

IV. Zeitalter.

Zeitalter der phlogistischen Theorie.

Dauer.

Mit dem Umsturze des medicinisch-chemischen Systems schlägt die Chemie eine neue Richtung ein; wir datiren mit dieser Veränderung der Richtung ein neues Zeitalter, welches wir als das der phlogistischen Theorie bezeichnen. Es erstreckt sich von der Mitte des 17. bis zu dem letzten Viertel des 18. Jahrhunderts; von der selbstständigen Behandlung der Chemie durch Boyle bis zu der Widerlegung der phlogistischen Theorie durch Lavoisier.

Charakteristif.
Selbstständig
ges Auftreten
der Chemie.

Es ist wieder die Gesamtrichtung der chemischen Forschung, deren Eigenthümlichkeit das jetzt zu betrachtende Zeitalter von dem vorhergehenden unterscheidet. Die Chemie kommt jetzt zum Bewußtsein ihres wahren Zwecks; sie tritt als eine selbstständige Disciplin in die Reihe der Naturwissenschaften. Dieses selbstständige Auftreten unterscheidet das neue Zeitalter, und alle folgenden, von dem zunächst vorhergehenden, und allen früheren; es bildet einen Hauptabschnitt in der Entwicklung der Chemie; es leitet die neuere Geschichte dieser Wissenschaft ein. — Die Chemie war keine selbstständige Naturwissenschaft, als sie nur von den Alchemisten betrieben wurde, denn diese verbanden mit der Ausübung chemischer Operationen nicht den Zweck der Naturforschung, sondern den der Goldmacherei; sie war keine selbstständige Naturwissenschaft, als sich die Zatrochemiker ihrer bemächtigt hatten, denn die Forschungen dieser hatten jederzeit mehr zum Zwecke, Resultate für die Medicin zu gewinnen, als chemische Wahrheiten an und für sich zu constatiren. Fast alle Erweiterung der Kenntnisse, welche die Chemie den Alchemisten und besonders den Zatrochemikern zu verdanken hat, war eine gewissermaßen nur gelegentlich gewonnene. Mit dem Kapital an Kenntnissen, welches sich für die wissenschaftliche Chemie in ihrem Dienste unter den Alchemisten und den Zatrochemikern angehäuft hat, emancipirt sich nun unsere Wissenschaft und fördert selbstständig die Auffindung von Naturwahrheiten, nicht mehr sofortige einseitige Anwendung des neu Erkannten im Auge habend.

Die Aufgabe, welche die Chemie von dieser Zeit an verfolgt, ist die Erkenntniß der Zusammensetzung und Zerlegung der Körper; die Erforschung der Erscheinungen, mit welchen Zusammensetzung und Zerlegung vor sich gehen, der Gesetze, nach welchen diese Vorgänge eintreten; die Bestimmung, inwiefern die chemischen Eigenschaften von der Zusammensetzung abhängig sind.

Erkenntniß der chemischen Wahrheiten als letzter Zweck der Chemie.

Für alle diese Fragen finden wir bereits in dem vorliegenden Zeitalter Versuche zur Beantwortung, und zwar werden sie in ihm zuerst ohne die Nebenabsicht, sie sogleich anderweitig anzuwenden, zu beantworten gesucht; die Lösung dieser Aufgaben wird dem Chemiker als letztes Ziel gestellt, ohne daß ihre Bearbeitung nur als ein Theil des Strebens einer andern Wissenschaft als der Chemie angesehen wird. Die Ausbildung der Chemie an und für sich ist jetzt der Zweck ihrer Arbeiten für die Gelehrten, welche diese Wissenschaft von nun an repräsentiren.

So steht durch die selbstständige Richtung der Chemie das neue Zeitalter genügend von dem vorhergehenden gesondert da. Der Gegensatz zu dem folgenden Zeitalter läßt sich nicht mehr in der Tendenz auffuchen, denn diese bleibt von nun an stets dieselbe. — Von dem folgenden Zeitalter unterscheidet sich das jetzt zu besprechende, bei gleicher Richtung, in der Methode, dem erkannten Zwecke Genüge zu leisten, und seine Untersuchungsmethode concentrirt sich namentlich in Einem Resultat derselben, der theoretischen Auffassung über den Verbrennungsproceß, in der phlogistischen Theorie, welche, als die hauptsächlichste dieses Zeitalters und die am meisten zur Unterscheidung von dem folgenden geeignete, uns für ersteres den Namen giebt.

Der Gedankengang, welcher alle Arbeiten aus dem Zeitalter der phlogistischen Theorie charakterisirt, ist auf Erklärung der qualitativen Erscheinungen gerichtet. Die Chemiker dieses Zeitalters fassen die Ansicht auf, daß ähnliche Erscheinungen von ähnlichen Ursachen bewirkt werden müssen; sie suchen die hervorstechendsten Eigenschaften der verschiedenen Körper durch die Annahme von chemischen Elementen zu erklären; bei Körpern, welche eine und dieselbe wichtigste Eigenschaft wahrnehmen lassen, glauben sie dieses Gemeinsame der Qualität dem gemeinsamen Gehalt an einem und demselben Bestandtheil zuschreiben zu müssen. Den Chemikern dieses Zeitalters war es vorbehalten, in solch allgemeinerer Art aus Beobachtungen theoretische Schlüsse zu ziehen, und umfassendere Ideen in die Chemie zu bringen.

Richtung: Erklärung der qualitativen Erscheinungen.

Richtung: Erklärung der qualitativen Erscheinungen.

Aber ihre Untersuchungsart war eine einseitige, da sie mit einer Erklärung der chemischen Proceße in qualitativer Beziehung allen Anforderungen Genüge zu leisten glaubten.

Die Veränderung der Körper durch Einwirkung chemischer Agentien wird in diesem Zeitalter fast nur der Qualität nach beobachtet, und Erklärungen werden nur in Beziehung hierauf zu geben gesucht; nicht von Belang erscheint es, festzustellen, inwiefern quantitative Verhältnisse mit in's Spiel kommen, ob mit der Veränderung der Qualität eine Ab- oder Zunahme des Gewichts statthat, und worauf diese zu schieben ist; wenigstens erscheint die Betrachtung der Gewichtsverhältnisse nie während dieses Zeitalters für die Zulässigkeit einer Theorie entscheidend; die charakteristische Theorie dieser Periode konnte allein aufgestellt und anerkannt werden, so lange man der Beachtung der Quantitätsverhältnisse keinen entscheidenden Einfluß zugestand. — Mit einer schärfern Berücksichtigung der quantitativen Verhältnisse erscheint auch sogleich ein neues Zeitalter für die Chemie vorbereitet; und die Untersuchungsart, nur den qualitativen Erscheinungen Beachtung zu schenken, mag somit als für das jetzt zu besprechende Zeitalter besonders charakteristisch hervorgehoben werden.

Phlogistische Theorie.

Es zeigt sich diese Art der Auffassung chemischer Vorgänge besonders deutlich in der Ansicht, welche innerhalb dieses Zeitalters über den Verbrennungsproceß aufgestellt und vertheidigt wird. Diese Theorie werde ich in einem der folgenden Theile unter dem Abschnitt Verbrennung noch genauer in ihrer historischen Entwicklung zu betrachten haben, und führe von ihr hier nur so viel an, als zu einem deutlichen Verständniß dieses Zeitalters nothwendig ist.

Der phlogistischen Theorie soviel Wichtigkeit beizulegen, daß wir sie als eins der ausgezeichneteren Merkmale dieses Zeitalters in die Charakteristik aufnehmen und von ihr sogar den Namen desselben entlehnen, rechtfertigt sich übrigens genügend dadurch, daß alle bedeutenderen Chemiker dieser Periode an der Verbreitung, Begründung und Vertheidigung derselben Antheil haben und daß ihre Widerlegung nur durch eine Umgestaltung der ganzen chemischen Untersuchungsweise herbeigeführt werden kann.

Vorbereitung.

Bereits in dem Zeitalter der Alchemie sahen wir in den Metallen einen hypothetischen Grundstoff, den Schwefel, angenommen, als Princip der Veränderlichkeit durch Feuer im Allgemeinen. Wenn auch diese Ansicht

in dem darauf zunächst folgenden Zeitalter nicht mehr allgemein beibehalten wird, so blickt doch durch die Aeußerungen der meisten Chemiker desselben die Meinung durch, daß die verbrennlichen Körper ein verbrennliches Princip enthalten. Ebenso unbestritten ist immer die uralte Ansicht, daß Verbrennung eine Zersetzung, also eine Zerlegung sei, daß bei der Verbrennung aus dem verbrennlichen Körper sich etwas ausscheidet, was uns als Flamme erscheint. Sonach lag es nahe, den Rückstand von der Verbrennung als den andern Bestandtheil des verbrennlichen Körpers zu betrachten; in der That sahen wir bereits von Sylvius die Schwefelsäure, das Erzeugniß der Verbrennung des Schwefels, als schon in diesem Körper befindlich angenommen, als ein Educt betrachtet.

Aber in diesen einzelnen Aeußerungen können wir noch keineswegs die Aufstellung einer umfassenderen Theorie des Verbrennungsprocesses erblicken, und selbst in der ersten Zeit des Zeitalters, welchem diese Theorie den Namen giebt, ist sie keineswegs vollständig ausgesprochen. Es thut dieser Umstand der Begründung und Definirung dieses neuen Zeitalters keinen Eintrag, denn nicht in ihm ist der Unterschied gegen das vorhergehende begründet; den Beginn eines Zeitalters trennt fast stets ein anderes Argument von dem vorhergehenden, als durch welches das Ende desselben von dem folgenden getrennt wird. So auch liegt der Gegensatz des Zeitalters der phlogistischen Theorie zu dem der medicinischen Theorie nicht in einer Verschiedenheit der Ansicht über den Verbrennungsproceß, sondern in der Verschiedenheit der Gesammtrichtung der Chemiker. Nicht also darf man gleich im Anfang des Zeitalters der phlogistischen Theorie als Beweis des Eingetretenseins desselben eine deutlich ausgesprochene Ansicht über die Verbrennung voraussetzen und verlangen; es wird diese erst später zu dem Mittelpunkt der Ansichten der das Zeitalter repräsentirenden Chemiker.

Bei mehreren Chemikern aus dem Anfange des neuen Zeitalters finden wir die Ansicht über das Wesen der Verbrennung nur wenig über die aus der vorigen Periode überkommenen Aeußerungen erweitert; doch stimmen alle darin überein, den Rückstand einer Verbrennung als einen Bestandtheil des verbrannten Körpers anzusehen, und namentlich hält man allgemein die durch Verbrennung des Schwefels entstehende Säure für einen Bestandtheil dieser Substanz, wie Boyle, der erste Chemiker dieses Zeitalters, berichtet, welcher diese Meinung ebenfalls für wahrscheinlich, wenn auch nicht für erwiesen, ansieht. Gleichzeitig wird von Kunckel, einem andern der berühmtesten Chemiker der damaligen Zeit, diese Erklärung als eine

Phlogistische
Theorie.

Begründung.

ausgemachte Wahrheit hingestellt. Viel umfassender indeß faßte Becher die Erklärung dieses Vorgangs auf; er betrachtete die Verkalkung der Metalle als eine der Säuerung des Schwefels analoge Erscheinung, und nahm auch in den ersteren ein verbrennliches Princip, seine brennbare Erde, an. Noch weiter ausgeführt wird nun diese Theorie durch Stahl, und in einer Vollendung hingestellt, wie sie nach dem damaligen Zustande der Kenntnisse nicht genügender verlangt werden kann. Stahl faßt die Veränderung aller Körper durch Feuer, der organischen wie der Metalle und aller, die überhaupt verbrennlich sind, als eine und dieselbe Erscheinung zusammen; er leitete die gemeinsame Eigenschaft von Einem gemeinsamen Bestandtheile aller verbrennlichen Körper, den er Phlogiston nannte, ab. Je anhaltender und heftiger eine Substanz die Verbrennungsercheinung zeigt, um so reicher ist sie an Phlogiston; so enthält die Kohle vorzüglich viel von diesem Stoff. Das Phlogiston ist nach Stahl in Schwefel und Phosphor wie in den Metallen enthalten; Austreiben des Phlogistons ist Verbrennung, und läßt erkennen, welches die anderen Bestandtheile eines Körpers sind; die Erfahrung zeigt uns so, daß in Schwefel und Phosphor eine Säure, in den Metallen kalkige Körper (Dryde) mit dem Phlogiston verbunden sind. Werden diese Säuren oder diese Metallkalke mit einem an Phlogiston reichen Stoff erhitzt, so tritt das Phlogiston von dem letztern an erstere, es entsteht wieder die Verbindung der Säure des Schwefels oder Phosphors, oder des Metallkalkes mit Phlogiston, es entsteht wieder Schwefel oder Phosphor oder ein regulinisches Metall.

Dies ist das Wesentlichste der Phlogistontheorie, soweit sie von Stahl entwickelt wurde. Die Existenz des Phlogistons wird von ihm nur indirect bewiesen; sie wird supponirt, aber die Annahme wird nicht dadurch zu unterstützen gesucht, daß man diesen Stoff im isolirten Zustande darzustellen sucht. Die Theorie erhielt einen hohen Grad von Wahrscheinlichkeit nur dadurch, daß bis zu Stahl's Zeit und lange nachher keine andere aufgestellt wurde, welche die verschiedenartigsten Beobachtungen so einfach und scheinbar naturgemäß zu erklären vermocht hatte. Das Phlogiston ist in Stahl's Lehre eine hypothetische Substanz, aber eine solche, deren Existenz dessenungeachtet so unzweifelhaft ist, daß zum Beweis die isolirte Darstellung derselben kaum nöthig erscheint. — War die Existenz eines solchen Körpers einmal angenommen, und doch seine Wirkungen nur indirect wahrnehmbar, so lag es nahe, auch andere Eigenschaften der Körper, als

nur die Verbrennlichkeit, von dem Vorhandensein desselben und dem relativen Gehalt an ihm abzuleiten. So dachte sich schon Stahl die Farbe und selbst mehrere chemische Eigenthümlichkeiten der Körper, Auflöslichkeit in Säure u. s. w. abhängig von der Menge des in einer Substanz enthaltenen Phlogistons, und seine Nachfolger dehnten diese Hypothesen auf das mannichfaltigste aus.

Phlogistische
Theorie.

