}$  Volumteil Stickoxyd ebenso wie atmosphärische Luft vermindert würde; kurz, die erhaltene Luftart besitze keine Eigenschaft der fixen Luft. Nicht nur, daß sie auf Tiere nicht tödlich wirke, zeige sie sich zum Atmen tauglicher, ebenso unterhalte sie die Verbrennung von Kerzen und Flammen lebhafter als gewöhnliche atmosphärische Luft. Lavoisier ist darum davon überzeugt, daß diese Luft nicht allein gewöhnliche, ja sogar weit reinere Luft als die in der wir leben, sei. Es schein ihm erwiesen, daß der Grundstoff, welcher sich bei der Verkalkung mit den Metallen verbinde und ihr Gewicht vermehre, nichts anderes sei als der reinste Anteil der uns umgebenden Luft, der hierbei aus dem fluidalen in den starren Zustand übergehe. Wenn man nun diese reinste Luft, bei Reduktionen von Metallen mit Kohle, als fixe Luft erhalte, so rühre dies von einer Verbindung der Kohle mit dem reinen Anteile der Luft her, und es sei sehr wahrscheinlich, daß alle Metallkalke nur gewöhnliche Luft geben würden.

wenn man sie, wie den Quecksilberkalk, ohne jeden Zusatz reduzieren könnte. Alles von der Luft der Metallkalke Gesagte lasse sich auch auf die aus Salpeter durch Verpuffen gewonnene Luftart anwenden. Man wisse, daß diese Luft größtenteils sich wie die fixe Luft verhalte; da nun aber die Verpuffung des Salpeters nur bei Gegenwart von Kohle oder von anderen Körpern, welche „Brennbares“ enthalten, stattfinden könne, so müsse man annehmen, daß eine Umwandlung der in dem Salpeter enthaltenen gemeinen oder atmosphärischen Luft in fixe Luft erfolgt sei. Die Tatsache, daß gemeine Luft durch ihre Vereinigung mit Kohle fixe Luft ergebe, lasse zwar die natürliche Schlußfolgerung ziehen (wie es Priestley getan), daß die fixe Luft nichts anderes sei als eine Verbindung der gemeinen Luft mit Phlogiston; bei aller Wahrscheinlichkeit spreche jedoch viel dagegen. Die Frage müsse noch unentschieden bleiben, er hoffe aber bald die Gründe für diese seine Zweifel vorlegen zu können.

Aus dieser Uebersicht über die Lavoisiersche Abhandlung in ihrer ursprünglichen Form erhellt sein Standpunkt im April 1775: daß es atmosphärische Luft als Ganzes in ihrer möglichst reinsten Form sei, welche die Verkalkung, Verbrennung und Respiration bedinge. Ganz anders sind nun seine Anschauungen in der 1778 (in den Memoiren der Akademie für 1775) erschienenen Abhandlung zum Ausdrucke gebracht. Da ist es nicht mehr die Luft, die als Ganzes, Unzersetztes sich mit den Metallen verbindet, sondern ihr reinstes, der Gesundheit zuträglicher Teil (*n'est autre chose que la portion de l'air la plus salubre et la plus pure*); da ist die nach seiner früheren Ansicht im Salpeter in fester Form vorhandene „*de l'air commun, de l'air atmospherique*“ nunmehr „*la portion respirable de l'air de l'atmosphère*“, also nicht mehr gemeine atmosphärische Luft, sondern „der zum Atmen taugliche Anteil der Luft des Dunstkreises“<sup>55</sup>), welcher einer der Bestandteile der Salpetersäure sei; da geben die Metallkalke fast insgesamt, wie *Mercurius praec. per se* bei der Reduktion ohne Zusatz, nicht mehr „*de l'air commun*“, sondern „*de l'air éminemment respirable*“; da erfolgt beim Verpuffen des Pulvers nicht mehr eine Umwandlung „*de l'air commune en air fixe*“, vielmehr ist der Fall „*l'air fixe est le résultat de la combination de la partie éminemment respirable de l'air avec le charbon*“; da ist die unsichere Frage, ob die fixe Luft im Sinne Priestleys eine Verbindung der gemeinen Luft mit Phlogiston wäre, bestimmt dahin beantwortet, daß die fixe Luft eine Verbindung der zum Atmen tauglichen Luft mit Kohle sei; da ist die Bemerkung, daß die Luftart des *Mercurius praec. per se*

ihr Volumen genau so wie die gewöhnliche Luft durch  $\frac{1}{3}$  Volum Stickoxydzusatz vermindere, ganz weggelassen; bloß die äußere Form und ein großer Teil des Inhaltes ist bei dieser, mit Hilfe der bis zum Jahre 1778 erworbenen Kenntnisse vorgenommenen Retouche, beibehalten worden.

Wie geschickt Lavoisier die Versuche Anderer zur Unterstützung seiner eigenen Behauptungen heranzuziehen weiß, geht aus seiner am 20. April 1776 in der Akademie gehaltenen Vorlesung: „Memoire sur l'existence de l'air dans l'acide nitreux et sur les moyens de décomposer & de recomposer cet acide“<sup>56)</sup> hervor, wo er im Gegensatz zu seiner sonstigen Gepflogenheit ausdrücklich anerkennt, daß unter den in dieser Abhandlung vorkommenden Versuchen, wenn man es genau nehmen wolle, kein einziger sei, von welchem sich Priestley nicht den ersten Gedanken zueignen könnte. „Da“ — meint er — „uns die nämlichen Tatsachen aber auf einander gerade entgegengesetzte Schlußfolgerungen geführt haben, so hoffe ich, daß man mir wenigstens nicht das Eigentum der Folgerungen streitig machen wird, wenn man mir auch vorwerfen wollte, Beweise aus den Schriften dieses berühmten Naturkündigers entlehnt zu haben“<sup>57)</sup>.

In dieser Abhandlung treten Lavoisiers Ansichten über die Zusammensetzung der Luft deutlicher hervor. Unter Bezugnahme auf seine in den Opusc. phys. et chim. dargestellten Versuche über die Verbrennung des Kunkelschen Phosphors im abgesperrten Luft- raume, wo er aus der  $\frac{1}{3}$  ausmachenden Volumabnahme einerseits und der Gewichtszunahme des Phosphors anderseits die Schlußfolgerung gezogen habe, daß die hierbei entstandene Phosphorsäure zum Teil aus Luft oder wenigstens aus einem in der Luft befindlichen luftförmigen Stoffe bestehe, wird er bei der ferneren Analogie der Schwefelsäurezusammensetzung auf die Vermutung gebracht, daß überhaupt alle Säuren größtenteils aus Luft beständen und sich nur durch die Verschiedenheit der zu dieser Luft sich beigesellenden Grundstoffe voneinander unterschieden. Diese ziemlich wahrscheinliche Mutmaßung sei bei der Anwendung der Erfahrung auf die Theorie in dem Sinne bestätigt worden, daß es nicht die Luft allein, sondern der reinste Teil der Luft sei, der sich in der Zusammensetzung aller Säuren ohne Ausnahme finde, und daß diese Luft den Säuren ihren Charakter verleihe. An der Salpetersäure zunächst wolle er nun seine Betrachtungen der Prüfung unterziehen.

Lavoisier analysiert die Salpetersäure, indem er in ihr Quecksilber löst und die entwickelten Gasmengen auffängt. Nach dem

Aufhören der spontanen Gasentwicklung und Lösen des gesamten Hg erhitzt er in demselben Gefäß, und erhält dabei eine frische Gasentwicklung, bis das Quecksilber wieder in metallischer Form erscheint (das bis auf wenige grains genau wiedergewonnen wurde). Die letzten Anteile der Gasentwicklung enthalten Luft von größerer Reinheit als die der gewöhnlichen Luft, es sei dieselbe Luftart, welche er aus dem Mercurius praec. per se dargestellt und die Priestley aus vielen Stoffen mit Salpetersäure erhalten habe. „Zu gleicher Zeit war das Quecksilbersalz (Merkuro- und Merkurinitrat) zu einem schönen roten Niederschlage geworden, und wie ich fortfuhr, es bei einer gemäßigten Stufe des Feuers zu treiben, so erhielt ich von demselben in einer Zeit von 7 Stunden 224 Würfelzolle einer viel reineren Luft als die gemeine ist, in welcher Lichter mit einer viel größeren, breiteren und lebhafteren Flamme brannten, und welche ich nicht verkennen konnte, sondern allen ihren Merkmalen nach für die nämliche halten mußte, welche ich (sic!) aus dem unter der Benennung des Quecksilberniederschlags vor sich bekannten Quecksilberkalke erhalten hatte, und welche Herr Priestley aus sehr vielen Stoffen durch die Behandlung mit dem Salpetergeiste erhalten hat“<sup>58)</sup>. Hier schon, und nicht wie Hermann Kopp annimmt<sup>59)</sup> erst 1782, findet sich die Beanspruchung der selbständigen Entdeckung des Sauerstoffes.

Noch auffälliger und unangenehmer empfindet man dieses skrupellose Vorgehen gerade bei der Frage über die Entdeckung des Sauerstoffes, wenn man die Bemerkung Lavoisiers in seiner 1785 (für das Jahr 1782) erschienenen „Abhandlung über ein Mittel, die Wirkungen des Feuers oder der Wärme bei chemischen Operationen beträchtlich zu vermehren“ liest, wo es heißt: „Man wird sich erinnern, daß ich in der Ostersitzung 1775 dem Publikum die Entdeckung einer neuen Luftart ankündigte, die ich einige Monate vorher mit Herrn Trudaine in dem Laboratorium zu Montigny gemacht hatte, eine Luftart, welche damals noch ganz unbekannt war, und die wir durch die Reduktion des Mercurius praec. per se erhalten hatten. Herr Priestley, der diese Luftart beinahe zu gleicher Zeit mit mir entdeckte, und ich glaube selbst noch wohl vor mir und sie vorzüglich durch die Verbindung der Mennige und verschiedener anderer metallischen Substanzen mit der Salpetersäure erhielt, nennt sie dephlogistische Luft, aber da spätere Versuche lehrten, daß sie allein das Leben der Tiere, welche Atem holen, unterhalten könne, so nannte sie der Verfasser der Histoire de l'Acad. und nach ihm die meisten Chemisten Lebensluft“<sup>60)</sup>.

Aus diesen Worten erhellt so recht deutlich die Unverfrorenheit, mit der Lavoisier sich zu den Entdeckungen anderer Forscher zu stellen vermochte. Er habe das Gas aus Mercurius praec. per se, Priestley aber „aus sehr vielen Stoffen durch die Behandlung mit dem Salpetergeiste“ gewonnen! Hatte nun nicht Priestley persönlich, in Gegenwart von anderen französischen Chemikern, Lavoisier von der Darstellung dieses Gases aus eben diesem Mercurius praec. per se berichtet? Lavoisier hatte diese Tatsache stets verschwiegen, hier aber geradezu die tatsächlichen Verhältnisse mit Bewußtsein unwahr dargestellt.

Nachdem Lavoisier — um seine obige Abhandlung weiter zu verfolgen — die Salpetersäure analysiert hat, bestätigt er seine Anschauung durch die Synthese der Säure, indem er Salpeterluft mit „reiner Luft“ bei Gegenwart von Wasser mischt. Hierdurch beweist er das Vorhandensein „der Luft oder vielmehr einer reinen und (wenn es erlaubt ist, sich dieses Ausdrucks zu bedienen) luftigeren (plus air) als die gemeine Luft in derselben“. Als Stütze für seine Ansicht dient ihm noch die Beobachtung, daß weder der Salpeterluft (Stickoxyd) noch der reinen Luft (Sauerstoff) saure Eigenschaften zukommen. Bei seiner Salpetersäuresynthese (22 Volumteile Stickoxyd mit 12 Teilen Sauerstoff) erhielt er eigentlich Stickstoffdioxyd, das sich in Wasser sofort zu einer sauren Flüssigkeit löste und mit Kali angeblich wahren Salpeter gab, alles Reaktionen, die ihm notgedrungen als für die Salpetersäure charakteristisch erscheinen mußten. Um konzentrierte Salpetersäure bei dieser Synthese erhalten zu können, nimmt er die Mischung der beiden Gasbestandteile über Quecksilber vor, auf dem eine kleine Lage Wasser schwimmt. Je nach der angewandten Wassermenge sei die Säure mehr oder weniger konzentriert gewesen. Diese Versuchsanstellung müsse rasch erfolgen, da die entstehende Säure das Quecksilber unter Salpeterluftentwicklung angreife, was ein neuer Beweis für seine Ansicht über die Zusammensetzung der Salpetersäure sei. Statt der reinen Luft könne man ferner zu diesem Versuche auch gewöhnliche atmosphärische Luft nehmen, es sei aber eine viermal größere Menge von derselben erforderlich. Während hierbei die gesamte Salpeterluft verbraucht oder besser kondensiert werde, werde von der angewendeten Menge der atmosphärischen Luft nur  $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{5}$  verbraucht und der dabei zurückbleibende Teil sei zur Unterhaltung der Verbrennung oder Respiration nicht mehr fähig. Somit wäre auch fernerhin erwiesen, daß die Luft, welche wir einatmen, nur  $\frac{1}{4}$  wirklicher Luft (véritable air) enthielte, und daß diese Luft in unserer



Atmosphäre mit 3—4 Teilen einer schädlichen Luft, einer Art Stickluft (mofette), gemischt sei, welche letztere bei einer etwas beträchtlichen Menge die meisten Tiere töten würde. Die folgenschweren Wirkungen des „Kohlendampfes“ auf die Luft, sowie eine Menge anderer Luftarten lassen die Atmosphäre gerade an der Grenze scheitern, an welcher sie den Tieren bereits schädlich würde.

Ob bei diesen Vorgängen Phlogiston in Frage komme, wagt Lavoisier bei der Wichtigkeit der Frage nicht zu entscheiden; da aber das angewandte Quecksilber nach Beendigung der gesamten Gasentbindung in genau derselben Menge, wie zu Anfang vorhanden sei, so deute nichts darauf hin, daß dieses Metall Phlogiston aufgenommen oder abgegeben habe, wofür man nicht behaupten wolle, daß das zur Reduktion des Quecksilbers etwa erforderliche Phlogiston durch die Gefäße gedrungen sei. Ein solches Phlogiston wäre aber von dem Stahls und seiner Schüler verschieden, es ginge auf den Grundstoff des Feuers zurück, auf den in den Körpern gebundenen Feuerstoff, eine Lehrmeinung, die von dem Stahlischen Lehrgebäude abführe und dazu noch älter als dieses sei. Zum Schlusse wendet sich Lavoisier gegen die Ansichten Priestleys, dem er übrigens die Ehre für das Interessante in der vorliegenden Abhandlung zuerkennt. Die Luft enthalte nicht (wie Priestley meine) Salpetersäure, sondern umgekehrt die Salpetersäure enthalte Luft und „diese einzige Bemerkung gebe den Schlüssel zu sehr vielen Versuchen, welche in dem 3., 4. und 5. Abschnitte des 2. Bandes des Herrn Priestley enthalten sind“.

Einen weiteren Ausbau der Verbrennungstheorie Lavoisiers bedeutet die am 16. April 1777 verlesene Abhandlung „Ueber die Verbrennung des Kunckelschen Phosphors und die Beschaffenheit der Säure, welche durch diese Verbrennung entsteht“<sup>61</sup>). Er weist hier nochmals auf seine früheren Versuche über denselben Gegenstand hin, daß die Verbrennung des Phosphors mit einer Luftabsorption und Gewichtsvermehrung des Phosphors verbunden sei. In einem abgeschlossenen Volumen atmosphärischer Luft verschwinde nur  $\frac{1}{5}$  dieser Luft, während  $\frac{4}{5}$  eines anderen Gases zurückblieben. Diese restierende Luftart sei nicht dichter als die atmosphärische Luft, ihre Dichte hätte sogar eher ab- als zugenommen. Völlig von der Beschaffenheit einer Stickluft (moufette), könne sie weder Atmung der Tiere, noch Verbrennung oder Entzündung unterhalten; er nenne sie daher Stickluft der Atmosphäre (Moufette atmosphérique). Diese Luft werde, mit ebenso viel aus Blei- oder Quecksilberkalk dargestellter

dephlogistisierter oder besonders atembarer Luft vermischt, als beim Verbrennen absorbiert worden, wieder zum Atmen tauglich und erhalte überhaupt die Eigenschaften wieder, die sie vor der Verbrennung gezeigt.

Aus diesen Versuchen mit Phosphor und analogen mit Schwefel macht nun Lavoisier Rückschlüsse auf die Zusammensetzung der Atmosphäre. Er stellt die Behauptungen auf, daß die atmosphärische Luft sich, wie er es schon verschiedene Male vorausgesagt habe, aus ungefähr  $\frac{1}{4}$  dephlogistisierter oder zum Atmen tauglicher und  $\frac{3}{4}$  schädlicher Stickluft, von unbekannter Beschaffenheit, zusammensetze; daß der Phosphor beim Verbrennen nur auf den vorzüglich zum Atmen tauglichen Anteil der atmosphärischen Luft wirke, ohne die Stickluft irgendwie zu tangieren, weshalb man diese Luft als einen bei der Verbrennung bloß passiv sich verhaltenden Stoff anzusehen habe; daß endlich die Vitriol- und Phosphorsäure über die Hälfte ihres Gewichtes aus besonders atembarer Luft bestehe.

Lavoisier hatte bisher seine Verbrennungstheorie nur auf die Fälle angewandt, wo bei der Absorption des Sauerstoffes während der Kalzination keine gasförmigen Verbrennungsprodukte auftraten. Angeregt durch die Versuche Priestleys<sup>62)</sup>, über die Wirkung der Luft bei der Respiration, der „durch sehr scharfsinnige und sehr kitzliche Versuche einer ganz neuen Gattung zu beweisen gesucht, daß das Atmen der Tiere die Eigenschaft besäße, die Luft, wie die Verkalkung der Metalle und verschiedene andere chemische Prozesse, zu phlogistisieren und daß sie nur erst in dem Augenblicke zum Atmen tauglich zu sein aufhörte, da sie mit Brennbarem (Phlogiston) überladen und gewissermaßen gesättigt würde“<sup>63)</sup>, beschäftigt er sich mit Versuchen über die Atmung der Tiere. In seinem berühmten Vortrag vom 3. Mai 1777<sup>64)</sup> wendet er sich gegen die Ansichten Priestleys, die er mit vielen Erscheinungen im Widerspruche findet, und kommt auf Grund seiner eigenen Ansichten zu einem diametral entgegengesetzten Resultate.

Er erhitzt zunächst in einem durch Quecksilber abgesperrten Luftvolumen eine bestimmte Menge Quecksilber 12 Tage und Nächte lang und findet hierauf eine Kontraktion von  $\frac{1}{6}$  des ursprünglichen Volumens und einen zur Einatmung, Verbrennung und zur Reaktion mit Stickoxyd ungeeigneten Luftrückstand. Der entstandene rote Quecksilberkalk liefere bei der durch bloße Hitze bewirkten Reduktion fast genau so viele Luft zurück als das Quecksilber aufgenommen habe. Durch Zumischung dieser Luft zu der bei der Kalzination des

Quecksilbers zurückgebliebenen Luftart erhalte man die gemeine atmosphärische Luft in genau demselben Zustande wieder wie vor ihrer Dekomposition bei der Verkalkung des Quecksilbers. Daraus ergäben sich die strikten Beweise, daß  $\frac{5}{6}$  der atmosphärischen Luft als Stickluft zur Unterhaltung des Atmens der Tiere, der Entzündung und Verbrennung der Körper untauglich seien; daß bloß  $\frac{1}{6}$  der Atmosphäre der Atmung dienen könne; daß Quecksilber bei der Verkalkung nur diesen heilsamen Teil der Luft absorbiere und hierbei Stickluft übrig lasse; daß man endlich durch Vermischung dieser beiden Luftbestandteile wiederum atmosphärische Luft erhalte.

Diese Verhältnisse bei der Verkalkung der Metalle fänden auch auf die Vorgänge bei der Tieratmung statt. Ein Sperling, der in ein durch Quecksilber abgesperrtes Luftvolumen von 31 Würfelzollen gebracht werde, erleide in etwa einer Stunde den Tod. Das Volumen der Luft kontrahiere sich hierbei nur ganz unbedeutend, höchstens um  $\frac{1}{60}$  des Ganzen. Die zurückbleibende Luft sei aber von der atmosphärischen Luft verschieden, sie lösche Flammen aus und werde durch Salpeterluft nicht beeinflusst, und scheine überhaupt sonst der beim Verkalken des Quecksilbers zurückbleibenden Luftart sehr ähnlich. Sie unterscheide sich aber von jener anderen Stickluft dadurch, daß sie Kalkwasser fälle und ihr Volumen mit kaustischem Alkali zur Kontraktion bringe. Der nach dieser Behandlung von der Luftart zurückbleibende Gasrest erweise sich nunmehr als völlig identisch mit dem bei der Verkalkung von Quecksilber zurückbleibenden Luftückstande.

Die durch das Atmen verdorbene Luft könne in der Weise wieder regeneriert werden, daß man ihr erstens durch Kalk oder Aetzalkali die fixe Luft (oder wie er sie nun nennt, die luftförmige Kreidensäure, *acide crayeux aëriforme*) entziehe und zweitens die verlorene Menge zum Atmen vorzüglich taugender oder dephlogistisierter Luft wieder zufüge. Notwendigerweise müsse der Atemprozeß das Umgekehrte dieser beiden Stufen bedeuten, wobei zwei Möglichkeiten der Erklärung sich ergäben: entweder werde der atembare Teil der Luft beim Durchgange durch die Lungen in luftförmige Kreidensäure ( $\text{CO}_2$ ) verwandelt, oder aber es finde dort lediglich ein Austausch der eingeatmeten heilsamen Luft gegen ein ungefähr gleiches Volum dieser Kreidensäure statt. Wenn die Erfahrung zwischen diesen beiden Schlußfolgerungen noch keine Entscheidung gestatte, so spreche für die erstere Möglichkeit der Umstand, daß die vorzüglich zum Atmen taugliche Luft durch einen Zusatz von Kohlenstaub ganz und gar

in luftförmige Kreidensäure verwandelt werden könnte, wogegen die zweite Ansicht darin eine Stütze finde, daß viele Stoffe durch ihre Verbindung mit der atembaren Luft eine rote Farbe erhielten, wie z. B. Quecksilberkalk, Mennige und Colcothar (Totenkopf). Es ließe sich nun aus der roten Farbe des Blutes vielleicht schließen, daß genau so wie beim Quecksilberkalke und der Mennige die Röte des Blutes von der Verbindung der vorzüglich zum Atmen tauglichen Luft oder „von der Verbindung des Grundteils, der vorzüglich zum Atmen tauglichen Luft“<sup>65)</sup> herrühre.

Ob nun beim Atemprozeß der eine oder der andere Vorgang tatsächlich stattfindet oder aber, wie Lavoisier eher anzunehmen geneigt ist, beides zugleich erfolge: als Tatsachen seien erwiesen, daß durch das Atmen nur der reine, vorzüglich zum Atmen taugliche Anteil der atmosphärischen Luft in Reaktion gezogen werde, wogegen der stickluftige Teil als lediglich passiver Bestandteil die Lungen unvermindert und unangegriffen passiere; daß die Verkalkung von Metallen in einem gegebenen Volumen von Luft nur bis zur Erschöpfung des zum Atmen tauglichen Luftbestandteiles gehe; daß Tiere in einem abgeschlossenen Luftvolumen nach Aufnahme des größten Teiles jenes zum Atmen tauglichen Luftanteiles oder Umwandlung in luftförmige Kreidensäure und nach Hinterlassung des Luftrestes als Stickluft, zu Grunde gehen; und daß endlich die nach der Verkalkung der Metalle zurückbleibende Stickluft von der beim Atmen der Tiere restierenden Luft keineswegs verschieden sei, sofern nur die letztere von der luftförmigen Kreidensäure befreit werde.

Die Verfolgung der Arbeiten Lavoisiers bis zu diesem Zeitpunkte, die etwas eingehender zu besprechen nötig erschien, um ein Bild von der Arbeits- und Denkweise dieses Mannes zu gewinnen, zeigt nirgends, daß er bisher von der Phlogistontheorie Abstand genommen hätte. Erst in der 1777 erschienenen „Abhandlung von dem Verbrennen der Lichter, in der Luft des Dunstkreises und in der, vorzüglich zum Atmen tauglichen Luft“<sup>66)</sup> erklärt er, daß er im Begriffe sei, „Stahls Lehre vom Brennbaren durch eine Reihe von Versuchen zu bestreiten“<sup>67)</sup>. Bedenkt man, daß Lavoisier seit 1765 sich mit der Chemie selbständig zu beschäftigen anfang, so ergibt sich, daß es doch eines, wenn auch verhältnismäßig sehr kurzen Zeitraumes von etwa 12 Jahren bedurfte, um in ihm ernsthafte Zweifel an den phlogistischen Lehren aufkommen zu lassen. Es ist also lediglich

Fiktion, wenn von den Lobrednern Lavoisiers<sup>68)</sup> mit großem Pathos der Glaube zu erwecken gesucht wird, daß Lavoisier von Anfang an sich die Aufgabe gestellt hätte, an Stelle des phlogistischen Lehrgebäudes ein neues zu errichten, als ein Forscher, der nie von den phlogistischen Lehren befangen gewesen sei. Ebenso wenig plausibel erweist sich die Auffassung, daß Lavoisier darum zur Bezweifelung und Verwerfung der Phlogistontheorie geführt wurde, weil er „kein Chemiker“ gewesen sei (Volhard)<sup>13)</sup>.

Eine kurze Uebersicht über die Stellungnahme Lavoisiers zu der Phlogistontheorie im Laufe dieser 12 Jahre wird am deutlichsten zeigen, wie er, ursprünglich Phlogistiker, erst allmählich von diesem System abkam:

In seiner ersten, 1768 von der Akademie zu Paris gelesenen Abhandlung über die „Untersuchung des Gipses“<sup>69)</sup>, spricht er von „dem Brennbar (Phlogiston) der Kohlen oder der brenzlichten Oele des Holzes“, ohne sich etwa zweifelnd über die Existenz des Phlogistons auszulassen.

In seinen Ausführungen (1772) über Elementarfeuer<sup>70)</sup> bemerkt er wohl, daß das Wesen des Phlogistons nicht völlig erkannt sei, doch läßt sich hieraus und aus den anderen Darlegungen auch nicht im entferntesten etwa eine Bestreitung der Existenz jenes Phlogistons herauslesen.

Seine Versuche zur „Verfrischung der Mennige in einem Flintenlaufe“ [siehe oben S. 15] (1774) mittels Kohle lassen ihn (nachdem er nicht entscheiden will, ob die Kohle oder „kohlichten“ Stoffe überhaupt dazu dienen, „wie die Schüler des Herrn Stahl meinen, den Metallen das verlorene Brennbar wieder zu geben,“ oder ob sie in die Zusammensetzung der „elastischen Flüssigkeit“ [der entstandenen  $\text{CO}_2$ ] eingehen) vermuten, daß die „hauptsächlichste Bestimmung der Kohle in allen kohlichten Stoffen, welche zu den Wiederherstellungen (Reduktionen) angewandt werden, die sein würde, der gebundenen elastischen Flüssigkeit das Brennbar (Phlogiston), das Feuerwesen, und zu gleicher Zeit die davon abhängende Schnellkraft wieder zu geben“. Und er betont da weiter, daß „wie abstimmt diese Meinung auch von der Stahlschen zu sein scheinen mag“, diese sich „doch vielleicht mit derselben vereinbaren“ lasse. Man kann hieraus ersehen, daß er sich zur Zeit durchaus nicht so sicher fühlt, wenn er seine von der Stahlschen Theorie abweichende Erklärungsweise darlegt.

Im Jahre 1775 vertritt er noch durchaus den phlogistischen Standpunkt, wenn er in seiner „Abhandlung von der Beschaffenheit

Speter, Lavoisier und seine Vorläufer.

des Grundstoffes, welcher sich mit den Metallen, während ihrer Verkalkung verbindet und ihr Gewicht vermehrt<sup>49)</sup> (siehe oben S. 22) von der Reduktion der Metallkalke spricht. Als diese Abhandlung 1778 in den Memoiren der Akademie für das Jahr 1774 gedruckt wurde, ist da, wie wir oben (S. 25) verfolgt haben, seine Anschauung mit Hilfe der bis dahin gewonnenen Erkenntnisse eine wesentlich andere. Man findet hier nicht mehr die Sätze und Ausdrücke, die in der ursprünglichen Fassung sich auf die Anerkennung des Phlogistons bezogen.

In seinen Ausführungen (siehe oben S. 26) über das Vorhandensein der Luft in der Salpetersäure<sup>57)</sup> (1776) meint er, daß bei der Reduktion des durch Salpetersäure verkalkten Quecksilbers durch bloßes Erhitzen, nichts für die Mitwirkung des Phlogistons spreche, wofern man nicht annehmen wolle, daß jenes zur Reduktion erforderliche Phlogiston durch die Gefäßwände gedrunken sei. Dies wäre aber ein Phlogiston, das schon älteren Ursprunges sei als das Stahlsche, da es auf den Grundstoff des Feuers zurückgehe. Hier ist Lavoisier, wie wir später (S. 48—50) sehen werden, erst nach Bayen zu dieser Erkenntnisstufe gelangt.

Jetzt erst schickt sich Lavoisier an<sup>66)</sup>, die Stahlsche Phlogistontheorie zu bestreiten. In seiner „Abhandlung vom Verbrennen überhaupt“, die er im September 1777 verlas, erklärt er die Phlogistontheorie für „eine Lehrmeinung, eine willkürliche Voraussetzung, welche einige von den Erscheinungen, beim Verkalken und Verbrennen, zwar erklärt, wenn man sie einmal angenommen hat“, doch glaubt er, daß „das Stahlsche Lehrgebäude bis auf seine Grundlage erschüttert werden“<sup>72)</sup> wird, wenn er dieselben Erscheinungen auf entgegengesetzte Art, ohne Annahme eines Feuer- oder Phlogistonstoffes erklären könne. Nach seiner Anschauungsweise sei man vor allem nicht genötigt, „wie Stahl tat, zu behaupten, daß Körper, welche am Gewichte zunehmen, einen Teil ihrer Stoffe verlieren“<sup>73)</sup>. Er wiederholt jedoch hier, daß er nicht die Absicht habe an Stelle der Stahlschen Theorie „eine streng erwiesene Lehre, sondern nur eine Lehrmeinung an ihre Stelle zu setzen, welche ihm wahrscheinlicher, den Gesetzen der Natur gemäßer zu sein und nicht so gezwungene Erklärungen und weniger Widersprüche zu begreifen scheine“<sup>74)</sup>. In seiner „Abhandlung von einem besonderen Verfahren, den Phosphor, ohne Verbrennen, in Phosphorsäure zu verwandeln“<sup>75)</sup> (1780) gibt er zwar zu, daß die Verteidiger der Stahlschen Lehre für die Vorgänge bei der Einwirkung von Salpetersäure auf Phosphor eine andere „sehr annehmbare“ Erklärung hätten, und er ist „weit davon entfernt, zu behaupten,

daß sich diese Erklärung, bei dem damaligen Zustande der Kenntnisse, nicht behaupten ließe<sup>76)</sup>, doch setze sie unbewiesene Tatsachen voraus. Im übrigen habe er mit seiner neuen Lehre nur zu zeigen versprochen, daß man bei der Erklärung der chemischen Erscheinungen von der Annahme eines besonderen Grundstoffes, des Stahlischen Phlogistons, absehen könne und er hoffe, daß er sein Versprechen auch erfüllen können werde.

Die Ansichten Lavoisiers hatten trotz ihrer Klarheit und ihrer experimentellen Beweisgründe zu dieser Zeit nicht vermocht, die Phlogistontheorie ins Wanken zu bringen. Nach seiner Theorie konnte man eben nur die Verbrennungs- und Verkalkungserscheinungen ohne die unbewiesene Annahme des Phlogistons ungezwungen erklären. Zudem konnte das neue System Lavoisiers über die Bildung der Metalllösungen in Säuren unter gleichzeitiger Entwicklung von brennbarer Luft nicht so befriedigenden Aufschluß geben als die Phlogistontheorie. Man wußte, daß in allen Lösungen von Metallen in Säuren das verkalkte Metall mit der betreffenden Säure sich verbindet. Darüber herrschte durchaus kein Zweifel. Woher erhielten nun die Metalle den zu ihrer Verkalkung erforderlichen Sauerstoff und ferner, woher stammte der beim Auflösen sich entwickelnde Wasserstoff? Die Neo-Stahlianer erklärten das leicht, da für sie das Phlogiston mit dem Wasserstoff identisch war. Nach ihrer Anschauung waren Metallkalk und Wasserstoff-Phlogiston die Bestandteile der Metalle, beim Auflösen sollte einfach das Phlogiston entweichen und als brennbare Luft in Erscheinung treten. Lavoisier wußte wohl, daß diese Erklärung irrig sein mußte, da der Metallkalk schwerer ist als das aus ihm darstellbare Metall, doch vermochte er ebensowenig diese Erscheinungen in anderer Weise zu begreifen. Dazu bedurfte es erst der Erkenntnis über die Zusammensetzung des Wassers.

Lavoisier war im Sinne seiner Anschauung, daß bei jeder Verbrennung „der verbrannte Körper durch Zusatz des Stoffes, welcher sein Gewicht vermehrt, zu einer Säure werde“<sup>77)</sup>, der Ansicht, daß auch bei Verbrennung der aus wässerigen Säuren mit Metallen entwickelten brennbaren Luft eine Säure entstehen müsse. Seine (zur Feststellung der hierbei auftretenden Verbrennungsprodukte) im Herbst des Jahres 1777 und weiter im Winter 1781/82 unternommenen Versuche verliefen jedoch, da er zur Bindung der Verbrennungsprodukte Wasser und wässrige Lösungen alkalischer Stoffe anwandte, resultatlos.

Warltire, ein Verwandter Priestleys, der schon 1777 beobachtet hatte, daß in einem mit Wasser abgesperrten Luftraume ver-

brennende „brennbare Luft“ (Wasserstoff) nach dem Erlöschen Nebel zeigte, fand 1781 bei (gemeinschaftlich mit Priestley unternommenen) Explosionsversuchen von Wasserstoff-Luftgemischen, in geschlossenen Kupfer-, besonders aber Glasgefäßen, an der Innenwandung stets Feuchtigkeit, ein Umstand, der ihn in seiner schon lange vertretenen Ansicht bestärkte, daß gewöhnliche Luft infolge ihrer Phlogistisierung ihre Feuchtigkeit niederschlage. Bei diesen Versuchen fand Warltire Abnahmen der geschlossenen Gefäße an Gewicht, was er auf die bei der Explosion entweichende Wärme zurückführen zu müssen glaubte. In demselben Jahre wiederholte Cavendish diese Explosionsversuche, wobei er viel größere Glasgefäße verwendete. Er konnte jedoch keine Gewichtsänderung konstatieren. Er fand vielmehr beim Verbrennen von 500 000 Grain „brennbarer Luft“ mit der  $2\frac{1}{2}$ -fachen Menge gewöhnlicher Luft und Durchleiten der Verbrennungsprodukte durch einen 8 Fuß langen und etwa  $\frac{3}{4}$  Zoll im Durchmesser zeigenden Glaszylinder mehr als 135 Grain reines Wasser, woraus er folgert, daß die gesamte brennbare Luft und etwa  $\frac{1}{5}$  der gewöhnlichen Luft in reines Wasser umgewandelt würden. Cavendish veröffentlichte diese Versuche in seinen „Untersuchungen über die Luft“ in den „Philosophical Transactions“ von 1784.