Die nächsten Nachfolger Stahl's machten ebenso wenig wie dieser den Versuch, das Phlogiston im isolirten Zustande darzustellen, oder seine Identität mit einem andern der Chemie angehörigen Stoff darzuthun. Bei den späteren Chemikern dieses Zeitalters werden indeß andere bestimmte Substanzen für Phlogiston ausgegeben. So ließen einige das Phlogiston mit dem Lichtstoff identisch sein, weil sich dieser bei der Verbrennung erzeugt, ihrer Meinung nach abscheidet. Anderswo wird die im Berlinerblau enthaltene färbende Substanz für reines Phlogiston gehalten. Wir übergehen hier diese Ansichten, deren Beweis nur in der Unmöglichkeit bestand, zu der damaligen Zeit directe Entscheidung durch Versuche zu erhalten. Wichtiger ist die Meinung, welche sich zu Ende dieses Zeitalters geltend macht, daß nämlich das Phlogiston identisch sei mit Wasserstoffgas; es gewinnt hier die Phlogistontheorie und ihre Erklärungen eine ganz andere Bedeutung, als sie in ihrer ersten Aufstellung enthielt, und zum genaueren Verständniß dieses Zeitalters wollen wir die letzte Auffassung des Begriffs Phlogiston mit der ursprünglichen vergleichen und beide in die jetzt gebräuchliche Sprache übertragen — ein Versuch, dessen Resultate zwar nicht als absolute Richtigkeit besitzend anerkannt werden dürfen, weil man stets geneigt ist, die schärferen Begriffe, die wir jetzt über die verschiedenen Verbindungen haben, in den früheren unbestimmteren Andeutungen wieder zu finden, und diese ihrer Unbestimmtheit wegen eine mehrseitige Deutung zulassen — der aber doch unsere Ansichten über die Ausbildung der Phlogistontheorie bestimmter und klarer macht.

Weitere Aus-
bildung.

Im Anfang war es der Verbrennungsproceß, auf welchen sich die Phlogistontheorie ausschließlich stützte; es lagen der Annahme des Phlogistons dieselben Beobachtungen zu Grunde, welche auch später bei der Aufstellung einer entgegengesetzten Theorie den Beweis für die Existenz des Sauerstoffs führen halfen. In dieser ersten Periode der Phlogistontheorie erscheint der Begriff Phlogiston nach unserer jetzigen Sprachweise nur so definirbar: er

Weitere Ausbildung der phlogistischen Theorie.

ist dem Begriff des Sauerstoffs geradezu entgegengesetzt. Alles, was später durch die Annahme erklärt wurde, es gehe eine Verbindung mit Sauerstoff vor sich, wurde von Stahl durch eine Abscheidung des Phlogistons zu erklären gesucht; wo die spätere Theorie die Trennung eines Körpers vom Sauerstoff nachwies, da nahm Stahl eine Vereinigung desselben Körpers mit Phlogiston an.

Gegen das Ende dieses Zeitalters fand man das Wasserstoffgas (brennbare Luft) mit ähnlichen Wirkungen begabt, wie die dem Phlogiston zugeschriebenen. Man wußte, daß sich die Metalle nur verkalzt in Säuren auflösen, und bei der Auslösung eines Metalls in Säure, wo ersteres also in Metallkalk und Phlogiston zerfallen mußte, entwickelt sich dieses als Wasserstoffgas. Ebenso fand man, daß ein Metallkalk zu regulinischem Metall wird, wenn man ihm im erhitzten Zustand Wasserstoffgas zuführt. So schien also das Wasserstoffgas mit Phlogiston identisch zu sein; eine Meinung, welche man schon vor der Bekämpfung der Phlogistontheorie geäußert findet, die aber namentlich während des am Ende dieses Zeitalters sich erhebenden Streits über die Zulässigkeit dieser Theorie ausgebildet wird. In dieser letzten Periode des phlogistischen Systems wird also eine Verbindung mit Phlogiston als gleichbedeutend angesehen wie eine Verbindung mit Wasserstoff; Abscheidung des Phlogistons heißt jetzt Abscheidung von Wasserstoffgas.

Man wird nach diesen beiden Hauptrichtungen der Phlogistontheorie die Erklärungen aus der frühern und der spätern Zeit nicht für gleichbedeutend halten, wenn sich auch darin ganz dieselben Ausdrücke finden. Im Anfang des phlogistischen Systems heißt dephlogistifirt so viel als oxydirt, und phlogistifirt so viel als desoxydirt; hiernach ist Stahl's Definition der schwefligen Säure als richtig anzuerkennen, wenn er diese eine phlogistifirte Schwefelsäure nennt. Am Ende dieses Systems ist aber dephlogistifirt so viel als seines Wasserstoffs beraubt; hiernach ist auszulegen, wenn bei Priestley, Cavendish und anderen dieses Zeitalter beschließenden Chemikern der Sauerstoff dephlogistifirtes Wasser genannt wird. Aber oft noch wird man selbst zu dieser Zeit an die ursprüngliche Auffassung des Begriffs Phlogiston erinnert, wenn man z. B. von einem der genannten Chemiker zugleich die brennbare Luft als phlogistifirtes Wasser bezeichnet findet. Diese Zweideutigkeit, was eigentlich unter phlogistifirt und dephlogistifirt verstanden werden soll, zeigt sich namentlich in Fällen, wo erst viel später die wahre Zusammensetzung eines Körpers bekannt wurde. So z. B. läßt sich die Scheele'sche

Benennung des Chlorgases, dephlogistisirte Salzsäure, in der Art auslegen, daß sie Salzsäure, die ihres Wasserstoffs beraubt ist, sei, oder auch, daß sie oxydirte Salzsäure sei; und als noch darüber gestritten wurde, welche Ansicht als die richtige anerkannt werden müsse, konnte jede Partei Scheele's Ausspruch, als ihre Meinung ausdrückend, zu ihren Gunsten deuten.

Weitere Ausbildung der phlogistischen Theorie.

Die frühere allgemeinere Ansicht sowohl, daß das Phlogiston eine Rolle spielt, welche der des Sauerstoffs geradezu entgegengesetzt ist, daß es gerade da sich zeigt, wo dieser nicht ist, und da fehlt, wo dieser sich vorfindet — als auch die spätere besondere, mit der erstern nicht in Widerspruch stehende, daß unter Phlogiston Wasserstoff zu verstehen sei — beide erklären viele Thatsachen recht gut, aber, und es kann dies nicht genug hervorgehoben werden, nur, was das Qualitative der Erscheinungen angeht. Dieser Einseitigkeit ungeachtet hat die Phlogistontheorie viel Nutzen in der Chemie gestiftet; sie war die erste, welche den Begriff eines chemischen Elements, als eines für die Chemie unzerlegbaren Körpers erkennen ließ; sie zuerst betrachtete die zusammengesetzteren Substanzen aus einem vernünftigeren Gesichtspunkte. Sie war die erste Frucht, welche aus der selbstständigen Richtung der Chemie sich entwickelte, und mit deren Entwicklung sich diese befestigte. Die Chemie ist seither immer noch dem vorzüglich durch Ausbildung der Phlogistontheorie geweckten Geiste treu geblieben, und die Definition unserer Wissenschaft, welche Stahl, der Gründer jener Theorie, gab, daß die Chemie die Kunst sei, zusammengesetzte Körper in ihre Bestandtheile zu zerlegen und aus den Bestandtheilen die Verbindungen wieder zusammenzusetzen, ist glücklicherweise von nun an die Meinung aller Chemiker, und eine Ansicht, welche noch bis jetzt als richtig anerkannt wird. -

Was verstand aber das Zeitalter der phlogistischen Theorie unter Bestandtheilen, was verstand sie namentlich unter Elementen? Im Anfang desselben herrscht noch dieselbe Unsicherheit hinsichtlich dieser Frage, welche auch den größern Theil der vorigen Periode bezeichnete. Als Elemente werden noch lauter hypothetische Grundstoffe bezeichnet, von welchen jeder als das Princip irgend einer allgemeiner vorkommenden und besonders hervorstechenden Eigenschaft angesehen wird; als Element sieht man zu dieser Zeit noch keinen darstellbaren Körper an. So erkennt man in allen Metallen Einen erdigen Grundstoff an; diesen kann man dem isolirten Zustand näher bringen, wenn man das Metall verkalkt, die brennbaren Bestandtheile fortzuschafft,

Frage nach den Elementen.

Frage nach den
Elementen.

aber in allen Metallkalcken nimmt man noch immer Ein Element an, obgleich diese Kalcke selbst verschieden sind; man betrachtet sie alle als Verunreinigungen Eines Elements. Allmählig jedoch bricht die Ansicht durch, daß der Chemiker als Elemente nur solche Stoffe betrachten soll, welche darstellbar sind und durch chemische Agentien nicht in andere zerlegt werden können; die bloße Speculation über die Urbestandtheile aller Körper verliert sich immer mehr aus der Chemie, und der directen Beobachtung sucht man die Elemente zugänglich zu machen, man beginnt z. B. die verschiedenen Metallkalcke selbst als verschiedene Elemente im chemischen Sinn zu betrachten. In verhältnißmäßig nur wenigen Fällen gründet sich jetzt die Annahme eines Elements auf eine bloße Annahme, auf indirecte Schlussfolgerung; so bei dem Phlogiston; in den meisten Fällen werden, gegen das Ende des neuen Zeitalters, darstellbare Körper als chemische Elemente genannt, so z. B. Schwefelsäure, Phosphorsäure, Metallkalcke. Von Interesse ist, daß die Ansicht über die Zusammensetzung der Metalle, welche wir schon früher als charakteristisches Merkmal eines Zeitalters kennen lernten, jetzt wieder diese Bedeutung gewinnt. Im Gegensatz zu dem folgenden Zeitalter werden in dem jetzt zu besprechenden die Metalle als zusammengesetzte Körper anerkannt, aus Metallkalck und Phlogiston bestehend. — Ob jene Säuren, jene Metallkalcke noch weiter zusammengesetzt sind oder nicht, darüber werden Muthmaßungen aufgestellt, aber in dem chemischen Sinne werden sie meist als unzerlegbar betrachtet.

Diese neue Auffassung, inwiefern die Bestimmung der letzten Bestandtheile durch die Chemiker gelöst werden soll, zeigt sich bald fruchtbringend. Die analytische Chemie wird in dieser Periode zuerst wissenschaftlich behandelt, und zu großer Vollkommenheit vorbereitet. Sogenannte einfache Bestandtheile werden jetzt entdeckt, welche als eigenthümlich angesehen werden, sofern sie sich nicht in andere schon bekannte zerlegen lassen; und die Nichtigkeit dieser Untersuchungsweise bewährt sich daran, daß diese Stoffe, wie sich auch die Ansicht über ihre Einfachheit später umgestaltet, doch immerfort als eigenthümliche anerkannt wurden.

Man erstaunt um so mehr, während die Ausbildung der phlogistischen Chemie so richtige Wahrnehmungen über die Eigenthümlichkeit der einfachen Bestandtheile zu treffen, da den Phlogistikern eines der hauptsächlichsten Mittel abging, um sich bei der Zerlegung der Verbindungen und der Bestimmung der Eigenthümlichkeit eines Körpers feste Ueberzeugung zu ver-

schaffen. Es ist dies die Zuhülfeziehung der Waage, die Untersuchung, ob sich bei der chemischen Veränderung eines Körpers sein Gewicht vermehrt oder vermindert. Wie schon bemerkt, unterscheidet sich gerade das vorliegende Zeitalter von dem folgenden, daß in dem erstern die quantitative Analyse, die Berücksichtigung der Masse überhaupt, irrelevant erscheint, während daß in dem folgenden die ganze Forschung mit der Ausmittelung der Gewichtsverhältnisse zusammenhängt. — Noch in dem phlogistischen Zeitalter wurden zwar schon Versuche gemacht, die Zusammensetzung einzelner Körper dem Gewicht nach zu bestimmen, diese Versuche stehen indeß nicht in Verbindung mit der leitenden Theorie, sie stehen in Verbindung mit dem Uebergang der Wissenschaft in ein neues Zeitalter.

Frage nach den Elementen.

Über diese leitende Theorie, die phlogistische, konnte auch nur aufgestellt werden, sie konnte sich nur halten bei der gänzlichen Vernachlässigung der Gewichtsverhältnisse. Bekannt war vom Anfange dieses Zeitalters an, daß ein regulinisches Metall weniger wiegt, als der daraus durch Verbrennung zu gewinnende Kalk, und doch sollte nach der phlogistischen Theorie der letztere ein Bestandtheil des erstern sein, die schwerere Masse sollte mit noch einem andern Körper verbunden eine absolut leichtere Verbindung geben. Dieser Umstand, obgleich wohl bekannt, wurde als nicht wesentlich betrachtet; dieser Aenderung im Gewicht wurde kein Einfluß auf die Erklärung des Verkalkungsprocesses im Ganzen zugestanden; es wurde als eine begleitende Erscheinung betrachtet, die von einem Nebenumstand abhängig sei, und leicht hin durch eine Annahme entfernt, welche rechtfertigen zu wollen, man sich kaum die Mühe nahm. Späterhin, als es nicht mehr möglich war, das Kriterium der Gewichtsbestimmung von der Hand zu weisen, nahm man zu den unnatürlichsten Annahmen seine Zuflucht, um die phlogistische Vorstellung über den Verbrennungsproceß beibehalten zu können. Umsonst, sobald das Kriterium als stimmbererechtigt anerkannt war, mußte die phlogistische Theorie fallen, denn sie war nie aufgestellt worden, sie war in keiner Weise dazu eingerichtet, um quantitative Erscheinungen zu erklären.

Richtung: Erklärung der qualitativen Erscheinungen.

Das hier Mitgetheilte, welches bei der Betrachtung der einzelnen Chemiker und der spätern besondern Untersuchung über das Phlogiston seine Bervollständigung finden wird, genügt, um über die Wichtigkeit der Phlogistontheorie für die Charakteristik dieses Zeitalters urtheilen zu lassen. Die Geistesrichtung, welche in ihr vorzüglich hervortritt, bedingt auch die Art und Weise aller anderen chemi-

Richtung: Erklärung der qualitativen Erscheinungen.

schon Arbeiten, welche in diese Periode fallen. Erklärung der qualitativen Erscheinungen ist das ganze Ziel, nach welchem die Chemiker dieses Zeitraums streben; wie bei der Erklärung über den Verbrennungsproceß, so bei der über die Kausticität der Alkalien, so bei der über die Verwandtschaftsercheinungen, so bei allen in diesem Zeitraum hauptsächlich bearbeiteten Untersuchungen. Dieselbe Geistesrichtung, welche in allen verbrennlichen Körpern ein verbrennliches Princip, das Phlogiston, annehmen läßt, schreibt auch die gemeinsame Eigenschaft aller Säuren einem Gehalt an einem sauren Princip, der Ursäure, zu; erklärt die gemeinsame Eigenschaft der kaustischen Alkalien durch die Annahme eines kaustischen Principis in ihnen, der Feuermaterie. — Alle diese Erklärungen, und es sind fast allgemein angenommene, gehen nur auf die qualitativen Erscheinungen. Diejenigen Männer, welche die quantitativen Verhältnisse zur Grundlage ihrer Forschungen machen, sind entweder unbeachtet und bald vergessen, ohne Einfluß auf die Richtung ihrer Zeitgenossen ihrem Zeitalter vorangeeilt, oder sie stehen an der Grenze des Uebergangs zu einer neuen Periode; stets aber finden ihre Bemühungen in dieser letztern erst Anerkennung und weitere Verfolgung.

Verhältniß der Chemie zur Medicin.

Noch hervorzuheben ist hier, in welchem Verhältniß die Chemie zu der Medicin während des neuen Zeitalters steht, um so mehr, da das vorhergehende seinen eigenthümlichen Charakter gerade durch die innige Verschmelzung dieser beiden Wissenschaften erhielt. — Indem die Chemie jetzt selbstständig auftritt, muß dieser enge Zusammenhang mit der Medicin aufhören, und zu seiner Lösung, zu der Widerlegung des iatrochemischen Systems, vereinigen sich die Kräfte der Mediciner und der Chemiker. Erstere suchen zu beweisen, daß die Annahme von nur chemischen Actionen zwischen den verschiedenen Säften im menschlichen Körper keineswegs zur Erklärung der Lebenserscheinungen hinreicht, sie bringen neue Wahrnehmungen herbei, welche in dem Alles erklärenden System der chemischen Medicin keine Berücksichtigung gefunden hatten, und thun so die Unhaltbarkeit desselben dar. Ihren Bemühungen kommen die Chemiker des neuen Zeitalters zu Hülfe, indem sie das Ungegründete hinsichtlich der Annahme von Säure und Laugensalz in allen Theilen des menschlichen Körpers nachweisen, und so dem iatrochemischen System die Stützen entziehen, welche dasselbe zu seinen Erklärungen angenommen hatte; indem sie die chemischen Begriffe fester stellen und die Erkennung, wo chemische Proceße statthaben, mit Bestimmtheit

nachweisen lehren, so daß von nun an nicht mehr Mißbrauch mit der Entlehnung chemischer Ausdrücke zur Erklärung anderweitiger Vorgänge getrieben werden kann. Wird jetzt gleich die Chemie für die Medicin im Allgemeinen von geringerer Bedeutung, so ist doch der Einfluß, den beide Wissenschaften nun auf einander haben, nur um so heilsamer für jede. Das Interesse, welches von dem vorhergehenden Zeitalter her für die Chemie sich bei den Aerzten findet, erhält sich auch in diesem, und die Geschichte der Scheidekunst in der neuen Periode zählt unter den bedeutendsten Chemikern auch solche Namen, die mit gleichem Recht in der Heilkunde zu den hochgefeierten gehören. Die Chemie verdankt fortwährend noch den Medicinern Ausbildung und Erweiterung, aber sie vergilt auch der Medicin wieder reichlich. Selbstständig sich entwickelnd nützt sie ihr mehr als je durch Entdeckung arzneilich wirksamer Präparate; mit der vermehrten und weiter verbreiteten Einsicht in die Chemie heben sich die pharmaceutischen Kenntnisse, und die praktische Medicin gewinnt an Sicherheit durch die größere Zuverlässigkeit der Arzneien, deren Bereitung und Prüfung nun immer besser erkannt wird. Die Chemie endlich lernt bei ihrem Voranschreiten in gewissen Fällen mit Sicherheit über stattgehabte Vorgänge entscheiden, und wird für die gerichtliche Medicin von der höchsten Bedeutung.

Verhältniß der
Chemie zur Me-
dicin.

Auch auf das Verhältniß der Chemie zur Alchemie während dieser Periode wollen wir noch einen Blick werfen. Schon im vorigen Zeitalter war die Alchemie, wenn auch in Hinsicht auf die Wahrhaftigkeit ihrer Leistungen noch anerkannt, doch von den repräsentirenden Chemikern selbst wenig oder gar nicht betrieben. Die Chemiker des vorigen Zeitalters wurden zudem von der Ausübung der Alchemie dadurch abgehalten, daß ihnen noch die Medicin wesentliche Beschäftigung war. In dem jetzt zu besprechenden Zeitalter fällt für viele diese letztere Beschäftigung weg; die wissenschaftliche Chemie allein füllt die Thätigkeit mehrerer hierher gehöriger Männer nicht aus; an eine Anwendung der Chemie, an eine Nebenbeschäftigung noch gewöhnt, verfallen einige wieder auf die Alchemie; aber es sind dies doch nur wenige. Im Allgemeinen betrachten die Repräsentanten aus dem Anfang des neuen Zeitalters die Metallverwandlung aus demselben Gesichtspunkte, wie die der vorigen Periode; an die Möglichkeit der Transmutation wird noch geglaubt, aber nur wenige unter den wissenschaftlichen Chemikern arbeiten daran, sie zu realisiren. Bald wenden sich diese noch mehr von der Alchemie ab; da sie

Verhältniß
der Chemie
zur Alchemie.

Verhältnis der
Chemie zur Al-
chemie.

keine wissenschaftlichen Gründe für die Metallverwandlung finden, so ziehen viele auch die angeblichen historischen Beweise dafür in Zweifel, und die Chemiker decken die Betrügereien der Alchemisten auf; die Chemie ist jetzt nicht allein von der Alchemie getrennt, sondern in diesem Zeitalter beginnt sie in offenen Widerspruch mit der letztern zu treten, an der Vernichtung des alchemistischen Glaubens zu arbeiten. Und in der That, wie wir dies in der speciellen Geschichte der Alchemie im II. Theile ausführlicher sehen werden, wird die Grundlosigkeit der Alchemie noch in diesem Zeitalter so nachdrücklich zu beweisen gesucht, daß dem folgenden, was gänzliche Widerlegung der Goldmacherkunst angeht, nur sehr wenig zu thun übrig gelassen wird.

Aufzählung
der einzelnen
Chemiker.

Die im Vorstehenden besprochenen Eigenthümlichkeiten charakterisiren das Zeitalter der phlogistischen Theorie hinlänglich. Die selbstständige Richtung, welche die Chemie während desselben, im Gegensatz zu dem vorhergehenden Zeitalter, einschlägt, wird ihr zuerst durch Boyle mitgetheilt. Einen gleich hohen Standpunkt in der Naturforschung zwar nicht erringend, aber durch praktische Arbeiten um die Chemie hochverdient, nimmt Kunkel unsere Betrachtung in Anspruch; gleichzeitig mit ihm legte Becher den ersten Grund zu einer allgemeinen Verbrennungstheorie, und Homberg und Lemery fördern die Chemie durch neue Wahrnehmungen oder durch thätige Verbreitung dieser Wissenschaft. — Stahl bildet die Ansichten über die Verbrennung zu einer vollständigen Theorie aus, und läßt das phlogistische System zu dem herrschenden werden; Hoffmann bereichert die Chemie durch viele Untersuchungen und ist, wie auch Boerhave, für ihre Ausbreitung thätig. Als Anhänger des von Stahl eingeführten Systems sind in Deutschland besonders Neumann, Eller, Pott, Marggraf als die einflussreichsten zu nennen; in Frankreich sind aus der Zeit nach der Annahme der phlogistischen Theorie Geoffroy, Hellot, Duhamel und Macquer hervorzuheben. Das Zeitalter dieser Theorie beschließt die Thätigkeit von Black, Cavendish und Priestley in England, von Bergman und Scheele in Schweden; zu ihrer Zeit wird bereits die phlogistische Theorie bekämpft; sie sind die letzten ausführlicher hier zu schildernden Repräsentanten derselben, und die Chemiker, welche nach ihnen folgen, gehören einem neuen Zeitalter an.

Allgemeine
Bemerkungen.

Der eigenthümliche Standpunkt, auf welchem die Chemie während dieses Zeitalters sich erhält, giebt sich auch in den äußeren Verhältnissen der

Chemiker mehr und mehr zu erkennen. In den vorhergehenden Zeitaltern, wo die Chemie ausschließlich nur chimarischen oder untergeordneten Zwecken dienen sollte, war stets die Classe von Gelehrten, welche sich mit Chemie beschäftigte, eine ganz bestimmte und scharf abgeschlossene. So sehen wir in der Zeit, wo die Chemie ausschließlich auf Goldmacherkunst abzweckte, als Alchemisten bei den Arabern nur Aerzte, bei den Abendländern fast nur Geistliche; während des Zeitalters der medicinischen Chemie sind es die Aerzte, welche ausschließlich sich mit der Pflege der Chemie befassen. In diesem neuen Zeitalter, wo die Chemie ihre selbstständige Stelle unter den Naturwissenschaften einnimmt, wird ihr Studium ein um so vielfacher betriebenes, von je allgemeinerem Interesse ihr Zweck, Auffindung von Naturwahrheiten, ist. Indem sie einzelne Anwendungen ihrer Resultate nicht mehr zum hauptsächlichsten und ausschließlichen Gegenstande ihrer Forschungen macht, sondern Naturforschung im Allgemeinen, vergrößert sich rasch die Zahl der ihr zugewandten Kräfte, werden die Fächer zahlreicher, deren Besessene auch dem Studium der Chemie ihre Aufmerksamkeit schenken. Erst zu Ende dieses Zeitalters widmen einzelne Männer ihre Kräfte ungetheilt der wissenschaftlichen Chemie; im Allgemeinen haben wir bald als die Repräsentanten der Chemie Männer zu nennen, die ihr Leben der Naturforschung überhaupt widmend, auch die Chemie mit hinzuziehen, bald Aerzte, die indeß nun wohl die Chemie als eigene Wissenschaft zu schätzen wissen, ohne eine gewagte Vereinigung der dahin gehörigen Lehren mit den medicinischen Ansichten zu versuchen; und diese Theilnahme, welche die Aerzte noch in diesem Zeitalter der Chemie schenken, ist das schönste Vermächtniß, welches die vorhergehende Periode bei ihrem Untergang an unsere Wissenschaft hinterlassen hat; die Zahl der Mediciner, für welche nun immer noch die Chemie ein hauptsächlichlicher Gegenstand des Forschens ist, die Bedeutsamkeit der Entdeckungen, welche unserer Wissenschaft von Angehörigen des medicinischen Faches zu Theil geworden sind, bezeugt die fortwährende enge Verbindung, in welcher Medicin und Chemie auch jetzt noch immer bleiben, wenn sie gleich aus der unnatürlichen Verschmelzung des vorigen Zeitalters getrennt sind. Der Chemie kommen jetzt auch schon einige Erweiterungen zu von Gelehrten, welche eigentlich die Förderung der Gewerbe nach wissenschaftlichen Principien sich zur Aufgabe gemacht haben, aber besonders reichen Zuwachs erhalten die chemischen Kenntnisse durch den Aufschwung der Pharmacie; die Beschäftigung mit diesem Fach leitet zu tieferem Eindringen in

Allgemeine
Bemerkungen.

die Chemie viele, denen unsere Wissenschaft für Entdeckungen der wichtigsten Art verpflichtet ist.

So verschiedenartig nun die Gebiete sind, von wo aus der Chemie erweiternde Kräfte zukommen, so verschiedenartig wird auch die Anwendung, deren sich die Resultate der so geförderten Wissenschaft fähig zeigen. Für die Medicin haben wir diese Rückwirkung bereits angedeutet; einen nicht minder wichtigen Einfluß übt die Chemie von jetzt an auf die Künste und Gewerbe aus; während sie diesen in dem vorhergehenden Zeitalter nur einzelne Erfahrungen mittheilen konnte, versucht sie jetzt die empirisch gefundenen Verfahrensweise wissenschaftlich zu erklären und auf wissenschaftliche Principien gestützt zu verbessern.

Als besonders die selbstständige Forschung in der Chemie fördernd, lernen wir die Errichtung der gelehrten Gesellschaften kennen. Verbunden ist damit, indem diese Institute für Verbreitung jener Entdeckungen Sorge tragen, die Vermehrung der Publicität, welche zu der Erweiterung der Kenntnisse im Allgemeinen nöthig ist, da sie gerade zur weitem Bearbeitung noch unerlebigter Fragen veranlaßt. Den periodischen Schriften der gelehrten Gesellschaften schließen sich zudem schon an dem Schlusse dieses Zeitalters, durch die steigende Menge von chemischen Untersuchungen und Entdeckungen hervorzurufen, besondere, die Chemie zum hauptsächlichlichen Gegenstand nehmende, wissenschaftliche Zeitschriften an. Mit immer größerem Recht können wir nun die Kenntnisse jedes bedeutenden Chemikers als die seine Zeit überhaupt repräsentirenden ansehen; alle in der Einleitung zu dem vorhergehenden Zeitalter erwähnten, Sicherheit in der historischen Einsicht erleichternden, Umstände finden in dem jetzt zu besprechenden noch in höherm Grade Statt, und namentlich zeichnen sich jetzt die chemischen Ansichten aller bedeutenderen Gelehrten so durch offene Darlegung und Klarheit aus, daß selten nur, in dem Anfang des neuen Zeitalters, bei einem Schriftsteller das Gegentheil uns an einer bestimmtern Auffassung seiner Ansichten hinderlich wäre. — So gestaltet sich in dem Zeitalter der phlogistischen Theorie unsere Wissenschaft in die Form, welche sie seither im Allgemeinen noch immer beibehalten; die näheren Umstände, wie sie sich so entwickelt, die speciellere Darlegung der Beweise für die gegebene Charakteristik wird uns nun ein Ueberblick der einzelnen Chemiker gewähren.

Das selbstständige Streben, dessen Sichtbarwerden wir am Schlusse der vorhergehenden Periode besprachen, dessen Eingreifen in alle Zweige der Naturwissenschaften auch für die Chemie ein neues Zeitalter datiren läßt, konnte sich nicht ohne Kampf gegen viele althergebrachte Vorurtheile, gegen den Aberglauben, der um die Mitte des 17. Jahrhunderts noch so viele Köpfe verfinsterte, zur herrschenden Richtung emporschwingen. Gering nur war im Anfang die Zahl der aufgeklärteren Männer, welche dem reinen Zweck der Naturforschung huldigend eine von der frühern gebräuchliche Denkweise sehr verschiedene Bahn einschlugen, und treue Beobachtung der Natur als alleinigen Weg der Erkenntniß und als höchste Autorität anerkannten. Aber erleichtert wurde der Erfolg ihrer Bemühungen durch das enge Zusammenhalten, durch die gemeinschaftlichen Bemühungen, mit welchen sie den Irrthümern früherer Zeit zu begegnen und neue Wahrheiten an deren Stelle zu setzen suchten. Als einen wesentlich fördernden Umstand muß man es würdigen, daß die heller Denkenden nicht mehr vereinzelt Licht in das Dunkel zu bringen suchten, welches noch viele Theile der Wissenschaft verhüllte, sondern in engere Kreise vereinigt ihre Erkenntniß gegenseitig zu vermehren und auszubreiten suchten. Der Einfluß der gelehrten Gesellschaften, deren Bildung die Mitte des 17. Jahrhunderts als den Anfangspunkt einer neuen Aera der Wissenschaften mit bezeichnet, ist sehr hoch anzuschlagen, für die Naturforschung namentlich, wo durch ihn hervorgerufen am schnellsten und anhaltendsten reiche Früchte sich entwickelten. Das innigere Zusammenwirken von Gelehrten aus verschiedenen Fächern ließ die Wichtigkeit und die Anwendbarkeit jedes einzelnen für alle anderen in das rechte Licht treten, und jede Untersuchung, die der Gelehrte Eines Faches für seine Disciplin durchgeföhrt hatte, zeigte in den benachbarten Fächern nun Anknüpfungspunkte für weitere Forschungen; es nützte so die Errichtung gelehrter Gesellschaften, indem sie Anregung zu wissenschaftlichen Arbeiten bot, aber gleichermaßen nützte sie durch Verbreitung derselben. Die periodischen Schriften, welche diese Gesellschaften herausgaben, wurden der Sammelplatz gediegener Arbeiten und das Repertorium aller neuen Entdeckungen; auf sie hingewiesen, konnte jeder Forscher jetzt leichter die Fortschritte seines Faches, das Erkannte und das noch weiterer Erkenntniß Bedürftige, übersehen. — Bei dem amtlichen Charakter und dem hohen Einflusse, welchen mehrere dieser Gesellschaften bald gewannen, konnten nun Arbeiten unternommen werden, welche Einzelnen auszuführen nicht möglich gewesen war; in den Ländern vorzüg-

Fördernder
Einfluß der
gelehrten Ge-
sellschaften.