Im Verlaufe seiner interessanten Ausführungen gibt er hier an: „Im letzten Sommer (1781) teilte einer meiner Freunde (Charles Blagden) Herrn Lavoisier diese Versuche und die aus denselben gezogenen Schlüsse mit, nämlich daß dephlogistisierte Luft Wasser sei, dem das Phlogiston entzogen wurde. Lavoisier war damals weit davon entfernt, diese Anschauung für richtig zu halten. Er konnte sich, bevor er die Versuche selbst wiederholt hatte, nur schwer zu dem Glauben entschließen, daß zwei Luftarten in ihrer ganzen Menge in Wasser übergeführt werden können“<sup>78)</sup>. Tatsächlich hatte auch Blagden bei einem Besuche in Paris im Juni 1783 den Mitgliedern der Pariser Akademie, unter ihnen auch Lavoisier, von dieser Entdeckung Mitteilung gemacht.

Die Raschheit und Sicherheit, mit der Lavoisier von dieser Mitteilung Nutzen zu ziehen weiß, ist in gleicher Weise für seinen Scharfblick wie für die Skrupellosigkeit, mit der er die Entdeckungen anderer für sich in Anspruch nahm, charakteristisch. Auf Aufforderung der Akademie wiederholte Lavoisier in Gemeinschaft mit Laplace am 24. Juni 1783 den (ihm eben bekannt gewordenen) Versuch Cavendishs in seiner Wohnung. Wenige Tage darauf teilte Laplace Deluc in einem Briefe<sup>79)</sup> nach Genf mit, daß sie bei der Wieder-



holung des Cavendishschen Versuches der Umwandlung von Wasserstoff und Sauerstoff in Wasser noch nicht wüßten, ob das Gewicht des erhaltenen Wassers dem der beiden Gase entspräche. „Dieser Versuch muß mit der größten Aufmerksamkeit wiederholt werden, denn er scheint mir von der allergrößten Wichtigkeit zu sein“<sup>80)</sup>.

Ueber die erhaltenen Resultate machte Lavoisier am 12. November 1783 in der öffentlichen Vorlesung Mitteilung. Im Dezemberheft des von Rozier herausgegebenen „Journal sur la Physique“<sup>81)</sup> erschien hiervon ein Auszug, woraus deutlich zu ersehen ist, daß die Versuche angestellt worden waren, um die Versuche von Cavendish zu verifizieren. Die bei der Verbrennung von Wasserstoff-Sauerstoff erhaltenen 5 gros Wasser entsprächen ungefähr dem Gewicht der beiden vereinigten Luftarten, und es sei schwer, den Gedanken zurückzuweisen, daß bei diesem Versuche Wasser künstlich dargestellt worden sei, und daß die Bestandteile dieser Flüssigkeit brennbare und dephlogistisierte Luft seien, wenn man von der bei der Verbrennung frei gewordenen Feuermenge absehe.

Wie stellt nun Lavoisier die Sachlage dar? Sein Bericht über diese Versuche erschien 1784 in den für das Jahr 1781 gedruckten Memoiren der Akademie<sup>82)</sup>, wo bemerkt ist, daß diese Abhandlung bei der öffentlichen Versammlung Martini 1783 verlesen wäre und nachher einige Zusätze in Bezug auf die Versuche Meusniers<sup>83)</sup> gemacht worden seien. Lavoisier will sich, „weil man über den ersten Entdecker Zweifel gemacht hat“, wer gefunden, daß sich als Resultat aus der Verbrennung der Lebensluft und brennbaren Luft Wasser bildet, „in die Folge der Versuche, die ihn darauf gebracht haben, genauer einlassen“<sup>84)</sup>. Im September 1777, wo er von den Versuchen Macquers (Dictionn. d. Chim., 2. Aufl., Art. Brennbare Luft) aus dem Jahre 1776 oder 1777 (der auf einer in die Flamme brennenden Wasserstoffs gehaltenen Porzellantasse Wasser beobachtet habe) noch nichts gewußt hätte, sei er zur Berichtigung der Ansicht Bucquets, wonach beim Verbrennen von Wasserstoff fixe Luft entstehen solle, auf solche Verbrennungsversuche geführt worden. Die Bildung von fixer Luft habe er mit Kalkwasser nicht feststellen können. Beim Wiederaufnehmen dieser Versuche im Winter 1781/82 sei es mit destilliertem, schwach alkalisch gemachtem Wasser nicht möglich gewesen, in dem Verbrennungsprodukte der brennbaren Luft eine Spur von Säure nachzuweisen, was ihn umsomehr in Verwunderung setze, als er erfahren hätte, daß bei jedem Verbrennen eine Säure entstehe (aus verbranntem Schwefel z. B. Vitriolsäure, aus Phosphor Phosphor-

säure, aus Kohlen fixe Luft), und ebenso hätte nach seiner festen Vermutung analog durch das Verbrennen der brennbaren Luft gleichfalls eine Säure entstehen müssen. Bei diesen in geschlossenen Gefäßen vorgenommenen Versuchen sei eigentlich kein Verlust zu beobachten, nur der Stoff des Feuers, der Wärme und des Lichtes vermöchte durch die Poren der Gefäße zu dringen, die beiden Luftarten, brennbare und Lebensluft, könnten jedoch als schwere Körper nicht verschwinden. Es sei darum nötig gewesen, die Versuche genauer und im großen anzustellen.

„Den 24. Juni 1783 machten Herr de la Place und ich diesen Versuch in Gegenwart der Herren le Roi, de Vandermonde, verschiedener Akademisten und Hrn. Blagden, jetzt Sekretär der königl. Societät in London. Dieser letztere berichtete uns, Herr Cavendish habe schon in London versucht, brennbare Luft mit Lebensluft in verschlossenen Gefäßen zu verbrennen und habe eine beträchtliche Menge Wasser bekommen“<sup>85)</sup>.

Lavoisier stellt hier die Verhältnisse fast überzeugend so dar, als ob er lediglich in Konsequenz früherer Versuche zu dem Experimente über die Synthese des Wassers gekommen sei. Abgesehen von den oben angeführten gegenteiligen Angaben, beweist ein wahrscheinlich zu Ende des Jahres 1785 geschriebener, 1786 publizierter Brief Blagdens an Crell<sup>86)</sup>, direkt, daß „Lavoisier (anstatt auf die Entdeckung durch die Verfolgung der Versuche geleitet zu werden, die er und Herr Bucquet im Jahre 1777 anzustellen anfangen) bewogen wurde, von neuem dergleichen Versuche anzustellen, bloß durch die Nachrichten, die er von mir — Blagden — und unseren — Cavendishs und Priestleys — englischen Versuchen erhielt, und daß er wirklich nichts entdeckte, was ihm nicht vorher, als schon in England ausgemacht und erwiesen, angezeigt war.“ Dieser, lange vor Lavoisiers Tod veröffentlichte Brief blieb in seinen Angaben völlig unwidersprochen. Weder Lavoisier noch irgend ein anderer der hier in Betracht kommenden Beteiligten versuchte eine Widerlegung.

Ueberhaupt hat Lavoisier niemals selbst die Gewichtsverhältnisse bei der Verbrennung von Wasserstoff-Sauerstoff genau festzustellen vermocht. In seiner erwähnten „Abhandlung über die Zerlegung des Wassers“ erklärt er selbst, daß es ihm und Laplace nicht möglich war, die genaue Menge der Luftarten, die verbraucht worden sei, wegen der Undichtheit der aus den Gasbehältern in die Verbrennungsglocke führenden ledernen Röhren zu bestimmen. „Der Satz, daß das Ganze den Teilen gleich sei, gilt aber sowohl in der

Physik als Geometrie; nun haben wir aber in diesem Versuche nichts als reines Wasser ohne Rückbleibsel bekommen, und glauben also recht zu haben, wenn wir behaupten, das Gewicht sei dem Gewichte der beiden Luftarten zusammengenommen gleich gewesen<sup>87)</sup>. Man sieht, daß er zunächst in seinen Schlüssen sehr vorsichtig ist, auch wenn er gleich weiter sagt: „Da der Versuch, den ich eben erzählt habe, sehr bekannt geworden war, so berichtete ich ihn den anderen Tag — den 25. Juni 1783 — der Akademie und zweifelte nicht, den Schluß daraus ziehen zu können, das Wasser sei keine einfache Substanz, sondern das Schwere derselben bestehe aus Lebensluft und brennbarer Luft.“ Als nun aber von mehreren anderen Forschern die Gewichtsverhältnisse genauer und übereinstimmender gefunden werden und seine eigenen Versuche über die Analyse des Wassers immer mehr sich den erwarteten und tatsächlichen Verhältnissen anpassen, behauptet er nun, daß er selbst die Gewichtsmengen des Wassers als gleich der gegebenen Gewichtsmenge von Wasserstoff und Sauerstoff mit Sicherheit gefunden habe. Mit einem neuen Apparate will er diese Arbeit wohl wieder aufnehmen, um sich selbst nachträglich von der Gewichtsgleichheit zu überzeugen. Wie Georg W. A. Kahlbaum nachgewiesen<sup>88)</sup>, hat aber Lavoisier mit seinem verbesserten Apparate gar keinen Versuch ausgeführt, und so ist lediglich der Wunsch für die Tat genommen, wenn Lavoisier in seinem „Traité élémentaire“ behauptet, daß er die Versuche ausgeführt habe und daß er die Versuchsdetails bald veröffentlichen werde. „Lavoisier hat niemals eine exakte Bestimmung der Gewichtsverhältnisse bei der Zusammensetzung des Wassers, zum mindesten in einem einzigen Versuche nicht, ausgeführt“<sup>89)</sup>.

Wie wenig genau Lavoisier es mit historischen Tatsachen nimmt, geht auch aus jener Stelle<sup>87)</sup> hervor, wo er angibt, daß er bereits am 25. Juni 1783 morgens der Akademie über seine aus den Versuchen am vorhergehenden Tage gezogenen Schlußfolgerungen berichtet habe, wonach die Gewichtsverhältnisse der verbrannten Gase zu dem entstandenen Wasser mit einiger Sicherheit festgestellt worden seien. Erinnern wir uns dagegen, daß noch am 28. Juni Laplace an Deluc berichtete<sup>79)</sup>, daß sie noch nicht wüßten, ob das Gewicht des erhaltenen Wassers dem der beiden Gase entspreche, und daß der Versuch mit der größten Aufmerksamkeit wiederholt werden müßte.

Mit dem ihm eigenen scharfen Blicke erkannte Lavoisier sofort, daß die Erkenntnis über die zusammengesetzte Natur des Wassers

seinem Lehrgebäude als wesentlichste Stütze dienen werde. Seine Theorie erhielt den letzten und wichtigsten Ausbau und erwies sich in allen ihren Teilen als fest begründet. Nur nach der Entdeckung über die Zusammensetzung des Wassers war es ihm möglich, alle chemischen Vorgänge ohne Annahme eines Phlogistons zu erklären. Lavoisier konnte nunmehr mit größerem Erfolge das Wasserstoff-Phlogiston bekämpfen, denn es war ihm nun ein leichtes zu beweisen, daß in fast allen Fällen die Entbindung von Wasserstoff mit einer gleichzeitigen Wasserersetzung verbunden war.

Seine Angriffe gegen die Phlogistontheorie nehmen nun einen anderen Charakter an. So bemerkt er in einer „Allgemeine Betrachtungen über die Auflösung der Metalle in den Säuren“<sup>90)</sup> betitelten Abhandlung, die in den Memoiren (für 1782) im Jahre 1785 erschien, jedoch bei dem Umstande, daß darin auf die Zusammensetzung des Wassers Bezug genommen ist, keinesfalls vor 1783 verfaßt sein kann, folgendes: „Man wird sich vielleicht verwundern, daß ich in allen Abhandlungen, die ich seit einigen Jahren der Akademie mitgeteilt habe, wie auch in den jetzigen mich des Wortes Phlogiston noch nicht ein einziges Mal bedient habe. Wer sich erinnert, was ich darüber in meiner Abhandlung über das Verbrennen (Mem. de l'Ac. a. 1777, S. 592) gesagt habe, wird leicht die Ursache erraten, mir scheint nämlich die Existenz dieses Körpers ganz und gar hypothetisch. Dieses Wesen, das Stahl zuerst in die Chemie einführte, hat nicht Licht hineingebracht, sondern vielmehr eine dunkle und unverständliche Wissenschaft für diejenigen daraus gemacht, die sich damit nicht besonders beschäftigen wollen. Das Phlogiston ist der Deus ex machina der Metaphysiker, ein Wesen, das alles erklärt und eigentlich nichts erklärt, dem man wechselweise entgegengesetzte Eigenschaften gibt. Doch ich werde in besonderen Abhandlungen auf diesen Gegenstand zurückkommen und mich genau auf alles einlassen, was mir nötig scheint, um zu zeigen, daß die Existenz des Phlogistons gar nicht bewiesen ist, und daß man ohne es alle Erscheinungen in der Physik und Chemie erklären kann. Was ich aber hierüber zu sagen habe, ist noch nicht völlig reif, und vorher muß ich Rechenschaft von meinen Untersuchungen über die Verwandtschaften des Sauerstoffs mit verschiedenen Substanzen geben“<sup>91)</sup>.

Am schärfsten und gefestigtsten geht Lavoisier gegen die phlogistische Lehre in seinen „Bemerkungen über das Phlogiston. Eine Entwicklung der 1777 bekannt gemachten Theorie des Verbrennens und Verkalkens“<sup>92)</sup> vor, einer Abhandlung, die in den Me-

moires der Pariser Akademie für 1783 im Jahre 1786 erschien. Ob dieselbe überhaupt vor der Akademie gelesen worden ist und wann das etwa geschah, läßt sich mangels sicherer Angaben nicht feststellen. Man ist geneigt, mit Kahlbaum-Hoffmann<sup>93)</sup> anzunehmen, daß sie unter keinen Bedingungen vor 1785 geschrieben worden ist, da sie die Erkenntnis der zusammengesetzten Natur des Wassers durchaus voraussetzt. In diesen seinen Ausführungen, die in jeder Hinsicht außerordentlich klar und logisch sind, bemerkt Lavoisier in dem Bewußtsein, daß sein Vorstoß gegen die althergebrachten Ansichten auf Widerspruch stoßen und erst nach Ueberwindung vieler Schwierigkeiten zur Geltung gelangen werde, gleich zu Anfang: „Ich bitte meine Leser, wenn sie diese Abhandlung zu lesen anfangen, sich so viel als möglich von allen Vorurteilen los zu machen, um die Erscheinungen zu sehen, die sich ihnen darstellen, alles zu verbannen, was Raisonement hineingelegt hat, sich in die Zeiten vor Stahl zu versetzen und auf einige Zeit, wenn möglich, zu vergessen, daß seine Theorie jemals existiert hat“<sup>94)</sup>. Stahl, der „sich nie durch sein System die Ehre verdient haben würde, ein Patriarch der Chemie zu werden, und eine Art von Revolution in dieser Wissenschaft zu bewirken“, wenn er bei der Ansicht stehen geblieben wäre, daß brennbare Körper infolge eines Gehaltes an einem brennbaren Stoffe verbrannten, Stahl habe zwei wichtige Entdeckungen gemacht, die von jedem System und jeder Hypothese unabhängig seien und ewige Wahrheiten bleiben werden, erstens daß die Metalle brennbare Körper seien und daß das Verkalken alle Erscheinungen des Verbrennens zeige, und zweitens, was noch wichtiger sei, daß die Eigenschaft zu verbrennen oder entzündbar zu sein, von einem auf den anderen Körper übertragen werden könne. Stahls Theorie über das Verkalken der Metalle und das Verbrennen überhaupt könne die schon seit alten Zeiten beobachtete, von Boyle bestätigte und zur Zeit als sicher festgestellte Tatsache, daß nämlich alle brennbaren Körper beim Verkalken und Verbrennen an Gewicht zunehmen, nicht erklären, umsoweniger als nach Stahl aus den Metallen bei ihrer Verkalkung und aus den brennbaren Körpern bei ihrer Verbrennung das Phlogiston, ein schwerer Körper, weggehe, und diese Stoffe somit an Gewicht nicht zunehmen, sondern verlieren müßten. Die Chemiker nach Stahl hätten diese Schwierigkeit so viel als möglich vor sich selbst zu verheimlichen gesucht. Macquer habe in der ersten Ausgabe seines chemischen Wörterbuches<sup>95)</sup> von dieser Tatsache kein Wort erwähnt, geschweige vielleicht versucht, sie zu erklären. Baumé<sup>96)</sup>,

dessen Chemie kurz nachher erschienen sei, habe den Widerspruch zwischen der Theorie und den Tatsachen sehr wohl gefühlt und dabei aber den Mut gehabt, eine Verbesserung des Stahlschen Systems vorzunehmen. In jener Zeit, als Baumé mit der Abfassung und dem Drucke seiner Chemie beschäftigt gewesen wäre, habe ihn selbst (Lavoisier) ein bei allen Metallreduktionen wahrnehmbarer Umstand, daß nämlich in dem Augenblicke der eintretenden Reduktion von Metallkalken ein beträchtliches Aufbrausen erfolge, zu Untersuchungen über diesen Gegenstand geführt. Er sei zur natürlichen Schlußfolgerung gelangt, daß sich bei diesem Vorgange ein Gas<sup>97)</sup> entwickeln müsse, das er in einem Apparate zu sammeln und aufzufangen versucht habe. Im November 1772 hätte er in einer Schrift an die Akademie gezeigt, daß bei der Reduktion der Mennige, d. h. in dem Zustande, wo sie in Blei übergehe, eine große Menge elastischer Flüssigkeit entstehe, die der völlig ähnlich sei, welche man aus der Kreide, der Kalkerde, den aufbrauchenden Alkalien, den gärenden Körpern u. s. w. erhalte.

Diese neuen Tatsachen wären im Widerspruche mit Stahls und Baumés Systeme gewesen. Durch Modifikationen hätten Macquer und noch viele andere es versucht, die Stahlsche Phlogistontheorie derart zu gestalten, daß sie zur Erklärung der widersprechenden Erscheinungen ausreichend erschien. Jedoch wäre durch diese Chemiker aus dem Phlogiston ein unbestimmtes principium gemacht worden, das nicht streng definiert werden könne und somit zu allen Erklärungen passe, zu welchen man es gerade benötige. „Bald ist es ein schwerer Grundstoff, bald nicht, bald ist es freies Feuer, bald Feuer mit erdigem Grundstoffe verbunden, bald geht es durch die Poren der Gefäße, bald kann es sie nicht durchdringen, es erklärt zugleich die Kaustizität und die Milde, Durchsichtigkeit und Undurchsichtigkeit, die Farben und Farbenlosigkeit. Es ist ein Proteus, der seine Gestalt jeden Augenblick verändert“<sup>98)</sup>.

Es wäre darum Zeit — fährt Lavoisier in seinen kritischen Darlegungen fort — die Chemie auf eine genauere Basis des Raisonnements zurückzuführen, Tatsachen und Beobachtungen von dem Systematischen und Hypothetischen zu scheiden und die Grenze anzugeben, zu der die chemischen Kenntnisse zur Zeit gekommen wären, damit die späteren Chemiker in der Folge von diesem Punkte ausgehen und sicher zur Beförderung der Wissenschaft fortschreiten könnten. Nach längeren Ausführungen über seine im Widerspruche mit der Phlogistontheorie stehenden Versuche kommt er dann am

Schlusse zu dem zusammenfassenden Rückblick: „Ich wollte in dieser Abhandlung nur eine neue Entwicklung von meiner Theorie des Verbrennens, die ich 1777 herausgegeben habe, vorlegen. Ich wollte zeigen, daß Stahls Phlogiston ein Wesen der Einbildung ist, dessen Existenz in den Metallen, dem Schwefel, dem Phosphor, in allen brennbaren Körpern bloß nach Belieben angenommen ist, daß alle Erscheinungen des Verbrennens und Verkalkens sich einfacher und leichter ohne Phlogiston als mit dem Phlogiston erklären lassen. Ich erwarte nicht, daß meine Gedanken auf einmal sollen angenommen werden, der menschliche Geist gewöhnt sich an eine Methode zu sehen, und diejenigen, welche die Natur aus einem gewissen Gesichtspunkte während einer Zeit ihres Lebens angesehen haben, finden sich nur mit Mühe in neue Ideen. Die Zeit muß meine Meinungen bestätigen oder widerlegen, unterdessen bemerke ich mit vieler Zufriedenheit, daß junge Leute, welche die Wissenschaft ohne Vorurteil studieren, Mathematiker und Physiker, die noch zu den chemischen Wahrheiten einen unbefangenen Geist mitbringen, nicht mehr an das Phlogiston im Stahlschen Sinne des Wortes glauben, und diese ganze Lehre für eine mehr verwirrende als nützliche Grundlage ansehen, um darauf die Chemie fortzubauen“<sup>99)</sup>.

Diese zum besseren Verständnis in ihrer Ausführlichkeit wiedergegebenen Worte sind als das von Lavoisier über die Phlogistontheorie ausgesprochene Verdammungsurteil zu betrachten. Das Lavoisiersche System führte nun die Bezeichnung als „Antiphlogistische Hypothese“, wie es Kirwan<sup>100)</sup>, der englisch-irische Chemiker, 1787 benannt hatte. Die Anhänger Lavoisiers hatte Sage<sup>101)</sup> (wahrscheinlich schon vor Kirwan) als „Antiphlogistiker“ bezeichnet. Das Todesurteil vollstreckte Lavoisier — um im Bilde zu bleiben — in einem förmlichen Autodafé über das Phlogiston. Dieser eigenartige und höchst sonderbare Vorgang ist von einem „Herrn von E\*\* in Paris“ an den Herausgeber der Chemischen Annalen, Lorenz Crell, in einem Briefe<sup>102)</sup> vom Jahre 1789 beschrieben: „Ich habe hier ein besonderes Schauspiel erlebt, was mir, als einem Deutschen, sehr unerwartet war und ungemein auffiel. Ich sah den berühmten Herrn Lavoisier im Arsenal ein förmliches Autodafé über das Phlogiston halten, worin seine Gattin (die wirklich viele Kenntnisse in der Chemie hat und verschiedene chemische Schriften übersetzte) die Opferpriesterin machte, Stahl zur Verteidigung desselben als *Advocatus diaboli* erschien, wo bei allem dem aber doch das arme Phlogiston, auf Anklage des Oxygens, zuletzt

verbrannt wurde. Halten Sie dies nicht für eine scherzhafte Erfindung von mir; alles ist buchstäblich wahr. Ob nunmehr denn die Sache des Phlogistons unwiderruflich verloren sei, oder was ich sonst dabei dachte, darum fragen Sie mich nicht: aber das gestehe ich gern, ich freue mich, daß die Szene nicht in meinem Vaterlande war.“

Lavoisier fühlte sich 1789, zu jener Zeit als er die Komödie des Phlogiston-Autodafés auszuführen sich bemüßigt fand, in seinen Lehren fest begründet, denn in seinem „Traité élémentaire de Chimie“<sup>103)</sup> hatte er ein harmonisch abgerundetes System der wissenschaftlichen Welt vorlegen können. Es gelangte bald zur Anerkennung, wenn sich auch viele eingefleischte Phlogistiker heftig gegen die Annahme dieser Lehren sträubten. Ihre Gegengründe erwiesen sich aber wenig stichhaltig, soweit sie nicht an die schwächste Stelle des Lavoisierschen Systems, seine Achillesferse, anknüpften: an die Frage über die Natur der Wärme und des Lichtstoffes und ihrer Rolle bei chemischen Vorgängen. Lavoisier äußerte über die Natur des Wärmestoffes schwankende und unsichere Ansichten, je nachdem es für die jeweilige Erklärung eines Vorganges vorteilhafter erschien. Indem er erklärt<sup>104)</sup>, daß die Entstehung gasförmiger Körper sich nur schwer ohne Annahme eines „reellen materiellen“ Wärmestoffes, „Calorique“, verstehen lasse, sagt er von demselben „Calorique“: „Unabhängig davon, daß dieser Ausdruck „Calorique“ gut in unser System hineinpaßt, so bietet er noch einen anderen Vorteil, nämlich dadurch, daß er sich allen möglichen Meinungen anpaßt, weil, rigoros gesprochen, wir nicht einmal gezwungen sind, anzunehmen, daß das Calorique ein wirklicher Stoff sei, sondern daß er die irgendwie geartete Ursache sei, welche die Molekeln der Stoffe auseinander treibt, man sich also die Tatsache in einer abstrakten mathematischen Weise vorstellen kann.“ Ueber die Natur des Lichtes ist er der Ansicht, daß es eine Modifikation des „Caloriques“ oder umgekehrt sei, daß sich aber bei dem dermaligen Zustande der Wissenschaft nichts sagen lasse.

Ebenso widerspruchsvoll, wie Lavoisier den Wärmestoff bald als „reellen materiellen Stoff“, bald als „Ursache, welche die Molekeln der Stoffe auseinander treibt“ betrachtet, sind auch seine Ansichten über die Entstehung der Gasarten mit Hilfe des Wärmestoffes. Nach ihm ist einmal jede Gasart aus „Calorique“, als einer Art imponderablen Lösungsmittel, und aus dem wägbaren Grundbestandteile, seiner Base, zusammengesetzt<sup>105)</sup>, ein anderes Mal aber führt er aus, daß jenes „Calorique“ nicht nur alle Körper von allen Seiten umgebe,



sondern auch die zwischen den Molekeln befindlichen Zwischenräume ausfülle.

Wegen ihrer Imponderabilität konnte Lavoisier die mit Wärme- und Lichterscheinungen verbundenen chemischen Vorgänge nicht einwandfrei erklären. Unumstößlich fest stand für ihn aber das Stofferhaltungsprinzip, das wir heute das Gesetz der Erhaltung des Stoffes nennen, wiewohl er es nirgends in seinen Schriften präzise oder annähernd prägnant zum Ausdruck gebracht hat. Ansätze zu einer deutlichen und bewußten Aufstellung dieses Gesetzes finden sich jedoch in einigen seiner Arbeiten. Schon im Anfange seiner Beschäftigung mit chemischen Fragen, in seiner Untersuchung über die Umwandlungsmöglichkeit von Wasser in Erde, findet er es als das sicherste Mittel, die Versuche in hermetisch geschlossenen Gefäßen zu machen „und dabei eine genaue Rechnung von dem Gewichte des Gefäßes und des zu diesem Versuche angewandten Wassers zu führen; denn wenn es das Feuerwesen wäre, so durch das Glas ging und sich mit dem Wasser verband, so müßte sich nach vielen Uebertreibungen ein Zuwachs am Gewichte der Stoffe zusammen, das ist des Wassers, der Erde und des Gefäßes zusammengenommen, finden. Die Naturkundigen wissen nämlich, daß das Feuerwesen (*matière du feu*) das Gewicht der Körper vermehrt, in welchen es eine Verbindung eingeht“, und „dies“ — meint er — „durfte aber nicht geschehen, wenn die Erde auf Kosten des Wassers oder des Gefäßes erzeugt ward, sondern alsdann mußte sich notwendig an einem oder dem anderen dieser beiden Stoffe eine Abnahme am Gewicht ergeben und diese Abnahme mußte genau der Menge der abgeschiedenen Erde gleich sein“<sup>106)</sup>.

Wenn Lavoisier in seinen „Allgemeinen Betrachtungen über die Auflösung der Metalle in den Säuren“ zwar erklärt, daß es bis dahin noch weit sei, „eine mathematische Genauigkeit in die Chemie bringen zu können“, so glaubt er doch am besten die Metallverkalkung durch Säuren und auf deren Unkosten durch die Beweisbringung zeigen zu können, daß z. B. Salpetersäure beim Auflösen von Metallen darin nach entsprechender Zersetzung eine Portion Sauerstoff verliert und die Metalle um eben so viel an Gewicht zunehmen, und ferner die Analogie der nassen und trockenen Verkalkung dadurch, daß er die Identität des der Säure entrissenen und mit dem Metalle sich verbindenden Stoffes mit dem Sauerstoffe feststellt.

Wenn wir von der Fassung dieses Gedankens (in der oben, S. 38—39, verfolgten Abhandlung über die Zusammensetzung des Wassers vom Jahre 1781): „Da aber in der Physik nicht weniger als

in der Geometrie der Satz gilt, daß das Ganze gleich ist seinen Teilen u. s. w.“, absehen, so dürfte sie am allgemeinsten in dem 13. Abschnitt seines „*Traité élémentaire de Chimie*“ zum Ausdrucke gebracht sein, wo er „Von der Zerlegung der oxydierten Pflanzenstoffe vermittle der weinichten Gärung“ (Vergärung von Traubenmost, Zucker) spricht. Die Operation der Gärung sei eine der auffallendsten und außerordentlichsten, die die Chemie zeige. Es müsse hierbei untersucht werden, 1. woher das kohlensaure Gas, welches frei werde, 2. woher der erzeugte Alkohol komme, und 3. wie ein süßer Stoff (Zucker) sich in solcher Weise in zwei verschiedene Stoffe umwandeln könne, wovon der eine brennbar und der andere äußerst unverbrennlich sei. Um Gewißheit über diese Fragen zu erlangen, hätte man zuerst die Analyse der Natur des gärunsfähigen Stoffes und die Produkte der Gärung genau kennen müssen, „denn nichts wird weder in den Operationen der Kunst, noch in jenen der Natur erschaffen, und man kann als Grundsatz annehmen, daß in jeder Operation eine gleiche Menge Stoff vor und nach derselben da sei; daß die Eigenschaft und die Menge der Bestandteile eben dieselbe bleibe, und daß nur Abänderungen und Modifikationen entstehen.“ Er fährt dann fort: „Auf diesem Grundsätze beruht die Kunst, Versuche in der Chemie zu machen: man muß bei allen eine wahre Gleichheit oder Gleichförmigkeit, zwischen den Bestandteilen des Körpers, den man untersucht, und denen, die man durch die Zerlegung nur aus demselben herauszieht, voraussetzen. Da nun der Traubenmost kohlensaures Gas und Alkohol gibt, so kann ich sagen, daß der Traubenmost = der Kohlensäure + Alkohol ist.“

Lavoisier hat hier, im Vorbeigehen, das Gesetz der Erhaltung des Stoffes ziemlich klar ausgesprochen. Wir werden später (S. 54) sehen, daß Lomonossow ihm hierin zuvorgekommen ist.

Lavoisier hatte nun die Phlogistontheorie beseitigt. Ein neuer Geist war in die Chemie eingezogen. Es stellte sich für Lavoisier und seine französischen Anhänger (u. a. sind Fourcroy, Berthollet, Guyton de Morveau als bedeutendste zu nennen) die Notwendigkeit einer neuen chemischen Nomenklatur heraus. Vollends den Anstoß hierzu gab die als Folge von Diderots und d'Alemberts „*Encyclopédie ou dictionnaire raisonné des sciences, des arts et métiers*“ (1751—1772) 1782 erschienene „*Encyclopédie méthodique par ordre de matières*“, deren von Guyton de Morveau bearbeiteter

chemischer Teil im Jahre 1786 unter dem besonderen Titel: „Encyclopédie methodique de chimie“ herausgegeben wurde. Tatsächlich entstand nun eine neue Nomenklatur, die im Jahre 1787 als „Méthode de nomenclature chimique par Fourcroy, Lavoisier, Guyton de Morveau et Berthollet“<sup>107)</sup> der Akademie vorgelegt wurde.

Durch diese Wendung war die Sache Lavoisiers die der französischen Chemiker geworden. Es erhielt durch diese Nomenklaturaufstellung den Anschein, als ob Lavoisier an der Begründung und dem Aufbau des antiphlogistischen Lehrgebäudes nur beteiligt gewesen sei. Und es ist höchst charakteristisch, daß derselbe Lavoisier, der ohne jede Skrupel sich die Entdeckungen anderer aneignen wollte, gegen diese Verkleinerung seines Ruhmes in geharnischten Worten Stellung nimmt. In seinen „Details historiques sur la cause de l'augmentation de poids qu'acquièrent les substances métalliques, lorsqu'on les chauffe, pendant leur exposition à l'air“<sup>108)</sup> „rief er“ — um mit Dumas<sup>109)</sup> zu reden — „in einer fast am Fuße des Blutgerüstes geschriebenen Reklamation aus“: „Cette théorie n'est donc pas, comme je l'entends dire, la théorie des chimistes françois; elle est la mienne, et c'est une propriété que je réclame auprès de mes contemporains et de la postérité.“ Und das ist derselbe Lavoisier, der es sonst „mit historischen Wahrheiten nicht so genau nimmt“<sup>110)</sup>.

Im vorhergehenden ist versucht worden, in großen Zügen ein Bild von der stufenweisen Entwicklung der Lavoisierschen Lehren zu geben. Die Genialität in dem Aufstellen neuer Prinzipien und Erfassen neuer Ideen, die hervorragende Kombinationsfähigkeit, mit der er eigene und von anderen gemachte Entdeckungen zu verknüpfen wußte, die Ausdauer bei der Verfolgung und Geltendmachung seiner Ansichten waren als lichtvolle Züge dieses Gemäldes einzutragen. Wenn man aber sein skrupelloses Verhalten gegenüber wichtigen Entdeckungen Anderer näher ins Auge faßt, so „fühlt man peinlich die Verpflichtung, in die Schilderung eines wissenschaftlichen Charakters, welcher so viel Licht bietet, auch die Schatten eintragen zu müssen, die leider nicht fehlen; die Geschichtschreibung legt jedoch diese Verpflichtung auf, und sich ihr entziehen, wäre gleichbedeutend damit zu schmälern, was anderen zukommt“<sup>111)</sup>. Diese Verpflichtung erwächst uns auch bei der nun folgenden Betrachtung seiner namhaftesten Vorläufer.

### III. Pierre Bayen.

Zur Zeit, als Lavoisier in seinen Ansichten über die Verbrennungs- und Verkalkungsvorgänge noch auf der Erkenntnisstufe stand, daß die „air fixe“, „partie fixable“, „la partie acide“ (Kohlensäure) der Luft es sei, die sich mit den verbrennenden Stoffen bzw. verkalkenden Metallen verbinde, also zu Anfang des Jahres 1774, veröffentlichte der französische Militärapotheker Pierre Bayen<sup>112)</sup> in den *Observations sur la Physique*<sup>113)</sup> des Abbé Rozier, der damals alleinigen naturwissenschaftlichen Zeitschrift Frankreichs, eine Reihe von Untersuchungen über die mit und ohne Kohlezusatz vorgenommene Reduktion des Quecksilberkalkes zu Metall.

Die Abhandlung im Februarheft dieses Jahres<sup>114)</sup> enthält Beobachtungen über das Verhalten von Quecksilberkalk beim Erhitzen mit Schwefel. Bayen erhitzte die mit kaustischem Alkali aus salpetersaurer Quecksilberauflösung oder Sublimatlösung gefällten Niederschläge, mit Schwefelblumen vermengt, in kleinen Retorten auf dem Sandbade und beobachtete hierbei die fulminierende Wirkung. Mit flintenschußähnlichem Knalle explodierte die Retorte. Es entging Bayen keineswegs der Gehalt der Niederschläge an Säure der Lösung und an Fällungsmitteln, und er meinte darum ursprünglich, daß die Explosion in dem Salpetersäuregehalte des Quecksilberkalkes ihre Ursache habe. Dem widersprach jedoch die Tatsache, daß die aus der salpetersauren Lösung ausgefallten, ausgewaschenen, getrockneten und durch vorsichtiges Erwärmen von der anhaftenden Salpetersäure völlig befreiten Quecksilberkalke noch viel heftiger detonierten, ebenso wie die aus Sublimatlösung mit reinem Kalkwasser gefällten Niederschläge, die a priori keine Salpetersäure enthalten konnten. Die Detonation fand Bayen schwächer, wenn er die Mischung in einem eisernen Löffel über Feuer hielt. Er konnte hierbei die Bildung von Zinnober feststellen. Alle mit verschiedenen Fällungsmitteln von ihm erhaltenen Quecksilberniederschläge verhielten sich in Mischung mit Schwefel ebenso, auch das durch Lösen von Quecksilber in Salpetersäure, Eindampfen und vorsichtiges Erhitzen des Abdampfrückstandes bis zur völligen Vertreibung der Salpetersäure dargestellte rote Präzipitat. Er ist schließlich der Ansicht, daß die Explosion von der Verbindung des Quecksilbers mit dem Metalle herrühre.