Fördernder Ein-
fluß der gelehrten
Gesellschaften.

lich, wo Handel und Schiffahrt blühten, gewannen dahin einschlagende Unternehmungen und Entdeckungen durch den Einfluß der gelehrten Gesellschaften wissenschaftlicheres Interesse; das Ansehen, welches diese genossen, ließ nun leicht durchsetzen, was vorher Einzelnen nur fromme Wünsche gewesen war: vermehrte Anforderungen an viele im Staat in Beziehung auf wissenschaftliche Bildung, und Ausbreitung der naturwissenschaftlichen Kenntnisse in viel weiterem Kreis, als bis wohin diese bisher gedungen waren.

Academia del
Cimento.

Schon 1648 hatte sich zu Florenz unter dem Schutze des Großherzogs Ferdinand II. eine Gesellschaft constituirt, mit dem Zweck, naturwissenschaftliche Experimente anzustellen; 1657 wurde, durch die Bemühungen des Prinzen Leopold, Bruders des Großherzogs, die Akademie neu organisiert, welche in der Folge den Beinamen del Cimento (der Experimente) erhielt. Um die Förderung der Naturwissenschaften hat sie sich große Verdienste erworben; wenn sie auch unter ihren Mitgliedern keinen der ausgezeichneteren Chemiker jener Zeit zählte, so wurde doch auch unsere Wissenschaft durch Feststellung vieler in sie einschlagender Thatsachen bereichert. Von 1666 an gab diese Akademie Denkschriften heraus, die indeß bald wieder aufhörten, da nach dem Abgang des Prinzen Leopold die Gesellschaft mit seiner Unterstützung auch ihren Zusammenhang verlor.

Londoner Societät.

Dauernder war der Einfluß der Akademie, welche sich um dieselbe Zeit in England bildete. Schon Bacon von Verulam hatte mit Vorliebe bei dem Gedanken verweilt, durch Errichtung einer solchen die Naturkunde zu heben und das Interesse dafür allgemeiner zu verbreiten, allein erst lange nach seinem Tode ging dieser Wunsch in Erfüllung. Zu Oxford und zu London bildeten sich 1645 regelmäßige Zusammenkünfte von Gelehrten, um Gegenstände der Medicin, Naturwissenschaft und Mathematik zu besprechen; die Theilnehmer aus beiden Städten standen unter einander in Verbindung, und von 1659 an vereinigten sie sich alle zu London, wodurch die Gesellschaft noch größern Halt bekam. Sie wurde 1662 von König Carl II. als Royal Society anerkannt und mit Privilegien ausgestattet; von 1666 an publicirte sie ihre Denkschriften unter dem Titel Philosophical Transactions, welche für die damalige Zeit hauptsächlich dadurch Wichtigkeit erlangten, daß sie neben den Leistungen der Mitglieder der Societät auch zugleich eine Anzeige sämmtlicher neuen Entdeckungen gaben, welche für die verschiedenen Fächer der Naturkunde in allen Theilen der Erde gemacht wurden. Von

der Entstehung dieser Gesellschaft an wurde der Chemie viel Aufmerksamkeit gewidmet, und unter den acht Classen, in welche sich die Societät theilte, war Eine auf die Erweiterung der Chemie namentlich angewiesen. Die Transactions haben sich bis auf unsere Tage ihr Ansehen als Archiv der wichtigsten chemischen Abhandlungen erhalten, und viele ausgezeichnete Chemiker schmückten die Namensliste der Royal Society. Einer der Stifter dieser Gesellschaft ist es auch, der hier das neue Zeitalter unserer Wissenschaft eröffnet; Boyle, welcher zuerst der Chemie die selbstständige Richtung mittheilte, die sie von seiner Zeit an mit so viel Erfolg eingehalten hat.

Robert Boyle war 1627 zu Youghall in der Graffschaft Munster in Irland geboren. Sein Vater, Richard Boyle, Graf von Cork, bestimmte ihn anfangs für den geistlichen Stand, und ließ ihm auf dem Collegium zu Eton und später unter seinen Augen eine ausgezeichnete Erziehung zu Theil werden. So vorbereitet durchreiste Boyle noch ziemlich jung Frankreich, die Schweiz, wo er namentlich zu Genf sich fast zwei Jahre hindurch aufhielt, und Italien. Der Ausbruch von Unruhen in seinem Vaterlande und die damit verbundene Zerrüttung seines väterlichen Vermögens nöthigten ihn 1643 zur Rückkehr in seine Heimath, wo er seinen Vater todt und seine pecuniären Mittel so erschöpft antraf, daß er längere Zeit zurückgezogen leben mußte, bis es ihm möglich war, mit genügendem Auskommen sich seinem Lieblingsstudium hinzugeben. Im Jahr 1654 ließ er sich zu Oxford nieder, wo er mit den bedeutendsten Gelehrten dieser Universität in Verkehr trat, und sie zu der oben besprochenen Gesellschaft vereinigte. Seine wissenschaftlichen Untersuchungen, die ihn in Oxford fortwährend beschäftigt hatten, setzte er auch fort, als er 1668 seinen Wohnsitz nach London verlegte; den Arbeiten der inzwischen hier gestifteten Societät stets sein ganzes Interesse zuwendend, wurde er 1680 zum Präsidenten derselben erwählt. Seinem Leben, welches nur eine zusammenhängende Reihe edler und die Wissenschaft fördernder Handlungen gewesen war, machte der Tod 1691 ein Ende.

Boyle.
Leben.

In Boyle sehen wir den ersten Chemiker, dessen Bemühungen in der Chemie zunächst nur in dem edlen Triebe, die Natur zu erforschen, an-
Allgemeiner Cha- rakter.
 gestellt sind. Nicht das Gelüsten nach dem Stein der Weisen, nicht die

Boyle.
Allgemeiner Cha-
rakter.

Absicht, die Chemie nur als Hülfsmittel für eine andere anerkannte Wissenschaft zu benutzen, leitete seine Forschungen, sondern lauterer Streben nach Wahrheit, nach Einsicht in das, was die Natur dem fleißigen Forscher aufschließt. Und seine Wißbegierde trug ihm reichen Lohn durch Entdeckung wichtiger wissenschaftlicher Thatsachen, ein Lohn, der groß genug war, um keiner Befriedigung von Nebenabsichten zu bedürfen. Bei einem so lautern Streben war es natürlich, daß Boyle jedem andern, minder reinen, kräftig entgegentrat. So sehen wir ihn, ob er gleich die Möglichkeit der Metallverwandlung noch nicht gänzlich leugnen zu können glaubt, doch viele alchemistische Vorurtheile seiner Zeit bekämpfen, mit Sachkenntniß die Blößen der alchemistischen Schriftsteller aufdecken und ihre Widersprüche und die Unzuverlässigkeit ihrer Angaben darthun. — Ebenso offen zeigte er gegen die Jatrochemiker, wie unhaltbar ihre Annahmen von Säure und Laugensalz in allen Säften des menschlichen Körpers sind, und trug so von Seiten der Chemie wesentlich dazu bei, dieses falsche und für die praktische Heilkunde verderbliche System zu widerlegen. Aber nicht nur erkannte Boyle die Fehler und Schwächen solcher Richtungen, er zeigte auch den wahren Weg, wie die Natur zu erforschen ist; in seinen Leistungen zuerst sehen wir für chemische Untersuchungen die Methode eingeschlagen, welche Baco von Verulam allgemein als die richtige für die Naturwissenschaften erwiesen hatte. Boyle stellte das Experiment als die Grundlage aller Ansichten, als den Prüfstein jeder Theorie hin, und seine Bemühungen in dieser Beziehung sichern ihm unvergängliches Verdienst. Sind auch die Schlüsse, welche er aus seinen Beobachtungen zog, nicht immer die richtigen, und muß man sich gleich oft wundern, daß seine scharfsinnigen Experimente ihn nicht zu den Folgerungen leiteten, welche wir jetzt dadurch angezeigt finden — so sind doch seine richtigen Schlussfolgerungen überwiegend; und wenn später die Experimente besser gedeutet wurden, so dürfen wir nicht vergessen, daß von ihm hauptsächlich die Kunst des richtigen Experimentirens ausgebildet wurde, daß die Späteren von vornherein im Besiz alles dessen waren, was er sich erst mühsam schaffen mußte, und so, auf seinen Schultern stehend, wohl umsichtiger sein konnten. Fügen wir noch bei, daß Boyle vorzüglich nicht nur die Kunst, Experimente anzustellen, verstand, sondern auch mit einer Deutlichkeit zu beschreiben wußte, welcher seine meisten Vorgänger entbehrten, und daß seine Art der Berichterstattung im Wesentlichen ganz die noch jetzt übliche ist, so haben wir wohl seinen Einfluß auf die Chemie hinlänglich an-

gedeutet, um in ihm eine der segensreichsten Erscheinungen für unsere Wissenschaft anzuerkennen.

Boyle.

Es läßt sich aus dieser geistigen Richtung Boyle's leicht entnehmen, daß er einer chemischen Theorie wie der von Geber oder von Paracelsus aufgestellten unmöglich beistimmen konnte. Ebenso wenig aber genügten auch die zu Boyle's Zeit bekannten chemischen Thatsachen, irgend eine Theorie mit einiger Wahrscheinlichkeit auf sie zu bauen, und verdienstvoll erscheint auch hier dieses Mannes Streben, weniger auf mangelhafte Beobachtungen unsichere Theorien gründen zu wollen, als vielmehr vorerst die Erfahrungen zu vervollständigen und die früheren Angaben zu bestätigen oder zu berichtigen. So scheint Boyle namentlich in Beziehung auf die Elemente zu keiner festen Ansicht gekommen zu sein; er bekämpft mehr die bestehenden Meinungen, als daß er andere aufstellt. Er zeigt, daß die vier Aristotelischen Elemente (Feuer, Wasser, Luft und Erde), ebenso wenig als die der Alchemisten (Salz, Schwefel und Quecksilber), in der Chemie nachgewiesen und angenommen werden können. Was aber an deren Stelle zu setzen sei, giebt er nicht an; er wendet sich hingegen vorzugsweise der Richtung zu, in der Chemie mehr die nachweisbaren Bestandtheile darstellen und so kennen zu lernen, als über die Elementareigenschaften im Allgemeinen zu grübeln. Daß indeß Körper, welche er als einfache betrachtet, sich doch in einander verwandeln lassen, gesteht er zu; wie van Helmont verneinte er zwar, daß sich je Wasser in Luft oder umgekehrt verwandeln lasse, aber daß Wasser zu Erde werden könne, hielt er eher für möglich.

Chemische Ansichten und Erfahrungen über die Elemente.

Mit mehr Vorliebe, als bei den speculativen Betrachtungen über die Elemente und ihre Veränderlichkeit, verweilt Boyle bei der experimentalen Untersuchung von Luft, Wasser u. s. w., und eine nähere Kenntniß der Luft namentlich, in physikalischer wie chemischer Beziehung, hat er sehr befördert. In ersterer zeichnete er sich durch vielfältigen Gebrauch der Luftpumpe und mannichfache Untersuchungen über das Verhalten von Körpern im luftleeren Raume aus, besonders aber dadurch, daß er der erste das Gesetz auf fand, welches auf dem Continent meist nach Mariotte benannt wird; daß nämlich für die Luft das Volum dem darauf wirkenden Druck umgekehrt proportional ist. Aber auch die chemischen Erfahrungen über die Luft erweiterte er bedeutend. Er wußte, daß in der Luft etwas enthalten ist, was durch Athmen und Verbrennen verzehrt wird. Die Thatsache, daß die Me-

Ueber die Luft.

talle bei der Calcination an Gewicht zunehmen (welche schon vor ihm mehrfach beobachtet worden war) bestätigte er; er fügte die Beobachtung hinzu, daß der entstehende Kalk specifisch leichter ist, als das Metall, aus dem er entstand. Durch sinnreiche Versuche, welche wir später zur Begründung eines neuen Zeitalters wieder hervorgebracht sehen, zeigte er, daß wenn Blei in einem verschlossenen Raume verkalkt wird, sich das Volum der im Gefäß enthaltenen Luft vermindert; aber weniger glücklich, als in der genauen Beobachtung aller dieser Thatfachen, war er in der Erklärung derselben. Er war weit entfernt, die bei der Verkalkung verschwindende Luft als solche zu betrachten, welche an das Blei tritt, das Gewicht dieser verschwundenen Luft als die Gewichtsvermehrung des verkalkten Bleies anzusehen; er vernachlässigte vielmehr die Luftabsorption gänzlich, und schrieb die Gewichtsvermehrung auf Rechnung eines wägbaren Wärmestoffs, der ponderablen Theile der Flamme, welche sich seiner Meinung nach mit dem Blei während der Calcination vereinigen.

Ueber die Verbrennung.