Beim Erhitzen dieser Quecksilberniederschläge mit phlogistonhaltigen Stoffen beobachtet Bayen nun eine völlige Reduktion zu

Quecksilber. Die aus salpetersaurer Quecksilbersolution oder aus Sublimatlösung mit Kalkwasser erhaltenen Präzipitate erlitten sogar beim bloßen Erhitzen für sich, ohne jeden Zusatz von phlogistonhaltigen Stoffen eine Reduktion. Alle Quecksilberniederschläge wogen dabei bedeutend mehr als das durch die Reduktion erhaltene Quecksilber. Durch bloßes Erhitzen in Quecksilber übergehender Quecksilberkalk verliere  $\frac{1}{8}$  seines ursprünglichen Gewichtes, Baumé habe eine solche Abnahme von  $\frac{1}{10}$  gefunden.

Auf den Umstand, daß die Quecksilberniederschläge mehr wiegen, als das in ihnen enthaltene Quecksilber, ging Bayen bald darauf<sup>115)</sup>, im April desselben Jahres, näher ein. Er ist der Ansicht, daß dies auf dem Gehalt der Niederschläge an anhaftenden Säureresten und Fällungsmitteln, teils aber auch auf der bis dahin unbekanntem Ursache der Gewichtszunahme der Metalle bei ihrer Verkalkung beruhe. In Uebereinstimmung mit Lavoisier führt er die Gewichtszunahme auf die Fixierung einer elastischen Luftart, „un fluide élastique“, zurück. Im Gegensatz zu Lavoisier verschließt er sich der Annahme, daß diese Luftart etwa Kohlensäure sei.

Zur Beweisführung für seine Ansichten wiederholt er seine früheren (nach eigener Angabe dem Lavoisierschen Versuche mit Bleioxyd und Kohle analogen) Versuche der Reduktion von Quecksilberkalk mit Kohle, wobei er in der Tat unter Verschwinden eines Teiles der Kohle eine elastische Flüssigkeit erhielt, die durch Wasser absorbiert wurde. Die Stahlische Lehre — meint er — reiche zur Erklärung dieses Vorganges aus, da man sich vorstellen könne, daß Phlogiston aus der Kohle in die Zusammensetzung des Metalles eingehe oder vielleicht in die der elastischen Flüssigkeit, oder aber nach den Gesetzen der Affinität aus dem Metallkalk die elastische Flüssigkeit verdränge. Diesen Ueberlegungen widersprechen jedoch seine Reduktionsversuche ohne jeden Zusatz phlogistonhaltiger Stoffe. In einer Retorte erhitzter Quecksilberkalk ergab 90% fließendes Quecksilber und ein über Wasser auffangbares Gas [aus 1 once<sup>53)</sup> und 6 grains Quecksilberkalk erhielt er 1224 ccm Gas]. Dieses Gas, das er von Kohlensäure (wegen der Unlöslichkeit in Wasser) und von der atmosphärischen Luft<sup>116)</sup> für verschieden hält, charakterisiert Bayen nicht weiter. Er hält es für ein salzig-zusammengesetztes Wesen. Er hat offenbar keine Ahnung davon, daß er Sauerstoff dargestellt hat. In sehr logischer Weise zieht er jedoch die Schlußfolgerung, daß Quecksilber beim Verkalken kein Phlogiston verliere, vielmehr sich mit einer Luftart verbinde, wobei deren Gewicht

Speter, Lavoisier und seine Vorläufer.

die Gewichtsvermehrung des verkalkten Metalles verursache. Da dies nun mit den Lehren der Stahlischen Phlogistontheorie nicht in Einklang zu bringen ist, sagt er sich einfach von derselben los, indem er erklärt, daß er die Ausdrucksweise der Phlogistiker nicht länger gebrauchen werde.

Als er in seinen im Februar 1775 veröffentlichten<sup>117)</sup> Untersuchungen über Mercurius praec. per se (Quecksilberoxyd, durch Erhitzen von Hg an der Luft erhalten) dieselben Resultate wie mit den auf andere Weise dargestellten Quecksilberkalken erzielt und ferner gefunden hat, daß alle Quecksilberkalke, gleichgültig ob sie durch einfache Kalzination von metallischem Quecksilber an der Luft oder durch Eindampfen von salpetersaurer Quecksilbersolution oder aber durch Fällung von Quecksilberauflösungen mit kaustischen Alkalien gewonnen waren, sich als gleich erwiesen hätten, insofern sie alle etwa dieselbe Menge an elastischen Flüssigkeiten lieferten, sich ohne Aufbrausen in Säuren lösten und sich mit Gold nicht mehr amalgamieren könnten, da verwirft er nicht bloß das Phlogiston Stahls, sondern auch das Meyersche „Acidum pingue“<sup>118)</sup>, zu dessen Annahme er bis dahin geneigt hatte. Das Feuer als „cause instrumentale“ sei nur Ursache davon, daß sich das Metall mit der elastischen Flüssigkeit verbinden könne. Diese elastische Flüssigkeit stamme zweifellos aus der Luft her, was besonders durch die (am 12. November 1774 bekannt gewordenen) Versuche Lavoisiers über die Kalzination von Metallen in geschlossenen Gefäßen<sup>39)</sup> sichergestellt werde. Welcher Bestandteil der Luft hierbei in Aktion trete, darüber habe er keine Vermutung, umsoweniger als seine Versuche über diese elastische Flüssigkeit zu wenig zahlreich wären, um sich eine Ansicht über die Natur dieses Luftbestandteiles bilden zu können. Höchst wahrscheinlich fände er es, daß jener durch Auflösen von Quecksilber in Salpetersäure dargestellte und durch Erhitzen von der Salpetersäure befreite rote Quecksilberkalk ein Gas enthalte, das von der Salpetersäure herstamme.

Bayen hatte vor April 1774 aus rotem Quecksilberkalk eine Luftart dargestellt, die Quecksilber in roten Kalk verwandelte und die er als einen wesentlichen Bestandteil desselben erkannte. Die Tragweite dieser Entdeckung offenbart sich ihm sogleich, denn er verwirft auf Grund derselben die ganze Phlogistontheorie. Er veröffentlichte seine Versuchsergebnisse und Schlußfolgerungen in der einzigen chemischen Zeitschrift Frankreichs. Vier Monate später, am 1. August 1774, erhielt Priestley auf dieselbe Weise seine „de-

phlogistisierte Luft“. Im Oktober 1774 macht Priestley Lavoisier persönlich Mitteilung über die von ihm erhaltene neue Luftart. „Es erscheint dann ganz unglaublich“, — betont Jörgensen — „daß dieses in einer Gesellschaft von französischen Chemikern nicht zur Sprache gekommen und hierdurch die Versuche Bayens nicht zur Kenntnis Priestleys gelangt sein sollten“<sup>119</sup>). Noch unglaublicher mutet aber die Tatsache an, daß Lavoisier in seiner am 26. April 1775 und am 8. August 1778 nochmals vorgetragenen „Abhandlung von der Beschaffenheit des Grundstoffes, welcher sich mit den Metallen während ihrer Verkalkung verbindet und ihr Gewicht vermehrt“<sup>49,50</sup>), worin er besonders über die Zerlegung des roten Quecksilberkalkes sehr ausführlich spricht, Bayen mit keiner Silbe erwähnt, Bayen, dessen Untersuchungen für das Vorschreiten Lavoisiers in der Erkenntnis der Beziehung der Metallkalke zu den Metallen erhebliche Anhaltspunkte bildeten. „Wie bitter ist der Vorwurf“ — bemerkt hierzu Kopp<sup>120</sup>) — „welchen Delametherie gegen Lavoisier erhoben hat: ‚Lavoisier voulant s'approprier la découverte de Bayen (parce qu'il n'était pas de l'Académie) sur la revivification du précipité rouge, ou oxyde de mercure, sans addition de matière charbonneuse, et se qu'il disoit contre la doctrine du phlogistique, celle de Cavendish sur la composition de l'eau, ne parla jamais de ces belles expériences. Je reclamai pour eux: il ne me l'a jamais pardonné.

„D'autres ne me pardonneront pas non plus d'avoir rendu justice, a Gahn, a Bergmann . . . Il faut m'arrêter: j'en ai peut-être déjà trop dit; mais la vérité triomphe, et c'est tout ce que je recherche. Revenons à notre sujet“<sup>121</sup>).

Lavoisier hat Bayen den Faden für die weiteren Untersuchungen, nach dieser Richtung hin, entrissen. Mit Ende des Jahres 1775 lassen Bayens Bestrebungen für diese Frage nach. Er konnte mit der rasch vorwärts eilenden Denkkraft Lavoisiers nicht rivalisieren und gab darum schon nach kurzer Zeit seine so schön begonnenen Arbeiten über diesen Gegenstand auf. Er ist jedenfalls der erste Phlogistiker gewesen, der auf Grund experimenteller Hinweise in verhältnismäßig kurzer Zeit zur Verwerfung der Phlogistontheorie gelangte. Ihm gebührt als Vorläufer Lavoisiers ein Teil des Ruhmes, den jener für sich als Begründer des antiphlogistischen Systems in Anspruch zu nehmen wußte<sup>122</sup>).

#### — IV. Michailo Wassiliewitsch Lomonossow.

Wie die Ansichten eines Mannes auf einem wissenschaftlichen Gebiete sich weit über das Niveau seines Zeitalters zu erheben vermögen, ohne aber auch nur im entferntesten eine Einwirkung auf den Entwicklungsgang dieser Wissenschaft auszuüben, ja sogar bis in die neueste Zeit völlig unbekannt bleiben können, zeigt am besten das Beispiel des ersten russischen Physiko-Chemikers Michailo Wassiliewitsch Lomonossow. Als einer der größten Schriftsteller<sup>122a)</sup> Rußlands schon zu seinen Lebzeiten anerkannt, traten neben seinen poetisch-, philologisch- und historisch-literarischen Werken seine wissenschaftlichen Arbeiten auf dem Gebiete der Physik und Chemie völlig in den Hintergrund, umso mehr als eine ganze Reihe seiner wichtigen Werke als Manuskripte in den Archiven der Akademie der Wissenschaften zu St. Petersburg vergraben blieben. Es ist das Verdienst B. N. Menschutkins, der, durch Zufall auf das Studium der physikalischen und chemischen Werke Lomonossows geführt, während zweier Jahre die gedruckten und als Manuskripte in den Archiven vorhandenen Abhandlungen dieses Mannes gründlich durchforschte, diese Arbeiten der Vergessenheit entrissen zu haben.

Die Resultate seiner Studien legte Menschutkin in einem russischen Buche<sup>123)</sup> nieder, die Hauptergebnisse seiner Arbeit faßte er in einer (deutsch geschriebenen) Abhandlung<sup>124)</sup> zusammen, der wir hier mangels anderweitiger literarischer Quellen in den Hauptzügen folgen.

Lomonossow lebte<sup>125)</sup> zu einer Zeit, wo die Phlogistontheorie durchaus noch in voller Geltung war. Er erklärt jedoch die Verbrennungserscheinungen ohne Zuhilfenahme des hypothetischen Phlogistons. Die ersten Versuche auf diesem Gebiete finden sich in seiner Dissertation „Meditationes de caloris et frigoris causa“<sup>125)</sup>. Bei der Besprechung der Boyleschen Wahrnehmungen (vergl. S. 19) über die Gewichtszunahme der kalzinierten Körper schließt Lomonossow im Gegensatz zu der Boyleschen Erklärung (mit wägbarer Feuermaterie), daß ähnlich wie die Gewichtszunahme eines Metalles beim Glühen in der Flamme brennenden Schwefels in der Vereinigung desselben mit den Partikeln der Säure des Schwefels ihren Grund habe, auch hier die Gewichtszunahme durch Vereinigung mit den Luftpartikelchen erfolge. In einem Briefe an den berühmten Mathematiker Leonhard Euler vom 5. Juli 1748<sup>126)</sup>, in dem er mathematisch zu beweisen sucht,



daß die Dichte der Materie eines Körpers seinem Gewichte nicht proportional sei, kommt er auch auf die Frage der Gewichtsvermehrung von kalzinierten Metallen zu sprechen: „Diese (eben erwähnte) Theorie hat auch gänzlich die Meinung über die Existenz der in den geglühten Körpern fixierten Feuermaterie niedergeworfen. Es besteht kein Zweifel, daß die Partikelchen der Luft, die fortwährend um den kalzinierenden Körper schweben, sich mit ihm vereinigen und sein Gewicht vermehren. Wenn es aber Versuche gibt, wo in geschlossenen Gefäßen doch eine Gewichtszunahme beim Kalzinieren stattgefunden hatte, so könnte man das vielleicht so erklären, daß nachdem die Kohäsion der Partikelchen aufgehoben ist, ihre Seiten, die vorher durch die gegenseitige Berührung gebunden waren, jetzt für die Wirkung der Gewichtsmaterie frei geworden sind und daher stärker zum Zentrum der Erde gedrückt werden<sup>127</sup>).

Um zu einer richtigen Auffassung über die Kalzination von Metallen in luftdicht geschlossenen Gefäßen zu kommen, wiederholt Lomonossow im Jahre 1756 die Boyleschen Versuche, über deren Resultate er folgende Angaben macht: „Ich machte Versuche in luftdicht zugeschmolzenen gläsernen Gefäßen, um zu untersuchen, ob das Gewicht der Metalle durch reine Hitze zunimmt. Diese Versuche ergaben, daß die Meinung des berühmten R. Boyle falsch ist, denn ohne Zulassen der äußeren Luft bleibt das Gewicht des verbrannten Metalles dasselbe.“ Diese und andere hierher gehörige Versuche beabsichtigte er in einer Dissertation: „De incremento ponderis per calcinationem“ niederzulegen. Es läßt sich jedoch nicht feststellen, ob diese Abhandlung je geschrieben worden ist.

Wie wir bei der Verfolgung des Entwicklungsganges Lavoisiers (s. oben S. 19) gesehen, hatte dieser 18 Jahre nachher dieselben Versuche mit dem gleichen Erfolge angestellt. In seiner Erkenntnis über die nähere Beschaffenheit des Verbrennungsvorganges war aber Lavoisier weiter fortgeschritten, da ihm die Arbeiten eines Black, Cavendish, Priestley u. a. über Luftarten fördernd zur Seite standen. Er konnte mit Sicherheit vermuten, daß nur ein Bestandteil der Luft bei der Kalzination in Aktion trete. Lomonossow, dem solche Arbeiten naturgemäß nicht die Bahn geebnet, konnte aber seinerseits nur von der Luft als einheitlichem Stoffe sprechen.

Daß Lomonossow in der prinzipiell quantitativen Auffassung chemischer Vorgänge Lavoisier nicht nachsteht, geht daraus hervor, daß er alle seine chemischen Versuche quantitativ messend verfolgt. Außerst charakteristisch und interessant sind hier-

für seine Ansichten, die uns einer seiner Schüler<sup>128)</sup> wortgetreu übermittelt hat. „Ich denke, es existiert kein Gelehrter, der nicht wüßte; was für eine fast unendliche Masse chemischer Versuche es gibt, und dabei kann er nicht verneinen, daß fast alle Autoren über solche wichtige Gegenstände, wie Maß und Gewicht, vollständig schweigen. Wieviel aber dieselben in physikalisch-chemische Versuche Wahrheit und Scharfsinn bringen, zeigt deren Benützung jedem, der fleißig solche Versuche macht. . . . Ohne Maß und Gewicht können wir nicht einmal die Erscheinung, die schon von anderen beobachtet wurde, sicher wieder hervorrufen: dieses erklärt, warum viele beschriebene Versuche selten oder niemals wieder gelingen. Darum, wer physikalisch-chemische Versuche machen will, muß unerlässlich die erwähnten Hilfsmethoden, Maß und Gewicht, immer benützen.“

Lomonossow, der durchdrungen war von der Ueberzeugung, daß alles in der Natur mit Maß und Gewicht erfolgt, mußte auch auf die beiden Fundamentalgesetze der Physik und Chemie stoßen, auf die Erhaltungsgesetze der Energie und des Stoffes. Während er ersteres<sup>129)</sup> weniger deutlich zum Ausdruck gebracht hat, faßt er das letztere<sup>130)</sup> in dem erwähnten Briefe an Euler präzise in die Worte: „Alle Veränderungen, die in der Natur stattfinden, geschehen so, daß, wenn es irgendwo hinzukommt, in gleichem Maße es irgendwo anders abnimmt. Wenn daher ein Körper etwas Materie gewinnt, so verliert ein anderer ebensoviel. Dieses Gesetz der Natur ist ein allgemeines und selbst bei den Gesetzen der Bewegung anwendbar: Ein Körper, der durch den Impuls einen anderen in Bewegung setzt, verliert von seiner eigenen Bewegung so viel, wie er dem anderen übergibt.“ Daß Lomonossow an dieser seiner Anschauung durch zahlreiche quantitativ-chemische Versuche die Stichprobe gehalten hat, geht aus seinen sämtlichen Arbeiten unzweifelhaft hervor. Zwölf Jahre später wiederholt er seine Worte über dieses Gesetz in seiner 1760, „Ueber die Starrheit und Flüssigkeit der Körper“ gehaltenen russischen Festrede, ein Beweis, daß sich sein Glauben an dieses Gesetz standfest erhalten hat. Eine solch bewußte und umfassende Präzisierung über eines der wichtigsten Gesetze der Chemie finden wir bei Lavoisier nicht. Bekanntlich hat erst in jüngster Zeit Landolt durch präzise Versuche die Gültigkeit dieses Gesetzes experimentell<sup>131)</sup> scharf festgelegt.

Es braucht nicht ausdrücklich hervorgehoben zu werden, daß Lavoisier von den Arbeiten dieses seines hervorragenden Vorläufers durchaus keine Kenntnis gehabt hat. Sie blieben in ihren

wichtigsten Teilen bis in die neueste Zeit verborgen. Fragen wir uns nach den Gründen, die Lomonossow veranlaßt haben, diese seine wichtigsten Lehren unveröffentlicht zu lassen, so kommen wir auf eigenartige Verhältnisse. Lomonossow wagte es einfach nicht, seine mit den herrschenden Lehrmeinungen derart kollidierenden Ansichten zu seinen Lebzeiten zu publizieren, um keinen persönlichen Anfeindungen und Nachteilen ausgesetzt zu sein. Dies erhellt auch aus dem Umstande, daß Lomonossow, der sich in seinen wichtigsten Werken<sup>132)</sup> nirgends zum Phlogiston bekannt hat, in einer Abhandlung „De tinctura metallorum“ (1745), die er zur Erlangung der Professur an der Akademie geschrieben und in einer zwecks Bewerbung um einen Preis bei der preußischen Akademie 1749 abgefaßten Preisschrift „De Nitro“ das Phlogiston häufig in bejahendem Sinne erwähnt, um die Mitglieder der russischen bezw. preußischen Akademie, als Anhänger resp. Freunde Stahls, auf seiner Seite zu haben. „Im ersten Falle wollte Lomonossow die Professorwürde sicher erlangen, im zweiten hoffte er dadurch den Preis zu gewinnen“<sup>133)</sup>.

Daß die bekannt gewordenen Arbeiten Lomonossows während seines Lebens die verdiente Anerkennung nicht gefunden haben und nach seinem Tode in Vergessenheit gerieten, findet, wie Menshutkin sehr richtig ausführt, in den Umständen ausreichende Erklärung, daß viele Abhandlungen Lomonossows unbeendete Bruchstücke blieben, daß seine Ansichten seiner Zeit zu weit voraus-eilend waren, und daß neben der außerordentlich einflußreichen und fruchtbaren Tätigkeit auf schriftstellerischem Gebiete seine rein exakt-naturwissenschaftlichen Anschauungen völlig in den Hintergrund gedrängt wurden. Vernachlässigt und nach seinem Tode vergessen<sup>134)</sup>, blieben viele seiner Werke verloren, „aber was geblieben ist, genügt, um Lomonossow als Physiker, Chemiker und Physikochemiker hohen Ranges zu kennzeichnen“<sup>135)</sup>. Seine wissenschaftlichen Ideen sind jedenfalls denen Lavoisiers ebenbürtig, und es darf mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit angenommen werden, daß Lomonossow im Zeitalter Lavoisiers bei Konzentrierung seiner Geisteskräfte auf die rein chemischen Fragen dasselbe Ziel wie jener ebenso leicht erreicht hätte.

### V. John Mayow.

Robert Hooke<sup>136)</sup> hatte in einem 1665 erschienenen Werke (in seiner „Micrographia“), worin unter dem Mikroskop betrachtete kleine Gegenstände beschrieben und abgebildet sind, die Grundzüge einer originellen Verbrennungstheorie entwickelt. Die Luft ist nach seiner Ansicht ein allgemeines Auflösungsmittel für alle brennbaren (sulphureous) Substanzen, und zwar lediglich infolge eines Gehaltes an einem Bestandteile, der mit dem im Salpeter fixierten ähnlich oder vielleicht sogar identisch sei. Außer diesem auflösenden Bestandteile der Luft bestehe diese jedoch hauptsächlich aus einem bei Verbrennungen sich inaktiv verhaltenden Stoffe. Von dem auflösenden Bestandteile sei in der Luft verhältnismäßig wenig vorhanden. Wegen ihres geringen Gehaltes an jenem auflösenden Bestandteile sei darum die Luft mit den brennbaren Stoffen bald gesättigt. Für andauernde Unterhaltung der Verbrennung sei weiter stets neue Luftzuführung erforderlich. Jener Luftbestandteil löse die verbrennlichen Stoffe außerdem nur bei genügender Temperaturerhöhung auf. Alsdann gehe aber diese Auflösung unter Feuererscheinung vor sich. Das Feuerphänomen erweise sich infolgedessen als bloße Bewegungserscheinung. Die Produkte dieses Auflösungs Vorganges seien luftförmig, flüssig oder fest. Weit reicher an dem auflösenden Prinzipie als die Luft, sei geschmolzener oder rotglühender Salpeter. In einem bestimmten Raume dieses Stoffes sei ungleich viel mehr enthalten als in einem gleichen Luftraume. Eine kleine Menge Salpeter könne eine große Menge verbrennlichen Stoffes auflösen und diese Auflösung erfolge dabei mit großer Heftigkeit und Geschwindigkeit. Bei Verbrennungen in geschlossenen Gefäßen höre diese dann auf, wenn die in dem abgeschlossenen Luftraume enthaltene Menge des Auflösungsmittels mit verbrennlichem Stoffe gesättigt sei. Lasse man der Luft bezw. ihrem auflösenden Bestandteile freien Zutritt oder erneuere man die verbrauchte Menge desselben durch erneute Zufuhr, z. B. mit Blasebälgen u. dergl., so könne die Luft ebenso kräftig wirken wie der Salpeter, analog wie selbst ein schwaches Auflösungsmittel durch Anwendung eines Ueberschusses oder durch häufige Erneuerung denselben Erfolg wie ein starkes Auflösungsmittel erziele.

Hooke findet seine Verbrennungstheorie<sup>137)</sup> durch Beobachtungen und Versuche bestätigt, die er jedoch nicht anführt. Seine all-

gemeinen Gesichtspunkte sind darum eher Spekulationen als etwa Folgerungen aus experimentellem Ausgangsmaterial. Seine Auffassung, daß die Luft bei Verbrennungen eine Art passiver Rolle lediglich als Auflösungsmittel für die Stoffe spiele, findet sich später besonders in dem phlogistischen Lehrgebäude weiter entwickelt, wo der Luft bekanntlich die Aufgabe zugesprochen wird, das Brennbare (das Phlogiston) aufzunehmen.

Der Grundgedanke dieser Hooke'schen Verbrennungstheorie aber, daß nämlich in der atmosphärischen Luft neben einer verhältnismäßig großen Menge eines bei Verbrennungen inaktiven Bestandteiles, eine im Vergleiche hiermit weit geringere Quantität eines anderen Luftbestandteiles vorhanden wäre und daß dieser es sei, der auf die brennbaren Stoffe bei erhöhter Temperatur seine Wirkung ausübe, dieser Gedanke wurde schon nach etwa zwölf Jahren in außerordentlich fruchtbarer Weise zur Entwicklung einer Verbrennungs- und Atmungstheorie benutzt, die wegen ihrer durchsichtigen Klarheit, ihrer umfassenden Betrachtungsweise und der ihrer Zeit weit vorseilenden Gesichtspunkte, noch heute unsere volle Bewunderung erweckt. Es ist dies die Verbrennungs- und Atmungstheorie des englischen Rechtsgelehrten, Arztes und Naturforschers John Mayow<sup>138)</sup>, die er 1674<sup>139)</sup>, in seinem 29. Lebensjahre, in seinen „Tractatus Quinque Medico Physici“ zur Kenntnis der wissenschaftlichen Welt brachte.

Mayow äußert gleich zu Beginn seiner Abhandlung: „De Sal-Nitro; & Spiritu Nitro-Aereo“<sup>140)</sup> die Anschauung, daß die überall ausgebreitete atmosphärische Luft, die durch ihre geringe Dichte der Schärfe unseres Gesichtes entgehe und dem darüber Nachdenkenden gleichsam ein nichts bedeutender Raum zu sein scheine, ein gewisses allgemeines Salz von der Beschaffenheit des Salpeters, oder Feuer- und Lebensluft (Spiritus sc. Vitalis, Igneus), die im höchsten Grade gärungserregend sei, enthalte. Zur näheren Erklärung jenes salpeterluftigen Salzes geht er zuvörderst auf den Salpeter ein. Nachdem er dessen Bestandteile, eine sehr feuerartige Säure und flüchtiges oder festes Laugensalz, sowohl durch Zersetzen als auch durch Zusammensetzen bewiesen, und dabei den damals in allen Salzen angenommenen Schwefel verworfen hat, widerlegt er die herrschenden Ansichten über die Bildung des Salpeters. Die Erde könne nicht den fertigen Salpeter aus der Luft haben; bloß der flüchtigere und feinere Teil desselben stamme aus der Luft her, das übrige liefere die Erde. Der auf solche Weise aus der Erde gebildete Salpeter bestehe größtenteils aus fixem Alkali, das auch im heftigsten Feuer nicht flüchtig sei.

Während der Destillation des Salpeters verflüchtigt sich (zum Beweise dafür) nur seine Säure, in der Retorte bleibe dagegen Laugensalz zurück.

In dem 2. Kapitel<sup>141)</sup> geht Mayow nun auf den Ursprung des flüchtigen Teils des Salpeters, auf die Salpetersäure ein, mit den Worten: „Ostenditur Spiritum Nitri quid compositum esse eumque partim ab aere, partimque à materia terrestri ortum ducere. Primò de Parte ejus Aereá.“ Er gesteht, daß er anfangs im Zweifel darüber war, ob nicht vielleicht die Salpetersäure selbst in Form von feinsten Teilchen in der Luft schwebend enthalten sei, die alles durchdringen und beim Auftreffen auf fixes oder flüchtiges Alkali gemeinen Salpeter geben würden, eine Hypothese, für die er selbst einige Gründe anführt. Er verwirft sie jedoch, da die Salpetersäure eine viel zu schwere Substanz wäre, als daß sie auf solche Weise sich in der atmosphärischen Luft schwebend halten könne. Die Salpetersäure sei dazu feucht, zerstörend wie die Flamme, und wirke auf das tierische Leben vernichtend ein, wogegen der luftartige Teil des Salpeters, was er auch immer wäre, direkt zur Unterhaltung des Feuers und des Atmens erforderlich sei. Die Salpetersäure des Salpeters könne also nicht als solche aus der Luft herrühren, vielmehr habe nur ein Teil dieser Säure in der Luft ihren Ursprung. Welcher Bestandteil der Luft zur Bildung der Salpetersäure beiträgt, dies lassen ihn Boyle'sche Versuche schließen. Diese hätten außer Zweifel gesetzt, daß etwas luftartiges, was es auch sei (quidquid sit), zur Entstehung des Feuers sich als notwendig erweise, da ein im luftleeren Raume angezündetes Licht weit schneller auslösche, als in einem mit Luft gefüllten. Diese Tatsache beweise auch am deutlichsten, daß eine unter der Glasglocke brennende Flamme nicht, wie einige annähmen, durch ihren eigenen Rauch, als vielmehr durch Beraubung des zur Unterhaltung derselben notwendigen luftartigen Bestandteiles verlösche. In einer luftleeren Glasglocke wäre mehr Raum zur Aufnahme des Rauches als in einer luftgefüllten vorhanden, es müßte darum, bei jener Annahme, die Flamme in einem luftgefüllten Raume eher verlöschen als in einem luftleeren. Zur Entstehung des Feuers seien also gewisse Luftteilchen erforderlich. Diese feuerunterhaltende Luftsubstanz sei aber nicht die gemeine Luft selbst, vielmehr nur der feinere und wirksamere Teil derselben, weil ein Licht unter der Glasglocke trotz Vorhandenseins einer noch beträchtlichen Luftmenge doch verlösche. Auch könne man nicht annehmen, daß die Luftteilchen, welche unter der Glasglocke waren, durch die Verbrennung des Lichtes vernichtet oder zerstreut würden, da sie auf keine Weise durch das Glas hindurchgehen könnten.

Die zur Erhaltung der Flamme notwendigen Feuerluftteilchen seien im Salpeter als dessen wirksamere und feurigere Teile vorhanden<sup>142)</sup>. Mit Schwefel vermischter Salpeter verbrenne im luftleeren Raume, ja sogar unter Wasser sehr schnell, wovon man sich überzeugen könne, wenn man eine am einen Ende geschlossene Röhre mit fein zerriebenem Schießpulver fülle, dasselbe mit Wasser bis zum steifen Brei anfeuchte, in der Röhre zusammendrücke, an dem offenen Ende anzünde und dann umgekehrt in Wasser tauche. Das Schießpulver verbrenne unter dem Wasser gänzlich. Wenn nun auch das Experiment zeige, wie dasselbe Pulver auch im luftleeren Raume abbrenne, so sei dies der sprechendste Beweis dafür, daß der Salpeter die zur Flammenbildung notwendige Feuerluft in sich trage, so daß er zum Verbrennen aus der gemeinen Luft nichts bedürfe. Zur Entzündung jeder schwefelhaltigen<sup>143)</sup> Materie sei Feuerluft nötig, sie möge aus der gemeinen Luft oder aus dem Salpeter stammen. Im luftleeren Raume verbrenne darum kein Schwefel ohne Salpeterbeimengung. Zur Entzündung des Salpeters<sup>144)</sup>, der hierbei immer eine schwefelige Materie (*materia aliqua sulphurea*) erfordere, sei Beimischung der Feuerluft von außen nicht notwendig, da er im luftleeren Raume rasch genug verbrenne.

Mayow erklärt die ihm nachträglich bekannt gewordenen Versuche Boyles über das Verbrennen von Schießpulver im luftleeren Raume mittels des Brennsiegels, bei denen sich die Flamme nicht wie sonst über die ganze Masse des Pulvers verbreite, sondern nur bei den von den Sonnenstrahlen getroffenen Körnchenpartien in Erscheinung trete, mit seiner Theorie sehr richtig. Das Schießpulver könne im luftleeren Raume und unter Wasser nur vermittelt der in ihm vorhandenen Feuerluft verbrennen. In freier Luft fehlen die Feuerluftteilchen der atmosphärischen Luft, die sich im Salpeter befänden, niemals, um die Flamme zu nähren. Im luftleeren Raume seien aber die Feuerluftteilchen des Salpeters nur in einigen Körnchen mit den Schwefelteilchen innig beisammen, und diese lägen nicht immer in der unmittelbaren Nähe der angezündeten Partien. Wegen des unterbrochenen Zusammenhanges der Feuerluftteilchen (*ob particularum igneo-nitrosarum seriem interruptam*) verlösche darum im luftleeren Raume die Flamme bald.

Aus seinen bisherigen Darlegungen folgert nun Mayow, daß der Salpeter die zur Entstehung der Flamme erforderlichen Feuerluftteilchen in sich selbst enthalte und daß, wenn ein Teil des Salpeters aus der Luft herrühre und diese Feuerluftteilchen in dieser vorhanden

wären, der luftartige Bestandteil des Salpeters nichts anderes als seine feuerluftigen Teilchen seien. Und weiter wären die feuerluftigen Teilchen des Salpeters auch in der Salpetersäure vorhanden, da der luftartige Bestandteil dieses Salzes in dessen Säure und nicht in dem fixen Alkali, dem anderen Bestandteile des Salpeters, enthalten sei. Das gleichzeitige Vorkommen dieser Feuerluftteilchen sowohl in der Salpetersäure als auch in der atmosphärischen Luft veranlaßt Mayow nun, dieselben als „Particulas Nitro-aereas“ oder „Spiritus Nitro-aereum“<sup>145)</sup> zu bezeichnen.

Mayows Spiritus Nitro-aereus ist in Wirklichkeit der Sauerstoff. Ueber dessen Natur läßt er sich im dritten Kapitel aus<sup>146)</sup>. Wenn der luft- oder feuerartige Bestandteil des Salpeters oder, was dasselbe wäre, das Salpeter-Luftgas (Spiritus Nitro-aereus) in der Salpetersäure vorhanden sei und deren wirksamen Bestandteil ausmache, so folge, daß diese Luftart von einer salpeterartigen Beschaffenheit sein müsse. Sie sei jedoch an und für sich weder eine Säure noch ein fixes Alkali. Die außerordentlich feinen, scharfen und ätzenden Teilchen dieses Spiritus Nitro-aereus seien sowohl beim Feuer als auch bei der Salpetersäure die Ursache der alles zerstörenden Wirkung dieser Agentien. Bei der Verkalkung von Metallen trete er an diese und verursache dadurch eine Gewichtsvermehrung derselben. Die Erfahrung beweise, daß der durch die Sonnenstrahlen verkalkte Spießglanz ein Beträchtliches an Gewicht zunehme. Diese Gewichtszunahme könne nicht anders erklärt werden, als daß der Spiritus Nitro-aereus während des Verkalkens an den Spießglanz übergegangen sei<sup>147)</sup>. Ebenso rühre beim Verkalken von Spießglanz (mit Salpeter in einem glühenden Tiegel) die Gewichtszunahme von dem in der Flamme des Salpeters im Ueberflusse vorhandenen Spiritus Nitro-aereus, der an jenen übergehe, her.

Der zur Verbrennung und Verkalkung erforderliche Spiritus Nitro-aereus sei ein gemeinsamer Bestandteil aller Säuren, indem er sich mit verschiedenen salzigen Teilchen (particulis salinis) verbinde. Diese letzteren würden hierbei in den flüssigen Zustand übergeführt. Die Verschiedenheit der Säuren sei auf die Verschiedenheit dieser mit dem Spiritus Nitro-aereus sich verbindenden Salze zurückzuführen. Trotzdem zeige sich unter den Säuren die größte Aehnlichkeit und Verwandtschaft durch den gemeinsamen Bestandteil<sup>148)</sup>. Bei dieser Gelegenheit wendet sich Mayow gegen die verbreitete Anschauung, daß im gewöhnlichen Schwefel fertig gebildete Schwefelsäure vorhanden sei, die bei der Verbrennung desselben zur Ausscheidung gelangen solle. Es



sei nicht wahrscheinlich, daß eine solch fressende Säure in dem Schwefel schon vorhanden sein könne, der doch eher einen süßlichen, keineswegs aber einen sauren Geschmack erzeuge.

Der gemeine Schwefel enthalte außer den ganz reinen Schwefelteilchen noch ein gewisses Salz (salem quendam) von fixer oder vielmehr metallischer Beschaffenheit, welches mit den Schwefelteilchen aufs innigste verbunden sei. Diese salzartigen Teilchen würden durch Stöße der Teilchen jenes Spiritus Nitro-aereus in Bewegung gesetzt, gerieben und verkleinert (*particulae sulphuris salinae . . . cerebris particularum nitro aerearum ictibus verberentur, atterantur, comminuanturque*), bis sie schwertförmig zugespitzt und so dünn würden, daß sie in flüssigen Zustand übergingen. Auf solche Weise gäben die nunmehr verflüssigten salzartigen Teilchen des Schwefels die gewöhnliche Schwefelsäure. Mayows Erklärung hat trotz des Unrichtigen darin, doch einen guten Kern! Gegen die erwähnte Anschauung argumentiert er an einer anderen Stelle<sup>148a)</sup> mit der Schlußfolgerung aus dem Experimente, daß man beim Zusammenschmelzen von Alkali und Schwefel eine von Vitriol gänzlich verschiedene Substanz erhalte. Im Schwefel von vornherein vorhandene Schwefelsäure würde diese ohne Aufbrausen erfolgende Vereinigung sicher verhindern.

In seinen Ausführungen über die Gärung<sup>149)</sup> weist Mayow nochmals ausdrücklich darauf hin, daß zur Verbrennung eines Stoffes der Spiritus Nitro-aereus sich notwendigerweise (wie beim Schießpulver) in dem zu verbrennenden Stoffe selbst befinden oder aus der Luft zugeführt werden müsse<sup>150)</sup>. Dasselbe sei auch bei der Gärung von Vegetabilien der Fall.

Von irrigen Voraussetzungen über das Wesen der Elastizität der Gase ausgehend, kommt er im 7. Kapitel<sup>151)</sup> auf eine Reihe richtiger Versuche und Beobachtungen. Als ausgemacht nimmt er an, daß die Luft einige zur Entstehung des Feuers durchaus notwendige Teile (die er sonst Spiritus Nitro-aereus genannt habe) enthalte und daß diese beim Verbrennungsprozeß verzehrt würden, wodurch die Luft sich nunmehr zur Unterhaltung des Feuers gänzlich untauglich erweise. Dies erhärtet er durch einen hübschen Versuch<sup>152)</sup>. In einem durch Glasglockensturz über Wasser abgesperrten Luftraume läßt er ein Licht brennen, bringt es nach nicht allzulanger Zeit durch Eintauchen in das Wasser zum Verlöschen und gestattet mittels eines in den Luftraum ragenden, gebogenen Röhrchens das Entweichen der gepreßten Luft (*aer compressus*), letzteres, damit das Flüssigkeitsniveau innen und außen gleichbleibe. Er ist sich bewußt, daß hierdurch

das nun erfolgende Aufsteigen des Wassers innerhalb der Glasglocke teilweise verursacht wird, doch sei dies nicht die einzige Veranlassung. Das innerhalb der Glocke verbrennende Licht nehme die Teilchen des Spiritus Nitro-aereus aus dem Luftraume weg, so daß sie mit der äußeren atmosphärischen Luft nicht mehr im Gleichgewichte sei. Durch folgendes Experiment mit demselben Apparate wird dies bestätigt. Er bringt eine leicht brennbare Substanz (Kampfer, woran mit Schwefel imprägnierter Zunder befestigt war) in den eingeschlossenen Luftraum, stellt das Wasserniveau vermittle des gebogenen Röhrchens innen und außen auf gleiche Höhe, schöpft dann vom äußeren Wasser so weit ab, daß das innere Wasserniveau höher steht, bringt das Ganze in ein größeres, mit Wasser gefülltes Glasgefäß und läßt nun das durch Berührung mit den Händen warm gewordene Luftvolumen auf seinen früheren Stand zurückgehen. Durch angeklebte Papierstreifen bezeichnet er den Wasserstand innerhalb der Glasglocke und bringt nun den Zunder-Kampfer und das Licht durch Brennlinsenhitze zur Entzündung. Nach dem Temperatenausgleich des Luftrückstandes fand Mayow den inneren Wasserstand über dem signierten Niveau und das Volumen um etwa den dreißigsten Teil geringer als vorher<sup>153</sup>). Es gelang ihm nicht, die Kerze mittels der Linse nochmals zu entzünden, was ihm zu beweisen schien, daß die Luft durch die Verbrennung der ersten Kerze, ihres Sauerstoffes bis zum gänzlichen Unvermögen einer weiteren Unterhaltung der Flamme beraubt worden sei.

Zur weiteren Bestätigung seiner irrigen Hypothese über die Elastizität der Luft führt Mayow eine Reihe einwandfreier und wichtiger Beobachtungen über die Analogie zwischen dem Atmungs- und Verbrennungsprozeß an. Ein unter einer Glasglocke (über Wasser) eingesperrtes Tierchen verursache eine Kontraktion des abgesperrten Luftvolumens. Diese Raumverminderung, gemessen nach dem Ersticken des Tierchens, könne durch Wasser festgestellt werden, das man erstens bis zu dem bezeichneten Standpunkte der Glocke, unmittelbar nach dem Einbringen des Tierchens, und zweitens bis zur Marke nach dem Ersticken desselben im Glase auffülle, vorausgesetzt, daß man alles im Glase Vorhandene unverändert darin belasse. Die Luft werde in ihrer Elastizität und an Umfang um so viel vermindert, als der erste gemessene Raum größer als der zweite sei. Auf diese Weise hätte er bei verschiedenen Tierversuchen eine Abnahme der Luft um  $\frac{1}{14}$  beobachtet. Aus diesen Versuchen gehe unzweifelhaft hervor, daß die Luft durch die tierische Respiration ebenso wie durch das Ver-

brennen ihrer elastischen Kraft beraubt werde, daß die Tiere und das Feuer dieselben Luftteilchen verbrauchten<sup>154</sup>), was noch der folgende Versuch beweise. Ein zugleich mit der brennenden Kerze in den abgeschlossenen Luftraum eingesperartes Tierchen könne nicht viel mehr als die Hälfte der Zeit Atem holen, als es sonst gelebt hätte. Nicht der Rauch der Kerze sei hieran etwa schuld, zumal das Tierchen auch nach Erlöschen der Flamme und Verziehen des Rauches noch lebe. Mit dem letzteren Umstande habe es folgende Bewandtnis. Zur Verbrennung der Kerze sei stets Ueberfluß an hinzuströmendem Spiritus Nitro-aereus erforderlich. Sobald diese Luftteilchen, wie dies im abgeschlossenen Luftraume der Fall sei, nur sparsam und langsam zur Flamme hinzukämen, verlösche die Kerzenflamme auch gleich. Für die Tiere sei dagegen auch ein geringer Teil dieses luftigen Lebensprinzipes (*pabuli aerei*) genügend. Darum lebe das Tierchen auch noch auf Kosten der nach Verlöschen der Kerzenflamme übrig gebliebenen Luftteilchen, und sterbe nicht eher, als bis diese gänzlich durch Atmen verbraucht wären. Hierin liege der Grund, warum die Kontraktion des Luftvolumens, worin ein Tierchen erstickt wäre, mehr als zweimal so viel ausmache, als die eines Raumes, worin eine Flamme erloschen sei.

Mayow erkennt, daß bei der Verbrennung und dem Atmen eine Luft zurückbleibe, die zur Unterhaltung dieser Prozesse durchaus untauglich sei. Er nimmt die atmosphärische Luft als zusammengesetzt an. Seine Vorstellung ist jedoch durchaus mechanischer Natur. Er ist darin hauptsächlich von der mechanischen Anschauungsweise Descartes' beeinflusst. Er sieht die Luft als aus biegsamen, verzweigten und zwischen diese eingelagerten, harten, elastischen Luftteilchen (*Spir. Nitro-aer.*) bestehend an. Die Volumabnahme bei der Verbrennung und Respiration erkläre sich dadurch, daß die harten Teilchen des Spiritus Nitro-aereus bis zu einem gewissen Grade zusammengedrückt und verbogen würden, wodurch die Elastizität der Luft teilweise zurückgehe. Man hat hier den Eindruck, daß Mayow über diese Vorstellung sich selbst noch nicht ins klare gekommen ist. Das hebt er aber sehr richtig nochmals hervor, daß im Salpeter die Luft nicht als solche, sondern nur deren feinere, wirksamere und feurigere Bestandteile enthalten seien.

Warum tritt die Luft zum Feuer? fragt sich Mayow. Er glaubt, daß die bei der Verbrennung ihrer dichten Teilchen des Spiritus Nitro-aereus beraubte Luft durch die umgebende Luft in die Höhe getrieben werde. Als einer der ersten wohl beobachtet er, daß der aus den

Lungen ausgeatmete Luftrest (bei seiner Versuchsanstellung wurde die Kohlensäure vom Sperrwasser absorbiert) leichter ist als die atmosphärische Luft. Er bewundert in poetisch-schwungvollen Worten die göttliche Vorsehung, die in weiser Voraussicht die Einrichtung getroffen habe, daß die ihrer salpeterluftigen Teilchen und ihres Lebensprinzipes beraubte Luft [aer particulis nitro-aereis, spirituque vitali privatus<sup>155</sup>] durch den Druck der übrigen Luft in die Höhe getrieben werde und frische Luft an ihre Stelle treten könne. Nach seiner Ansicht werde die in die Höhe getriebene, zum Atmen untaugliche Luft dort mit frischen Teilchen des Spiritus Nitro-aereus gesättigt<sup>156</sup>), und in letzter Linie stammen letztere von der Sonne her.

Was Mayow schon im Jahre 1668 in seiner Abhandlung „De Respiratione“ über den Atmungsvorgang bewiesen, legt er nun in dem (8.) Kapitel: „De Spiritu Nitro-aereo quatenus ab Animalibus hauritur“<sup>157</sup>) mit größerer Sicherheit dar. Seine zur Ansicht der damaligen Physiologen gegensätzliche Behauptung, daß die Luftteilchen beim Atmen in die Blutmasse übergangen und dort ihres Spiritus Nitro-aereus beraubt würden, findet er durch folgenden Versuch bestätigt. In eine birnenförmige Glasglocke bringt er ein Querstäbchen, hängt daran (nach Umstülpen der Glocke) ein glasiertes kleines Gefäß, das bis zur Hälfte mit Salpetersäure gefüllt ist, und befestigt mittels eines Bindfadens ein Bündel von Eisenstückchen derart um das Querstäbchen, daß es durch Nachlassen oder Anziehen des Fadens von außen, in die Salpetersäure eintauchen bzw. aus derselben herausgehoben werden kann. Die so vorbereitete Glocke bringt er in eine mit Wasser gefüllte Wanne, stellt vermittels eines in den Glasglockenlufttraum hineinragenden gebogenen Röhrchens Innen- und Außenniveau des Wassers gleich, schöpft vom Außenwasser so viel ab, daß das Innenniveau einige Zoll höher als draußen steht und markiert nach dem Temperatenausgleich den Wasserstand in der Glasglocke. Er läßt nun das Eisenbündel in die Salpetersäure tauchen, bis der abgeschlossene Raum mit dem entwickelten Gase gefüllt ist, entfernt das Bündel aus der Säure und läßt erkalten. Er findet dabei eine Kontraktion von  $\frac{1}{4}$  des ursprünglichen Luftvolumens<sup>158</sup>). Ebenso nun, wie von diesen gärenden Dämpfen aus der Salpetersäure und Eisen die Elastizität der Luft vermindert werde, müsse die Blutmasse (eine stark gärende Feuchtigkeit) die Luft durch Aufnahme des Spiritus Nitro-aereus aus derselben teilweise ihrer Elastizität berauben. Mayow sucht weiter zu beweisen, daß beim Atmungsvorgange der Spiritus Nitro-aereus der Luft in den Lungen von der Blutmasse aufgenommen werde; daß ähnlich, wie Kiese beim

Uebergänge in Vitriole sich erhitzten, auch hierbei eine mit Wärmeentwicklung verbundene Gärung erfolge; daß die bei Tieren infolge stärkerer Bewegung beobachtete erhöhte Wärme, in der erhöhten Aufnahme der Partikeln jenes Spiritus Nitro-aereus und in der damit verbundenen stärkeren Atmung und stärkeren Gärung im Blute ihre Ursache finde; endlich, daß die hellere Farbe des arteriellen Blutes durch Verbindung der Nitro-aereus-Partikeln mit dem dunkleren venösen Blute zu stande käme.

Nachdem Mayow bisher gezeigt, auf welche Weise die Luft „verdorben“ werden könne (deperditur), untersucht er (9. Kapitel)<sup>159)</sup>, ob sie nicht aufs neue wieder darstellbar sei. Zu diesem Zwecke taucht er in ein mit verdünnter Salpetersäure gefülltes Gefäß ein anderes Glasgefäß mit der Oeffnung nach unten so tief ein, daß es fast mit der Flüssigkeit gefüllt wird. In die Oeffnung des Glasgefäßes (Flasche) bringt er zwei bis drei Eisenkügelchen. Er beobachtet die Entstehung von „Dämpfen“, die sich nicht kondensieren (halitibus nunquam condensandis). Dasselbe erfolge auch mit Schwefelsäure und Eisen. Ob diese in dem Glasgefäße angesammelte Luft gemeine Luft sei oder nicht, könne man nicht ohne weiteres entscheiden. Tatsächlich verhalte sie sich aber bezüglich ihrer Elastizität wie gemeine Luft. Verschieden sei sie von dieser, weil Tiere in derselben nicht leben könnten. Mayow erhielt also in dem ersteren Falle Stickstoffoxyd, das er in dem oben erwähnten Versuche zur Luftanalyse unbewußt angewandt hatte<sup>160)</sup>. Bei dem anderen Versuche (Schwefelsäure + Eisen) hatte er Wasserstoff in Händen. Hätte er, wie Priestley bei seinen Arbeiten über Gase es stets tat, diese Luftart mit einer brennenden Kerze untersucht, so wäre er sofort auf die Brennbarkeit derselben aufmerksam geworden.

Es würde zu weit führen, die übrigen, äußerst interessanten chemischen und physiologischen Arbeiten Mayows zu verfolgen. Die im vorhergehenden betrachteten Ansichten und Versuchsanstellungen dieses hervorragenden Forschers dürften genügen, um seine Anschauungen kennen zu lernen. Die Klarheit und Richtigkeit seiner Schlußfolgerungen, die auch durch stellenweis irrtümliche und inkonsequente Auslegungen an Wert nicht allzuviel beeinträchtigt werden können, wirken überraschend. Sie muten manchmal geradezu modern an. Und doch sollten sie, für etwa ein ganzes Jahrhundert lang, der Vergessenheit anheimfallen.

Speter, Lavoisier und seine Vorläufer.

5

Mayows Ideen finden unter seinen Zeitgenossen wenig Anklang. Boyle, auf dessen Versuche unser Autor häufig zurückgreift, scheint die Arbeiten Mayows wenig günstig beurteilt zu haben, obwohl er sicherlich bemüht gewesen sein muß, in dieselben einzudringen. Wenn er den Namen Mayows auch nirgends in seinen Schriften anführt, so ist es zweifellos auf Mayow und den Arzt Th. Willis<sup>161)</sup> zu beziehen, wenn er in seinen 1674 erschienenen „Tracts“<sup>162)</sup> das für die Verbrennung und das Leben erforderliche unbekanntes Etwas in der Luft, in seiner jedoch noch skeptischen Art, für „eine in der Luft verbreitete flüchtige Substanz, flüchtigen Salpeter oder eine andere unbekanntes siderische oder unterirdische Substanz“ [diffused through the air, whether it be a volatile nitre, or (rather) some yet anonymous substance, sydereal or subterranean] erklärt. Ueberzeugt ist er aber hiervon auch später nicht, da die Existenz eines Salpeters von dieser flüchtigen Beschaffenheit in der Luft durch die Verfechter dieser Lehrmeinung durch keinen Versuch sicher bewiesen wäre<sup>163)</sup>.

Daß trotz pünktlichen Erscheinens von Auszügen aus den Mayowschen Arbeiten in den Philosoph. Transact. (Nr. 41, S. 833; Nr. 105, S. 101), diese Ideen nicht zur allgemeinen Kenntnis und Geltung gelangen sollten, daran war — nach der Ansicht Donnans<sup>164)</sup> — Boyle etwas schuld. Im Einklange damit meint Ramsay, daß Boyle „in einem Alter von 52 Jahren zweifellos seine eigene, fest gegründete Meinung hatte und ärgerlich war, daß sie durch die, wenn auch gut begründeten spekulativen Betrachtungen eines so jungen Mannes zerstört werden sollte“<sup>165)</sup>.

Im Gegensatz zu den rein chemischen und physikalischen Ansichten fanden Mayows physiologische Lehrmeinungen eher Verbreitung, wenn auch hier keine rechte Anerkennung zu verzeichnen ist. Hierüber suchten zu Ende des 19. Jahrhunderts Richard Lubbock<sup>166)</sup>, G. D. Yeats<sup>167)</sup> und A. N. Scherer<sup>168)</sup> genaue Ermittlungen anzustellen. Lubbock, der die „Verdienste dieses großen Naturforschers, des Keplers, vielleicht des Newtons unter den Scheidekünstlern“ in ihrer Würdigung als gerecht empfindet, weist darauf hin, daß unter den von ihm angeführten älteren Schriftstellern einige „nur als Freunde Mayows, aber nicht als Verteidiger seiner Meinungen betrachtet werden müssen“. Daß Mayows „chemische Physik“ weniger Beachtung gefunden habe, wäre darin begründet, „daß Stahls Theorien sehr bald ins Publikum kamen, deren Urheber sich mehr auf eine warme Einbildungskraft, als auf die Uebung der Urteilkraft durch mühsame Induktionen oder sorgfältige Forschungen zu berufen wußte“. Yeats,

der vollkommen davon überzeugt ist, daß Mayows Schriften sich mit beträchtlicher Schnelligkeit in Europa verbreitet hätten, findet jedoch, daß diese gar nicht in dem Sinne ihres Autors verstanden worden seien. Fast alle Schriftsteller, die Mayow erwähnten, verwechselten seine Feuerluftteilchen mit den Salpeterpartikeln<sup>169</sup>). Darum eben, weil sie Mayow nicht oder aber mißverstanden hätten, seien dessen Meinungen von einigen Autoren verworfen worden, während andere wiederum ihm Ideen zugeschrieben hätten, an die Mayow selbst nie gedacht habe. Mayows „Physik“ sei in einem Zeitalter erschienen, das sich durch eine Anzahl großer Gelehrter, Boyle, Newton, Lower, Willis u. a., ausgezeichnet habe, in einem Zeitalter, wo die Physiker mit der Untersuchung der Newtonschen und Cartesiusschen Lehren und die Scheidekünstler mit der Stahlischen Theorie vollauf beschäftigt gewesen wären. Für den in jungen Jahren verstorbenen Forscher könnte es kaum möglich gewesen sein, solche Schwierigkeiten mit Erfolg zu überwinden, selbst wenn dessen Theorie noch so wahr und sein System noch so fest gefügt sein mochte. Mayow hätte unmöglich einen Verteidiger finden können, „der kühn genug war, mit Theorie und Versuchen eines anderen die Flut allgemein angenommener Meinungen dämmen zu wollen“, und es sei kaum wahrscheinlich, „daß viele ihren literarischen Ruhm werden aufs Spiel haben setzen wollen, um Lehren in Schutz zu nehmen, welche eine allgemeine Mißbilligung zu erfahren schienen“. Dies sei die Ursache, weshalb Mayows Meinungen erst mehrere Jahre nach seinem Tode die Aufmerksamkeit der wissenschaftlichen Welt auf sich gezogen hätten. Wenn nun von einzelnen hervorragenden Naturforschern jener Zeit die Werke dieses Mannes mit Bewunderung gelesen worden seien, so habe man seine Ideen jedoch nicht so weit zu begreifen vermocht, „daß sich ein System daraus hätte ableiten lassen. Zu dergleichen wissenschaftlichen Fortschritten war der Geist des Zeitalters noch nicht reif, und so geschah es, daß Mayows Theorien sich in der großen Masse streitiger Lehren verloren“<sup>167</sup>).

Mayow hatte, wie wir eben gesehen, nicht bloß die Existenz des Sauerstoffes vorausgeahnt, sondern auch seine durchgreifende und wesentliche Bedeutung für die Verbrennung, für die Respiration, für die Metallverkalkung, für die Säurenatur vollauf erkannt und ihn darum als den wichtigsten Grundstoff in der Natur ausgesprochen<sup>170</sup>). Was Boerhave so lebhaft gewünscht<sup>171</sup>), daß dieses unbekanntes Etwas in der Luft entdeckt werden möge, ging durch Priestleys und Scheeles unabhängig voneinander gemachte Entdeckung<sup>172</sup>) des

Sauerstoffes in Erfüllung. Der Spiritus Nitro-aereus Mayows war endlich gefunden.

Wer vermochte nun den Zusammenhang zwischen der Priestleyschen bzw. Scheeleschen Entdeckung und der Mayowschen Voraussagung festzustellen? Diese Frage ist vom historischen Standpunkte aus von wichtigem Interesse, da sie uns den Ausgangspunkt für die Rehabilitierung Mayows zeigt. Sie ist, abgesehen von undeutlichen und versteckten Andeutungen, bis heute nicht zutreffend beantwortet worden.

Priestley machte seine Entdeckung 1774, Scheele 1777<sup>173)</sup> bekannt. Die Schrift Scheeles wurde im Jahre 1780 von J. R. Forster ins Englische übersetzt<sup>174)</sup>. Hier führt der Uebersetzer in einer Note aus, daß Mayows Spiritus Nitro-aereus (den er, wie auch Haller, irrig als in der Luft schwebenden Salpeter auffaßt) wohl in der „dephlogistisierten Luft“ (Sauerstoff) Realität angenommen habe. Er wirft die Frage auf, ob Mayow denn seine Theorie so wenig überzeugend durch Experimente gestützt habe, daß ihm nicht der geringste Anteil an der Entdeckung der dephlogistisierten Luft zugesprochen werden könne? Es sei auf jeden Fall sehr merkwürdig, daß eine solche Vorausahnung durch eine Reihe von gründlichen Versuchen von seiten zweier Forscher ihre Bestätigung gefunden habe, Männern, die von Mayow sicher keine Kenntnis gehabt hätten.

Es ist Forster das Verdienst zuzusprechen, daß er als erster auf Mayow in diesem Zusammenhange hingewiesen hat. Durch diese seine Betrachtung wurde die Aufmerksamkeit der Forscher auf die Mayowschen Ideen gelenkt, wie sich aus dem folgenden ergibt.

Zwei Jahre später schon beschäftigt sich Jonathan Stokes in seiner „Dissertatio Inauguralis, De Aere Dephlogistico“<sup>175)</sup> an mehreren Stellen mit Mayow von diesem Gesichtspunkte aus. Später (1801) erwähnte er<sup>176)</sup>, daß er auf Mayows Schriften durch „eine Aeußerung des englischen Uebersetzers von Scheeles Abhandlung über Luft und Feuer, der, wie er glaube, der verstorbene gelehrte Naturforscher Reinhold Forster gewesen wäre, aufmerksam gemacht“ worden sei.

Christian Ehrenfried Weigel, der verdienstvolle Uebersetzer der Lavoisierschen Schriften, gab 1784<sup>177)</sup> einen ausführlichen Auszug der Mayowschen Schriften. Aus der Stelle: „Mayow hat, teils geradezu, teils bei Gelegenheit anderer Untersuchungen, die Luft sehr zum Gegenstande seines Nachdenkens gemacht, und da ein neuerer, in der Folge zu gedenkender Schriftsteller geradezu hat dar-



tun können, daß er unter seinem salpeterluftigen Geiste (Spiritus Nitro-aereus) Herrn Priestleys u. a. dephlogistisierte Luft verstanden habe, so darf ich einen Auszug seiner Aeüßerungen hier nicht weglassen<sup>178)</sup>, aus dieser Stelle geht unzweifelhaft hervor, daß er durch Forsters Note zum Studium der Mayowschen Schriften angeregt worden war. „Dieser in der Folge zu gedenkender Schriftsteller“ ist, obwohl Weigel diesen in der Folge nicht<sup>179)</sup> erwähnt, eben kein anderer als Forster<sup>180)</sup>. Weigel, einer der umfassendsten Literaten seiner Zeit, mußte demnach die Forstersche Uebersetzung in Händen gehabt haben.

Wiewohl Johann Andreas Scherer<sup>181)</sup>, der in Oesterreich (und Deutschland) am meisten für die Würdigung Mayows eintrat, nachweislich<sup>182)</sup> schon 1782 dessen „Tractatus quinque“ gekannt hatte, wurde er aber erst durch Weigels Hinweis auf die umfassenden Gesichtspunkte und die wahre Bedeutung des Mayowschen Systems aufmerksam, denn erst im folgenden Jahre (1785)<sup>183)</sup> merkt er an, daß Mayow „eines besonderen, im Luftkreise befindlichen Wesens, das zur Erhaltung des tierischen Lebens und des Feuers notwendig ist, und das mit der von Dr. Priestley entdeckten dephlogistisierten oder brennstoffleeren Luft viel ähnliches hat“ Erwähnung tut. In einem späteren (1793) Werke weist er unter den Autoren, die auf Mayow wieder aufmerksam gemacht hätten, auf Weigel an erster Stelle hin. Es geht nun daraus hervor, daß Scherer nur in Kenntnis der Weigelschen Quelle, wo der Name Forsters nicht erwähnt ist, jene Note nicht gekannt hat und darum auch nicht weiß, daß jener Forster zuerst den Zusammenhang zwischen der Mayowschen Vorausahnung und der Priestley-Scheeleschen Entdeckung begriffen hatte.

Nach dem Vorangegangenen kann darüber kein Zweifel bestehen, daß Forster den ersten Anstoß zur „Wiederentdeckung“ Mayows gegeben hat. Schon vom Ende des 18. Jahrhunderts bis in die neueste Zeit hinein verwirren sich jedoch die Angaben der verschiedenen Autoren über diesen Punkt. Bald wird Beddoes<sup>184)</sup>, bald Weigel<sup>185)</sup>, bald Blumenbach<sup>186)</sup>, bald Scherer<sup>187)</sup> angeführt, von denen jeder als erster die Arbeiten Mayows wieder hervorgeholt haben sollte. Forster ist an solchen Stellen nirgends namhaft gemacht.

Die „Wiederbelebung“ Mayows vollzog sich nun in folgender Weise. 1785 wies Blumenbach<sup>188)</sup> in wenigen Worten auf Mayow hin. Erst 1790, also 10 Jahre nach Forster, beschäftigt sich der erwähnte Beddoes<sup>189)</sup> öffentlich mit Mayow, indem er in einem Briefe an Edmund Goodwyn seinen Gedanken über unseren Autor Ausdruck verleiht und dessen Werke in einem Anhange in kritischer

Auswahl prüft. Beddoes, der Blumenbachs Anmerkung zitiert, äußert sich über Forster, ohne dessen Namen zu nennen, sehr geringschätzig<sup>190)</sup>. Er ist der Ansicht, daß niemand durch die „Note“ jenes Uebersetzers (Forsters) zum Studium der Mayowschen Werke angeregt worden ist — wie wir gesehen haben, ist er im Irrtum. Direkt oder indirekt hat er diese Anregung auch Forster zu verdanken! 1793 läßt J. A. Scherer — der nach seiner eigenen Angabe erst Ende 1792 von dem Beddoesschen Werke erfuhr, als seine Schrift schon vollendet war — seinen „Beweis“ erscheinen. In der „Encyclopédie Méthodique“ wendet sich Fourcroy<sup>191)</sup> gegen Beddoes mit den Worten: „... Dr. Beddoes faisoit sonnet la trompette de la résurrection sur Mayow ...“ Nach etwa 3 Jahren (1799) publiziert er hiervon einen Auszug in den „Annales de Chimie“<sup>192)</sup>, worauf dann Beddoes in einem Briefe an Nicholson<sup>193)</sup> berichtigende Erklärungen gibt. Der französische Gelehrte — führt er aus — erteile dem Engländer (Mayow) zwar großes Lob, doch begehe er in der Schätzung von dessen Ansichten wesentliche Irrtümer, und es habe den Anschein, als ob er (Fourcroy) weder Mayows Plan gefaßt, noch den Geist, von welchem jener zeige, begriffen hätte. Würde Fourcroy gewußt haben, daß jener Autor in seinem 27. oder 28. Jahre<sup>194)</sup> gestorben sei, so würde er wohl nicht behauptet haben, daß der Faden in dessen Händen gerissen sei und er nur die Laufbahn geöffnet habe. Was über die Ursache von Boyles Popularität gesagt sei<sup>194)</sup>, erscheine unbegründet.

Ein Jahr vorher (1798) beschäftigt sich G. D. Yeats in einem Werke<sup>195)</sup>, worin er die Geschichte der pneumatischen Chemie von Pythagoras bis auf Mayow behandelt, sehr eingehend mit Mayow und dessen Schicksal. Auch Samuel Latham Mitchill<sup>196)</sup>, der „Nestor of American science“, erörtert diese Frage in dem Sinne, wie ein Mann samt seinen glänzenden Entdeckungen und Werken sowohl in seinem Vaterlande als außerhalb desselben in weniger als hundert Jahren so sehr vergessen werden konnte, daß weder Franklin dessen Erklärung der Wasserhose, noch Scheele dessen Entdeckung der dephlogistisierten Luft, noch Girtanner dessen Erklärung der Muskelbewegung, noch ein anderer die Bemerkungen jenes Autors über das Atemholen und den Zustand der ungeborenen Leibesfrucht und des noch nicht ausgebrüteten Hühnchens kennen gelernt hätten.

Wenn nun auf Lubbocks und Yeats Ausführungen hin (siehe weiter oben) Jonathan Stokes in einer längeren Betrachtung<sup>197)</sup> seine Ansicht von 1782 völlig umstößt und von der Bedeutung Mayows

nichts wissen will, so bemerkt hiergegen A. N. Scherer sehr richtig, daß Mayow nach solcher Auffassung „noch mehr als Lavoisier hätte leisten müssen. So bestimmt, wie Herr St. (Stokes) es verlange, konnte sich Mayow freilich nicht alles erklären“<sup>198)</sup>.

Nach einem Zeitraume von rund 100 Jahren hatte man endlich die Lehren Mayows und ihren Urheber zu würdigen gelernt. Von dem Zeitpunkte, wo Forster hierzu den Anstoß gegeben, bis heute hat das Interesse für diesen hervorragenden Forschergeist, „den Kepler, vielleicht den Newton unter den Scheidekünstlern“<sup>166)</sup>, „den ersten Antiphlogistiker, und im 16. Jahrhunderte der Chemie beinahe das, was Lavoisier der Chemie geworden“<sup>199)</sup>, nicht nachgelassen, was in zahlreichen Abhandlungen<sup>200)</sup> zum Ausdrucke kommt.

Hat nun Lavoisier diesen seinen Vorläufer gekannt? Hat er dessen Schriften Anregungen zu verdanken? Hat sich Lavoisier jemals über Mayow geäußert? Das sind Fragen, deren Beantwortung jetzt versucht werden soll.

Lavoisier hatte, dem ersten Teile seiner „Opusculus physiques“ nach zu schließen, umfassende Studien über Luft, Luftarten u. s. w. getrieben. In seinem historischen Rückblick<sup>32)</sup> hat er aber, wie schon Chr. Ehrenfr. Weigel, sein Uebersetzer, bemerkt (a. a. O.), „manche der älteren Abhandlungen, die ihm nicht unbekannt gewesen sein konnten“, dort, wo es seinen Ruhm etwa hätte verkleinern können, sicherlich „mit Fleiß übergangen“. Wenn man es auch nicht direkt nachweisen kann, so läßt sich unter Berücksichtigung des wenig einwandfreien Verhaltens Lavoisiers in anderen ähnlichen Fällen, mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit schließen, daß er die Mayowschen Ideen gekannt haben muß. Es wäre zu viel behauptet, wenn man sagen wollte, daß er aus den Schriften Mayows sein System geschöpft hätte<sup>201)</sup>. Dazu waren die Wege dieser beiden Forscher zu verschiedenartig. Anregungen muß er jedoch wohl hieraus empfangen haben.

Nach 1780, wo sich das Interesse den Schriften Mayows zuzuwenden begann, mußte nun Lavoisier auf alle Fälle auf Mayow aufmerksam gemacht worden sein. Der in London lebende Portugiese Magelhaens, der Lavoisier über Verschiedenartiges stets auf dem laufenden hielt, dürfte ihn wohl sicherlich unterrichtet haben. Die Stelle aus einem Briefe Magellans an Madame Lavoisier, also lautend: „Quand, après les découvertes de Lavoisier, on lui opposa

Mayow, dont il n'avoit jamais entendu parler, il chargea son ami Magellan, qui habitait Londres, de lui procurer les oeuvres du savant anglais. Magellan s'adressa en vain à tous les libraires de Londres; il lui fut impossible de trouver une exemplaire des oeuvres de Mayow<sup>202</sup>), diese Briefstelle steht mit den Tatsachen im Widerspruch, da dieses Werk in dem damaligen Kataloge der Royal Society<sup>203</sup>) enthalten war und überhaupt nicht etwa zu den Seltenheiten gehörte<sup>204</sup>).

Wenn man bedenkt, mit welcher unglaublicher Unverfrorenheit Lavoisier die Entdeckungen einiger seiner Zeitgenossen für sich beanspruchte, wie sehr er bestrebt war, seinen Ruhm zu heben — was z. B. typisch auch aus der Stelle hervorgeht: „Diese sonderbare Erscheinung, daß eine sehr flüchtige Substanz ( $C_2H_5OH$ ), deren Bestandteile beim Verbrennen sich zerstreuen lassen, doch ein Residuum oder vielmehr ein Produkt liefert, welches mehr wiegt, als sie selbst, ist bisher allen Physikern entgangen, war auch völlig unerklärbar, ehe man wußte, daß die Lebensluft beim Verbrennen in den Körpern fixiert werde, ein Umstand, dessen Entdeckung ich mir glaube zuschreiben zu können“<sup>205</sup>) —, so wird man mit der Behauptung nicht fehlgehen, daß Lavoisier abgeneigt war, jemand neben sich wiedererstehen zu sehen, mit dem er etwa den Ruhm seiner Entdeckungen hätte teilen müssen. So wird er auch in diesem Falle, auch nachdem er sicherlich von Mayow gehört hatte, durch einfaches Stillschweigen sich der Unannehmlichkeit entzogen haben, Mayow, wenn auch nur als Vorläufer, anerkennen zu müssen. Wir werden bald sehen, wie sehr er sich bei Jean Rey, der nicht im entferntesten an ihn heranragt, in geharnischten Worten gegen eine Anerkennung sträubt.

---

## VI. Jean Rey.

Bis in das scholastische Zeitalter hinein erhielt sich die Ansicht der alten Philosophen, daß der Verbrennungsprozeß eine unter Ausscheidung von elementarer Feuermaterie erfolgende Zerstörung gewisser Art sei, obwohl viele Beobachtungen vorlagen, die für die Notwendigkeit des Luftzutrittes deutlich sprachen. Die hierauf fußende Phlogistontheorie baute diese Anschauung bekanntlich weiter aus, in dem Sinne, daß die bei Verbrennungs- oder Verkalkungsvorgängen erforderliche Luft bloß zur Aufnahme eines aus den brennbaren Stoffen ent-

weichenden Etwas, des Phlogistons, dienen sollte, daß ihr also lediglich eine passive Rolle zuzuschreiben sei.