So erkannte Boyle die richtige Ursache der Verbrennungsercheinungen nicht. Die angeführten Beobachtungen, seine Ueberzeugung, daß Luft zum Verbrennen aller Körper nothwendig sei, der Versuch, daß Schwefel im luftleeren Raume erhitzt sich nicht entzündet — Alles dies leitete ihn nicht zu der richtigen Erklärung des Verbrennungsprocesses. Die Gewichtsvermehrung bei der Verkalkung betrachtete er zwar als einen Beweis gegen die Ansicht, welche er als die zu seiner Zeit schon herrschende bespricht, daß nämlich die Metalle bei ihrer Verkalkung etwas verlieren sollen, allein er stellte dieser Hypothese keine andere richtigere gegenüber. So erkennt er es auch nicht für ausgemacht an, daß Schwefel aus Schwefelsäure und verbrennlichem Stoff bestche, allein er gesteht dieser Annahme einige Wahrscheinlichkeit zu, mindestens gerade so viel, als die, welche sich seiner Meinung nach auch annehmen ließe, daß nämlich in der Schwefelsäure gemeiner Schwefel als Bestandtheil enthalten sei. So sehen wir Boyle fast immer nur die Unsicherheiten der Theorien seiner Zeit hervorheben, allein selten scheinen ihm die Beobachtungen genau und zahlreich genug, um eine eigene umfassendere Theorie darauf zu gründen: doch hat er Eine theoretische Betrachtungsweise in die Chemie eingeführt, deren Anwendbarkeit zur Erklärung chemischer Erscheinungen noch immer anerkannt ist; von dieser wollen wir jetzt berichten.

Ueber die chemische Einwirkung der verschiedenen Körper auf einander hatte sich Boyle eine Theorie gebildet, welche von der jetzt noch angenommenen sehr wenig nur abweicht. Die Corpusculartheorie findet sich bei ihm bereits in großer Ausbildung vorgetragen; er betrachtet alle Körper als aus kleinsten Theilchen bestehend; Verbindungen bilden sich durch Aneinanderlagern der kleinsten Theilchen der Bestandtheile, und so lange die Anziehung, welche diese zusammenhält, nicht überwunden wird, kann keine Zersetzung eintreten. Diese findet nach ihm nur Statt, wenn die kleinsten Theilchen eines Bestandtheils in einer Verbindung zu denen des andern weniger Anziehung haben, als zu denen eines dritten, der mit der bisher bestandenen Verbindung zusammengebracht wird. Diese Ansicht führt er, wie ich im II. Theile bei der speciellen Geschichte der Verwandtschaft ausführlicher mittheilen werde, sehr schön in mehreren Beispielen aus.

Boyle.
Kenntnisse
über die Ver-
wandtschaft.

Eine so genügende Erklärung der Verwandtschaftserscheinungen läßt auf eine große Kenntniß von Beobachtungen über solche Vorgänge schließen. In der That verdanken wir Boyle mehrere neue Erfahrungen über die Affinität. So kannte er die Verwandtschaftsreihe, in welcher mehrere Metalle (Zink und Eisen, Kupfer, Silber) zu den Säuren stehen; die große Affinität, welche Laugensalze im Vergleich mit den Metallen zu den Säuren haben, und noch viele andere Einzelheiten, welche ich besser unten bei seinen Kenntnissen in der analytischen Chemie und in den folgenden Theilen bei der speciellen Geschichte der einzelnen Stoffe anführe.

Mit solchen richtigeren Begriffen über das Wesen der Verwandtschaft verband Boyle zugleich genauere Kenntniß über die Verbindungen, als Wirkungen dieser Kraft. Er bezeichnet sehr richtig chemische Verbindung als eine Vereinigung zweier Bestandtheile, welche andere Eigenschaften hat, als jeder Bestandtheil für sich, und stellt als eines der evidentesten Beispiele einer chemischen Verbindung die Salze hin, in welchen ätzende Säuren und ätzende Alkalien die Bestandtheile sind und wo doch die Eigenschaft der Kausticität in der Verbindung ganz verschwunden ist.

Boyle kannte die Bestandtheile vieler Körper, wenn auch nur qualitativ, doch genauer als irgend einer vor ihm. Seine Bemühungen in dieser Hinsicht führten ihn dazu, eine schärfere Charakteristik chemischer Substanzen im Allgemeinen zu geben, als je vor ihm versucht worden war; sie führten ihn auch zu der ersten Begründung der analytischen Chemie.

Boyle.
Kenntnisse über
Säuren und Al-
kalien.

Einzelne Klassen chemischer Verbindungen, welche gewisse Eigenschaften gemeinsam haben, waren allerdings schon früher unterschieden worden; so z. B. war der Begriff Metall von jeher ein ziemlich bestimmter gewesen. Ebenso hatte man bald die verschiedenen Arten von Säuren als Körper von gemeinsamen Eigenschaften erkannt, ebenso die Laugensalze als eine eigenthümliche Classe von Körpern. Aber gerade die Substanzen wie Säuren und Alkalien ermangelten noch zu Boyle's Zeit bestimmter, positiver Definitionen; die Iatrochemie, ob sie gleich gänzlich auf der Lehre von Säuren und Laugensalzen fußte, hatte in dieser Beziehung wenig gethan, und konnte nur wenig thun, da sie nur bestehen konnte, so lange sie sich auf unbestimmte Annahmen stützte, und nähere Kenntniß der erforderlichen Eigenschaften von Säure und Laugensalz die experimentelle Prüfung ihrer Behauptungen nicht möglich machte. Boyle definirte zuerst die Säuren und Alkalien in Bezug auf die Veränderung der Pflanzenfarben; in Bezug auf ihr entgegengesetztes Verhalten, daß die einen niederschlagen, was in den anderen gelöst war, daß die einen die Pflanzenfarbe wieder herstellen, welche die anderen verändert hatten; endlich in Bezug auf die gegenseitige Aufhebung der hervorstechendsten Eigenschaften. Er stellte so für die zwei wichtigsten Körperklassen der Chemie die charakteristischen Merkmale fest, welche noch heutzutage zu ihrer Erkennung angewandt werden.

Kenntnisse in der
analytischen
Chemie.

Boyle nimmt ebenso unsere Aufmerksamkeit hauptsächlich noch in Anspruch, als der erste Gründer der analytischen Chemie. Bis zu ihm war nur sehr wenig in diesem Zweige der Wissenschaft gethan, ich habe einzelner hierhergehöriger Entdeckungen hin und wieder erwähnt, und werde eine vollständigere Zusammenstellung noch im zweiten Theile geben; hier genügt die Erinnerung, daß zu Boyle's Zeit die analytische Untersuchung fast ausschließlich in der Prüfung auf trockenem Wege beschränkt war. Boyle war der erste, welcher die Prüfung auf nassem Wege vorschlug und in Anwendung brachte. Ihm verdankt man die erste Einführung der Reagentien mit bestimmterer Anweisung zu ihrem Gebrauch, und wenn auch sein analytisches Verfahren in vieler Hinsicht abgeändert und verbessert worden ist, so bedienen wir uns doch in vielen Fällen zur Erkennung gewisser Körper noch immer derselben Merkmale, welche Boyle zuerst angab. Seine Vorschriften sind schon ganz im Geiste der neuern Zeit gehalten. So, um nur einige Beispiele anzuführen, bediente er sich bereits der Pflanzenfarben und damit getränkter Papiere als Reagentien; das Ammoniak lehrte

er erkennen durch Austreiben aus seiner Verbindung mittelst Kalks oder Kali's, wo es mit Säuren in Berührung weiße Nebel bildet. Für viele Körper suchte er solche charakteristische Kennzeichen aufzufinden und benutzte dazu die früheren wie seine eigenen Erfahrungen. Wohl hatte er bemerkt, daß Eine ausgezeichnete Erscheinung bei der Verbindung zweier Körper uns für jeden derselben ein Mittel der Entdeckung abgiebt. So gab ihm die Schwerlöslichkeit der schwefelsauren Kalkerde Veranlassung, in löslichen Kalksalzen und in Schwefelsäure die Mittel zu finden, sich gegenseitig in Auflösungen erkennen zu lassen; so kannte er die Reaction des Silbers auf Salzsäure; er benutzte nebenbei noch die Metallfällungen als Hülfsmittel der Analyse, und wo ihm die Niederschläge nicht genugsam charakteristisch schienen, suchte er Farbenveränderung der Auflösung durch Zusatz von Reagentien als sichereres Kennzeichen anzuwenden.

Boyle.
Kenntnisse in der
analytischen
Chemie.

Das hier Mitgetheilte wird hinlänglich sein, um in Boyle den ersten Begründer der analytischen Chemie auf nassem Wege erblicken zu lassen, um den Beweis zu geben, daß die Principien seiner Verfahrensweise ganz die noch jetzt eingehaltenen sind.

Ebenso scharfsinnig, wie in der Zusammenstellung einzelner Erfahrungen zur Begründung eines besondern Zweiges der Wissenschaft, zeigte sich auch Boyle in der Beobachtung von Erscheinungen, welche man damals als weniger bedeutend anzusehen geneigt war. Unter mehreren Versuchen über die Eigenschaften des Phosphors, dessen Entdeckung in seine Zeit fällt, ist z. B. seine Beobachtung wichtig, daß dieser Körper beim Verbrennen einen Rückstand giebt, der alle Eigenschaften einer Säure hat, namentlich sich mit Alkalien und Kalk unter Aufbrausen verbindet. So machte er die Entdeckung der Phosphorsäure; so sind seine Schriften mit unzähligen einzelnen neuen Beobachtungen angefüllt. Die Entdeckung des Kupferchlorürs, der flüchtigen Schwefelleber, die erste sichere Nachweisung eines Unterschieds der Alkalien einmal in fixe und flüchtige, auch nach ihren chemischen Eigenschaften, sodann in solche, welche mit Säure aufbrausen und mit Weingeist gerinnen, im Gegensatz zu denen, welche diese Eigenthümlichkeiten nicht besitzen — gehören zu den besonders hervorzuhebenden seiner zerstreuten Erfahrungen, geben aber von der Reichhaltigkeit derselben nur einen schwachen Begriff.

Einzelne
Wahrnehmungen.

So sind auch seine Wahrnehmungen über die Eigenschaften animalischer

Boyle.

Stoffe, und der Reactionen, welche sie bei Zusatz von anderen Substanzen zeigen, ohne Vergleich verdienstvoller für die Thierchemie, als Alles, was die Iatrochemiker in solcher Beziehung aussprachen. Die Wirkung der Wärme, der Säuren und Alkalien auf Eiweiß, Blut, Milch u. s. w. untersuchte er genauer, und legte durch seine ohne Vorurtheil und mit Umsicht angestellten Versuche einen festen Grund zu weiteren Forschungen.

Anwendung der Chemie.

Aber nicht allein die reine, auch die angewandte Chemie verdankt Boyle viele Erweiterungen. Obgleich Gegner der medicinisch-chemischen Theorie verkannte Boyle doch nicht die Bedeutsamkeit der Scheidekunst für die Heilkunde; er empfahl im Gegentheil dringend die Anwendung chemischer Präparate als Arzneimittel und suchte über die eigenthümliche Wirksamkeit neu entdeckter oder noch nicht angewandter Substanzen sowohl durch eigene, als auch durch Beobachtungen ihm befreundeter Aerzte, sich näher aufzuklären.

Von noch größerer Bedeutung sind Boyle's Bemühungen um die technologische Chemie. Die Metallurgie bereicherte er, indem er auch in diese Wissenschaft seine Methode, Erze auf nassem Wege zu probiren, einzuführen suchte, und auch auf andere Zweige des gewerbetreibenden Lebens erstreckte sich sein aufklärender Einfluß. So gab er verbesserte Vorschriften zur Salmiakbereitung, zur Scheidung von Metallen, zur Bereitung von Farben, Beizen, Glasflüssen, zur Bestimmung einer Erde auf ihren Salpetergehalt; so suchte er auszumitteln, für welche fabrikmäßige Operationen, wobei man Hitze nöthig hat, statt Holz ein wohlfeileres Brennmaterial (Steinkohlen, Torf) anwendbar ist, und wie dessen Güte noch erhöht werden kann; so zeigte er sich stets als einen Mann, in dessen Händen weitere Fortschritte in den Naturwissenschaften sogleich eine nützliche praktische Anwendung finden.

Ich habe hier nur den kleinern Theil der Verdienste Boyle's mitgetheilt; um ihn ganz würdigen zu können, muß ich auf die specielle Geschichte der analytischen und technologischen Chemie, der Lehre von den Elementen und der Verwandtschaft, der Verbrennung u. s. w. verweisen; es ist fast kein Zweig der Chemie, für dessen Geschichte sich nicht in Boyle's Werken interessante Wahrnehmungen finden. — Bei der großen Anzahl der Schriften dieses ausgezeichneten Forschers kann ich hier nur

Schriften.

über die wichtigsten etwas mittheilen, obgleich eine solche Auswahl schwierig ist. — Der bilderreichen und mystischen Sprache, hinter welcher noch viele Chemiker seiner Zeit die Unbestimmtheit ihrer Ansichten zu verbergen suchten, und die Boyle, als eines aufrichtigen Naturforschers unwürdig, mehrmals tadelte, konnte er keinen größern Gegensatz vorhalten, als den Styl seiner eignen Werke, die mit großer Klarheit abgefaßt sind. Es kamen diese meist gleichzeitig in englischer und lateinischer Sprache heraus, und da beiderlei Ausgaben gleich verbreitet sind, so werde ich in den folgenden Theilen, wo es nöthig ist, seine eigenen Aussprüche zu vergleichen, diese, wie sie mir gerade vorliegen, bald in der einen, bald in der andern Sprache ausgedrückt mittheilen. — Voll von interessanten Erfahrungen und Ansichten ist sein *Sceptical chemist* (*Chemista scepticus*), den er 1661 publicirte; nächster Zweck des Werkes war, die Elemente der Peripatetiker ebensowohl, als namentlich die von den Alchemisten angenommenen, zu bekämpfen. In seinen *Certain physiological essays* (*Tentamina quaedam physiologica*), die gleichfalls 1661 zuerst herauskamen, bespricht Boyle namentlich die Art, Versuche anzustellen, die Ursachen, weshalb die Versuche oft mißlingen oder andere Erscheinungen hervorbringen, als die erwarteten. Eben darin äußert er sich auch über die Corpusculartheorie und über die Ursachen des Aggregatzustandes, Festigkeit und Flüssigkeit, der Körper. Seine *Considerations and experiments touching the origin of qualities and forms* (1669) enthalten Vieles, was über seine Begriffe von der Verwandtschaft Aufschluß giebt, viele Wahrnehmungen über die Eigenschaften mehrerer Säuren und Salze und überhaupt einen reichen Schatz einzelner Erfahrungen. — Sonst stehen noch viele Beobachtungen von ihm über Säuren und Alkalien, namentlich in Hinsicht ihrer verschiedenen Einwirkung auf die Pflanzenfarben, sowie über die Veränderung und Hervorbringung von Farben im Allgemeinen durch Einwirkung von Reagentien in seinen *Experiments and considerations touching colours* (*Experimenta et considerationes de coloribus*), die er 1663 der Deffentlichkeit übergab. Ueber flüchtiges Laugensalz, welches er außer anderen Substanzen auch aus Blut zu gewinnen wußte, über die chemischen Eigenschaften des Bluts und anderer thierischen Flüssigkeiten theilte er 1684 viele Beobachtungen mit in seinen *Memoirs for the natural history of human blood* (*Apparatus ad historiam naturalem sanguinis*). Seine Versuche und Ansichten über Verbrennung, Calcination und verwandte Gegenstände finden sich hauptsächlich

Boyle.
Schriften.

in seinen Tracts, containing suspicions about some hidden qualities of the air (1674) und seinen Experiments to make Fire and Flame stable and ponderable (Experimentis novis, quibus ostenditur posse partes ignis et flammae reddi stabiles ponderabilesque), welche er 1673 herausgab. — Ueber die Anwendung analytischer Operationen auf nassem Wege ist vorzüglich bemerkenswerth sein Previous hydrostatical way of estimating ores und an Account of a way of examining waters as to fressness and saltness, welche letztere Schrift erst nach seinem Tode publicirt wurde. — Mehrere andre, obgleich auch interessante Thatsachen enthaltende, Schriften muß ich hier übergehen; auch die Philosophical Transactions (für 1668 bis 1692) enthalten mehrere Arbeiten von ihm. Die rasche Verbreitung, welche alle seine Schriften erfuhren, wird durch die große Zahl der Auflagen in den verschiedensten Ländern bezeugt; Sammlungen davon wurden zu wiederholten Malen in englischer und lateinischer Sprache veranstaltet.

Fortschritte
der Chemie in
Deutschland.

Das Vorbild, welches Boyle den Chemikern aufgestellt hatte, wurde keineswegs sogleich allgemein befolgt. Langsam nur ließen sich die Vorurtheile verdrängen, welche bisher noch so viele befangen hatten; die Anhänglichkeit an die ältere Methode, alle Beobachtungen zu Gunsten der hergebrachten Ansichten zu deuten, ließ viele Forscher, die sonst redlichen Willen hatten, weit hinter Boyle zurückbleiben, der kräftig die Mängel der früheren Meinungen aufzudecken und helleres Licht zu verbreiten gesucht hatte. Dieses Festhalten an früheren Ansichten finden wir in diesem Zeitraume über die Chemiker der meisten Länder noch verbreitet, auch für die Deutschlands, welche wir zunächst unserer Betrachtung zu unterwerfen haben.

Das Interesse für chemische Untersuchungen, welches schon in dem vorhergehenden Zeitalter viele Deutsche zu den bedeutenderen Repräsentanten der Chemie hatte werden lassen, erlosch auch in dieser Periode nicht. Der Sinn für vereinigte wissenschaftliche Thätigkeit hatte auch in Deutschland Wurzel gefaßt; der Zerspaltung des Landes und der Mühseligkeiten eines eben erst beendeten langwierigen Krieges ungeachtet, bildete sich schon 1651 ein Privatverein von Gelehrten, der bald sich vergrößernd zu einer für Deutschlands wissenschaftliche Fortbildung wichtigen Akademie ward. Einige Aerzte in Schweinfurt waren es, welche sich zuerst zum Zweck der Naturforschung vereinigten. In abgeforderten Schriften gaben die ersten Mitglieder

Academia
Caesareo-
Leopoldina.

dieser Societät ihre Abhandlungen heraus; erst nachdem die Zahl der Theilnehmenden sich vermehrt und durch alle deutsche Länder verbreitet hatte, erschienen, von 1670 an, jährlich ihre *Miscellanea curiosa sive Ephemerides medico-physicae Germanicae Academiae Naturae curiosorum*. Die Gesellschaft erhielt 1672 vom Kaiser Leopold I. ihre Bestätigung, und nannte sich nun *Academia Caesareo-Leopoldina*. Die Schriften dieser Akademie schon aus jener Zeit enthalten vieles auf Chemie Bezügliche; mehr indeß, was den Geist der damaligen Periode von der Schattenseite kennen lehrt (da viele Abhandlungen noch ganz unter der Abhängigkeit hergebrachter Vorurtheile geschrieben sind, und bei der freieren Verfassung der Gesellschaft überhaupt oft die erforderliche Sichtung des Aufzunehmenden nicht ausführbar war), als was der Chemie zur raschern Förderung gereicht hätte. Die bedeutenderen Chemiker, welche Deutschland damals aufzuweisen hatte, stehen mit dieser Akademie und ihrer Zeitschrift nur in sehr entfernter Verbindung; einige chemische Beobachtungen wurden indeß doch darin von einem Manne mitgetheilt, der durch seine Entdeckungen überhaupt, durch den hohen Ruhm, den er seiner Zeit als Chemiker genoß, hier eine ausgebehntere Betrachtung in Anspruch nimmt. Kunkel, ein Zeitgenosse Boyle's, förderte die Chemie durch eine Menge wichtiger Beobachtungen, wenn er auch leider dem englischen Gelehrten an Gelehrsamkeit und an dem Vermögen, sich von Vorurtheilen loszureißen, nachstand.

Kunkel.

Johann Kunkel war 1630 zu Rendsburg in Holstein geboren, wo sein Vater als Scheidekünstler und Alchemist von dem Herzog unterhalten wurde. Er beschäftigte sich schon früh mit der Chemie, mit der technischen sowohl als auch mit der pharmaceutischen, nahm indeß zugleich jezt schon alchemistische Begriffe in sich auf, welche später vielen seiner Forschungen eine schiefe Richtung gaben. Dieses Streben, welches er unverdrossen verfolgte, und seine unter den damaligen Alchemisten nicht häufig gefundene Redlichkeit, bestimmten meist seine Lebensverhältnisse; er diente vorzugsweise den Fürsten, die an die Möglichkeit der Goldmacherkunst glaubend einen zuverlässigen Mann auf ihre Kosten arbeiten lassen wollten. So kam Kunkel schon 1654 in die Dienste der Herzoge Franz Karl und Julius Heinrich von Lauenburg, als Kammerdiener, Chemist und Aufseher der Hof- und Leibapothek. Mit seinen Herren untersuchte er viele Proceße, wie man angeblich Gold erhalten könne, ohne daß jedoch ein günstiges Re-

Leben.

sultat erzielt worden wäre. Er verließ seine Stellung in Lauenburg, um in gleichen Verhältnissen in den Dienst des Kurfürsten Johann Georg II. von Sachsen überzutreten; sein Aufenthalt in Dresden wurde ihm indeß, namentlich durch die Anfeindungen und Verleumdungen mißgünstiger Gehülfen, so verleidet, daß er aus dem sächsischen Dienste austrat und nach Wittenberg übersiedelte, wo er, jedoch nur kurze Zeit, an der Universität Vorlesungen über Experimentalchemie hielt. Von Wittenberg wurde er 1679 durch den Kurfürsten Friedrich Wilhelm von Brandenburg nach Berlin berufen, wieder als geheimer Kammerdiener und Director des (alchemistischen) Laboratoriums. Nach dem Tode dieses Fürsten schien er überflüssig zu werden, sein Laboratorium wurde ihm durch Brandstiftung zerstört, und auch in Berlin fühlte er sich nun nicht länger zufrieden. Er kaufte sich ein Landgut in der Mark, um da ungestört seinen chemischen Arbeiten nachgehen zu können, blieb indeß auch hier nicht lange, sondern folgte nun einem Ruf nach Stockholm, wo ihn Karl XI. zum Berggrath ernannte, ihn auch später, mit dem Beinamen von Löwenstern, in den Adelsstand erhob. Kunkel starb zu Stockholm 1702.

Kunkel's unvollkommene Erziehung ließ ihn noch vielen Vorurtheilen hulldigen, und namentlich die Möglichkeit der Metallverwandlung und die Auffuchung der Mittel, sie zu bewerkstelligen, beschäftigte ihn mehr, als sonst in der Richtung der aufgeklärteren Chemiker seiner Zeit lag. Er glaubte fest an die Existenz eines Steins der Weisen, und daß derselbe schon dargestellt worden sei; seine Ueberzeugung, daß sich Gold künstlich hervorbringen und vernichten lasse, beruhte auf mißverstandenen Versuchen, deren ich besser in der speciellen Geschichte der Alchemie erwähne. Die Verleumdungen seiner Gehülfen, daß Kunkel das Geheimniß der Goldmacherkunst besitze, aber es für sich behalten wolle, zogen ihm, namentlich in Dresden, Unannehmlichkeiten zu; sie hingegen verschafften ihm auch den Ruf nach Berlin. Kunkel selbst jedoch gab in keiner Weise zu einem solchen Glauben Anlaß; er wollte nicht für einen Besitzer des Steins der Weisen gelten, und täuschte keinen seiner Gönner, deren Ungeduld im Gegentheil durch seine Aufrichtigkeit nicht befriedigt wurde. Mit Redlichkeit handelte er stets, wenn auch mit Vorurtheilen; er machte sich stets nur anheischig, zu suchen, nicht aber zu finden. Wahrheitsliebend zeigte er sich in allen seinen Schriften; er verhehlt nicht das Unfruchtbare seiner eigenen Bemühungen, und

offen deckt er die Betrügereien anderer Alchemisten auf. So zeigte er namentlich die Ungereimtheit des Glaubens an ein allgemeines Auflösungsmit-
tel, das Alkahest, die Täuschungen mit den sogenannten Goldtincturen, welche damals noch oft zu hohen Preisen verkauft wurden, und von denen er darthat, daß sie keine Spur von Gold enthalten, sondern nur aus gewürztem Branntwein bestehen, dem durch einen Zusatz von gebranntem Zucker eine Goldfarbe mitgetheilt ist. Ebenso eiferte er gegen den Glauben an eine Palingenese der Gewächse und viele andere Geistesverirrungen der damaligen Zeit.

Kunkel.

Ähnlich wie Boyle, wenn auch nicht seine Ansicht durch so scharfe
Schlußfolgerungen unterstützend, zeigte Kunkel das Unbegründete der
Ansichten, welche viele Chemiker bis dahin über die Elementarzusammen-
setzung aller Körper hegten. Er kämpfte eifrig dagegen, daß Quecksilber,
Schwefel und Salz die letzten Bestandtheile aller Körper seien, und zeigte,
daß in den organischen Substanzen kein Quecksilber, in den reinen Metal-
len kein Schwefel enthalten sein könne. Aber andererseits vertheidigte er auch,
daß alle Metalle Quecksilber in sich enthalten, und gab durch seine Autori-
tät diesem Irrthum eine neue Stütze. Daß seine analytischen Kenntnisse
nicht die ausgebildetsten, selbst nach dem Zustande der damaligen Zeit, wa-
ren, zeigt sich schon hieraus; außerdem auch noch in vielen anderen seiner
Angaben. Ob er gleich im Zinnober, Spießglanz und mehreren anderen
Mineralien einen Schwefelgehalt richtig erkannt hatte, leugnete er diesen
doch für Bleiglanz, Rothgültigerz, Glaserz und andere solcher Stoffe, die
ebensowohl Schwefel enthalten, und das noch dazu seinen eigenen Versu-
chen entgegen, nach welchen er auf synthetischem Wege, durch Zusammen-
schmelzen von Schwefel mit Blei und Silber, ähnliche Substanzen hervor-
gebracht hatte. Solche Verirrungen ließ er sich zahlreich zu schulden kom-
men; sie finden sich wieder in seiner Annahme, daß aller Weingeist eine
Säure enthalte, daß sich Alkalien und Säuren in einander umwandeln
lassen u. s. w.

Chemische Ansich-
ten und Erfah-
rungen.
Ueber die Ele-
mente.In der analyti-
schen Chemie.

Kunkel's Ansichten über die Verbrennung sind die herrschenden sei-
nes Zeitalters. Den Schwefel betrachtet er als aus einem verbrennlichen
Stoff und Schwefelsäure zusammengesetzt, die Gewichtszunahme bei der
Verkalkung der Metalle schrieb er, wie Boyle, der Verdichtung von wäg-
barer Feuermaterie zu.

Ueber die Ver-
brennung.

Seine Verdienste um die Chemie bestehen weniger in der Aufstellung allgemeiner Ideen, als vielmehr in der Constatirung einzelner Thatsachen, mit deren Entdeckung er die chemischen Kenntnisse erweiterte. Ich werde in den folgenden Theilen solcher einzelnen Erfahrungen viele zu erwähnen haben, und hebe hier nur die folgenden aus, als Beweis für seine Geschicklichkeit im Experimentiren und Beobachten. Für die Bereitung des Phosphors entdeckte er die richtige Methode, nachdem die von einem Andern geheim gehaltenen Versuche die Existenz dieses Körpers angezeigt hatten; auch suchte er den neu entdeckten Stoff gleich medicinisch anzuwenden. Er beobachtete die Fällung von Gold- oder Silberlösung durch organische Materien und Vitriol; er nahm zuerst die Bildung von Stearopten in flüchtigen Oelen wahr, und lehrte die Bereitung des Salpeteräthers. Seine chemischen Kenntnisse wandte er vorzüglich auf die Glasbereitung an, wo man ihm neben allgemeineren Vorschriften namentlich genauere Angaben zur Darstellung des Weinglases, des Aventuringlases und zur Färbung desselben mit Goldkalk verdankt.

Kunkel's Schriften sind alle in deutscher Sprache verfaßt, doch wurden sie, der Sitte der damaligen Zeit gemäß, sogleich nach ihrem Erscheinen auch in lateinischer Sprache verbreitet. Seine Ausdrucksweise darin wird oft durch die beständige Bezugnahme auf alchemistische Grundsätze unverständlich; in der Entwicklung theoretischer Sätze ist er selten klar, doch sind die Thatsachen meist mit Deutlichkeit beschrieben. Er publicirte 1676 »nützliche Observationes oder Bemerkungen von den fixen und flüchtigen Salzen, Auro et Argento potabili, Spiritu mundi und dergleichen.« Darauf folgten 1677 seine »Chymischen Anmerkungen, darin gehandelt wird von denen Principiis chymicis u. s. w.« Die erweiterte lateinische Ausgabe von 1694 führt den Titel *Philosophia chymica*. Ueber den Phosphor gab er 1678 eine »Deffentliche Zuschrift von dem Phosphoro mirabili und dessen leuchten Wunder-Pulven u. s. w.« heraus; über den Weingeist 1681 eine *Epistola contra Spiritum vini sine acido*, welche angegriffen wurde, und zu deren Rechtfertigung er 1685 einen »Probirstein de Acido et Urinoso, Sale calido et frigido«, an die Societät zu London gerichtet, schrieb. Ueber die Glasbereitung handelte er 1689 in seiner *Ars vitraria experimentalis*. — Die Casareo-Leopoldinische Gesellschaft nahm 1694 einen Aufsatz von ihm, über die Austreibung der Salpetersäure durch weißen Arsenik, in ihre Schrif-

Kunkel.
Einzelne Erfah-
rungen.