Der erste Scholastiker, der im Gegensatze zu diesen Anschauungen die Verbrennungs- und Verkalkungsprozesse als synthetische Vorgänge auffaßte, war ein französischer Arzt, Jean Rey<sup>206</sup>). Veranlaßt durch eine briefliche Anfrage<sup>207</sup>) von seiten eines Apothekers Brun in Bergerac, machte er die Frage, warum Metalle beim Verkalken an Gewicht zunehmen, zum Gegenstand einer eingehenden Untersuchung, als deren Resultat er im Jahre 1630 eine Schrift herausgab<sup>208</sup>). In der Vorrede erklärt er, daß er dieser Frage „einige Stunden intensiven Nachdenkens“<sup>209</sup>) gewidmet habe. Wenn er in dem Glauben, die richtige Erklärung gefunden zu haben, seine Untersuchungen bekannt gebe, so sähe er die Gefahr voraus, daß er in den Ruf eines Verwegenen komme, wo er gegen althergebrachte, von den meisten Philosophen seit Jahrhunderten anerkannte Theorien verstoße. „Aber wenn es gilt, eine als richtig erkannte Wahrheit auszusprechen, ist Schüchternheit nicht am Platze“<sup>209</sup>). Er glaube jedenfalls der Oeffentlichkeit durch Herausgabe dieser seiner Schrift zu nützen, selbst wenn dieselbe seinem Rufe nicht allzuförderlich wäre.

Von den 28 Kapiteln dieser Schrift beschäftigen sich die ersten 15 mit einleitenden Gesichtspunkten. Er sucht nachzuweisen, daß alle Materie unter dem Himmel Schwere besitze (1. Kapitel). Die vier Elemente<sup>210</sup>), in höherem oder geringerem Maße mit dieser Eigenschaft ausgestattet, verdanken dieser ihren Platz in der Natur. Denn die den ganzen Raum unter dem Himmelsraume erfüllende Materie sei stufenweise dem Erdmittelpunkte genähert worden, zuerst das schwerste Element, die Erde, dann das dieser an Gewicht am nächsten kommende Element, das Wasser, hierauf die Luft und schließlich, als das leichteste Element, das Feuer. Den Begriff der „Leichte“ müsse er unbedingt verwerfen (2. Kapitel). Wenn er ihn trotzdem gebrauche, so sei es nur, um die Beziehung eines Stoffes von geringerem Gewichte zu einem solchen von größerer Schwere zum Ausdrucke zu bringen. „Was aus dem Schatten würde, wenn es keine Körper gäbe, das geschieht mit der von Natur aus erfolgenden Bewegung nach oben, wenn wir die Leichte anerkennen“ (3. Kapitel)<sup>211</sup>). Wasser steige zwar sofort in die Höhe, wenn Erde in dasselbe eingeworfen werde, jedoch nicht infolge einer ihm eigentümlichen Leichte, vielmehr durch Verdrängung von seiten der schwereren Erde. Luft und Feuer seien in diesem Sinne ebenso als schwer zu bezeichnen und bewegten sich von Natur aus nach unten (4. Kapitel). Die Schwere der Luft

folge aus verschiedenen Tatsachen. So könne kein Pfahl aus dem Erdboden herausgezogen, kein noch so tiefer Brunnen ausgeschöpft werden, ohne daß die Luft sofort den nun fehlenden Raum einnehme. Dies könnte man ebenso vom Feuer erweisen, wenn man mit ihm ebenso wie mit Luft zu operieren in der Lage wäre. Doch wäre es bei der Aehnlichkeit der Wesensarten dieser beiden Stoffe angängig, das von der Luft Erwiesene auch auf das Feuer zu übertragen. Wenn man einen beiderseits offenen Kanal vom Erdmittelpunkt bis hinauf in die Region des Feuers hätte, der mit den vier Elementen in ihrer natürlichen Aufeinanderfolge ausgefüllt wäre, und man nun die als unterste Schicht vorhandene Erde entfernte, würde das Wasser ihre Stelle einnehmen und seinen Platz wiederum der Luft überlassen, der schließlich das Feuer folgen müßte. Nach Entfernen der nun zu unterst befindlichen Wasserschichte würden Luft und Feuer entsprechend nachrücken, so daß bei Fortsetzung dieses Spieles schließlich das Feuer den ganzen Raum des Kanales bis zum Erdmittelpunkte ausfülle, da eben alles entfernt wurde, was dieses Element hierin zu behindern vermöchte. Dieser Vorgang sei aber nicht aus der Ursache erfolgt, um keinen leeren Raum aufkommen zu lassen. „Denn es ist ganz sicher, daß das Leere, das das Nichts ist, keinen Platz in der Natur finden wird“<sup>213</sup>). Die Ursache dieser Erscheinung sei lediglich die Wirkung der verschiedenen Schwere jener Elemente.

Rey erklärt nun (im 6. Kapitel): „Mein Hauptbestreben war bisher, jedermann davon zu überzeugen, daß die Luft Gewicht besitzt; denn ich behaupte, daß sie die Ursache der Gewichtsvermehrung beim Verkalken von Zinn und Blei ist“<sup>215</sup>). Bevor er aber darauf näher eingeht, wie dies erfolgt, stellt er noch einige Ueberlegungen an. Die Erkennung des Gewichtes einer Sache könne entweder durch Vernunftschlüsse oder mit Hilfe der Wage erfolgen. Auf ersterem Wege sei er zur Annahme der Schwere bei allen Elementen geführt worden, und ebenso müsse er jene alte Lehre umstoßen, wonach bei der Transmutation eines Elementes<sup>214</sup>) in ein anderes das Gewicht zu- oder abnehme, je nachdem Verdünnung oder Verdichtung erfolge. Die Schwere sei eben derart innig mit der Ursubstanz der Elemente vereint, daß sie davon nicht getrennt werden könne. „Das Gewicht jedes einzelnen Teiles liegt mit ihm schon in der Wiege, und er trägt es mit sich bis zur Bahre. Das Gewicht ist stets das gleiche, gleichgültig an welchem Ort, in welche Form oder auf welches Volumen die Materie gebracht wird“<sup>215</sup>). Auf Grund spekulativer Erwägungen findet er seine Annahme bestätigt. Er neigt überhaupt dazu, das Stu-

dium der Schwere eher durch Vernunftschlüsse als durch die Wage zu bestimmen (8. Kapitel). Letzterer Weg sei nämlich grob und nicht ohne Täuschung. Der Irrtum, daß die Luft kein Gewicht habe, rühre eben daher, daß das Wägen gewöhnlich in der Luft, zuweilen auch in Wasser vorgenommen werde, und nun kein Element in seinem eigenen Medium Schwere zeige. Wenn er nun beweisen wolle, daß die dem Kalk von Zinn oder Blei sich beimischende Luft es sei, die deren Gewichtszunahme verursache, und die Feststellung der Zunahme eben mittels der Wage in der Luft geschehe, so müsse er diesen Widerspruch beseitigen (9. Kapitel). Er behaupte darum, daß die Luft in ihren Teilchen verändert und an Gewicht vermehrt werden könne, und daß diese derart veränderten Luftteile durch Wägen in der gewöhnlichen Luftsphäre dem Gewichte nach bestimmt würden. Diese mit Gewichtszunahme verbundene Veränderung der Luft könne entweder durch Zumischen irgend eines anderen, schwereren Stoffes oder durch Verdichten ihrer Teilchen oder aber durch Trennung von ihren weniger schweren Bestandteilen erfolgen. Von diesen drei Möglichkeiten entschließt sich Rey für die zuletzt angeführte. Nach seiner Ansicht wird nämlich Luft (ebenso wie alle übrigen Stoffe) durch Hitzewirkung in feinere und schwerere Teile geschieden. Wenn das Feuer, wie er bewiesen zu haben glaube, beim Erhitzen der Luft darin Teile verfeinere und abscheide, so gehe diese Scheidung notwendigerweise mit einer Verdichtung und Gewichtszunahme des Rückstandes Hand in Hand (14. Kapitel).

Nach diesen vorangegangenen Erklärungen gibt er nunmehr (im 16. Kapitel) die „Förmliche Antwort auf die gestellte Frage, warum Zinn und Blei beim Verkalken an Gewicht zunehmen“, mit den Worten:

„Die Gewichtszunahme kommt von der Luft; sie wurde im Gefäß durch die intensive und lange währende Einwirkung der Ofenhitze verdichtet, schwerer und anhaftend gemacht; sie vermischt sich mit dem Kalk (wozu das häufige Rühren verhilft) und hängt nun fest an dessen kleinsten Teilchen. Wie der Sand schwerer wird, wenn man ihn mit Wasser durchrührt, und dabei ein inniges Gemenge entsteht, so ist auch dieser Vorgang aufzufassen“<sup>216)</sup>.

In den folgenden Ausführungen widerlegt Rey die Ansichten einiger Autoren über die Ursache dieser Gewichtszunahme. Nicht das Schwinden der himmlischen Hitze, die dem Blei Leben verleihe, oder der Tod des letzteren, vermehre das Gewicht beim Verkalken, wie Cardani<sup>217)</sup> glaube; auch die von Scaliger<sup>218)</sup> angenommene Ver-

zehrung der im Blei vorhandenen luftigen Teile durch das Feuer (18. Kapitel) sei nicht die Ursache hiervon, ebensowenig wie der von Caesalpinus<sup>219)</sup> erwähnte Ruß (19. Kapitel). Daß diese Gewichtszunahme nicht vom Gefäße (20. Kapitel), nicht von Dämpfen der Kohle (21. Kapitel), nicht von einem flüchtigen Salze der Kohle (22. Kapitel), nicht von einem flüchtigen Merkursalz (23. Kapitel) und nicht von einer durch den Kalk angezogenen Feuchtigkeit (24. Kapitel) herrühre, beweist Rey in schlagender Weise durch die Tatsache, daß Antimon beim Verkalken mittels eines Brennglases, trotz des Verlustes durch Verdampfen, doch an Gewicht zunehme. Die Ursache hiervon sei nichts anderes als „die Luft, die durch die Sonnenstrahlen erhitzt wurde, dicker und schwerer geworden ist, sich unter den Kalk mischt und dessen kleinsten Teilen anhaftet“<sup>220)</sup>. Dies bestätige auch seine Ansicht von der Zunahme des Gewichtes bei Zinn und Blei, da durchaus kein Unterschied zwischen der Gewichtszunahme des Antimons und der jener Metalle bestehe.

Daß der Kalk auf solche Weise nicht bis ins Unendliche durch fortwährend verdickte Luft an Gewicht vermehrt werden könne, sei einfach darin begründet, daß der Kalk diese Luft nur bis zu seiner Sättigung aufnehmen könne, was auch in dem Wachsen des Gewichtes nur bis zu einem gewissen Punkte zum Ausdruck komme (26. Kapitel). Nach einer Erörterung, warum andere Kalke und Aschen nicht an Gewicht zunähmen (27. Kapitel), widerlegt er noch Bruns Angabe, daß Blei nicht ebenso wie Zinn beim Verkalken Gewichtszunahme zeige (28. Kapitel), und beschließt mit den Worten:

„Die Arbeit war mein,  
„Der Nutzen dem Leser,  
„Gott allein der Ruhm“<sup>221)</sup>.

Jean Rey hat also vor Torricelli und Otto von Guericke die Schwere der Luft als unbedingt feststehende Tatsache erkannt. Dies allein schon ist ihm als hohes Verdienst anzurechnen. Seine Ausführungen über die Ursache der Gewichtszunahme der verkalkten Metalle sind zwar nicht einwandfrei, doch tragen sie den Keim zur richtigen Erklärung in sich. Seine Gesichtspunkte haben zwei prinzipielle Fehler, was wir aus einer kurzen Betrachtung seiner Anschauung sofort erkennen werden. Er behauptet zunächst, daß alle Stoffe, sowohl einheitliche als zusammengesetzte, durch Erhitzen sich in leichtere und nach Entweichen dieser in zurückbleibende schwerere Teile scheiden. Die auf solche Weise veränderte Luft hinterlasse einen schwereren, klebrigen Anteil, der den verkalkten Stoffen anhafte. Das Gewicht



dieser anhaftenden klebrigen Luft käme beim Wägen in der gewöhnlichen Luft durch die größere Dichte zur Geltung. Durch Anhaften an den Kalk bis zu einem gewissen Grade, als dieser eben bis zur Sättigung in sich aufzunehmen vermöge, beobachte man eine bestimmte Gewichtsvermehrung bis zu einem gewissen Punkte.

Der erste prinzipielle Denkfehler liegt also in der Annahme, daß die Wärme jeden Stoff in leichtere und schwerere Teile scheidet. Rey hat die Luftverdünnung durch Erhitzen irrig gedeutet. Der zweite prinzipielle Irrtum ist in seiner Ansicht ausgedrückt, daß die Luft als solche, wenn auch im verdickten Zustande, sich an den Kalk (nicht an das Metall!) anhängt und daß hierdurch das Gewicht desselben vermehrt werde. Rey erkannte nicht, daß der Metallkalk nichts anderes ist als eine Verbindung von seinem Metalle mit der Luft.

Trotz dieser Irrtümer muß man mit Hermann Kopp<sup>222</sup>) erklären, daß das Reysche Werk „ein Muster ausgezeichneter Untersuchung aus der damaligen Zeit ist, und die erste Annäherung zur besseren Erklärung einer Erscheinung, deren richtiges Verständnis später auf das ganze System der Chemie reformierend einwirkte“. In diesem Sinne ist Rey zweifellos als Vorläufer Lavoisiers anzusprechen.

Reys Anschauungen blieben von der Mit- und Nachwelt unbeachtet, bis einige Autoren, wie Jac. Reinb. Spielmann<sup>223</sup>), M. de Bordeu<sup>224</sup>), M. J. Corvinus<sup>225</sup>), M. Sage<sup>226</sup>) in ihren Schriften seiner Erwähnung taten. Er wäre jedoch ebenso wie seine wenig verbreitete Schrift völlig in Vergessenheit geraten, wenn nicht Pierre Bayen in einem Schreiben an den Abbé Rozier<sup>227</sup>) die Aufmerksamkeit auf ihn gelenkt hätte. Im Jahre 1777 veranstaltete dann M. Gobet<sup>228</sup>) einen Neudruck der Reyschen Schrift und fügte dieser Ausgabe einige Briefe (Reys an den Pater Mersenne, an den Apotheker Brun, sowie die Antwortschreiben) und erklärende Anmerkungen hinzu. Chr. Ehrenfr. Weigel lieferte bald einen ausführlichen Auszug<sup>229</sup>), und in neuerer und neuester Zeit bemühten sich verschiedene Autoren<sup>230</sup>), diesem scharfdenkenden und seiner Zeit vorausseilenden Manne seinen verdienten Platz in der Geschichte anzuweisen.

Reys Vergessenheit geht auf dieselben Ursachen zurück, wie wir es schon bei John Mayow dargelegt haben. Seine Zeit war einfach nicht reif dazu! Das Tatsachenmaterial war zu wenig ausreichend für die Erhärtung seiner Anschauung. Fällt doch die erste Kenntnis der Luftarten in ein späteres Zeitalter. Er war außerdem nicht be-

strebt, auf Grund seiner Ansichten neue Tatsachen aufzufinden. „Eine auf zwanzig Fakta gegründete Theorie soll deren dreißig erklären, und führt zur Entdeckung der zehn anderen. — Wenn ein Autor sich darauf beschränkt, die zwanzig bekannten Fakta anzuführen, und nun inne hält, so scheint uns sein Gedanke eine unzeitige Frucht ohne Leben. Daraus entspringt jene gänzliche Vergessenheit, der man sie übergibt“<sup>231</sup>).

Es erübrigt sich die Frage, ob Lavoisier die Anschauungen dieses seines Vorläufers gekannt hat<sup>232</sup>), eine Frage, die ich an einer anderen Stelle bereits zu beantworten versucht habe<sup>233</sup>). Bis zum Jahre 1775, dem Zeitpunkte, wo Bayen durch seinen oben erwähnten Brief die Aufmerksamkeit der gelehrten Welt auf das seltene Werk dieses Mannes gelenkt hatte, dürfte dies wohl kaum der Fall gewesen sein. Dann muß aber Lavoisier entschieden von der Reyschen Schrift Kenntnis genommen haben, umsomehr, als 1777 der Gobetsche Neudruck erschienen war. Die Stelle in seiner Abhandlung „Bemerkungen über das Phlogiston. Eine Entwicklung der 1777 bekannt gemachten Theorie des Verbrennens und Verkalkens“<sup>234</sup>), wo er nach Hinweis auf seine zur Erklärung der Verbrennungs- und Verkalkungserscheinungen gerichteten Versuche, ausführt: „So überzeugend auch die Versuche waren, worauf ich mich stützte, so fing man doch, wie gewöhnlich, an, zuerst die Fakta in Zweifel zu ziehen, hierauf fanden einige, die gern das Publikum überreden, alles Neue sei nicht wahr oder alles Wahre sei nicht neu, die ersten Keime dieser Entdeckung in einem sehr alten Schriftsteller. Ohne die Authentizität des Werkes zu prüfen, von welcher man sich bemüht hat, jetzt eine neue Auflage zu liefern, habe ich doch mit einigem Vergnügen gesehen, daß ein unparteiisches Publikum urteilte, eine unbestimmte, nur hingeworfene Behauptung durch keinen Versuch unterstützt, um die sich kein Gelehrter bekümmerte, könne nicht verhindern, daß man mich nicht als den ersten Entdecker der Ursache, warum die Metalle beim Verkalken an Gewicht zunehmen, ansehen sollte“, diese Stelle bezieht sich zweifellos auf Rey und die Gobetsche Neuausgabe der Essays.

Trotzdem finden wir in keiner einzigen Publikation, in keinem Werke Lavoisiers den Namen Reys erwähnt. Nur in den nach seinem Tode erschienenen, unvollständig gebliebenen *Mémoires de Chimie* Bd. II, S. 78<sup>235</sup>) nimmt Lavoisier zu dieser Frage deutlicher Stellung<sup>236</sup>): „J'ignorois alors ce que Jean Rey avoit écrit à ce sujet en 1630; et quand je l'aurois connu, je n'aurois pu regarder son opinion à cet égard, que comme une assertion vague, propre à faire

honneur au génie de l'auteur, mais qui ne dispense pas les chimistes de constater la vérité de son opinion par des expériences." J. G. Children<sup>237</sup>) dürfte aber nicht ganz im Unrecht sein mit seiner Ansicht, daß Lavoisier Rey gegenüber dasselbe Verhalten wie gegen Priestley bei der Entdeckung des Sauerstoffes beobachtet habe, wenn er auch mit der Vermutung zu weit geht, daß die Gobetsche Ausgabe der Reyschen Essais auf Veranlassung Lavoisiers selbst oder seiner Anhänger aus dem Buchhandel verschwunden und dadurch sehr selten geworden wäre.

## VII. Schlußwort.

Es kann keinem Zweifel unterliegen, daß die Chemie als Wissenschaft schon vor Lavoisier bestanden hat. Stahl war es, der durch seine Phlogistontheorie den Grund zu dieser Wissenschaft gelegt hat. Er ist der erste Reformator der Chemie.

Stahl hatte seine Idee des Phlogistonprinzipes aus den Becherischen Werken geschöpft. Er unterläßt es nicht, dies mehrfach und ausdrücklich hervorzuheben. „Becheriana sunt quae profero!“ betont er; die „Physica subterranea“ Bechers steht er nicht an, bald als ein „opus sine pari“ zu rühmen, bald als „primum hactenus et princeps“ u. ä. hervorzuheben. Eine würdige Art, wodurch seine eigene Größe sich in umso hellerem Lichte abhebt. Wie ganz anders ist dagegen in dieser Hinsicht das Verhalten Lavoisiers, des zweiten und größeren Reformators der Chemie. Wichtige Entdeckungen und Versuchsergebnisse seiner Zeitgenossen, die er für die Entwicklung seiner Anschauungen in genialer Weise zu verwerten weiß, nimmt er einfach für sich als eigene Entdeckungen in Anspruch. Die ihm früher oder später bekannt gewordenen Lehrmeinungen gleichzeitiger oder älterer „Vorläufer“ erwähnt er bei keiner Gelegenheit, aus Furcht, daß sein eigener Ruhm verkleinert werden könnte. Dagegen ist er in vielen Fällen sehr darum bemüht, sich die Ehre der ersten Entdeckung irgend einer Tatsache oder Anschauung nicht entgehen zu lassen.

Hatte Stahl aus dem ihm zur Verfügung stehenden Tatsachenmaterial ein chemisches Lehrgebäude errichtet, und erwies sich das Fundament dieses Gebäudes im Verlaufe der Zeit zum Tragen weiterer Bauansätze als zu schwach, so brachte Lavoisier durch heftige Vorstöße diesen Bau zum Einsturze und führte aus seinen Trümmern

und aus den seither von anderen wissenschaftlichen Arbeitern aufgestapelten Baumaterialien, auf breiterer und sicherer Grundlage, nach einem umfassenderen Plane ein modernes Lehrgebäude auf. Hatte Lavoisier das Phlogiston, das Fundament des Stahlischen Lehrgebäudes, in einem förmlichen Gerichtsverfahren vernichtet, so wirft dies auf seine wissenschaftliche Auffassung ein eigenartiges Licht<sup>238</sup>).

Gleichzeitig und vor Lavoisier war von einem Bayen, einem Lomonosow, Mayow und Rey der Grund zu einem solchen Lehrgebäude gelegt, waren Pläne und Skizzen zur Bauausführung geliefert worden. Ging der erstere zu langsam zu Werke, so daß er erst in Anfängen war, als Lavoisier bereits seinen Aufbau zu erheblicher Höhe gebracht, so hatten die anderen einfach kein Material, um einen solchen Bau wirklich auszuführen. Diese gleichsam über die Grundmauern nicht hinausragenden Lehrgebäude blieben unbeachtet, bis durch die Lavoisiersche Schöpfung die Aufmerksamkeit auf sie gelenkt wurde. Und Lavoisier, der Bayens Plan sicher benützt, der von den mehr oder weniger reifen Skizzen jener anderen Männer Kenntnis erhalten hatte, wollte seinen Ruhm nicht mit diesen seinen Vorläufern geteilt sehen. Er wollte das ganze Werk als sein eigenes, als ein ausschließlich und allein aus seinen eigenen Kräften heraus vollbrachtes angesehen wissen.

Es ist darum — um im Bilde zu bleiben — Lavoisier einem Baumeister zu vergleichen, der aus fremdem Baumaterial, und wohl auch an der Hand fremder Pläne und Skizzen, ein großes Gebäude nach eigener konstruktiver Auffassung ausführt und dieses sowohl in Hinsicht des Materials als auch in bezug auf planmäßige Ausgestaltung als sein völliges Eigentum anerkannt sehen will. Trotz seines genialen Werkes wirft diese seine Eigenart starke Schatten auf seinen wissenschaftlichen Charakter, die keine oratorische Schönfärberei zu beseitigen vermag.

Mit Kopp „fühlt man peinlich die Verpflichtung, in die Schilderung eines wissenschaftlichen Charakters, welcher so viel Licht bietet; auch die Schatten eintragen zu müssen, die leider nicht fehlen; die Geschichtsschreibung legt jedoch diese Verpflichtung auf, und sich ihr entziehen, wäre gleichbedeutend damit, zu schmälern, was anderen zukommt“<sup>111</sup>).

### Anmerkungen.

1) Rodolphe Fittig, Remarques à propos du mémoire de MM. J. Pierre et Puchot sur l'alcool propylique. Bull. mens. de la Société Chimiques de Paris. N. S. Tome XI, S. 276 (1869).

2) Adolphe Wurtz, Réponse a M. Fittig, ebenda S. 277—78. Siehe folg. Anm.

3) Alphons Oppenheim, Geschichte der chemischen Theorien, von A. d. Wurtz. Deutsch herausgegeben. Berlin 1870. Vorw. S. III—IV.

4) A. a. O. S. 1. Oppenheim macht in seinem Vorwort (S. V) auf die Tatsache aufmerksam, daß die Kritik des Wurtzschen Werkes im Literarischen Zentralblatte (1869, S. 291 ff.), die „mit den Anfangsbuchstaben Kr. eines wohlbekanntem Chemikers unterzeichnet ist“, Sätze aufweist: „Wurtz beginnt seine Geschichte der Ideen in der Chemie mit dem Satze: La chimie est une science française. Dieser marktschreierische Trumpf bezeichnet schon genügend den Drehpunkt und das Ziel seiner Darlegungen“, Sätze, die erst durch den Herausgeber des Liter. Zentralbl. eigenmächtig aus denen des Kr.schen Manuskriptes: „Wurtz beginnt seine Darlegungen der Entwicklung der Ideen in der Chemie mit dem Satze: La chimie est une science française, und bezeichnet damit sehr treffend den Drehpunkt seiner Darlegung“ jene Form erhalten hätten.

5) Jakob Volhard, Die Begründung der Chemie durch Lavoisier. Journ. f. prakt. Chem. N. F., Bd. 2, S. 1—47 (1870).

6) Aehnlich drückt sich Ramsay (Vergangenes und Künftiges aus der Chemie, Deutsche Ausg. von W. Ostwald, Leipzig 1909, S. 164) aus: „Lavoisier kann indessen nicht zu den großen Entdeckern gerechnet werden, obwohl er sich als Erklärer der Entdeckungen anderer ausgezeichnet hat.“

7) A. a. O. S. 46.

8) A. a. O. S. 9.

9) Ibid.

10) Ebenda S. 10.

11) Volhard ist da mit seinem Gewährsmann Kopp [Gesch. d. Chemie I, 303 (1843) ebenso wie E. v. Meyer (Gesch. d. Chemie, Leipzig 1905, S. 148, Fußnote)] nicht ganz im Recht. In der fraglichen Abhandlung über den Gips (Analyse du Gypse, Par M. Lavoisier, in den Mem. de Math. et de Phys. Present. a l'Acad. R. des Sc., T. V, à Paris 1768, S. 341—357. Siehe auch die deutsche Uebersetzung in: Herrn Lavoisier physikalisch-chemische Schriften. Aus dem Französischen von Christ. Ehrenfr. Weigel. Greifswald 1785, Bd. 2, S. 1—28) findet sich ganz am Schlusse eine Fußnote, worin Lavoisier angibt, „nach der Vorlesung seiner Abhandlung erfahren zu haben, daß Hr. Marggraf in den Abhandl. der Akad. zu Berlin von 1750, S. 144 einige ‚Versuche über das Fraueneis‘ geliefert“, und wo er „jedem, der eine wichtigere umständliche Erörterung zu finden verlange“, rät, „die Abhandlung selbst nachzusehen, da sie nur verlieren könne, wenn sie durch eine andere Hand gehe“ (S. Weigel, S. 26 u. 28). H. Kopp hat übrigens selbst (Die Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit, München 1873, S. 142—43, Fußnote) berichtet, daß Lavoisier später „dieser Arbeit Marggraffs als einer ihm nachträglich bekannt gewordenen“ gedacht habe.

12) Volhard, a. a. O. S. 11.

13) Die Abhandlung Volhards entbehrt nicht eines gewissen politischen Speters, Lavoisier und seine Vorläufer.

Hintergrundes — der deutsch-französische Krieg war gerade ausgebrochen — und hat seinerzeit großes Aufsehen erregt. Die Russisch-chemische Gesellschaft (siehe Ber. chem. Ges. 1870, S. 873) sprach in ihrer Sitzung vom 8./20. Oktober jenes Jahres über diese und eine hieran anschließende Arbeit Kolbes („Ueber den Zustand der Chemie in Frankreich“, Journ. f. prakt. Chem. N. F., Bd. 2, 173—183 [1870]) ihr Bedauern aus, weil angeblich durch diese Ausführungen ein der Wissenschaft fremdes Element in diese eingeführt werde. N. Zinin, A. Butlerow, D. Mendelejeff und A. Engelhardt veröffentlichten ferner in Nr. 271 der St. Petersburger Zeitung eine Erklärung, die sich nicht so sehr gegen den sachlichen Teil jener Abhandlungen wendet, als vielmehr die ihrer Ansicht nach zu Grunde liegenden Motive und die Zeit der Veröffentlichung rügt. Volhard weist nun in einer „Berichtigung“ (Journ. f. prakt. Chem. N. F., Bd. 2, S. 381—384) nach, daß seine Abhandlung noch bevor an einen Ausbruch des deutsch-französischen Krieges zu denken war, abgefaßt und erschienen sei. Er betont ferner ausdrücklich, es sei nicht seine Absicht gewesen, den Ruhm Lavoisiers zu verringern, er habe den großartigen und dauernden Einfluß Lavoisiers auf die Entwicklung der chemischen Wissenschaft nirgends bestritten, er hätte bloß „den Schlüssel zum Verständnis der wissenschaftlichen Tätigkeit dieses ausgezeichneten Mannes“ (a. a. O. S. 383) suchen wollen und darin finden zu müssen gemeint, daß Lavoisier kein Chemiker war. Bei dem Umstande, daß Chemie damals fast ausschließlich von Aerzten und Apothekern getrieben wurde, und da Lavoisier ferner weder ärztliche noch pharmazeutische Bildung genossen, sei dies kein Grund zu Verwunderung oder Tadel. Es sei auch nichts weniger als unerhört, daß die gänzliche Umgestaltung einer Wissenschaft von einem Dilettanten ausgehe, vielmehr zeige die Geschichte der Wissenschaft mehrere solcher Fälle. Édouard Grimaux (Lavoisier 1743—1794, Paris 1888, S. 363) spricht von der Abhandlung Volhards, die er aus der Uebersetzung des „Moniteur de scientifique de 1872“ zitiert, als von einem „pamphlet“, und stellt die Behauptung (S. 364) auf: „Diminuer la part de gloire de Lavoisier, c'est diminuer le patrimoine de l'humanité.“

14) Hans Christian Oersted, Neue Beiträge zu dem Geist in der Natur. Deutsch von K. L. Kannegießer. Leipzig 1858, Bd. I (S. 143—174. Betrachtungen über die Geschichte der Chemie. Eine Vorlesung, die 1805 gehalten wurde), S. 169.

15) Ebenda S. 168.

16) Geb. zu Speier 1635, gestorben 1682 zu London.

17) Francof. 1669. Der eigentliche Titel lautet: Acta laboratorii chymici Monacensis seu Physica subterranea. Die späteren Auflagen führten den angegebenen abgekürzten Titel.

18) Wenn auch Becher für die Entwicklung der Chemie als wichtig gelten muß dadurch, daß er als erster zusammenfassende theoretische Anschauungen zur Erklärung schon früher bekannter Tatsachen aussprach, so ist es aber verfehlt, ihn darum „einem — Boyle, einem Mayow bei weitem voranzustellen“ (Kahlbaum-Hoffmann, S. 2 der Lit.-Anm. 88), weil Bechers theoretische Ansichten trotz ihrer Anlehnung an die älteren Lehren bei weitem tiefer greifende und ausbildungsfähigere gewesen seien als die aller seiner Vorgänger,

„Boyle etwa ausgenommen. Boyle aber, dessen Anschauungen sich in der Tat den unsrigen in hohem Grade nähern, blieb ohne Einfluß, er stand zu hoch über seinen Zeitgenossen“ (Kahlbaum l. c.).

Demgegenüber ist festzustellen, daß Mayows Anschauungen sich den unsrigen noch viel mehr nähern als die Boyles (vergl. das V. Kap.). Jener stand viel höher über seinen Zeitgenossen. Mayows Lehrmeinungen bieten sich jedenfalls „als bei weitem tiefer greifende, eingehendere und ausbildungsfähigere“ als etwa die Bechers dar.

19) Geb. 1660 in Ansbach, gest. 1734 in Berlin.

20) Es ist interessant, was Kant (in der Vorrede zur „Kritik der reinen Vernunft“ S. XII) über Stahl äußert. „Als Galiläi,“ sagt er, „seine Kugeln die schiefe Fläche einer von ihm selbst gewählten Schwere herabrollen, oder Torricelli die Luft ein Gewicht, was er sich zum voraus dem einer ihm bekannten Wassersäule gleich gedacht hatte, tragen ließ, oder in noch späterer Zeit, Stahl Metalle in Kalk, und diesen wiederum in Metall verwandelte, indem er ihnen etwas entzog und wiedergab, so ging allen Naturforschern ein Licht auf. Sie begriffen, daß die Vernunft nur das einsieht, was sie selbst nach ihrem Entwurfe hervorbringt; daß sie mit Prinzipien ihrer Urteile nach beständigen Gesetzen vorgehen und die Natur nötigen müsse, auf ihre Fragen zu antworten, nicht aber sich von ihr gleichsam am Leitbände gängeln lassen müsse; denn sonst hängen zufällige, nach keinem vorher entworfenen Plane gemachte Beobachtungen gar nicht in einem notwendigen Gesetze zusammen, welches doch die Vernunft sucht und bedarf.“

21) *Conspectus chemiae theoretico practicae*. T. I. Halae 1730. Aus dem Lateinischen ins Teutsche übersetzt. Erster Theil, Halle 1749.

22) Kongl. Svensk. Vetensk. Acad. Handl. Bd. XVIII för Ar 1757 Nr. 4, S. 321 ff. bzw. *Memoires de l'Académie (des Sciences Arts et Bellet Lettres) de Dijon*, à Dijon Bd. I, 1769.

23) Es ist ausdrücklich hervorzuheben, daß Stahl selbst nirgends eine derartige Ansicht über die negative Schwere seines Phlogistons geäußert hat. Es ist ein grober Irrtum Höfers, wenn er (in seiner *Histoire de la Chimie*, Tome II, Paris 1843, S. 407) zitiert: „Je sais fort bien — c'est Stahl (sic!) qui parle — que les métaux augmentent de poids pendant leur calcination. Mais ce fait, loin d'infirmar ma théorie, vient, au contraire, ma veillessement à son appui. Car le phlogistique étant plus léger que l'air, tend à soulever le corps avec lequel il est combiné, et à lui faire perdre une partie de son poids: ce corps pèse donc davantage après avoir perdu son phlogistique.“ In der zweiten Auflage seines Werkes (*Revue et augmentée*. Tome II. Paris 1869, S. 399) spricht er gelegentlich dieses Zitates allerdings von „phlogisticiens“; in seiner späteren „*Histoire de la Physique et de la Chimie*“ (Paris 1872, S. 466) zitiert er wieder diese Stelle, nunmehr aber als eine der „Stahliens“. Abgesehen davon, daß mit diesem letzteren Ausdrucke nur die unmittelbaren Schüler Stahls zu bezeichnen wären, findet sich dieses Höfersche Zitat weder in Stahls Werken noch in Schriften seiner Schüler und überhaupt in keinem Werke eines Phlogistikers.

In seiner „*Geschichte der Chemie*“ (2. Aufl., Leipzig 1855, S. 42) bringt J. R. Wagner, der berühmte Würzburger Technologe, die ganzen hierher gehörigen Ausführungen Höfers in wortgetreuer Uebertragung als eigene Gedankenarbeit!

24) *Digressions academiques ou Essais sur quelques sujets de Physique, de Chimie et d'Histoire naturelle*; ferner Rozier, *Observ. sur la Phys.* T. I. Janv. 1773;

siehe auch Crell, Die neuesten Entdeckungen in der Chemie. Leipzig 1784, Teil XI, S. 150—168.

25) In seiner Histoire naturelle, zweiter Supplementband 1774.

26) Siehe Lit.-Anm. 95.

27) J. B. Trommsdorff, Versuch einer allgemeinen Geschichte der Chemie. Erfurt 1806, 3. Abt., S. 90.

28) Die Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit. Bd. X der „Geschichte der Wissenschaften in Deutschland. Neue Zeit“. München 1873, S. 136.