Schriften.

ten auf. Nach seinem Tode (1716) wurde sein Collegium physico-chymicum experimentale seu Laboratorium chymicum publicirt, worin sich auch viele Nachrichten über seine Lebensverhältnisse von ihm selbst erzählt finden. — Eine (unvollständige) Sammlung seiner Schriften wurde 1721 unter dem Titel: „V curiouse chymische Traktätlein“ herausgegeben.

Gleichzeitig mit Kunkel lebte Becher, dessen Ansichten zur Grundlage der leitenden Theorie dieses Zeitalters, über die Verbrennungsercheinungen, wurden, und ihm eine Stelle unter den einflussreicheren Chemikern sichern. Johann Joachim Becher war 1635 zu Speyer geboren, wo sein Vater Prediger war. Die Schrecken des dreißigjährigen Kriegs zerrütteten den Wohlstand seiner Familie, und bei dem baldigen Tode seines Vaters war Becher genöthigt, schon in frühester Jugend sich und seine Angehörigen durch Unterricht zu ernähren. Diese ungünstigen Umstände vermochten nicht, seine Neigung zu wissenschaftlicher Ausbildung zu unterdrücken; mit regem Eifer studirte er, was nur immer in sein Bereich kam, und erwarb sich vielseitige und tiefe Kenntnisse. Konnten indeß auch diese widerwärtigen Verhältnisse, unter denen Becher's erste Jugend verfloß, seinen wissenschaftlichen Sinn nicht lähmen, so scheinen sie doch Ursache gewesen zu sein, daß er immer eine Bitterkeit und stete Unzufriedenheit mit seiner Umgebung beibehielt, welche ihn selbst die glücklichste Lage nicht anerkennen ließ. Später fand er Gelegenheit, außer Deutschland noch Schweden, Holland und Italien zu bereisen, und sich hier den ausgezeichnetsten Gelehrten bekannt zu machen. Er wurde 1666 durch den Kurfürsten von Mainz zum Professor der Medicin an der dortigen Universität und bald darauf auch zum Leibarzt ernannt, gab aber diese Stellung sehr bald auf, indem er als Leibarzt des Kurfürsten von Baiern nach München ging. Auch hier konnte er Unannehmlichkeiten nicht vermeiden, und wandte sich nun nach Wien, wo er an dem Grafen Zinzendorf, der damals das Finanzwesen der österreichischen Monarchie leitete, einen mächtigen Gönner gewann. Hier wurde er zum kaiserlichen Commerz- und Kammerrath ernannt; er konnte sich indeß auch Zinzendorf's Günst. nicht lange erhalten, die im Gegentheil sich in solche Anfeindung verwandelte, daß es Becher zu seiner Sicherheit für nöthig erachtete, nicht nur Wien, sondern auch Deutschland zu verlassen. So sehen wir ihn 1678 zu Haerlem in Holland, wo er einige Jahre verweilte, aber schon 1680 ging er wieder weg, nach Großbritannien,

Becher's
Leben.

Becher.

wo er die Bergwerke und die Art ihres Betriebs studirte und zu verbessern suchte; und mitten in diesen Beschäftigungen endete er 1682 sein ruheloses und thätiges Leben.

Allgemeiner Cha-
rakter.

Becher's Wichtigkeit für die Geschichte der Chemie besteht weniger in der Entdeckung neuer Thatsachen, als vielmehr in der Erklärung und Zusammenfassung schon früher bekannter. An Kunkel schließt er sich an, was den Glauben an Metallverwandlung betrifft, aber von der bescheidenen Ausdrucksweise dieses Chemikers sticht Becher's oft lächerlich eitle Sprache gewaltig ab. An Glauber, aber ihn weit übertreffend, erinnert manchmal Becher in seinem Hange zur Projektmacherei, die er indeß auch thätig zu realisiren suchte. So machte er schon 1673 den Generalstaaten von Holland den Antrag, ihnen durch Zugutmachung des Meersandes, nach Abzug aller darauf zu verwendenden Unkosten, eine jährliche Einnahme von einer Million Thaler zu verschaffen. Sand nämlich, mit gewissen Zuthaten geschmolzen, sollte an eine Mark Silber, die man beisege, immer 1 \mathcal{L} Gold mittheilen, und stelle man den Proceß täglich mit 1,000,000 Mark Silber an, so würde der jährliche Gewinn die angegebene Summe betragen. Die Staaten von Holland fanden den Vorschlag nicht übel, und sicherten 1678 dem Erfinder eine Prämie und eine Dividende an dem zu hoffenden Gewinn zu; 1679 wurde eine Probe veranstaltet, und durch Zusatz von 1 Mark Silber zu Meersand 6 \mathcal{L} Gold ausgebracht. Dieses glücklichen Anfangs ungeachtet wurde der Versuch nicht weiter fortgesetzt, und nach Becher's Abreise von Holland wurde das Projekt ganz aufgegeben. Solcher Vorschläge, welche für Becher's Speculationsgeist charakteristisch sind, machte er mehrere; die Möglichkeit der Metallerzeugung bewies er durch Versuche, indem er Lehm mit Del tränkte und glühte, und das so erzeugte Eisen dann mit dem Magnet auszog. — Uebrigens waren Becher's alchemistische Bemühungen nie durch Habsucht geleitet, er überläßt es dem Pseudochemiker, die Darstellung von Gold als einzigen Zweck seiner Arbeit im Auge zu haben, er aber suche, versicherte er, nach der Wissenschaft, die ihm lieber sei, als alles Gold.

Chemische An-
sichten.

Die theoretischen Ansichten, durch welche Becher großen Einfluß auf die Chemie ausgeübt hat, gehen hauptsächlich auf die Zusammensetzung der Körper. Die wesentlichsten seiner Behauptungen sind folgende: Alle un-

terirdischen Körper (die Substanzen der unorganischen Chemie) sind erdiger Natur, und zwar lassen sich ihre Bestandtheile auf die einfachen erdigen Substanzen zurückführen. Die drei Grunderden sind die verglasbare, die brennbare (*Terra pinguis*) und die mercurialisische, als Principien der Schmelzbarkeit, Brennbarkeit und Flüchtigkeit; der Begriff, den er diesen drei Elementen beilegte, nähert sich also sehr dem, was die Alchemisten unter Salz, Schwefel, Quecksilber verstanden, und *Becher's* Theorie sucht die der Alchemisten weniger zu bekämpfen, als vielmehr sich an sie anlehnd nur zu berichtigen. In allen Metallen sind nach *Becher* jene drei Grunderden vorhanden, nur in verschiedenen Verhältnissen mit einander vereinigt; mit Wasser verbunden, bilden sie die Salze, und namentlich entsteht durch diese Verbindung eine gewisse Ursäure (*Acidum primigenium*), welche als Bestandtheil in allen Säuren enthalten sei, und diesen die saure Eigenschaft mittheile. Insofern er eine brennbare Erde in den Metallen und in den anderen entzündlichen Körpern annahm, und die Verbrennung als auf der Vertreibung der brennbaren Erde beruhend ansah, legte er den Grund zu der phlogistischen Theorie, die wir bald durch *Stahl* weiter ausgebildet sehen.

Die praktischen Angaben *Becher's* sind weniger bedeutend. In seiner Angabe, daß aus *Vitriol* oder dessen Säure mit *Weinsteinöl* oder *Borax* ein flüchtiges Salz erhalten werden könne, hat man die Entdeckung des *Sedativsalzes* sehen wollen; offenbar mit Unrecht. Auf einem Irrthum muß auch seine Angabe beruhen, daß er *Vitriolöl* und *Weingeist*, beide rectificirt, bei der Mischung sich habe entzündet sehen. Durch *Geheimnißkrämerei* sind einige Entdeckungen von ihm unfruchtbar geworden, denn sie mußten noch einmal gemacht werden, damit seine Angaben nur verständlich und glaublich wurden, und dann waren diese schon vergessen. Ich werde bei der speciellen Geschichte der *Phosphorsäure* z. B. hierher Gehöriges zu berichten haben. Lange noch nach seiner Zeit waren hingegen die tragbaren *Defen* geschätzt, welche er zu chemischen Versuchen construirte lehrte.

Becher's Schriften sind zahlreich; ein großer Theil derselben ist der chemischen Literatur fremd und betrifft Geschichte, Finanzwesen, Technologie, Pädagogik u. s. w. Von seinen chemischen Werken nenne ich hier die wichtigeren. Aus der Zeit seines Aufenthalts in *München* rühren her die *Acta laboratorii chymici Monacensis seu Physica subterranea*, 1669; dies Werk, bekannter unter dem letztern Titel, den auch die späteren Auflagen

Becher's
Chemische An-
sichten.

Schriften.

Becher's
Schriften.

allein führen, enthielt unter anderm die Grundlage der phlogistischen Ansichten über die Verbrennung; drei Supplementa dazu bilden das Experimentum chymicum novum, quo artificialis et instantanea metallorum generatio et transmutatio ad oculum demonstratur (1671, worin die Erzeugung des Eisens gelehrt wird), die Demonstratio philosophica zu gleichem Zweck (1675), und das Experimentum novum de minera arenaria perpetua (1680, die oben besprochene Goldfabrication betreffend). Seine Theorie über die Zusammensetzung der Körper stellte er concentrirter, als dies in der Physica subterranea geschehen war, in seinem letzten Werke, dem Alphabetum minerale seu viginti quatuor theses Chymicae (1682) zusammen. Die Verbesserung einiger chemischen Geräthschaften lehrt sein Laboratorium portabile (1680). — Becher's Schriften erschienen zuerst in lateinischer Sprache, seinen Styl erkennt er selbst als fehlerhaft an (Excuso latinitatem in hoc opere, quam barbaram esse fateor. Rebus attentus, verba neglexi, sagt er in der Physica subterranea). Der deutschen Uebersetzungen, die immer bald nachfolgten, ungeachtet, wurde seinen Büchern wenig Aufmerksamkeit geschenkt, und erst Stahl lenkte diese darauf hin, indem er zeigte, wie die darin enthaltenen Ansichten zur Erklärung vieler chemischer Erfahrungen treffliche Anhaltspunkte bieten.

Diese Anerkennung und Ausbildung der theoretischen Angaben Becher's fand indeß nicht mehr in dem 17. Jahrhunderte Statt; nur wenig kümmern sich darum die bedeutendsten Chemiker desselben, welche nach Becher und noch gleichzeitig mit Kunkel als Repräsentanten der Chemie zu nennen sind. Einige französische Chemiker haben wir als solche noch aus dieser Zeit anzuführen, bevor wir die weitere Entwicklung der Becher'schen Theorie betrachten können.

Fortschritte
der Chemie in
Frankreich.

Frankreich hatte in dem vorhergehenden Zeitalter keinen Chemiker hervorgebracht, dessen Einfluß auf die Wissenschaft ein entschiedener und selbstständiger gewesen wäre. In dem jetzt zu besprechenden sehen wir größere Theilnahme für die Chemie in diesem Lande, gleichfalls hervorgerufen durch den immer zunehmenden Forschungsgeist, der auch in Frankreich sich in der Bildung einer der einflussreichsten gelehrten Gesellschaften concentrirte.

Pariser Academie.

Schon um die Mitte des 17. Jahrhunderts bildeten sich zu Paris Vereine von Gelehrten, die sich vorzugsweise mit naturwissenschaftlichen Versuchen beschäftigten, allein es fehlte ihnen an öffentlichem Ansehen und an

Unterstützung. Beides wurde der Académie des sciences zu Theil, deren Errichtung, nach dem Muster der kurz zuvor zu London gestifteten Societät, Ludwig XIV. auf des Ministers Colbert Antrag 1666 genehmigte. Doch bestand sie immer noch, wenn auch unter königlicher Protection, eigentlich mehr als Privatgesellschaft, und die Arbeiten ihrer Mitglieder wurden damals noch nicht gesammelt zu bestimmten Zeiten herausgegeben. Erst von 1692 an publicirte die Akademie ihre Mémoires, regelmäßig seit 1699, wo sie als Staatsinstitut anerkannt wurde und eine Reorganisation erhielt. Diese Memoiren, die bis 1793 regelmäßig erschienen, schließen eine Menge Arbeiten ein, welche an der Erweiterung der Chemie und der spätern Umgestaltung ihrer theoretischen Ansichten großen Antheil haben; von der ersten Entstehung der Akademie an war die Scheidekunst in ihr wohl vertreten und ihre Ausbildung vorzüglich berücksichtigt. Unter den Mitgliedern der Gesellschaft aus jener Zeit, deren Betrachtung uns jetzt beschäftigt, sind Homberg und Lemery besonders zu nennen.

Wilhelm Homberg, einer ursprünglich sächsischen Familie angehörig, war 1652 zu Batavia geboren, wo sein Vater in Diensten der ostindisch-holländischen Compagnie stand. Noch sehr jung, als dieser nach Europa zurückkehrte, empfing Homberg seine erste Ausbildung zu Amsterdam; er bestimmte sich dem Studium der Rechte, studirte zu Sena, Leipzig und Prag, und ließ sich 1674 als Advocat zu Magdeburg nieder. Hier beschäftigte er sich nebenbei mit Naturwissenschaften, zuerst mit Botanik und Astronomie, dann mit den physikalischen, worin er hauptsächlich durch den berühmten Otto von Guericke, damals Bürgermeister zu Magdeburg, geleitet und unterstützt wurde. Das zunehmende Interesse an solchen Forschungen ließ endlich Homberg den Entschluß fassen, sich ihnen ganz zu widmen; er gab die Ausübung der Rechtswissenschaft auf und ging nach Italien, wo er längere Zeit zu Padua, Bologna und Rom Naturwissenschaften und Medicin studirte. Von hier reiste er durch Frankreich nach England, wo er mit Boyle befreundet wurde, in dessen Laboratorium er sich einige Zeit mit Chemie beschäftigte. Nach Deutschland zurückgekehrt, erlangte er zu Wittenberg den Doctorsgrad in der Medicin und machte Kunkel's Bekanntschaft. Er bereiste nun Ungarn, ging nach Schweden und von da zum zweiten Mal nach Frankreich, wo er sich an die bedeutenderen Chemiker in Paris ganz angeschlossen. Im Jahr 1682 trat er zu

Homberg.
Leben.

Homburg. der katholischen Religion über und lebte zu Paris bis 1688, wo er wieder nach Rom ging. Während eines mehrjährigen Aufenthalts in dieser Stadt erwarb er sich einen bedeutenden Ruf als Arzt, und als er 1691 nach Paris zurückkehrte, wurde er zum Mitglied der Akademie erwählt. Seine persönlichen Verhältnisse wurden noch mehr gesichert, da ihn 1704 der Herzog von Orleans zu seinem Leibarzt ernannte, welche Stellung er bis zu seinem Tode, 1715, bekleidete.

Theoretische Ansichten.