29) Lavoisier wurde am 16. August 1743, also 6 Monate später als Scheele, zu Paris geboren. Sein vermöglicher Vater ließ ihm eine glänzende Erziehung angedeihen. Er studierte Mathematik, Astronomie, Mineralogie, Botanik, Geognosie und Chemie. Den Unterricht in der letzteren Wissenschaft erhielt er durch den in hohem Ansehen stehenden Rouelle. Im Alter von 23 Jahren wandte er sich, ursprünglich über die Wahl seiner Lebensbahn unentschlossen, der Chemie zu, nachdem ihm kurz vorher die Akademie wegen der besten Lösung einer Preisfrage über die Beleuchtung der Stadt Paris eine goldene Medaille zuerkannt hatte. Mit Rücksicht auf diese Arbeit wurde er 1768 an die Stelle Barons, eines wenig bekannten Chemikers, zum Mitgliede der Akademie ernannt. Im Jahre 1771 bewarb er sich beim Finanzwesen um eine Stelle als Generalpächter und vermählte sich dann mit der Tochter des Generalpächters Paulze. Unter dem Ministerium Turgot wurde er (1776) an die Spitze der Salpeterregie berufen. Man war damals gewohnt, Salpeter aus der Erde von Kellern zu gewinnen. Die Beamten der Regie hatten das Recht, eventuell gewaltsam die Keller der Wohnungen nach Salpeter abzusuchen. Lavoisier schaffte diesen Gebrauch ab und gab Anleitungen zur künstlichen Erzeugung des Salpeters, die lange Zeit zur Richtschnur gedient hatten. An der Spitze der Schießpulverfabrikationsverwaltung, vervollkommnete er die Fabrikation und Güte dieses Produktes. Das französische Schießpulver war um diese Zeit nicht nur dem aller anderen Nationen gleichwertig, sondern übertraf diese sogar an Tragkraft. Im Jahre 1790 wurde er zum Mitgliede der berühmten Kommission für die Regulierung des Maß- und Gewichtssystems ernannt. Trotz der Verdienste um das Vaterland und um die Wissenschaft wurde er am 2. Mai 1794 samt allen anderen Generalpächtern auf die Proskriptionsliste gesetzt und am 8. Mai (in seinem 51. Lebensjahre) enthauptet. Am 15. Thermidor (2. August) 1796 wurde von dem Lycée des Arts im Palais Royal, dem damaligen Maison d'Egalité, ein Gedächtnisfest des Todes von Lavoisier gefeiert. Die Rede hielt Fourcroy. Ein Auszug aus derselben ist in der von C. M. Wieland herausgegebenen Zeitschrift: „Der Neue Teutsche Merkur vom Jahre 1796“ (Weimar 1796, Bd. III, S. 187—192) zu finden.

30) Oeuvres (siehe Lit.-Anm. 70) Tom. II, S. 103. Hier ist die Uebersetzung von Volhard (a. a. O. S. 12) zitiert. Die Originalstelle ist zuerst in den nach Lavoisiers Tode herausgegebenen Memoires de Chemie (siehe S. 78 der Anm. 108) zum Abdrucke gelangt.

31) De l'Acad. Roy. des Sciences, par M. Lavoisier, Tome Premier, à Paris 1774. Aus dem Französischen übersetzt von Christian Ehrenfried Weigel. Greifswald 1783. Die von Lavoisier angekündigten übrigen Bände sind nicht erschienen, wohl aber sind über die in der Anzeige erwähnten Gegenstände Abhandlungen in den Memoiren der Akademie abgedruckt. Diese und noch andere Aufsätze und Berichte wurden von C. E. Weigel gesammelt,



übersetzt und mit Anmerkungen herausgegeben, in einem 2. u. 3. Bande (Greifswald 1785), welche Sammlung durch H. F. Link mit einem 4. u. 5. Bande (Greifswald 1792 bzw. 1794) vervollständigt wurde. Diese Sammlung führt den Titel: „Herrn Lavoisier, Mitglied der Königl. Akademie der Wissenschaften zu Paris, physikalisch-chemische Schriften.“ Der Einfachheit halber ist hier fast ausschließlich diese vortreffliche Uebersetzung zitiert.

32) Ibid. I. Teil. Historischer kurzer Begriff der elastischen Ausflüsse, welche während der Verbrennung, Gärung und während dem Brausen, von den Körpern entbunden werden, S. 1—166. Zu diesem Teile hat C. E. Weigel unter dem Titel: Beiträge zur Geschichte der Luftarten in Auszügen als ein Nachtrag zu dem historischen kurzen Begriffe elastischer Ausflüsse in Herrn Lavoisiers physikalisch-chemischen Schriften Bd. I, Teil I, Greifswald 1784, einen besonderen Nachtrag geliefert, da er Auszüge aus älteren und gleichzeitigen Schriften, die ihm wichtig erschienen, nicht gegen die Absicht Lavoisiers in der Uebersetzung einschalten wollte, wo er annehmen mußte, daß „manche der älteren Abhandlungen dem Herrn Lavoisier nicht unbekannt gewesen sein konnten“ (sic!) und er also voraussetze, „daß sie von ihm mit Fleiß übergangen wären“.

33) Ibid. S. 167—306. Der Auszug aus den Protokollen der Königlichen Akademie der Wissenschaften vom 7. Dezember 1773, den erwähnten Bericht an die Akademie enthaltend, ist hierin S. 307—326 zu finden.

34) Ibid. S. 245—246.

35) Wie man aus seinen Laboratoriumsnotizen (Berthelot, Rev. chim., Paris 1890, S. 327) ersehen kann, hat er diesen Gedanken schon am 29. März 1773 gefaßt, hierbei jedoch an die Möglichkeit gedacht, daß die weitere Verkalkung durch den die Oberfläche des Metalles bedeckenden Metallkalk verhindert würde.

36) A. a. O. S. 258.

37) Ibid. S. 294—295.

38) Berthelot a. a. O. S. 234—246. — Vergl. auch Weigel a. a. O. Bd. I, 2. Teil, Kap. 1, sechster Versuch, S. 179—181.

Daß er die Benennungen „fixe Luft“, „gebundene Luft“, „mephitische Gas“, „mephitische Säure“ für gleichlautende Ausdrücke des Gases aus Metallkalken (mit Kohlenstaub), aus Gewächsen (durch Gärung), oder aus kohlen-sauren Alkalien (durch Säuren) hält, geht aus seinen eigenen Worten hervor. Weigel, Bd. II, S. 328.

39) Die Abhandlung wurde am 12. November 1774 unter dem Titel: „Memoire sur la calcination des Metaux dans les vaisseaux fermés et sur la cause de l'augmentation de poids qu'ils acquierent pendant cette operation“ gelesen. In dieser Form ist sie in Roziers Observ. sur la Phys. T. IV, Decembre 1774, S. 446 bis 449 zu finden. Am 10. Mai 1777 wurde sie der Akademie übergeben und in den Mém. de l'Acad. Roy. des Sc. für das Jahr 1774, S. 351—367 abgedruckt.

40) Weigel (Anm. 31) Bd. II, S. 333. Lavoisier ließ sich diese Wage von einem „Hrn. Chemin, Justirer bei der Münze“, anfertigen. Sie diente ihm schon zu seinen 1768 angestellten Versuchen über die Umwandlungsmöglichkeit von Wasser in Erde (siehe ibid. S. 62). Damals erwähnte er, daß sie bei einer Belastung von 5—6 Pfund mit weniger als einem Grane noch einen Ausschlag gab. Trotz der sorgfältigen Herstellung der Wage habe sich beim Umwech-seln der Schalen einiger Unterschied im Gewichte gezeigt. Er nahm daher das Mittel beider Wägungen und fand kaum einen Unterschied von kleinen Brüchen eines Granes. Die Tragfähigkeit seiner Wage ging bis auf 8—10 Pfund.

Bei den Wägungen gelegentlich dieser Versuche fällt ihm auf (ibid. S. 344

bis 345), daß dieselbe Retorte warm weniger als kalt wog. Ein entgegengesetzter Ausschlag hätte ihn weniger befremdet. Er wollte ursprünglich diese Erscheinung auf Rechnung der Ungenauigkeit seiner Wage schieben, doch kommt er bald zur richtigen Einsicht: „Die Hitze dehnt bekanntlich das Glas, wie fast alle Körper, aus; hieraus folgt, daß die Retorte, da sie heiß war, einen größeren Raum einnehmen mußte, als wie sie kalt war; sie mußte folglich einen beträchtlicheren Umfang Luft aus dem Wege treiben und ihre Schwere daher um so viel geringer seyn, als das ganze Gewicht des Ueberschusses des aus dem Wege getriebenen Umfanges der Luft betrug: dieser Umstand wird hinreichen, einzusehen, wie bedenklich die Versuche dieser Gattung seyn und wie viel daran gelegen sey, die kleinsten Umstände dabei in Gewißheit zu setzen.“

41) Weigel a. a. O. Bd. II, S. 351—352.

42) Weigel *ibid.* S. 353.

43) Weigel *ibid.* Siehe Anm. 39.

44) Berthelot, *Rev. chim.* S. 264: „On était bien persuadé que cet air ainsky dégagé d'une espèce de chaux métallique était de l'air fixe et on lui a fait subir l'épreuve de l'eau de chaux. Il l'a rendu un peu opale sans en occasioner la précipitation.“

45) Dieser Brief ist in der *Revue gén. des sciences pures et appliquées* 1890, I, 1, veröffentlicht. Das hierzu gehörige Konzept Scheeles ist in den von Nordenskiöld zugänglich gemachten Laboratoriumsaufzeichnungen Scheeles S. 406 zu finden.

46) Aus Scheeles Laboratoriumsaufzeichnungen (Nordenskiöld S. 460) geht hervor, daß er schon 1771—72 Silberkarbonat trocken destilliert hat. Er erhielt dabei „aerem fixum und die Hälfte Vitriolluft“ sowie in der Retorte zurückbleibendes reduziertes Silber.

47) *Experiments and Observations.* London 1775, Vol. II, S. 34. Priestley war der Ansicht, daß dieser Mercurius *praec. per se*, der durch Erhitzen von Quecksilber an der Luft erhalten wurde, hierbei etwas Salpeterartiges aus der Luft aufgenommen habe (*ibid.* S. 35), da er dasselbe feuernährende Gas aus dem gewöhnlichen (mit Hilfe von Salpetersäure dargestellten) roten Präzipitat gewonnen hatte und glaubte, daß jene charakteristischen Eigenschaften des Gases von der zur Verwendung gelangten Salpetersäure herrühren oder jedenfalls damit im kausalen Zusammenhange ständen.

48) In der in Amerika zur Verteidigung der Phlogistontheorie noch 1800 geschriebenen Streitschrift: *The doctrine of phlogiston established and that of the composition of water refuted.* Die Stelle ist in H. Kopp, *Gesch. d. Chemie*, III. Teil. Braunschweig 1845, in der Fußnote auf S. 205—206 wörtlich wiedergegeben.

49) *Observations sur la Phys.*, T. V, P. V, Mai 1775, S. 429—433.

50) Unter dem Titel: *Memoire sur la Nature du Principe qui se combine avec les Metaux pendant leur calcination, et qui en augmente le poids.* Par. M. Lavoisier, in den *Mem. de l'Ac. R. des Sc.* Ann. 1775. à Paris 1778, S. 520—526. In den *Histoire de l'Acad.* für das Jahr 1775 ist diese Abhandlung S. 9—10 kurz angezeigt. Siehe Weigel (Anm. 31) Bd. II, S. 357—368.

Bei der Verfolgung der Ideenentwicklung Lavoisiers ist diese eigentümliche Art der Publikation in den *Memoiren der Akademie* sehr erschwerend. Die *Memoiren der Pariser Akademie* wurden damals manchmal bis zu 4 Jahren verspätet veröffentlicht und hierin, in der Zwischenzeit umgearbeitete, ja sogar erst viel später geschriebene Abhandlungen aufgenommen. Man ersieht dies

sehr häufig aus Abhandlungen, die ihrem Inhalte nach einer viel späteren Zeit angehören müssen, als der Jahrgang, worin sie enthalten sind, erwarten läßt. In diesem Sinne sind die damaligen Memoiren der Akademie nicht immer als sichere Urkunden zu betrachten, die für die Resultate und Kenntnisse der Autoren für den Zeitpunkt der Jahresangaben auf den Titelblättern maßgebend wären.

In dem vorliegenden Falle hat Lavoisier die Abhandlung vom Jahre 1775, mit den bis 1778 erworbenen Kenntnissen einfach retuschiert. Dies fällt schwer ins Gewicht! Er beansprucht damit für diesen Zeitpunkt eine Stufe der Erkenntnis, welche er erst später erreichte!

51) Weigel a. a. O., Bd. II, S. 357—358.

52) „N'est ni une des parties constituantes de l'air, ni un acide particulier répandu dans l'atmosphère, c'est l'air lui-même, en entier, sans altération, sans décomposition.“

53) 1 once = 30,59 g = 8 gros = 3,82 g = 72 grains. 1 grain = 0,053 g, 1 alter französischer Kubikzoll = 19,84 ccm.

54) Weigel (l. c.) S. 365.

55) Ibid. S. 367.

56) Jörgensen hat (siehe Sammlung chem. u. chem.-tech. Vorträge XIV, 1909. Die Entdeckung des Sauerstoffes, aus dem Dän. von O. Ortved und M. Speter, S. 163) darauf hingewiesen, daß die allgemeine Annahme, wonach diese Abhandlung erst 1779 (in den für das Jahr 1776 erschienenen Mémoires de l'Acad.) gedruckt worden sei, irrig ist, da dieser Abhandlung im Vorwort des im Jahre 1777 (wahrscheinlich zu Anfang desselben) erschienenen Vol. III von Priestleys Experiments and Observations Erwähnung getan wäre, wo eben auf ein Werk mit dem Titel: Recueil des Mémoires sur la formation et fabrication de Salpêtre, par les Commissaires nommés par l'Academie pour le jugement du prix du Salpêtre, Bezug genommen wird. Die Nachforschungen Jörgensens ergaben, daß dieses Werk, ein 622 Seiten starker, 1776 gedruckter Band (auf S. 601—617), die Lavoisiersche Abhandlung tatsächlich schon 1776 gedruckt enthält und daß die 1779 (beim Wiederabdrucke in den Memoires für 1776) vorgenommenen Aenderungen sich auf ganz unwesentliche Zahlenangaben beschränken. Am 12. April 1776 gelesen, wurde sie im Dezember 1777 wieder eingeliefert und hiervon ein Auszug in der Histoire de l'Acad. Roy. dieses Jahres eingerückt (S. 27—29). Siehe Weigel (l. c.) Bd. II, S. 377, Fußnote 209.

57) Weigel a. a. O. S. 377.

58) Ibid. S. 383.

59) Die Entwicklung der Chemie in der neueren Zeit, S. 181.

60) Weigel, Bd. IV, S. 142.

61) Weigel a. a. O. Bd. II, S. 396—422.

62) Priestley hielt die Vorlesung über diesen Gegenstand am 25. Januar 1776 in der Royal Society. Sie wurde in den Phil. Trans. 1777, 66, 220 abgedruckt, und erschien in den Exp. and Obs. on diff. Kinds of air, Vol. III. London 1777. Siehe den Auszug in Weigels „Beiträge zur Geschichte der Luftarten“. Greifswald 1784, Teil I, S. 348—350.

63) Weigel (Anm. 31) Bd. III, S. 41.

64) Experiences sur la respiration des animaux, et sur les chaugemens qui arrivent a l'air en passant par leur poumon, gedruckt in den Mém. de l'Acad. R. des Sc. für das Jahr 1777, Paris im Jahre 1780, S. 185—194.

65) Weigel (l. c.) Bd. III, S. 53.

66) Ibid. S. 57—73. In den Mem. de l'Acad. R. des Sciences (a Paris) Ann. 1777, S. 195—204.

67) Ibid. S. 67.

68) So besonders Dumas in seinen Vorlesungen über Philosophie der Chemie. Deutsch von C. Rammelsberg. Berlin 1839, S. 110 ff.

69) Siehe Anm. 11. Weigel a. a. O. Bd. II, S. 23.

70) Oeuvres De Lavoisier, Publiées par les soins de son Excellence de Ministre de l'instruction publique et des Cultes. Paris 1864—1868, Tom. III, S. 261—262. Lavoisier erwähnt hier, daß Stahls Lehre unter dessen Namen erst vom Jahre 1723 an in Frankreich gelehrt wurde. „On se persuadera difficilement cependant qu'une doctrine aussi célèbre en Allemagne, aussi digne de l'être, ait été tellement confinée pendant douze ans dans le lieu qui l'avait vue naître, qu'il n'en ait rien pénétré dans les pays voisins et surtout en France.“

71) Mémoire sur la combustion en general. Mém. de l'Ac. Roy des Sciences. Ann. 1777, S. 592—600. Siehe Weigel Bd. III (1785), S. 170—188.

72) Weigel l. c. S. 176.

73) Ibid. S. 184—185.

74) Ibid. S. 186.

75) Ibid. S. 281—291.

76) Ibid. S. 289.

77) Weigel (l. c.) Bd. III, S. 173, in der „Abhandlung vom Verbrennen überhaupt“.

78) W. Ramsay, Die Gase der Atmosphäre und die Geschichte ihrer Entdeckung. 3. Aufl. Deutsch von Max Huth. Halle a. S. 1907, S. 74. Die Jahreszahl 1781 ist falsch. Auch an einer anderen Stelle (S. 64) führt Ramsay an, daß Sir Charles Blagden im Jahre 1781 Lavoisier Cavendishs Resultate mitgeteilt habe. Tatsächlich ist dies aber erst 1783 erfolgt.

79) J. P. Muirhead, Correspondence of the late James Watt on his discovery of the theorie of the composition of water. London 1846, S. 41. H. Kopp, Beiträge zur Geschichte der Chemie. Braunschweig 1869, Stück III: Die Zusammensetzung des Wassers, S. 271.

80) In dem (Anm. 79) erwähnten Briefe von Laplace an De Luc über die Menge des erhaltenen Wassers: „Nous avons obtenu de cette manière plus de 2½ gros d'eau pur“, eine Angabe, welche Lavoisier in seinem späteren Vortrage auf 5 gros hinaufsetzte.

81) Observ. s. l. Phys. 1783, Tom. XXIII, S. 453.

82) Mém. de la Acad. Royale des sc. pour 1781, à Paris 1784. Siehe die Weigelsche Uebersetzung, fortgesetzt von D. H. F. Linck Bd. IV (1792), S. 1—33; „Abhandlung über die Zerlegung des Wassers.“

83) Nach Lavoisiers Angabe (siehe Linck, l. c. S. 22) erhielten Meusnier und er, auf Befehl des Königs, von der Akademie im Winter 1783—84 den Auftrag, mit „Rücksicht auf die ärostatistischen Maschinen“ sich mit der Frage zu beschäftigen, ob man nicht „auf eine vorteilhafte Weise brennbare Luft im großen machen könne“. „Es war natürlich,“ bemerkt er, „daß wir sie aus dem Wasser zu ziehen suchten, wo wir sie in großer Menge vermuteten“. Diese Versuche sind in der „Abhandlung, worin durch die Zersetzung des Wassers bewiesen wird, daß diese Flüssigkeit keine einfache Substanz ist, und daß es verschiedene Mittel gibt, brennbare Luft im großen zu erhalten, die ein Bestandteil desselben ist. Von Hrn. Meusnier und Lavoisier“ (Linck l. c. S. 34—52), vorgelesen den 21. April 1784, in den Memoiren für 1781 (S. 269) niedergelegt.

- 84) Linck a. a. O. S. 3.                      85) Ibid. S. 6.
- 86) Crell, *Chemische Annalen* 1786, Bd. 1, S. 58 ff.; Kopp, *Geschichte der Chemie*, III. Teil. Braunschweig 1845, S. 270—271, Fußnote; Kopp, *Beiträge* (siehe Anm. 80) S. 269, Anm. 70 daselbst.
- 87) Linck l. c. S. 8.
- 88) Georg W. A. Kahlbaum und August Hoffmann, *Die Einführung der Lavoisierschen Theorie im besonderen in Deutschland*. II. Abschnitt: Ueber den Anteil Lavoisiers an der Feststellung der das Wasser zusammensetzenden Gase. Monographien aus der Geschichte der Chemie, I. Heft. Leipzig 1897, S. 150—165.
- 89) A. a. O. S. 165. Kahlbaum und Hoffmann stützen sich bei ihren Feststellungen auf die durch Berthelot (*La Revolution chimique*, Paris 1890) veröffentlichten Laboratoriumsaufzeichnungen Lavoisiers, besonders aber auf eine bis dahin vollkommen übersehene kleine Schrift, die von großer Wichtigkeit für die Geschichte der Zusammensetzung des Wassers ist, auf die „*Neue chemische Nomenklatur für die deutsche Sprache*, von Christoph Girtanner“. Berlin 1791.
- 90) Linck l. c. (Bd. IV), S. 174—197.                      91) A. a. O. S. 175—176.
- 92) Linck l. c. S. 285—333. Siehe auch *Oeuvres*, T. II, S. 623 ff. und *Mémoire de l'Acad. d. Scienc. p. l'ann. 1783*, S. 505.
- 93) Siehe Literaturangabe in Anm. 88, S. 20.
- 94) Linck a. a. O. S. 286.
- 95) *Dictionnaire de Chymie contenant la théorie et la pratique de cette science, son application à la physique, à l'Histoire naturelle, à la médecine et à l'économie animale etc.*, à Paris 1766 und 1768. 8° (12°). Vol. I, II. Nachgedruckt à Yuerdon 1766, Vol. I—III, 8°. Von K. Wilh. Pörner unter dem Titel: „*Allgemeine Begriffe der Chymie, nach alphabetischer Ordnung, aus dem Französischen übersetzt und mit Anmerkungen vermehrt.*“ Leipzig, 8°. Teil I, II 1767, III 1769 ins Deutsche übertragen.
- 96) *Manuel de chymie* 1766.
- 97) Lavoisiers Ableitung des Wortes „Gas“ siehe seine *Opuscules physiques et chimiques*. T. I, à Paris 1774 oder Weigel (l. c.) Bd. I, S. 6, Fußnote a: „Gas kommt vom holländischen *Ghoast*, welches Geist bedeutet. Die Engländer drucken den nämlichen Begriff durch das Wort *Ghost* und die Deutschen durch *Geist* aus. Diese Wörter haben eine zu große Aehnlichkeit mit dem Worte *Gas*, als daß man daran zweifeln könnte, daß solches jenen nicht seinen Ursprung zu danken habe.“ Vergl. des Verf. Ausführungen „*Zur Etymologie und Geschichte des Namens ‚Gas‘ in der Chem. Ztg.* (Cöthen) Bd. XXXIV (1910), S. 193/194.
- 98) Linck a. a. O. (siehe Anm. 92) S. 311.                      99) Ibid. S. 333.
- 100) In seinem 1787 erschienenen „*Essay on Phlogiston*“. Vergl. Richard Kirwans *Esqu. Physisch-chemische Schriften*. Aus dem Englischen von D. Lorenz Crell, III. Bd., 2. Stück, 1788, S. 232—392: „Ueber das Phlogiston und die Bestandteile der Säuren,“ S. 244: „Viele beträchtliche Vorurtheile begünstigen (ich bekenne es gern) die neue Meinung, die ich die Antiphlogistische Hypothese, und ihre Verteidiger Antiphlogistiker zu nennen mir die Freiheit nehme, nicht aus Spöttelei, sondern um Weitläufigkeit zu vermeiden.“
- 101) In dem von Albrecht Höpfner herausgegebenen *Magazin für die Naturkunde Helvetiens*, ist in Bd. I, Zürich 1787, unter „*Briefen an den Herausgeber*“ S. 240—244 in einem mit \*\*\* unterzeichneten „*Auszuge aus einem Schreiben*“

aus Paris“ die Stelle zu finden: „Sage lehnet sich wider die Lavoisiersche Sekte auf, die er Antiphlogistiker nennt.“ Die übrigen Ausführungen in diesem Briefe werfen interessante Streiflichter auf den damaligen Zustand der Vorlesungen über Chemie in Paris, und da dieser Brief nur von S. Hermbstädt (Bibliothek der neuesten physikalisch-chemischen, metallurgischen und pharmazeutischen Literatur, Berlin 1787, Bd. I, 1. Stück, S. 55) kurz angegeben ist, sei er hier in seinem ganzen Umfange mitgeteilt:

„— Die Scheidekunst lehren d'Arcet, Rahil und Foureroy (soll Fourcroy heißen!); beide müssen diese Wissenschaft in 25 Stunden abgehandelt haben. Denke dir die kurze Zeit und den französischen Geist, so wirst du gleich schließen können, wie viel Belehrung daraus zu erwarten.

Foureroy (Fourcroy!) liest ein Privatissimum, das in 60 Sitzungen, jede zu 1½ Stunden, geendigt wird. Er läßt sich, wie Bomare, 4 Louisdor für den Kurs bezahlen. Ordnung, Bestimmtheit im Ausdruck und Geläufigkeit bis zur Bewunderung herrscht im Vortrag dieses Mannes. Seine Jagd nach Neuem ist unbeschreiblich; er will auch gelesen haben, aber wie gründlich er gelesen hat, sieht man daraus, daß Priestleys, Blaks, Kirwans, Achards Entdeckungen in Frankreich sollen gemacht worden sein.

Lavoisier scheint sein Hauptführer zu sein. Das Principe Oxygie ist bei ihm das Grundprinzipium des Feuers, der Luft, des Wassers, der Salze u. s. w. Wasser besteht, nach ihm, aus Principe Oxygie und mephitischer Luft. Du wirst mich fragen, Bester! beweist er auch alle diese schönen Sachen? Ja freilich beweist er sie, wie man in Frankreich zu beweisen pflegt; das heißt, er schwatzt und beweiset nichts. Sein Oxygie-System ist ein feines Spinnengewebe, das mit Kunst und Sorgfalt fein gewoben, aber zum Gebrauch nichts ist. Sage lehnet sich wider die Lavoisiersche Sekte auf, die er Antiphlogistiker nennt. Nach ihm ist das Principe igné das einzige Element, und er lacht gewaltig über die Oxygenisten, und die lachen wieder über ihn, da er sich für das Phlogiston, das nach ihrem System nichts ist, erklärt und nicht unter die Fahne des Principe Oxygie schwören will; welches Principe Oxygie zwar nicht sogar nichts ist, wie das Phlogiston, aber nur ein solches nichts ist, dessen Dasein sich nicht erweisen läßt; wie Herrn Fourcroy selbst in seinen Vorlesungen mit Bescheidenheit zu gestehen beliebt.“

102) D. Lorenz Crell, Chemische Annalen 1789, 1. Teil, Helmstädt und Leipzig, S. 519 unten: „Vermischte chemische Bemerkungen aus Briefen an den Herausgeber VI.“ Dieser Brief, ein interessantes Dokument für die Beurteilung der Persönlichkeit Lavoisiers, scheint der modernen chemisch-historischen Forschung völlig entgangen zu sein. Nur Kahlbaum-Hoffmann (a. a. O. S. 82) haben hiervon Kenntnis genommen. Die Stelle bei Volhard (siehe Anm. 238) ist mangels eines Stellennachweises und in der undeutlichen Form zur Verfolgung dieser Frage kaum anregend zu nennen. Von zeitgenössischen Autoren tat — soweit Verfasser festzustellen in der Lage war — nur J. Chr. Wiegand (in seiner Geschichte des Wachstums und der Erfindungen in der Chemie in der neueren Zeit, Bd. II. Von 1751—1790, Berlin und Stettin 1791, S. 481), hiervon Erwähnung, der dazu bemerkt: „Können wir Deutsche dabei etwas anderes tun, als von ganzem Herzen darüber lachen? Vielleicht kann die Szene bald verändert werden,“ womit er recht und wieder unrecht hat.

103) à Paris 1789. Einen freien, mit Anmerkungen versehenen Auszug hieraus lieferte Linck (l. c.) 1794, Bd. V, S. 154—201, eine mit Anmerkungen

und Zusätzen versehene Uebersetzung gab S. F. Hermbstädt unter dem Titel: „Des Herrn Lavoisier, System der antiphlogistischen Chemie.“ Berlin und Stettin 1792. 2 Bände. Siehe Bd. I (S. 160—170) S. 161 u. 162. — Die auf das Stoff-erhaltungsgesetz bezügliche Stelle im Original vergl. Oeuvres Bd. I, S. 101.

104) Siehe Oeuvres T. I, S. 19 bezw. 26. Ueber die Ansichten Lavoisiers bezüglich Wärme etc., vergl. Weigel (l. c.) III, S. 292—390; Linck (l. c.) IV, „Bemerkungen über das Phlogiston etc.“ S. 312 u. ff. Siehe auch die historische Studie des Verfs. über „Alexander von Humboldt und seine Lichtreduktionsversuche in geschlossenen Gefäßen“ in der Chem.-Ztg. (Cöthen) XXXIII (1909), S. 1353—1354.

105) Für Lavoisier ist Sauerstoff- oder Wasserstoffgas nicht etwa das, was wir heute darunter verstehen. Nach seinem eigenen Ausdrucke ist Sauerstoffgas = oxygine + calorique, Wasserstoffgas = hydrogène + calorique!

106) Weigel (l. c.) Bd. I, S. 61, in der „Zweiten Abhandlung. Von der Beschaffenheit des Wassers und den Versuchen, durch welche man die Möglichkeit, seiner Verwandlung in Erde, hat beweisen wollen“ vom Jahre 1770.

107) Siehe De la Métherie, Extrait de: Méthode de nomenclature chimique proposée par MM. de Morveau, Lavoisier, Berthollet et de Fourcroy, On y a joint un nouveau système de caractères chimiques adaptés à cette nomenclature par M. Hassenfratz et Adet. Observ. s. l. Phys. T. 31 (1787) S. 210—219; 270—285, ferner die deutsche Uebertragung von K. v. Meidinger. Wien 1793.

108) In den nach seinem Tode erschienenen Mémoires de Chimie, Tome second. Cinquième Mémoire (vergl. die Anm. 235), S. 78—87, siehe S. 86—87.

109) Dumas-Rammelsberg (siehe Literaturann. 68) S. 158. Dumas bemerkt hier noch: „Dieser neue Schlag verursachte ihm viel Kummer.“

110) Kahlbaum-Hoffmann (l. c.) S. 153.

111) Kopp (siehe Lit.-Ann. 28) S. 205—206.

112) 1725 zu Châlons-sur-Marne geboren, widmete er sich in Paris pharmazeutischen Studien. Bei seinen hervorragenden Leistungen auf diesem Gebiete wurde ihm während des Siebenjährigen Krieges die Inspektion der Feldapotheken des französischen Heeres überwiesen. Er war Mitglied der Akademie. Gegen Ende seines Lebens beschäftigte er sich mehr mit chemischen Studien. Er starb im Jahre 1798 zu Paris. Seine Arbeiten wurden von Parmentier und Malaret (unter dem Titel: „Opuscules chimiques“ in 2 Bänden 8<sup>o</sup>) zu Paris 1798 gesammelt herausgegeben. Vergl. Biographie universelle ancienne et moderne. Tome troisième, Paris 1843, S. 337 die von C. G. (Cadet Gassicourt) gegebene biographische Skizze, ferner Nouvelle Biographie universelle, Publiée par MM. Firmin Didot frères, sous la direction de M. le Dr. Hofer, Tome Quatrième, Paris 1853, Spalte 865—866 den Artikel von Hofer, und La Grande Encyclopédie, Tome Cinquième, Paris, S. 940. Eine „Notice Historique sur Bayen; Lue à la séance publique de l'Institut national, le 15 Germinal, an 6, Par le cit. Lassus, secrét. de la classe des sciences physiques“ ist in den Annales De Chimie, Tome 26, à Paris, An VI<sup>e</sup> (1798), S. 278—288; eine „Notice biographique de Pierre Bayen“ von P. A. Cap ist in der Gaz. med. de Par. 1865, 3 s., XX, p. 1—13; ein „Éloge de Pierre Bayen“ von Parmentier ist in dem Rec. périod. Soc. de méd. de Par. 1798, IV, S. 221—246, zu finden.

113) Rozier, Observations sur la Physique, sur l'Histoire naturelle et sur

les Arts, avec des Planches en taille douce. à Paris, 12. MDCCLXXI u. MDCCLXXII, fortgesetzt unter dem Titel: Journal de Physique, Tableau du travail annuel de toutes les Académies de l'Europe; Ou Observations sur la Physique, sur l'Histoire naturelle et sur les Arts, et Metiers avec des planches en taille douce. à Paris. 4°. 1773 Bd. I, II, 1774 Bd. III, IV, 1775 Bd. V, VI, 1776 Bd. IX (wo zuerst der Titel: Journal de physique etc. gewählt ist) X, 1777 Bd. XI, XII, 1778 Suppl.-Bd., 1778 Bd. VIII (wo Mongez als Mitarbeiter erwähnt ist) u. s. w. bis 1784 Bd. XXVI, XXVII, wo de la Metherie als Mitarbeiter zuerst genannt wird. 1794 hört das Erscheinen auf. 1798 von de la Metherie wieder begründet mit dem 1. Heft für 1798: Analyse des travaux sur les sciences naturelles pendant les années 1795, 1796 und 1797 contenant les principales découvertes sur l'astronomie, la physique, la chymie, les arts et les différentes branches de l'histoire naturelle, par J. Cl. de la Metherie.

114) Rozier, Observations T. III, S. 129—145. Vergl. auch Crells Chemische Annalen 1784, Bd. II, S. 257—269 und 350—360.

115) A. a. O. Avril S. 280—295.

116) Aus 1 once 7 grains Quecksilberkalk erhielt er 7 gros 8 grains metallisches Quecksilber und 40 onces Wasser entsprechendes Gas. Er hatte also einen Verlust von 70 grains (nicht 58, wie Jörgensen — siehe in Lit.-Anm. 56, S. 143 — angibt), die ungefähr das Gewicht der aufgefangenen 40 Oncemaß der elastischen Flüssigkeit ausmachen sollten. Diese könne nach seiner Meinung also 1—2mal mehr als gewöhnliche Luft wiegen.

117) Rozier, Journ. de Physique Bd. V, 1775, Fevr., S. 155.

118) Eine von Johann Friedrich Meyer in seinen „Chymischen Versuchen zur näheren Erkenntnis des ungelöschten Kalks“ (Hannover und Leipzig 1764, 2. Aufl., Hannover 1770) entwickelte Lehre, wonach Kalkstein beim Brennen aus dem Feuer ein Causticum oder Acidum pingue aufnehme, das diesem kaustische Eigenschaften verleihe und bei der Uebertragung auf milde Alkalien diese ebenso kaustisch mache. Dieses Prinzip vereinige sich auch bei der Kalzination der Metalle an der Luft mit diesen und vermehre dabei ihr Gewicht. Mit kaustischen Alkalien gefälltes Quecksilber nehme auch an Gewicht zu, weil das Acidum pingue von den Alkalien auf das Quecksilber übergehe.

119) Jörgensen (Lit.-Anm. 56) S. 146. Man muß es mit Jörgensen auffallend finden, daß Priestley (Vorwort zu Exp. and Obs. 2. IX—X) gerade in Bezug auf die Entdeckung der dephlogistisierten Luft die Versicherung abgibt, er sei sich nicht bewußt, daß sein Versuch hierüber durch irgend eine Anregung von anderer Seite veranlaßt sei. — Jörgensen weist auch (l. c. S. 140) darauf hin, daß Bayens dritte Abhandlung, worin auf die beiden ersten verwiesen wird, in demselben Bande der Rozierschen Observations (V, 147) gedruckt ist, wo (S. 429) Lavoisiers Mitteilung über die Zerlegung des roten Quecksilberkalkes (siehe Lit.-Anm. 49—50) sich findet, und daß Priestley (in seinen Exp. a. Obs.) bei seinen Darlegungen über die Entdeckungen des Sauerstoffes gerade diese Arbeit Lavoisiers kritisch verfolgt.

120) Kopp (siehe Lit.-Anm. 28) S. 143 Fußnote.

121) Journal de physique, de chimie, d'Histoire naturelle et des arts. Par J. C. Delamétherie, Jouillet 1809, Tome LXIX, S. 63.

122) Vergl. die Stelle in der Grande Encyclopédie (siehe Lit.-Anm. 112): „Bayen a donc eu l'oxygene entre les mains; malheureusement il n'alla pas plus



loin et on peut dire que ses travaux, malgré leur impatance, n'enlevèrent rien à la gloire de Lavoisier," ferner Nouvelle Biographie (siehe Lit.-Anm. 112): "... découverte importante qui conduisit à celle de l'oxygène, et prépara les voies à la chimie moderne."