Homburg hat viele für die Chemie wichtige Entdeckungen gemacht, aber sie stehen zu vereinzelt da, als daß ich hier einen zusammenhängenden Ueberblick über alle geben könnte. Theoretische Ansichten finden sich weniger bei ihm in der Art erörtert, daß die Wissenschaft Vortheil davon gezogen hätte; als Urbestandtheil der Körper nimmt er noch ganz, wie die Alchemisten, Schwefel, Salz und Quecksilber an; hinsichtlich desjenigen Schwefels, den er als Element betrachtet, nähert sich indeß sein Begriff dem, was Becher unter seiner brennbaren Erde verstand. Homburg hielt allen verbrennlichen Antheil jedes Stoffs für Schwefel, und behauptete, er sei gleich in den Pflanzen und in den verbrennlichen Mineralien. Den gemeinen Schwefel hielt er für eine Zusammensetzung von Erde, Säure und verbrennlichem Stoff. Die Annahme dieser letztern beiden Bestandtheile charakterisirt wieder den Anhänger der leitenden Theorie dieses Zeitalters. Uebrigens war auch Homburg noch von der Möglichkeit der Metallverwandlung fest überzeugt; seine Versuche hierüber, und worauf sein Irrthum beruhte, werde ich in der speciellen Geschichte der Alchemie angeben.

Chemische Erfahrungen.

Die Aufzählung einiger praktischen Arbeiten Homburg's zeigt uns, daß er gut zu beobachten, weniger gut aber seine Beobachtungen zu interpretiren verstand. Er entdeckte die Bereitung des Pyrophors durch Calcinirung verbrennlicher Substanzen mit Alaun; er beobachtete die Phosphorescenz des geschmolzenen salzsauren Kalks; ihm gelang es zuerst, die Boraxsäure aus dem Borax durch Vitriolöl abzuscheiden, ohne daß er indeß ihre Natur und ihr Verhältniß zum Borax erkannt hätte, da er sie für ein vitriolisches (Schwefelsäurehaltiges) Salz hielt. Er stellte viele Beobachtungen an über die Entzündung der Oele durch Mischung mit Schwefel- und Salpetersäure, über die leichte Schmelzbarkeit einer Legirung von Zinn, Blei und Wismuth, über die Wirkungen, welche (mittelft eines großen Brennglases hervorgebracht) sehr verstärkte Hitze auf die Metalle und Mineralien ausübt, und

ähnliche Gegenstände. — Den Gehalt an eigentlicher Säure in einer gegebenen Quantität einer Verdünnung derselben lehrte er genauer bestimmen durch Concentriren an einer bestimmten Menge Alkali, und suchte so zugleich auszumitteln, mit wieviel Säure sich eine bestimmte Menge Alkali zu Salz verbindet (auf die Resultate werde ich in der Geschichte der analytischen Chemie und der Stöchiometrie zurückkommen). Auch bemühte er sich, für die Technologie seine Erfahrungen nützlich zu machen; er lehrte die Bereitung von Tusche und Carminlack, verbesserte die Methode für die Scheidung der edlen Metalle, gab einen Firniß an, um Eisen vor Rost zu schützen u. a. So stellte er noch viele einzelne Untersuchungen an, welche indeß in den folgenden Theilen besser Platz finden.

Homberg.
Chemische Erfah-
rungen.

Seine schriftstellerischen Leistungen sind sämmtlich in den Memoiren der Pariser Akademie niedergelegt; die Jahrgänge 1692 bis 1714 enthalten über dreißig Abhandlungen von ihm.

Schriften.

Homberg's College in der Akademie war Nicolaus Lemery, der sich gleichfalls einen in der Geschichte der Chemie geehrten Namen zu erwerben wußte. Dieser war 1645 zu Rouen geboren, und zeigte schon frühe große Neigung zur Scheidekunst. Er bestimmte sich deshalb dem Apothekerstande, und kam zu einem Verwandten seines Hauses, der diese Kunst betrieb, in die Lehre; aber der Unterricht, den er hier empfing, genügte ihm nicht. Er ging 1666 nach Paris, wo ihm aber auch die geistlosen Beschäftigungen der damals berühmtesten Chemiker dieser Stadt wenig zusagten und sein strebender Geist unbefriedigt blieb. Bald verließ er Paris wieder, und ließ sich zu Montpellier nieder, wo er die Heilkunde ausübte, und zugleich sich mit dem Unterricht junger Leute in der Chemie abgab. Mehrere Jahre hindurch lag er diesen Beschäftigungen ob, und sein Ruf als Lehrer der Chemie hatte sich bereits ziemlich fest begründet, als er 1672 nach Paris zurückkehrte. Hier errichtete er nun eine Officin, deren Ertrag ihm reichliches Auskommen sicherte, und hielt öffentliche Vorlesungen über Chemie, welche stark besucht wurden und den Ruhm seiner Gelehrsamkeit in alle Classen der Gesellschaft und weithin trugen; von dem Auslande her strömten Wißbegierige zu, um seinen Unterricht zu genießen. Aber nur wenige Jahre genoß er dieses glücklichen Zustandes. Schon 1681 begannen die Verfolgungen gegen ihn wegen seiner Religionsmeinungen (er war Pro-

N. Lemery.
Leben.

Dr. L e m e r y.
Leben.

testant); doch hielt er sich noch in Frankreich für sicher und lehnte einen Ruf nach Berlin ab, wohin ihn der Kurfürst von Brandenburg als Professor der Chemie zu gewinnen wünschte. Allein schon 1683 mußte er nach England flüchten, wo ihn Karl II. wohlwollend aufnahm. Inzwischen schien sich die Aufregung in Frankreich gelegt zu haben, und L e m e r y kehrte 1684 zurück, hoffend, er werde nun, wenn auch nicht als Lehrer der Wissenschaft, doch als Arzt geduldet werden. Er erwarb sich auf der Universität zu Caën den Rang eines Doctors der Medicin, und trat wieder als praktischer Arzt in Paris auf. Aber noch fand er keine Ruhe; die Aufhebung des Edikts von Nantes (1685) entzog den Protestanten das Recht, die Arzneiwissenschaft ausüben zu dürfen, und L e m e r y sah sich so mit seiner Familie dem Mangel und der Verfolgung preisgegeben. So widrige Umstände zu ertragen, war er nicht stark genug; 1686 opferte er seine Ueberzeugung und trat zur katholischen Religion über; obgleich selbst nach diesem Schritt die medicinische Facultät und das Gremium der Apotheker ihm anfangs die Aufnahme versagten, wurden ihm nun doch später wieder die früheren angenehmen Verhältnisse zu Theil. Als Arzt und Chemiker gewann er bald wieder großes Ansehen; 1699 wurde er in die Akademie aufgenommen, deren thätiges Mitglied er bis zu seinem Ende (1715) blieb.

Chemische Kennt-
nisse.

L e m e r y's Verdienste um die Chemie sind auf einige eigene neue Wahrnehmungen, besonders aber auf thätige Verbreitung der Wissenschaft begründet. — An der Ausbildung der theoretischen Ansichten hat er nur wenig Antheil; wie B o y l e und K u n k e l schrieb er die Gewichtszunahme bei Verkalkung der Metalle auf Rechnung eines ponderablen Feuerstoffs. Seine Experimentaluntersuchungen behandeln alle sehr vereinzelte Gegenstände; ich erwähne hier nur, daß er die zu seiner Zeit noch sehr gangbare Ansicht widerlegte, in dem Quecksilbersublimat rühre die ägende Eigenschaft von einem Gehalt an Vitriolsäure her; seine Arbeiten über Kuhharn, Kelleraffeln und ähnliche Gegenstände zeigen die Art, wie man zu jener Zeit Analysen organischer Stoffe auszuführen suchte, können indeß hier nicht weiter besprochen werden. — Was L e m e r y noch auszeichnete, war die Anwendung, welche er von seinen chemischen Kenntnissen zur Erklärung von bisher räthselhaften Naturerscheinungen zu machen wußte; so wandte er seine Beobachtung, daß Eisenseile mit Schwefel feucht gemengt sich erhitzt, und bei größeren Mengen wohl gar Entzündung eintreten kann, zur Er-

klärung der vulkanischen Erscheinungen an, und betrachtete zuerst diese als auf einem chemischen Proceß beruhend. N. Lemer y.

Seine Entdeckungen hat Lemer y in mehreren Abhandlungen mitgetheilt, welche in den Memoiren der Pariser Akademie für die Jahre 1700 bis 1712 enthalten sind. — Eine große Reihe von Versuchen über das Antimon und die Präparate aus demselben beschrieb er 1707 in seinem *Traité de l'antimoine*. Sein Hauptwerk aber, das ihn vorzüglich berühmt gemacht hat, ist das Lehrbuch der Chemie, welches er unter dem Titel: *Cours de chymie*, zuerst 1675 publicirte, ein Buch, welches alle seiner Zeit bekannten chemischen Wahrnehmungen umfaßte und durch einen innern Zusammenhang zu verknüpfen suchte. Lemer y's *Cours de Chymie* war viele Jahre hindurch das beste Lehrbuch der Chemie, und selbst, als diese Wissenschaft bedeutend weiter vorgeschritten war, wurde noch das Vortreffliche der ursprünglichen Anlage dieses Werks, wie sie Lemer y construiert hatte, anerkannt, und in neuen Ausgaben die späteren Entdeckungen dem alten Plan nur eingeschaltet. Noch während des Verfassers Lebzeiten wurde der *Cours de chymie* dreizehnmal aufgelegt, und noch 1756 erschien in Frankreich unter dem alten Titel eine freilich nunmehr sehr veränderte Ausgabe dieses Buchs. Auch außerhalb Frankreich sicherte die Vorzüglichkeit desselben ihm weite Verbreitung, wie viele Uebersetzungen in die lateinische, deutsche, englische, französische und spanische Sprache beweisen; es schien sogar im Auslande sich noch länger sein Ansehen zu erhalten, da noch 1763 eine neue italienische Ausgabe desselben veranstaltet wurde. Schriften.

Mit Nicolaus Lemer y ist nicht sein Sohn Ludwig Lemer y zu verwechseln, der sich ebenfalls als Chemiker bekannt gemacht hat, hier indefs nur kurz zur Unterscheidung angeführt werden mag. L. Lemer y war 1677 zu Paris geboren, war Arzt und Mitglied der Akademie und starb 1743; ich werde in den folgenden Theilen mehrere Entdeckungen von ihm anzuführen haben; seine Schriften sind in den Memoiren der Pariser Akademie für die Jahre 1701 bis 1743 enthalten. L. Lemer y.

Von den bisher genannten Chemikern hatte keiner eine umfassendere Theorie in die Chemie einzuführen gesucht; in Becher's Schriften waren zwar die Grundzüge einer solchen enthalten, aber er wußte seine Ansicht nicht zu der herrschenden zu erheben; unter den anderen kam ihm Homberg Begründung der Phlogistontheorie in Deutschland.

Begründung der
Phlogistontheorie
in Deutschland.

hinsichtlich seiner Meinungen über die Verbrennung am nächsten, aber auch durch diesen wurde die Theorie der Chemie noch nicht festgestellt. Mit dem Ende des 17. Jahrhunderts aber sehen wir in Deutschland die Andeutungen Becher's wieder aufgenommen und zu einer Theorie entwickelt, welcher bald ungetheilte Beistimmung aller Chemiker zu Theil wird.

Die Entwicklung der Chemie lehnt sich jetzt vorzugsweise an diese Theorie an; um ihre Ausbildung zu verfolgen, muß ich indeß in der folgenden Darstellung weniger die streng chronologische Aufeinanderfolge der Chemiker betrachten, als vielmehr den Zusammenhang, in welchem die verschiedenen Chemiker zu einander stehen. Von Deutschland geht die Zusammenfassung der wichtigsten chemischen Erfahrungen in Eine Theorie aus, und die deutschen Chemiker dieses Zeitalters folgen sich in einer Reihe, die sich nicht wohl unterbrechen läßt; in Frankreich wird diese Theorie sogleich angenommen, und gleichfalls von einer Reihe Chemiker bearbeitet, deren Thätigkeit in einem fortlaufenden Zusammenhange steht. Gegen das Ende dieses Zeitalters werden in Schweden und England chemische Untersuchungen ausgeführt, zunächst noch an die bisherige Theorie sich anlehnend, aber den Uebergang zu einer neuen vermittelnd; die Gelehrten je eines Landes üben gleichfalls den größten Einfluß auf einander aus. So gestaltet sich die Darstellung der Fortschritte der Chemie in dem Rest dieses Zeitalters zu der Betrachtung verschiedener Gruppen von Gelehrten, welche wir nach einander durchgehen wollen, ohne jedoch das Gemeinsame, was die gleichzeitigen Chemiker verbindet, aus den Augen zu verlieren.

In Deutschland kommen die theoretischen Ansichten Becher's zuerst zur weitem Ausbildung, und zwar stehen die deutschen Chemiker dieser Periode alle mit Einem Centrum in weiterer oder engerer Verbindung, von wo aus für Deutschland während dieser Zeit die Bearbeitung der Chemie besonders gefördert wird. Berlin ist für sie dieser Mittelpunkt während des Zeitalters der phlogistischen Theorie, und die Reihe ausgezeichneter Chemiker, welche jetzt an die wissenschaftlichen Anstalten dieser Stadt sich zu knüpfen beginnt, zieht sich in einer ununterbrochenen Reihe auch durch das folgende Zeitalter hindurch bis auf unsere Tage fort.

Berliner Akade-
mie.

Auf den Betrieb von Leibniz hatte im Jahre 1700 König Friedrich I. eine Akademie der Wissenschaften errichtet, welche von 1710 an ihre Denkschriften unter dem Titel *Miscellanea Berolinensia* in unregelmäßigen Zwischenräumen herausgab. Nach ihrer, durch Friedrich II. 1744

eingeführten, Reorganisation wurden von 1746 an ihre Arbeiten jährlich publicirt, in diesem Zeitalter in französischer Sprache, bis 1770 unter dem Titel: *Histoire de l'Académie Royale -- avec les Mémoires - de cette Académie*, von da an als *Nouveaux Mémoires de l'Académie Royale*. Die Chemiker, welche diesem Institute angehörten, haben wir für die Zeit bis 1780 etwa als die Repräsentanten der in Deutschland herrschenden Ansichten zu betrachten.

Der erste Chemiker, den wir hier als den Führer sämmtlicher folgenden anzuerkennen haben, ist Georg Ernst Stahl. Er war 1660 zu Ansbach geboren; der Arzneikunde sich widmend, studirte er zu Jena, wo er 1683 promovirte und sogleich selbst als akademischer Lehrer auftrat. Von dem Herzog Johann Ernst von Sachsen-Weimar wurde er 1687 zu seinem Leibarzt ernannt. Nach der Errichtung der Universität zu Halle (1693) wurde Stahl dahin als zweiter ordentlicher Professor der Medicin berufen. Hier wurde er Lehrer einer Menge ausgezeichneten Männer, welche das