122a) Der schon zu seinen Lebzeiten berühmte russische Schriftsteller und der erst neuerdings von Menschutkin als hervorragender Physiko-Chemiker (siehe unten) erkannte M. W. Lomonossow sind ein und dieselbe Person. Wenn F. Hofer in seiner Histoire de la Chimie (Tome deuxième, à Paris 1843, S. 375) angibt: „Nous citerons au nombre des chimistes russes: Mich. Lomonosow, qu'il ne faut pas confondre avec le poète de ce nom," so charakterisiert dies wiederum seine oberflächliche Art (vgl. Anm. 23).

123) M. W. Lomonossow als Physikochemiker, Beitrag zur Geschichte der Chemie in Rußland. St. Petersburg 1904. 300 Seiten, VII Taf. u. 15 Abb.

124) Ostwalds Annalen der Naturphilosophie. Leipzig 1905, Bd. IV, S. 205—225, mit Bildnis Lomonossows. Auf Veranlassung des Verfs. und in Gemeinschaft mit demselben wird von B. N. Menschutkin eine Auswahl der wichtigsten physiko-chemischen Abhandlungen Lomonossows in deutscher Uebersetzung in den Ostwaldschen Klassikern herausgegeben werden.

125) Das Lebensbild Lomonossows ist ein sehr wechselvolles. Etwa 1711 im Dorfe Denissowka an der nördlichen Düna, 70 km von Archangelsk geboren, ging er, ein einfacher Bauer, 1730 heimlich nach Moskau, um die Schule besuchen zu können. 1733 finden wir ihn in Kiew, wo er in der Geistlichen Akademie Philosophie, Physik und Mathematik studieren wollte, er kehrte jedoch, enttäuscht durch das ausschließliche Lehren der Aristotelischen Philosophie, nach Kiew sehr bald zurück. Als bester Schüler der dortigen Spasski-Schulen wurde er 1735 nach Petersburg in die Akademie der Wissenschaften geschickt, um da Vorlesungen zu hören. Hier zeigte er ein solches Verständnis für die Naturwissenschaften, daß er zusammen mit zwei anderen Studenten zur weiteren Ausbildung, besonders in Chemie und Metallurgie, auf Kosten der Akademie nach dem Auslande geschickt wurde. Christian Wolff, Ehrenmitglied der russischen Akademie, nahm sich in Marburg dieser Studenten an und leitete ihre Ausbildung. Von Marburg aus ging Lomonossow 1739 nach Freiberg, 1740 nach Holland, um schließlich nach unstem Herumwandern in den Niederlanden und Deutschland wieder Marburg aufzusuchen. Nachdem er hier geheiratet, kehrte er nach fünfjährigem Aufenthalte im Auslande, 1741 nach Petersburg zurück, wo er bei der Akademie zum Adjunkten ernannt wurde. Vom Jahre 1742 an las er an der Petersburger Universität über Chemie, physikalische Geographie und russische Sprache, und wurde dann 1745, auf Grund seiner Dissertation „De tincturis metallorum“, an der Akademie zum Professor der Chemie erwählt. Auf sein Betreiben wurde 1748 das erste russische wissenschaftliche Laboratorium für Chemie erbaut. Er beschäftigte sich hier zunächst mit der Herstellung gefärbter Gläser. Im Vereine mit seinen Schülern gelang es ihm 1752, das erste Mosaikbild zu verfertigen, worauf ihm die Kaiserin Elisabeth zum Zeichen ihrer Anerkennung einen Landsitz in der Nähe von St. Petersburg zum Geschenke machte. Auf diesem Gute errichtete er 1753 eine noch heute existierende Glasfabrik. Vom Jahre 1752—1756 machte er eine große Reihe von physikalisch-chemischen Versuchen, um dann der chemischen Professur zu entsagen. Nach langer Krankheit starb er am 4. April 1765.

Abgesehen von seinen hervorragenden Leistungen auf dem Gebiete der schönen Literatur und Philologie sind seine physikalischen Arbeiten und Anschauungen von großer Bedeutung. Als Ausfluß seiner atomistischen Lehrmeinung ergab sich für ihn die Wärme als Folge einer unsichtbaren innerlichen Bewegung der Partikel eines Stoffes. Seine durchaus mechanische Lehre der Wärme ist zuerst 1745 in seinen „Meditationes de caloris et frigoris causa“ entwickelt. Sie findet sich ferner in den „Novi commentarii Academiae Scientiarum imperialis Petropolitanae Tom I ad ann. 1747 et 1748, Petropoli 1750, S. 206, und in deutschem Auszuge in L. Crells Neuem chem. Archiv, Leipzig 1788, Bd. VII, S. 174 bis 178 („Gedanken über die Ursache der Wärme und Kälte“). Eine weitere Folgerung seiner atomistischen Theorie ist seine mechanische Theorie der Gase, die sich im großen und ganzen mit unseren heutigen Anschauungen deckt. Seine im „Tentamen theoriae de vi aeris elastica“ (in den Abhandlungen der Akademie l. c. S. 230; siehe ferner Crell a. a. O. S. 178—181 „Versuch zu einer Theorie von der Elastizität der Luft“) ausführlich dargelegten Anschauungen gerieten jedoch vollständig in Vergessenheit. Bekanntlich konnte die analoge kinetische Theorie eines Clausius erst 100 Jahre später (1856—57) Wurzel fassen. Auch die 1873 von van der Waals in Rechnung gezogene Atomgröße ist von Lomonossow in seinem „Supplementum ad tentamen theoriae de vi aeris elastica“ schon 1750 als wesentlicher Faktor berücksichtigt worden.

Von anderen rein physikalischen Arbeiten Lomonossows sind seine Ansichten über die akustischen, optischen und elektrischen Erscheinungen von großem Interesse. Der Schall ist für ihn nichts anderes als eine Wellenbewegung der Luftatome. In seiner 1576 gehaltenen Rede „Ueber die Fortpflanzung des Lichtes“ beweist er, daß sich Licht nur durch Wellenbewegung des Aethers fortpflanzt. Aether ist nach seiner Anschauung eine sehr subtile Materie, die Licht- und Wärmebewegungen aufzunehmen vermag. Als absoluter Gegner der Annahme von elektrischen Materien sah er als Ursache der Elektrizität eine sehr schnelle Rotationsbewegung der Aetherteilchen an.

Außer in dem Menshutkinschen Werke über Lomonossow als Physiker und Chemiker finden wir in diesem Sinne fast gar keine Angaben über diese interessante Persönlichkeit. Aus den Mitteilungen in den „Forschungen und Ergänzungen zu Christian Gottlieb Jöchers Allgemeinem Gelehrten-Lexikon, Delmenhorst 1810, Bd. III, Spalte 2099—2100“ läßt sich nicht viel Gewinn ziehen. Abgesehen von den Mitteilungen in den erwähnten „Novi Commentarii etc.“ (eine deutsche Uebersetzung hieraus ist von J. L. C. Mümler in „Physikalische und medizinische Abhandlungen der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften in Petersburg“, Riga 1782, Bd. I geliefert worden) und den Auszügen bei Crell (l. c.) läßt sich über den Naturwissenschaftler Lomonossow nichts eruieren. Gmelin zitiert ihn kurz in seiner Geschichte der Chemie, Göttingen 1798, Bd. II, S. 449, 450 u. 697, und in neuester Zeit würdigt ihn Jörgensen in Anlehnung an die Menshutkinsche Abhandlung in einer Fußnote (siehe in Anm. 56, S. 133).

126) Vollständig in dem Menshutkinschen Werke wiedergegeben.

127) Menshutkin l. c. S. 219.

128) W. Klementieff in seiner Dissertation: De incremento ponderis, quod singula metalla aquirunt post praecipitationes, 1754. Siehe Menshutkin l. c. S. 220.

129) In einer „Dissertatio de actione menstruorum chymicorum in genere“ 1745, wo er sich mit den Lösungserscheinungen beschäftigt, argumentiert er in §§ 44–46: Bei dem Uebergange eines festen Stoffes in flüssigen Zustand geraten die Partikel in raschere Bewegung auch in dem Falle, wo sich ein Salz in Wasser löst. Da nun ein fester Stoff die Bewegung seiner Partikel nur auf Kosten eines Teiles von der Bewegung des flüssigen Stoffes verstärken kann, müssen beim Lösen des Salzes in Wasser die Salzpartikel ihre verstärkte Bewegung von den Wasserpartikeln aufnehmen, wodurch diese langsamere Bewegungen ausführen. Da nun Bewegung der Partikel Wärme bedeutet, so wird der Prozeß der Auflösung von einer Temperaturerniedrigung der Lösung begleitet sein. Aus dieser Anschauungsweise ergibt sich, daß Lomonossow sich der Umwandlungsfähigkeit von Wärme in Arbeit wohl bewußt gewesen sein mag. Außerdem erhellt seine klare Anschauung, daß Wärmeenergie nicht verloren gehen kann, sondern als solche irgendwo quantitativ wieder in Erscheinung tritt.

130) Menschutkin l. c. S. 223.

131) Landolt, Ueber die Erhaltung der Masse bei chemischen Umsetzungen. Halle a. S. 1909. Einen Ausdruck für das Gesetz der Erhaltung des Stoffes hat übrigens — wie Kahlbaum-Hoffmann nachweisen (a. a. O. S. 15) — schon 1717 Mariotte als erstem Grundsatz seiner „Maximes ou règles naturelles aux principes d'experience“, in dem 2. Teil seines „Essay de logique“ (Oeuvres de Mr. Mariotte à l'Academie Royale des Sciences. a Leide 1717, T. II, S. 656), mit den Worten Ausdruck gegeben: „La nature ne fait rien de rien et la matière ne se perd point.“ Doch ist dieser Ausspruch kaum den Fassungen Lomonossows oder Lavoisiers ebenbürtig zu nennen.

132) Erste Grundzüge der Metallurgie geschrieben (in russischer Sprache) 1742, 1763 gedruckt; Manuskript der Vorlesungen über physikalische Chemie: „Tentamen Chymiae Physicae in usum studiosae juventutis adornatum. Dromus ad veram Chymiam Physicam 1752, von denen die ersten sechs und der Anfang des neunten Kapitels erhalten sind.

133) Menschutkin l. c. S. 219.

134) Aus seinen letzten Worten (die Menschutkin l. c. S. 204 seiner Abhandlung als Motto gesetzt) scheint hervorzugehen, daß er dies vorausgesehen haben mag: „Ich sehe gleichgültig dem Tode entgegen; ich bedaure nur, daß ich nicht alles vollenden konnte, was ich zum Nutzen des Vaterlandes, zur Entwicklung der Wissenschaften und zum Ruhm der Akademie unternommen habe; und jetzt am Ende meines Lebens muß ich sehen, daß alle meine nützlichen Absichten mit mir sterben werden.“

135) Ibid. S. 225. Es ist interessant, den Ansichten Lomonossows über die Aufgaben der Chemie und über ihre Beziehungen zu der Physik zu folgen. In den „Elementa Chymiae mathematicae“ (1741), seinem ersten chemischen Werke, wird die Chemie als die Wissenschaft von den Aenderungen in zusammengesetzten Körpern bezeichnet. Da nun solche Aenderungen in den Bewegungen der Partikel eines Körpers ihre Ursache hätten, so müsse man als Chemiker die Wissensgebiete der Mathematik und Mechanik zuerst beherrschen, um die Gesetze der Chemie aus den Gesetzen über die Bewegung der Partikel herleiten zu können. Die stete Zusammenarbeit von Physik und Chemie sei zum richtigen Verständnis der Naturerscheinungen unerläßlich, „die Chemie“ — sagt er in seiner Rede „Ueber die Nützlichkeit der Chemie“ (1751) — „kann mit Recht die rechte Hand der Physik, die

Mathematik deren Auge genannt werden“ (Menschutkin l. c. S. 217). In seinen (Manuskript gebliebenen) Vorlesungen über physikalische Chemie (siehe Anm. 132) ist die aus den beiden Doktrinen Physik und Chemie notwendigerweise zu bildende Wissenschaft der physikalischen Chemie im § 1 folgendermaßen definiert: „Die physikalische Chemie ist eine Wissenschaft, die auf Grund der Sätze und Versuche der Physik die Ursache davon nachweist, was in den zusammengesetzten Körpern durch die chemischen Operationen geschieht. Sie kann chemische Philosophie genannt werden, ist aber gänzlich verschieden von der mystischen Philosophie, in der nicht nur keine Erklärungen gegeben werden, sondern die Operationen selbst in Geheimnis gehüllt sind“. Menschutkin *ibid.*).

136) Robert Hoocke (1635—1702) wurde an der Universität Oxford mit Boyle bekannt, dem er bei dessen chemischen Untersuchungen hilfreich zur Seite stand. 1662 Mitglied der Royal Society, wurde er 5 Jahre später deren Sekretär.

137) Hoocke stellte eine ausführlichere Entwicklung und Darstellung dieser seiner Verbrennungstheorie zwar in Aussicht, doch hat er sein Vorhaben nicht zur Ausführung gebracht.

138) Als einzige authentische Quelle für biographische Angaben über John Mayow sind die „Athenae Oxonienses“ zu betrachten, wie schon Yeats (Alex. Nic. Scherer, Allgemeines Journal der Chemie, Bd. I, 1798, 2. Heft, II, Literatur, Korrespondenz, Notizen, S. 212) betont hat: „Ich kann nichts Vollständiges über Mayows Lebensumstände finden, außer dem, was Woods Athenae Oxon. Bd. II, S. 637 enthalten.“ Die erste Ausgabe derselben erfolgte zu London 1691, die zweite ebenda im Jahre 1721—22. Wiewohl in der „Harveian Oration for 1899: Dr. John Mayow“ von A. Crum Brown (The Edinburgh Medical Journal, edited by G. A. Gibson, New Series, Vol. VI, 1899, Edinburgh and London 1899, S. 116—129 bzw. 116) die betreffende Stelle über John Mayow aus diesen „Athenae Oxonienses“ neuerdings (zum ersten Male) zum Abdrucke gelangt ist, soll dieselbe als Belegstelle zwecks Richtigstellung einiger nachfolgend verzeichneter Irrtümer in den Literaturangaben hier nochmals Platz finden:

Athenae Oxonienses. An Exakt History of All The Writers and Bishops Who have had their Education in the most Autient and Famous University of Oxford From The Fifteenth Year of King Henry the Seventh, A. D. 1500, to the Authors Death in November 1695 Representing The Birth, Fortune, Preferment, and Death of all those Authors and Prelates, the great Accidents of their Lives, and the Fate and Character of their Writings. To whisch are added, The Fasti, or Annals, of the said University.

By Anthony Wood, M. A. In Two Volumes. The second Edition, very Much Corrected and Enlarged; with the Addition of above 500 new Livies from the Authors Original Manuscript. London MDCCXXI, Volume the Second.

pag. 683, Nr. 512.

John Mayow, descended from a genteel Family of his Name living at Bree in Cornwall, was born in the Parish of St. Dunstan's in the West in Fleetstreet London, admitted Scholar of Wadham Coll. the 27th of September 1661 aged 16 Years, chose probationer fellow of All. Coll. soon after, upon the recommendations of Hen. Coventry Esqu. one of the Secretaries of State; where, tho' he had a Legist's place and took the degrees in the Civil Law, yet

he studied Physik and became noted for his Practice therein, especially in the Summer-time, in the City of Bath, but better known by these Books, which shew the pregnancy of his Parts.

De Respiratione, tractatus unus } Oxon 1668, 69 etc. oct.  
De Rachitide, tract. un. }

Of both which Tracts is a large Account given in the Philosophical Transactions, nu. 41, p. 833, An. 1668.

De sale nitro & spiritu acerbo  
De Respiratione Foetus in utero & ovo } Ox 1674 in a large oct.  
De motu musculari & spiritibus animalibus }

Of these three last (which were printed again with the two first) is a large Account given in the Philosophical Transact. un 105, p. 101 etc. And all five were printed together at the Hague 1681 oct. He paid his last debt to Nature in an Apothecarys House, bearing the Sign of the Ancher in Yorkstreet near Covent Garden, within the Liberty of Westminster (having been married a little before not altogether to his content) in the mont of Sept. (1679) in sixteen hundred seventy and nine, and was buried in the Church of St. Paul in Covent Garden. One Joh. Mayow was Minister of Catistock in Dorsetshire, and published certain Sermons, in 1630 and after, but of what University he was, I know not yet; nor where Jo. Maio was bred, who was Author of the Pope's Parliament, wherein are thoroughly delivered, and brightly blazed out, the paltry trash and trumperies of him and his puling Prelates &c. whereunto is annexed the Life of Pope Joan. Lond. 1591 qu.

Fasti Oxonienses.

pag. 160. Ann. Dom. 1665 Batch. of Law. May 30 Joh. Mayow of All. s. Coll.

pag. 181. Ann. Dom. 1670 Doct. of Law. July 5. John Mayow of All. s. Coll.

He was now, and after, a process'd Physician.

Mayow lebte also von 1645—1679 und erreichte somit ein Alter von 34 Jahren. Vergleichen wir die diesbezüglichen Angaben einiger Autoren, die sich mit Mayow beschäftigt haben:

Th. Beddoes läßt ihn in einem Briefe [Letter from Dr. Beddoes respecting cit. Fourcroy's Account of the Discoveries of Mayow To Mr. Nicholson, vom 10. Mai 1799; A Journal of Natural Philosophie, Chemistry, And The Arts. By William Nicholson, Vol. III, June 1799, London, S. 108; vergl. auch Physisch-Medizinisches Journal nach D. Bradley und D. Willich für Deutschland bearbeitet und mit Originalbeiträgen vermehrt von D. Karl Gottlob Kühn, Leipzig 1800, S. 294, 5] 27 oder 28 Jahre alt werden: „Had Mr. F. (Fourcroy) known that Mayow died at 27 or 28 ...“

G. D. Yeats, der „Ueber Mayows Entdeckungen“ in dem eben zitierten Physisch-Medizinischen Journal, S. 437—441 Betrachtungen angestellt, führt an einer Stelle (S. 440) u. a. aus: „Für einen Mann, welcher in seinem zweiund-dreißigsten Jahre starb ...“

Nach Th. Gerding (Geschichte der Chemie, Leipzig 1867, S. 355) wäre Mayow im Jahre 1643 geboren.

P. J. Hartog gibt in seiner Biographie über Mayow (Dictionary of National Biography Edited by Sidney Lee, London 1894, Vol. XXXVII, S. 175—177) als Speter, Lavoisier und seine Vorläufer.

Geburtsjahr desselben 1640 an. William Ramsay (Die Gase der Atmosphäre und die Geschichte ihrer Entdeckung, 3. Aufl. Deutsch von Max Huth, Halle a. S. 1907, S. 9 u. 10) führt auf Grund von Mitteilungen P. Hartogs (siehe „Vorwort zur zweiten englischen Auflage“ *ibid.* S. VI) das Geburtsjahr Mayows mit 1643 und dessen Lebensdauer mit 37 Jahren an, und ebenso ist (nach derselben Quelle: Hartog) bei F. G. Donnan (Ostw. Kl. d. ex. Wissensch. Nr. 125, Leipzig 1901, S. 47) 1643 als Geburtsjahr Mayows zu finden.

Man kann aus dieser Gegenüberstellung und aus dem Vergleiche der widerspruchsvollen Angaben in der folgenden Anmerkung erkennen, wie oft bedeutende Autoren über eine leicht festzustellende Tatsache, Begebenheit u. s. w. falsche Angaben machen, weil sie auf ihren Gegenstand bezügliches kritiklos von anderen Autoren übernehmen. Solche, wenn auch nicht immer wesentliche Irrtümer, schleichen sich dann jahrzehnte- und jahrhundertlang durch die Literatur hindurch, bis sie durch Quellenstudium aufgedeckt werden. Wie in anderen Disziplinen ist es auch bei geschichtlich chemischen Studien darum sehr von Wert, stets bis auf die Quellen zurückzugehen.

[Porträtabbildungen Mayows finden sich: In seinen *Tractatus quinque*, Titelporträt; danach nachgebildet in: J. A. Scherers Beweis u. s. w. Wien 1793 („Fischer fec. 793“), „Collection van Kaathoven“ (siehe Index Catalogue of The Library of The Surgeon-General's Office, United Staates Army, Washington 1887, Vol. III, S. 739), ferner: Neues allgemeines Journal der Chemie, von C. F. Buchholz, L. von Crell, Hermbstädt, Klaproth, J. B. Richter, A. N. Scherer, J. B. Trommsdorff, herausgegeben von Adolf Ferdinand Gehlen, Berlin 1804, III. Bd., 6. Heft; *Disciples of Aesculapius*, by Sir Benjamin Ward Richardson, London 1900, Vol. I, S. 193; Ostwalds Klassiker der exakten Naturwissenschaften, Leipzig 1901, Nr. 125.]

139) Der vollständige Titel des Werkes lautet: *Tractatus Quinque, Medico-Physici, Quorum primus agit De Sal-Nitro, Et Spiritu Nitro-Aereo. Secundus De Respiratione. Tertius De Respiratione Foetus In Utero, Et Ovo. Quartus De Motu Musculari, Et Spiritibus Animalibus. Ultimus De Rachitide. Studio Joh. Mayow LL. D. & Medici: Nec non Coll. Omn. Anim. in Univ. Oxon. Socii. Oxonii E Theatro Sheldoniano. An. Dom. M. DC. LXXIV.*

Man ersieht daraus, daß dieses Werk 1674 zum ersten Male erschienen ist. Vorher, 1668—69, hatte Mayow zwei Abhandlungen: *Tractatus duo seorsim editi: Quorum prior agit de Respiratione: alter de Rachitide. Oxonii 1669*, herausgegeben, die dann zu Leiden 1671 nachgedruckt wurden. In den „*Tractatus quinque*“ sind diese beiden Abhandlungen als „*Tractatus secundus De Respiratione. Secunda editio auctior et emendatior*“ (S. 267—308), bzw. als: „*Tractatus quintus De Rachitide. Cui Methodus medendi annectitur. Secunda editio*“ (Pars Secunda S. 107—152) einverleibt. Die Ausgabe dieser beiden Abhandlungen zu Leiden 1671 ist wohl lediglich unbefugter Nachdruck gewesen, nicht etwa eine zweite Auflage.

Aus der unsicheren Angabe Johann Jakob Mangetus' (*Bibliotheca Scriptorum Medicorum, Veterum Et Recentiorum, Tomus Secundus: Pars Prima, Genevae MDCCXXXI*, S. 287 über „Mayow (Johannes) Medicus Anglus“: „Ex eo habetur: *Tractatus quinque* u. s. w., Oxonii 1669 in 8. *Ibidem* è Theatro Scheldoniano 1674 in 8“, haben viele ältere und neuere Autoren ihre falschen Angaben über das Erscheinungsjahr der Mayowschen „*Tractatus quinque*“ hergeleitet, so u. a.:

Ch. Ehrenfr. Weigel (Einleitung zur allgemeinen Scheidekunst, erstes Stück, Leipzig 1788, S. 363, Fußnote 137): „Jo. Mayow, Tractatus u. s. w. Oxon 1669, 8, Mang. Script. Med. T. I, Pars II, S. 237 (ist auch falsch, vergl. oben) u. 1674. 8°.“

H. Kopp, Geschichte der Chemie, 3. Teil, Braunschweig 1845, S. 134: „Von ihm (Mayow) erschienen 1668 Tractatus duo de respiratione prior, alter de rachitide, und 1669 Tractatus quinque u. s. w.“, ferner ebenda S. 14: „in seinem Tractatus de sal-nitro et spiritu nitro-aëreo, 1669“ und S. 191: „Tractatus duo de respiratione et de rachitide 1668 und besonders Tractatus quinque medico-physici 1669.“ Vergl. auch S. 230, 232, 309, ferner 4. Teil (1847), S. 148 u. 290 und ebenso 2. Teil (1844), S. 347. Auch in das neuere Werk Kopp's (siehe Lit.-Anm. 28, S. 116) ist dieser Irrtum übergegangen.

S. M. Jörgensen (siehe Lit.-Anm. 56, S. 115): „aus seiner einzigen (sic!) Schrift Tractatus quinque physico-medici, welche er in seinem 24. Lebensjahre 1669 in Oxford erscheinen ließ...“ (Die „Tractatus quinque“ sind außerdem nicht das einzige Werk Mayow's!)

H. Boruttan in seinem „Versuch einer kritischen Geschichte der Atmungstheorien (Archiv für Geschichte der Medizin, herausgegeben von Karl Sudhoff, Leipzig 1909, Bd. II, Heft 5, S. 326): „... John Mayow, welcher in seinen zuerst 1669 in Oxford erschienenen Tractatus quinque...“

Man sieht hieraus wieder, wie selbst bedeutende Forscher mangels eigenen Quellenstudiums Irrtümern verfallen können.

Die zweite Ausgabe dieser „Tractatus quinque“ erfolgte 1681 unter dem Titel: *Johannis Mayow Londinensis Doctoris et Medici, nec non Coll. omn. anim. in universitate oxoniensi Socii. Opera Omnia Medico-Physica, Tractatibus quinque comprehensa. Editio novissima, figuris aeneis adornata. Hagae-Comitum, apud Arnoldum Leers. Anno MDCLXXXI.* In holländischer Sprache erschienen dieselben zu Amsterdam 1783. Deutsch wurden sie 1799 herausgegeben unter dem Titel: *Johann Mayow's chemisch-physiologische Schriften.* Aus dem Lateinischen übersetzt von D. Johann Koellner, Pfarrer zu Tüngeda im Gothaischen. Nebst einer Vorrede von D. Alex. Nicol. Scherer F. S. D. R. Mit 6 Kupfern. Jena 1799, bei Johann Christian Gottfried Göpfert (456 Seiten, Register). Die von Alex. Nik. Scherer (*Allg. Journ. d. Chemie* 1798, Bd. I, 2. Heft, Intelligenzblatt Nr. 1, S. 5 „Anzeige Mayow's Schriften betreffend“) angezeigten Nachträge hierzu, in welchen er über den Gang, Zusammenhang und Wert der Mayow'schen Ideen zusammenfassende Betrachtungen anstellen wollte, sind nicht geliefert worden. Die Uebersetzung geschah auf Grund der Oxford Originalausgabe von 1674, „wobei nach Art des Amsterdamer Nachdruckes der Memoires der Pariser Akademie die Seiten des Originals an dem Rande bemerkt sind“ (Vorerinnerung des Herausgebers XII). Als „*Oeuvres chimiques et physiologiques par Jean Mayow*“ wurden sie 1840 zu Paris von H. C. Gaubert et Leop. Ledru in französischer Sprache herausgegeben. Eine Auswahl aus den Mayow'schen Arbeiten ist von F. G. Donnan in Ostwald's Klass. der ex. Naturw. (Nr. 125 „Untersuchungen über den Salpeter und den salpetrigen Luftgeist, das Brennen und das Atmen. Von John Mayow“, Leipzig 1901) besorgt worden, 1907 erschien eine englische Uebersetzung: „*Medico-physical works. Being a translation of 'tractatus quinque medico physici' by John Mayow*“, Alembic Club Reprints Nr. 17, XXIII u. 341 S. Edinburgh 1907, The Alembic Club.

140) Tractatus quinque l. c. S. 1—265, Cap. I, De Sal Nitro, S. 1—8.

141) Ibid. S. 9—21. De Parte Aerea, Igneaque Spiritus Nitri.

142) Ibid. S. 12. „... arbitrari fas sit, particulas aeris igneas, ad flammam quaecunq̄ue sustinendam necessarias, in sal nitro hospitari.“

143) „Schwefelhaltig“ ist hier gleichbedeutend mit „brennbar“. Schwefel ist nach der damaligen Auffassung das, was den Stoffen Brennbarkeit oder Verkalkungsfähigkeit verleihen sollte, also ein Grundprinzip der Stoffe. Die „Terra pinguis, improprie sulphur dicta“ Bechers und das „Phlogiston“ Stahls decken sich mit diesem „Schwefel“.

144) Mayow glaubt, daß der Salpeter durch Schwefel verbrannt wird. Auch die bald folgende Stelle (l. c. S. 16): „Unde sequitur nitrum in flamma ab ipso excitata, particulas tantum igno-aereas, neutiquam verò sulphureas, quibus prorsus destituitur, suppeditare“ läßt nicht auf die richtigere Auffassung schließen.

145) A. a. O. S. 18. „Quocirca particulas istas igneas, nitro, aeri que communes Particulas Nitro-aereas, sive Spiritum Nitro-aereum in futurum nuncupare liceat.“

146) A. a. O. S. 21—31. „De Spiritus Nitro-aerei, Igneique Naturà.“ Hier ist der Sauerstoff als Feuerluft bezeichnet. An einer anderen Stelle (S. 1) nennt er ihn „Spiritus vitalis, igneus“ und auch (S. 322) „aer purus, vitalis“. Zuweilen findet sich die Benennung: „Mercurius Nitro aereus“, besonders im Kap. V, wo es z. B. (S. 47) heißt: „Inter Principia rerum naturalium principem locum obtinet Spiritus nitro-aereus, qui merito Mercurius nuncupetur,“ ferner (S. 50): „Spiritus, sive Mercurius Nitro-aereus“ u. a. a. O.

147) A. a. O. S. 28. „Neque illud praetereundum est, quod Antimonium, radiis solaribus calcinatum, haud parum in pondere augetur; uti experientia comperit: quippe vix concipi potest, unde augmentum illud Antimonii, nisi à particulis nitro-aereis, igneisque ei inter calcinandum infixis, procedat.“

148) A. a. O. S. 44 (in dem Kap. IV, S. 31—46: De Liquorum Acidorum Ortu; item de Parte Terrestri Spiritus Nitri): „tamen inter salia acida quaecunq̄ue affinitas magna est, & similitudo; inque iis omnibus particulae nitro-aerae, igneaeque veluti in subjecto idoneo, hospitantur.“

148a) A. a. O. S. 237.

149) A. a. O. Kap. V, S. 47—65: „De Spiritu Nitro-aereo, quatemis Fermentationes ad rerum ortum, sive interitum tendentes, ab eo oriuntur.“

150) Ibid. S. 60—61.

151) A. a. O. S. 96—134: „Vim Aeris Elasticam à Spiritu Nitro-Aereo provenire. Item de modo quo Aer particulis Nitro-aereis de novo impraegnatur. Obiter de Elementis Ignis & Frigoris.“

152) A. a. O. S. 98 ff. Die Versuchsanordnung ist in seinem Werke auf Taf. V, Fig. 1 dargestellt. Diese Abbildung ist, nebst zwei anderen hier bald zu erwähnenden, auch bei Jörgensen (s. Lit.-Anm. 56, S. 119 bzw. 116) zu finden.

153) Die Originalstelle (a. a. O. S. 101) lautet: „quidam calculis subductis, comperi, aerem per lucernae deflagrationem in spatium ex parte circiter tricesimā minus, quàm antea redactum esse.“ Es geht daraus deutlich hervor, daß Mayow eine Volumverminderung von bloß  $\frac{1}{30}$  oder ca. 3 Volumprozenten beobachtet hat. Nach seiner Versuchsanordnung konnte er auch keine stärkere Kontraktion erzielen, wo die Kohlensäure dazu nicht völlig absorbiert wurde.

J. Koellner (siehe Lit.-Anm. 139: S. 99) übersetzt hier: „Ich habe nach



angestellter Berechnung gefunden, daß die Luft durch das Verbrennen der Kerze ungefähr in einen 30mal kleineren Raum als vorher gebracht wurde,\* was natürlich falsch ist.

F. G. Donnan (siehe Lit.-Anm. 139: S. 24) begeht einen noch größeren Irrtum, wenn er übersetzt: „Auf diese Weise fand ich, daß die Luft durch das Brennen einer Kerze auf zwei Drittel (sic!) ihres Volumens gebracht wurde.“ Das ist wohl kaum eine Uebersetzung, die „möglichst getreu nach der lateinischen Ausgabe von 1681 gemacht worden“ (l. c. S. 51) ist. Es wäre übrigens für den genannten Herausgeber kein Vorteil, daß er bei seiner Uebersetzung von den anderen, vor ihm erschienenen Uebertragungen „keine zu sehen bekommen“ hat (ibid.). Er hätte z. B. bei Scherer (Beweis etc. S. 46) eine richtige Uebertragung der vorliegenden Stelle gefunden.

Vergl. hierzu noch Ramsay (Lit.-Anm. 78: S. 14): „Der Volumverlust beträgt ungefähr 3 Prozent der angewandten Luftmenge.“

154) A. a. O. S. 107—108: „utique credendum est, Animalia, Ignemque particulas ejusdem generis ex aere exhaurire.“

155) A. a. O. S. 127. Hier nennt er den Sauerstoff, seinen Spiritus nitro-aereus, ein „Elixir vitae summè necessarium.“

156) Erst Priestley erkannte die Bedeutung der Vegetation für den konstanten Sauerstoffgehalt der Luft.

157) A. a. O. S. 135—161.

158) A. a. O. S. 138: „ita ut pars circiter quarta spatii, quod in vitro eo antea ab aere occupatum est, nunc ab aqua intus assurgente teneatur.“ Mayow gibt vorher an, daß die beobachtete Kontraktion 3 Querfinger betrage: „Nempe aqua ista, quae mox ab halitibus praedictis ad digitos circiter tres infra metam primò designatam deprimebatur, jam ad digitos plus minus tres supra eandem ascendit“, nachdem nämlich das Wasserniveau gleich am Anfang um etwa 3 Querfinger unter die markierte Stellung gesunken, dann bis zu dieser wieder zurückgelangt und schließlich, nach etwa 2 Stunden, über dieselbe um ebensoviel gestiegen sei.

Er versucht nun, ob eine erneute Einwirkung des Gases aus der Salpetersäure und dem Eisen eine weitere Kontraktion verursache. Das Wasserniveau wird hierbei von dem Stande der ersten Kontraktion um etwa 5 Querfinger heruntergedrückt und steigt dann nur um 2 Querfinger wieder, obwohl die zweite Reaktion weit heftiger als die erste war. Selbst bei der dritten Entwicklung jenes Gases in demselben Luftvolumen konnte die ursprünglich markierte Stellung (3 Querfinger über dem äußeren Wasserniveau) nicht zurückerreicht werden. Er versichert, daß er diesen Versuch mehrere Male sorgfältig, mit demselben Erfolge, wiederholt habe. Diese widerspruchsvolle Erscheinung sucht er mit Hilfe seiner mechanistischen Auffassung der Luftelastizität — natürlich irrig — zu erklären.

Scherer (siehe Lit.-Anm. 138: S. 70) macht in einer Anmerkung auf einen angeblichen Irrtum Mayows aufmerksam: „Was die Verminderung in dem Umfange dieses Luftgemisches betrifft, so wird sie im Original auf 3 Querfinger angegeben. Es erhellet aber aus dem weiteren Verlaufe, daß es 6 Querfinger heißen soll.“ Nach obigem stimmt dies aber nicht! Sie betrug tatsächlich nur 3 Querfinger, von der markierten Stelle aus gemessen.

159) A. a. O. S. 161—172: „Utrum Aer de novo generari possit.“

160) Hales stellte dieses Gas 1727 dar (*Vegetable staticks*, 2. Ausgabe, London 1731, S. 221, 224) und Priestley benützte es erst 1772 (*Exp. a. Observ. on diff. kinds of Air*, London 1774, Bd. I, S. 112) zur Luftanalyse.

161) Willis nimmt, 3 Jahre nach dem Erscheinen der Mayowschen „*Tractatus duo*“, in seiner 1671 zu Lugd. Bat. erschienenen Schrift: „*Exercitatio phys. med. de sanguinis in calentia sive accensione*“ ein für jede Verbrennung erforderliches, die Wärme und Röthe des Blutes bedingendes „*pabulum nitrosum*“ in der Luft an.

162) *Tracts, containing Suspicions about some hidden qualities of Air*, Oxf. 1674, Works, Bd. III, S. 458—503, siehe dort S. 467.

Die hier in Betracht kommenden „*Tracts*“ sind nicht, wie Donnan a. a. O. (S. 50) meint, 1672, sondern 1674 erschienen.

163) Siehe Works, Ed. 1744, Bd. V, S. 117, in der nach Boyles Tode 1692 herausgegebenen *The general history of the air*.

164) A. a. O. (Lit.-Anm. 139) S. 51. Wenn nun aber Donnan weiter schließt: Ist dies der Fall, so hat Boyle der chemischen Wissenschaft fast ein ganzes Jahrhundert theoretischer Entwicklung geraubt,“ so kann dem nicht beigestimmt werden. Wenn Ideen notwendig geworden sind, so dringen sie auch durch. Die Zeit muß eben reif dazu sein. Und dies war hier nicht der Fall.

165) A. a. O. (Lit.-Anm. 78) S. 10. Daß Boyle damals 52 Jahre alt war, trifft nicht zu. 1627 geboren war er zur Zeit, als Mayows „*Tractatus duo*“ (1669) erschienen, 42, und 1674 (wo die „*Tractatus quinque*“ gedruckt sind) 47 Jahre alt! Es ist hier vielleicht angebracht zur Charakteristik des famosen Werkes von Dr. Albert Stange (*Die Zeitalter der Chemie in Wort und Bild. Mit vielen Porträts und Abbildungen nach Originalen*, Leipzig 1908, 527 Seiten), das auch von anderer Seite eine entsprechende Beleuchtung erfahren hat, die hier in Frage kommende Stelle (S. 168) wörtlich wiederzugeben: „Wir kommen nunmehr zu einem treuen Mitarbeiter (sic!) Boyles, der zwar Arzt war, aber doch etwas Vorzügliches in der Chemie geleistet hat, John Mayow (geboren 1645). Seine Annahme, daß in der atmosphärischen Luft ein Körper, den er *spiritus igno-aëreus* oder *nitro aëreus* nannte, enthalten sei, der bei der Verkalkung von Metallen sich (sic!) vereinigt, auch im Salpeter vorhanden ist, sowie das Atmen unterhält und das venöse Blut zum arteriellen macht, mußte ihn durch Vertiefung und Erweiterung der Beobachtungen zu der richtigen Deutung der Verbrennungsvorgänge leiten. Leider bereitete der Tod 1679 dem erfolgreichen Leben dieses Gelehrten ein jähes Ende, und es wäre vielleicht, wenn dies traurige Ereignis nicht so früh eingetreten wäre, die Chemie in der Entwicklung schneller vorangeschritten.“

166) *Physikalisch-Medizinisches Journal* (vergl. Anm. 138) S. 433—436 „*Ueber Mayows Entdeckungen*“. Siehe S. 433 bzw. 436.

167) Ebenda S. 437—441. Siehe dort S. 440 u. 441.

168) *Allgemeines Journal der Chemie*, 1803, Bd. X, S. 571. „*Kleiner Nachtrag zur Geschichte Mayows* (Scherer).

169) J. A. Scherer (*Beweis u. s. w.* S. 129) macht ebenso darauf aufmerksam, daß diejenigen Schriftsteller Mayows Werk entweder nicht selbst oder wenigstens nicht aufmerksam genug gelesen hätten, die von Mayow angäben, dieser habe unter seinem salpeterluftigen Geiste (*Spiritus Nitro-aereus*) bloß einen Salpeter in der Luft oder wenigstens dessen Säure verstanden oder angenommen. Selbst der große Haller (in dessen *Elementa Physiologiae Corporis Humani*.

Auctore Alberto v. Haller. Lausanne, Tomus Tertius MDCCLXI, S. 334, § XIII; Bibliotheca Anatomica, Tiguri Tomus I, MDCCLXXIV, S. 560 § DIII) habe Unrecht, wenn er von Mayow erwähne, daß dieser einen in der Luft schwebenden Salpeter angenommen habe, der durch Einsaugen in die Lunge Blutwärme erzeuge (vergl. die Stelle in der zweitgenannten Literaturangabe: „Nitrum statuit per aërem obvolitans, quod in pulmonem resorbturn abeat in spiritus animales, inque ignem, & sanguini calorem impertiat. Aërem per respirationem elaterem suum amittere, quem ab eo suo nitro habeat“). Haller scheine tatsächlich Mayows Abhandlungen vom Jahre 1674 nicht selbst gelesen zu haben.

170) In Ergänzung zu der in Anm. 146 zitierten Stelle ist nachzutragen: „utpote qui substantia maxime subtilis, agilis, aetheraeque, idemque non tantum in vegetabilibus, sed etiam in animalibus vitae, motusque primarium instrumentum est; uti infra ostendere conabor.“

171) Elementa Chemiae, Leiden 1732, Bd. I, S. 500: „Latere in aere oculum vitae cibum . . . Chemici asseruerunt; quid vero illud sit, quomodo agat, quid proprie efficiat? in obscuro habetur. Felix, qui detegat!“

172) Ueber den Anteil Priestleys, Scheeles und Lavoisiers an der Entdeckung des Sauerstoffes vergl. die interessanten und ausführlichen Darlegungen Jörgensens (Lit.-Anm. 56).

173) In seiner Schrift „Ueber Luft und Feuer“.

174) Chemical Observations And Experiments On Air And Fire. By Charles William Scheele. Translated From The German By J. R. Forster, London MDCCLXXX. Siehe S. XIII—XIV „Note of the Translateur“: „John Mayow, in his Opera Omnia Medico-physica, Hagae 1681, 8 vo. has already given some obscure hints about that part of our common atmospherical Air, which properly speaking is the most proper for respiration, or in which the flame of a candle will burn longer than in the same bulk of our mixed common Air. This constituent part of our common Air Dr. Priestley has called dephlogisticated Air, and Mr. Scheele empyreal Air; it is easily produced by heating red lead, moistened with spirit of nitre; and Dr. Priestley observes, that dephlogisticated Air is a compound of spirit nitre and earth (See Experiments and Observations on Air, vol. II, S. 54, 55, 62, 63, vol. III, S. 41). This above mentioned John Mayow pretends, that some salt-petre, or even aërial spirit of nitre flies about in the Air; which when breathed enters the lungs and yields in the human body the animal spirits and heat which it communicates to the mass of the blood. By respiration the Air loses that elasticity which it had obtained from that kind of nitre which he supposes in common Air. — This dephlogisticated Air, however, though very obscurely, seems to be hinted at in Mayows Dissertatione de Salnitro & Spiritu Nitri Aëreo; item in the Diss. de Respiratione, contained in the above Opera. The honour of the discovery of this kind of Air is so much the property of Dr. Priestley and Mr. Scheele, though neither knew of the other's Experiments, that there is not the least doubt about it: But is it less certain, that Mayow proved his theory in a manner so little convincing by Experiments, that he cannot have the least claim to any discovery? It is only curious, that a loose hint, thrown out at random in that age, should at such a distance of time in a new, more circumstantial and ample manner be confirmed in a series of Experiments by two Philosophers who certainly knew nothing of Mayow.“

Ueber Johann Reinhold Forster (geb. 1729 zu Dirschau, gest. 1798 zu

Halle) vergl. u. a. die Allgemeine Enzyklopädie der Wissenschaften und Künste, herausgegeben von Ersch und Gruber; Erste Sektion, Leipzig 1847, 46. Teil, S. 376—382.

175) Edinburgi MDCC, LXXXII, 40 Seiten, S. 13 (vergl. ferner S. 30—31 u. 38): Aer Dephlogisticatus. Synonima: Spiritus nitro aëreus. Mayow, Tractatus V Medico-Physici, 12. Oxon 1674, S. 28.

De Calcinatione Metallorum S. 28. „c) Ponderis incrementum quod metalla calcinatione accipiunt, ab aëre absorpto oritur. Primus qui hocce ponderis incrementum aëris absorptioni attribuit, est Johannes Rey, Anno 1630, nostras vero Mayow, Anno 1674, distinctius aëri dephlogisticato, qui spiritus nitro aëreus ab illo dicitur, adscripsit. Tract. 28.“

De Respiratione S. 30—31: „et quae in seculo praeterito de aëre dephlogisticato auguratus est iste ingeniosissimus, Mayow, experimentis pulcherimis comprobavit ceber. Priestley.“

176) Physisch-Medizinisches Journal (siehe Lit.-Anm. 138: (1801) S. 573—588 „Ueber Mayows Entdeckungen“) S. 573.

177) In seinen Beiträgen zur Geschichte der Luftarten (siehe Lit.-Anm. 32: S. 12—40).

178) Ebenda S. 12.

179) Weigels „Beiträge zur Gesch. d. Luftarten“ sind nur im ersten Teile erschienen, wiewohl er in der Vorrede darin (letzter Abschnitt) verspricht: „Die Fortsetzung dieser Beiträge wird so bald erfolgen, als meine übrigen Geschäfte es verstatten mögen, und mit einem Register geschlossen werden.“ Trotz eifrigen Nachforschens konnte diese Fortsetzung, die gewiß sehr wertvoll geworden wäre, nicht ermittelt werden. Sie ist eben nie erschienen, obwohl Weigel, der erst 1831 starb, zur Abfassung Zeit und Muße gehabt hätte. Entgegen den Angaben einiger Werke (Das Gelehrte Deutschland oder Lexikon der jetzt lebenden deutschen Schriftsteller, angefangen von G. Chr. Hamberger, fortgesetzt von J. G. Meusel, 5. Ausgabe, Lemgo 1800, Bd. VIII, S. 394; Neuer Nekrolog der Deutschen, 9. Jahrgang, 1831, 2. Teil, Ilmenau 1833, Artikel 246, S. 704; Index Locupletissimus Librorum qui inde ab Anno MDCCL usque ad annum MDCCCXXXII in Germania et in terris confinibus prodierunt, bearbeitet und herausgegeben von Chr. G. Kayser, 6. Teil, Leipzig 1836, S. 179), daß von diesen Beiträgen 3 Teile, 1784 bzw. 1795, erschienen seien, sprechen außer der tatsächlichen Unauffindbarkeit andere authentischere Quellen (D. H. Biederstedts Nachrichten von den jetzt lebenden Schriftstellern in Neuvorpommern und Rügen, Stralsund 1822, S. 146—149 bzw. 157; Neue kritische Nachrichten für das Jahr 1795, herausgegeben von J. G. P. Möller, Greifswald 1795, Jahrgang 1796), daß nur der erste Teil gedruckt worden ist. Ob Weigel die Fortsetzungen überhaupt verfaßt hat, läßt sich mit Sicherheit verneinen.

180) Dies geht auch aus der Stelle unzweifelhaft hervor, wo Weigel Mayow zu würdigen versucht (S. 40): „... es also zu bewundern ist, daß verschiedene der neuerlichst unterschiedenen Luftarten erst so lange nachher näher erforscht sind.“ Diese Worte klingen fast wie eine wortgetreue Uebersetzung der betreffenden Stelle in Forsters Note.

Weigel findet übrigens Mayows Erklärungen, trotz der Verwechslung der Begriffe der „reinsten Luft“ und des Feuers bei jenem, bei einiger Aenderung der Ausdrücke mit „einigen neueren Lehren“ sehr wohl vereinbar.

181) Johann Baptist Andreas Scherer, geb. 1755 zu Prag, gest. 1844 in Wien. Näheres vergl. Biographisches Lexikon des Kaisertums Oesterreich von C. von Wurzbach, 29. Teil, Wien 1875, S. 207—210, ferner Biographisches Lexikon der hervorragendsten Aerzte aller Zeiten und Völker, herausgegeben von A. Hirsch, Wien-Leipzig 1887, Bd. V, S. 217—218.

182) In seiner „Eudiometria sive methodus aeris atmosphaerici puritatem examinandi. Viennae 1782“ würdigt er Mayow als Entdecker des zur Analyse der Luft damals verwendeten salpetrigen Gases (NO). Aus der Stelle (S. 5): „Obtinuerat hic . . . ex solutione ferri in aequali aquae quantitate dilutio spiritu nitri. fluidum aereum, tempestate persistens frigidissima; nomine spiritus nitri aerei hoc insignivit, cum nostro nitroso idem“ ist sogleich zu ersehen, daß er Mayows Lehren damals noch nicht verstanden hat, denn Mayow hat die Luft aus Salpetersäure und Eisen ausdrücklich für eine Luftart erklärt, die frei von Nitro-aereus-Partikeln sei (vergl. dessen Tractatus a. a. O. S. 169: „Quippe aura ista, in qua animal, aut lucerna expirant, vi elasticâ aequae, ac aer inviolatus pollet; & tamen eadem particulis nitro-aereis, vitalibusque destituitur“).

183) Geschichte der Luftgüteprüfungslehre für Aerzte und Naturfreunde, Wien 1785, Bd. I, S. 3, Anm. (c). An einer anderen Stelle (Bd. II, S. 147) spricht er schon vom Mayowschen Luftsalpetergeiste, der mit der brennstoffleeren Luft Aehnlichkeit habe.

184) A. Crum Brown (siehe Lit.-Anm. 138: S. 117): „As far as I know, Dr. Thomas Beddoes was the first distinctly to recognise Mayow's claim. It is interesting to note that not only did Dr. Beddoes discover this Cornishman who had been dead and forgotten for more than a hundred years, but that he had the good fortune to discover a living Cornishman, a chemist of greater eminence than Mayow, for Humpry Davy was the superintendent of Dr. Beddoes' Pneumatic Institution“ (Ueber die letztere, nicht hierhergehörige, interessante Frage vergl. übrigens u. a.: „Denkwürdigkeiten aus dem Leben Sir Humpry Davys, herausgegeben von seinem Bruder John Davy, Deutsch bearbeitet von D. Carl Neubert, Leipzig 1840, Bd. I, S. 87 u. ff.).

185) Scherer a. a. O. (der in der Lit.-Anm. 138 unvollständig angeführte Titel seines Werkes lautet: Beweis, daß Johann Mayow vor hundert Jahren den Grund zur antiphlogistischen Chemie und Physiologie gelegt hat. Von Johann Andreas Scherer, Wien 1793) in seiner „Vorerinnerung“ S. XVII.

186) Ramsay (siehe Lit.-Anm. 78: S. 11): „Nachdem durch Lavoisiers Theorien diese älteren Theorien gestürzt waren, erinnerte erst wieder Blumenbach in seinen Institutiones Physiologicae (soll wohl heißen: Physiologicae) an die Arbeiten Mayows.“

187) J. B. Trommsdorf (siehe Lit.-Anm. 27: 3. Abteilung, S. 124—125). Wenn er den Namen Scherers auch nicht erwähnt, so geht dies aus den Stellen: „Mayow ist es vor allen, den man als Vorläufer des antiphlogistischen Systems ansah, nachdem ein Deutscher sein Andenken in der Wissenschaft erneuert hat“ und „Man kann Mayow — so sagt sein gründlicher Lobredner — als den ersten Antiphlogistiker ansehen“ unzweifelhaft hervor. — Uebrigens scheint Donnan auch dieser Ansicht zu sein, da er (a. a. O. S. 51) das Scherersche Werk in der chronologischen Aufzählung an erster Stelle anführt.

188) Jo. Frid. Blumenbachii Institutiones Physiologicae, Goettingae MDCCLXXXVII in seiner „Sectio XI De respiratione ejusque usu primario“ S. 114,

§ 145, Anmerkung. Vergl. die mit Zusätzen von Joseph Eyerel vermehrte deutsche Ausgabe, Wien 1789, S. 90.

189) Chemical Experiments And Opinions Extracted From A Work Published In The Last Century, Oxford MDCCXC; S. I—XII ist der Brief an Edmund Goodwyn, datiert Oxford 12. Febr. 1790, S. 1—63 ist die „Analysis of Mayow's Chemical Opinions“ zu finden. — Bei Do'nnan (a. a. O. S. 51) ist das Erscheinungsjahr dieses Werkes irrig (1793) angegeben. — Ein Auszug erschien bald in den Observations sur la physique (vergl. Lit.-Anm. 113: Janvier 1790, Tome XXXVI, S. 154—156) von Delamétherie unter dem Titel: „Extrait D'Un Ouvrage De Mayow, Sur Les Airs“ (vergl. Hermbstädt's Bibliothek u. s. w., Berlin 1795, Bd. IV, S. 292—293).

190) A. a. O. S. XXXVI: „How far what is said of Mayow, in the English translation of Scheele's Essay on Air and Fire, has been effectual in directing the public curiosity towards his works, I can scarce tell, but I do not myself know any person who was led to seek them by that recommendation, if recommendation it may be called, that degrades om experimental investigation to obscure hints.“

191) A Paris, L'Ann IV (1796) De La République, Artikel Chimie, S. 390 bis 409 bzw. 390, Anmerkung.

192) Ou Recueil De Mémoires Concernant La Chimie Et Les Arts Qui En Dépendent; Parles Citoyens Guyton, Monge, Berthollet, Fourcroy, Adet, Hassenfratz, Séguin, Vauquelin, C. A. Priem, Chaptal, et Van Mons. 30 Nivôse, An VII e Tome Vingt-Neuvième, A Paris, S. 42—90, unter dem Titel: „Considerations Sur les Expériences de Mayow, faites a la fin du 17<sup>e</sup> siècle, extraites du Dictionnaire encyclopédique, tom III, art. Chimie; Par le cit Fourcroy.“ Vergl. das Physisch-Medizinische Journal (siehe Lit.-Anm. 138), 1800, S. 126.

193) Siehe Lit.-Anm. 138. Vergl. auch das Phys.-Med. Journ. S. 293—294.

194) Vergl. Anm. 164 und Textstelle S. 108.

195) Observations On The Claims Of The Moderns, To Some Discoveries In Chemisty And Physiology. London 1798. Vergl. Alex. Nic. Scherers Allgemeines Journal a. a. O. (siehe Lit.-Anm. 138) und das Physisch-Mediz. Journ, Lit.-Anm. 168 bzw. 138 (siehe dieselbe Lit.-Anm. und dazu gehörige Textausführungen auf S. 108/109). Yeats äußert sich (S. 243) zu der Ansicht Beddoes über Forster (siehe Anm. 190) folgendermaßen: „Should it be asked says Dr. Beddoes, if the author of this assertion had read Mayow, and should it be replied, yes; then let it again be asked it he understood him; will that question be also answered in the affirmative?“

196) 1764—1831. Lebte in New York und gab von 1797—1824 das Medical Repository heraus. Vergl. das Physisch-Mediz. Journ. a. a. O. S. 139.

197) Physisch-Mediz. Journ. a. a. O. (siehe Lit.-Anm. 176).

198) Allgemeines Journal der Chemie. Berlin 1802, Bd. IX, S. 9.

199) J. A. Scherer, Beweis u. s. w. a. a. O. S. VI der „Vorerinnerung“.

200) Eine Zusammenstellung der Literatur über Mayow ist nirgends gegeben. Es seien darum in chronologischer Reihenfolge die hier noch nicht zitierten Literaturstellen aufgeführt, wobei der Vollständigkeit halber auch auf die „referierenden“ Werke Rücksicht genommen ist. — Großes Vollständiges Universal-Lexikon Aller Wissenschaften und Künste, Welche bishero durch menschlichen Verstand und Witz erfunden und verbessert worden. Halle und Leipzig 1739, Bd. XIX, S. 2447, Artikel „Mayow“. — Allgemeines Gelehrten-Lexikon.

Herausgegeben von Christ. Gottl. Jöcher. Leipzig 1751, Dritter Teil, S. 333, Artikel „Mayow“. — Fortsetzung und Ergänzungen zu Ch. G. Jöchers allgemeinem Gelehrten-Lexiko. Angefangen von J. Chr. Adelung und vom Buchst. K fortgesetzt von H. Wilh. Rotermund. Bremen 1813, Bd. IV, Spalte 1113—1114. Derselbe Artikel. — Dictionnaire Historique De La Médecine Ancienne Et Moderne, Ou Mémoires Disposées En Ordre Alphabétique. Par N. F. J. Eloy, A Mons 1778, Tome Troisième, p. 204—05, Mayow (Jean). — Skizze einer pragmatischen Literaturgeschichte der Medicin. Von J. D. Metzger. Königsberg 1792, § 251, S. 311. — J. A. Scherer, Beweis, daß Mayow und Pechlin den Grund zu den neuen Theorien der lebenden Organismen gelegt haben. Wien 1802. — Nouvelle Biographie Générale Depuis Les Temps Les Plus Reculés Jusqu' A Nos Jours. Sous La Direction De M. Le Dr. Hofer. Paris 1861, Tome Trente-Quatrième, p. 555. — Histoire De La Chimie. Par Ferd. Hofer. A Paris 1843, Tome Deuxième, p. 260—270. — Ferdinand Hofer, La Chimie Enseignée Par La Biographie De Les Fondateurs. Paris 1865, p. 68—70. — The Chemical News And Journal Of Physical Science. Artikelserie von George F. Rodwell: „On the Supposed Nature of Air prior to the Discovery of Oxygen.“ Vol. XIV (1866), p. 295 und Vol. XV (1866), p. 53. — Geschichte der Chemie. Bearbeitet von Th. Gerding. Leipzig 1867, S. 355 und S. 357. — W. Knop, Der Kreislauf des Stoffes. Leipzig 1868, Bd. I, S. 84, Bd. II, S. 55. — Dictionnaire Encyclopedique Des Sciences Médicales. Directeur: A. Dechambre. Paris 1872, Deuxième Serie, Tome Cinquième, S. 551—552. — Grand Dictionnaire Universel Du XIXe Siècle. Par Pierre Larousse. Paris 1873, Tome Dixième, p. 1385—86. — Kopp, Beiträge zur Geschichte der Chemie. Braunschweig 1875, Drittes Stück, S. 242—43. — La Grande Encyclopédie Inventaire Raisonné Des Sciences, Des Lettres Et Des Arts. Paris, Tome Vingt Troisième, p. 466. — Discours Préliminaire Sur Le Développement Et Les Progrès Recents De La Chimie. Par M. E. Frémy. Paris 1881, Première Partie, p. 21—22. — Gaz. lek. Warszawa 1883, 2, p. 2, 28, 47, 84, 102, 146 (F. Nawrocki). — Biographisches Lexikon der hervorragendsten Aerzte aller Zeiten und Völker. Herausgegeben von August Hirsch. Wien-Leipzig 1886, Bd. IV, S. 185. Die Stelle hierin: „Er (Mayow) ist bereits Vorläufer der antiphlogistischen Chemie, deren Vertreter bekanntlich Lavoisier, Priestley, Cavendish u. a. später wurden“ enthält im Nachsatze einen starken Irrtum. Priestley war bis an sein Lebensende Phlogistiker, Cavendish bekannte sich öffentlich ebensowenig als Anhänger des antipl. Systems. — M. Berthelot, La Revolution Chimique, Paris 1890, S. 176. — Jagnaux, Histoire de la chimie. Paris 1891, T. I, p. 105—111, 395—397. — E. v. Meyer, Geschichte der Chemie. Leipzig 1905, S. 96. — F. P. Armitage, A History Of Chemistry. New York And Bombay 1906, p. 22—23, 25, 29, 30, 50. — Wilhelm Ostwald, Zeitschr. f. physikalische Chemie Leipzig 1908, Bd. LXIV, Heft 2, S. 255. „Bücherschau“, der Mayow mit den Worten bewertet: „Bekanntlich handelt es sich hier um einen Vorgänger Lavoisiers, der auf induktivem Wege die Existenz eines Gases von den chemischen Eigenschaften des Sauerstoffs erschlossen hatte, das er den spiritus nitro-aethereus nannte. Offenbar ist diese Leistung, wissenschaftlich gesprochen, erheblich höher einzuschätzen, als die spätere Lavoisiers, der die experimentelle Kenntnis von der Existenz eines derartigen Gases durch Scheele und Priestley erhielt und nur den Strumpf der Phlogistontheorie umzuwenden brauchte, um ihn in den der Oxydationstheorie umzugestalten.“ Der hier erwähnte „Sp. nitro-aethereus“ soll wohl

„Sp. Nitro-aereus“ heißen. — Derselbe, Der Werdegang einer Wissenschaft. Leipzig 1908, S. 20.

201) J. A. Scherer („Beweis“ a. a. O. „Vorerinnerung“ S. XI und in der Koellnerschen Uebersetzung l. c. S. X und XI) weist diesen Gedanken aufs entschiedenste zurück. „Uebrigens hoffe ich, wird sich niemand beifallen lassen, der Selbsterfindungsehre des Herrn Lavoisier ... das geringste zu entziehen. Indem es wohl außer Zweifel ist, daß er durch eigenen Forschungsgeist, eigene Untersuchungen, und ohne allen Vergleich genauere Versuche und Beobachtungen auf die gleichen Erfolge geführt worden ist“ u. a. a. O. „Mayows Schriften scheinen oft ganz die eines Lavoisier zu sein, und hin und wieder hat man selbst die Vermutung gewagt, Lavoisier müsse Mayows Schriften gekannt und aus ihnen vielleicht geschöpft haben. So scheinbar diese Konjunktur auch sein mag, so wenig ist sie haltbar.“ Die Begründung, die Scherer hierfür ins Treffen führt: „Hätte Lavoisier ihn gekannt, so hätte er ihn gewiß nicht verschwiegen, da er sich doch so sehr im ersten Bande seiner opusculus chimiques bemüht hatte, die Geschichte der Gasologie vollständig zu bearbeiten“ ist jedoch durchaus nicht stichhaltig. — Vergl. auch Trommsdorff a. a. O. (Lit.-Anm. 27) S. 123, der sich Scherers Ansichten ganz anschließt.

202) Grimaux, Lavoisier. Paris 1888, p. 107. Vergl. Ramsay (siehe Lit.-Anm. 78: S. 59, Anmerkung) und Icilio Guareschi, Storia Della Chimica, III, Lavoisier Sua Vita E Sue Opere. Torino 1903, S. 355 oder Sonderheft S. 31.

203) Ramsay, *ibid.* und Guareschi, l. c.

204) In der Bibliothèque Du Chimiste, Publiée Par M. Longchamp. Paris 1834, Tome Septième, S. 113, ist z. B. angemerkt: „L'exemplaire que nous avons sous les yeux est designé à la Bibliothèque Royale sous la signe T. 3158. Le permis d'imprimer du vice-chancelier d'Oxford est du 17 juillet 1673; l'impression porte la date de 1674. Il y a une autre édition imprimée a la Hage en 1681“. Es ist höchst wahrscheinlich — allerdings nicht bewiesen — daß dieses Werk in jener Bibliothek schon zu Lavoisiers Zeiten vorhanden gewesen ist.

205) Abhandlung über die Verbindung des Sauerstoffs mit dem Weingeist, dem Oel und anderen brennbaren Körpern. Weigel-Link a. a. O. Greifswald 1794, Bd. V, S. 47—64 bzw. S. 57. Histoire de l'Académie Royale des sciences. Avec les Mémoires de Mathématique et de Physique, Année MDCCLXXXIV à Paris MDCCLXXXVII, S. 60.

206) Gegen Ende des 16. Jahrhunderts zu Bugues im Departement der Dordogne geboren, hielt er sich bei seinem Bruder, dem Besitzer eines Eisenhammers, auf und widmete sich ganz physikalischen und chemischen Studien. Gegen Ende seines Lebens war er in einen Kriminalprozeß verwickelt und hatte zudem noch häusliches Mißgeschick. Sein Tod erfolgte im Jahre 1645.

207) Von umfassendem Wissen und lebhaftem Interesse für alle geistigen Bestrebungen, unterhielt er einen ausgedehnten Briefwechsel mit vielen bedeutenden Zeitgenossen. Bruns Brief lautet in der Uebersetzung: Herrn Rey. Als ich dieser Tage Zinn verkalken wollte, nahm ich 2 Pfund 6 Unzen feinsten englischen Metalls, gab es in einen auf offenem Herde stehenden Eisenkessel und schmolz es unter ständigem Rühren ohne jeden Zusatz bei starkem Feuer. Nach etwa 6 Stunden erhielt ich einen rein weißen Kalk, den ich wog, um den Verlust festzustellen. Zu meinem größten Erstaunen fand ich aber 2 Pfund 13 Unzen und kann mir



nun nicht denken, woher diese 7 Unzen Zunahme gekommen sind. Ich machte nun den gleichen Versuch mit 6 Pfund Blei, wobei ich nun 6 Unzen Verlust erhielt. Ich bat verschiedene Gelehrte, auch Doktor N., um ihre Ansicht, ohne jedoch die Erklärung dieser merkwürdigen Tatsache zu erfahren. Ihr Scharfsinn jedoch, der sich vorzüglich außerhalb des Alltäglichen bewährt hat, wird hier ein reiches Arbeitsfeld finden, und ich bitte Sie ganz ergebenst, sich mit dem Studium dieser Erscheinung zu beschäftigen. Sie würden mich sehr verpflichten, wenn Sie mir Aufklärung über dieses Wunder geben könnten.

208) „Essais sur la recherche de la cause par la quelle l'estain et le plomb augmentent de poids, quand on les calcine. Bazas 1630, 8°. Diese Schrift wurde 1821 von J. G. Children ins Englische übersetzt (The Quaterly Journal of Science, Literature, and the Arts. London 1821, Vol. XI, p. 72—83, 260—271; 1822, Vol. XII, p. 54—64, 294—299; 1822, Vol. XIII, p. 136—141, 278—286). Neuerdings wurde sie deutsch herausgegeben (Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 172, von E. Ichenhäuser und M. Speter). Wir folgen hier dieser deutschen Uebersetzung.

209) Ibid. S. 3.

210) Die scholastischen vier Elemente: Erde, Wasser, Luft und Feuer.

211) Ibid. S. 6.

212) Ibid. S. 8.

213) Ibid. S. 12.

214) Nach der damals herrschenden Annahme, die bis auf Aristoteles zurückführt, waren die vier Elemente ineinander umwandelbar.

215) Ibid. S. 11.

216) Ibid. S. 28.

217) Hieronymus Cardani (1501—1576), Polyhistor, Arzt und Mathematiker, in seinem Buche De rerum subtilitate, 1553.

218) Julius Cäsar Scaliger (geb. 1484 zu Riva am Gardasee, gest. zu Agen in Frankreich), Polyhistor, Philosoph und Mediziner, schrieb gegen Cardani seine Exercitationes exotericas adversus Cardanum de subtilitate.

219) Andreas Caesalpinus (geb. 1519 zu Arezzo in Toskana, gest. 1603 zu Rom) war Professor der Medizin und Botanik in Pisa, später am Collegio della Sapienza in Rom Professor der Arzneikunde.

220) A. a. O. S. 40.

221) Ibid. S. 42.

222) Geschichte der Chemie. Braunschweig, Dritter Teil (1845), S. 133.

223) Institutiones Chemiae. Argentorati 1766, p. 275.

224) Recherches sur les Maladies Chimiques Nr. 93.

225) Dissertatio sistens historiam aëris factitii. Argentor. P. I, 1766.

226) Mineralogie docimatique.

227) Rozier, Observations sur la physique. Paris 1775, Tome V, P. I, p. 47—52. (Uebersetzt in den Beiträgen zu den chemischen Annalen von D. Lorenz Crell. Erster Band. Helmstädt und Leipzig, 1786. Drittes Stück, 1785, S. 123—127: „Auszüge aus Roziers Beobachtungen über die Physik, Naturhistorie und die Künste, XVIII, Bayens Brief an Hrn. Rozier“). Bayen läßt irrigerweise Rey die fragliche Gewichtszunahme einer Verbindung der Metalle selbst mit der Luft zuschreiben. Es geht aus den Reyschen Ausführungen deutlich hervor, daß er diese Gewichtszunahme als eine Folge des Herantretens der Luft an die Metallkalke auffaßt.

228) Essays . . . Nouvelle Edition, Revue sur l'Exemplaire original à augmentée sur les Manuscrits de la Bibliothèque du Roi et des Minimes de Paris, Avec des Notes, a Paris 1777, angezeigt in Rozier, Observations, T. X, S. 239.

229) Beiträge zur Geschichte der Luftarten. Greifswald 1784, Teil I, S. 1—11.

230) J. Stockes (siehe Lit.-Anm. 175). — Encyclopédie Methodique. Chimie, Pharmacie Et Metallurgique, La Chimie, par le Citoyen Fourcroy. Artikel Chimie. S. 346—348 ist Jean Rey erörtert. — J. Hofer, Histoire de la Chimie. Paris 1843, Tome II, p. 245—258. — Dumas, Die Philosophie der Chemie. Berlin 1839, S. 52 und 151. — H. Kopp, a. a. O. Siehe auch dort S. 145, 178, 819. — Kosmos, Entwurf einer physischen Weltbeschreibung. Von Alexander von Humboldt. Zweiter Band. Stuttgart und Tübingen 1847, S. 386; siehe auch die zugehörige Anm. daselbst S. 518, Nr. 90. — Grimaux, Lavoisier. Paris 1888, p. 106—107. — Berthelot, La Revolution Chimique. Paris 1890, p. 30—31. — Ramsay, Die Gase der Atmosphäre. Halle a. S. 1907, S. 16; Derselbe, Vergangenes und Künftiges aus der Chemie. Leipzig 1909, S. 39. — Siehe ferner: Gmelin, Chem. Ann. von L. v. Crell, 1795, Viertes Stück, S. 287. Nouvelle Biographie Générale. Paris 1863, Tome LXII, S. 70; Biographie Universelle. Paris-Leipzig, Tome XXXV, S. 501; Grand Dictionnaire. Paris 1875, Tome XIII, S. 1133; Grimaux, Lavoisier. Paris 1888, S. 106 u. s. w.; Jörgensen-Ortved-Speter, Die Entdeckung des Sauerstoffs (Samml. chem. u. chem.-techn. Vorträge XIV, 1909, S. 144). — Eine Neuauflage der Essays ist von Maurice Petit, Paris 1907, veranstaltet worden, wo auch die Anmerkungen Gobets und eines R. Dezeimeris angeführt sind. — Neuerdings sind die Verdienste Reys von E. O. v. Lippmann gewürdigt worden. Chem.-Ztg. (Cöthen) XXXIV, S. 313—315.

231) Dumas, a. a. O. S. 53.

232) Johann Christian Wiegand merkt in seiner Uebersetzung von Torbern Bergmanns Historiae Chimiae medium seu obscurum aevum, a medio seculi VII ad medium Seculi XVII (Geschichte des Wachstums und der Erfindungen in der Chemie in der ältesten und mittleren Zeit. Berlin und Stettin 1792, S. 234) zu der Stelle: „Johann Rey machte auch schon 1630 die Beobachtung bekannt, daß die Metalle bei der Kalzination schwerer werden, und behauptete, daß diese Zunahme des Gewichts von eingezogener Luft herrühre“, als eingefleischter Phlogistiker an: „Diese Schrift (die Essays) enthielt den angeführten grundfalschen Gedanken zum ersten Male, auf welchen in der neueren Zeit Lavoisier sein neues chemisches System begründet hat.“

233) Siehe Lit.-Anm. 208, S. 47—48 der „Anmerkungen“ dort.

234) Siehe Weigel-Linck, a. a. O., Bd. IV, S. 294—95.

235) Cinquième Mémoire. Détails historiques, sur la cause de l'augmentation de poids qu'acquièrent les substances métalliques, lorsqu'on les chauffe pendant leur exposition à l'air.

236) a. a. O. S. 84.

237) The Quaterly Journal Vol. XI, S. 74.

238) „Durch Nichts hat sich Lavoisier“ — äußert sich hierzu Volhard — „so als Dilettant gekennzeichnet, als durch das Autodafé über Stahls fundamenta chymiae,“ eine Aeußerung, die wohl über das Ziel hinauschießt. (Siehe Lit.-Anm. 5, S. 46.) Beiläufig bemerkt, hat Lavoisier nicht über die „fundamenta Chymiae“ Stahls, sondern über das „Phlogiston“ desselben, zu dessen Verteidiger Stahl als „Advocatus diaboli“ erschien, Autodafé gehalten (siehe Text oben S. 151).

0 2 2 2

Faint, illegible text covering the majority of the page, likely bleed-through from the reverse side of the leaf.

C 272

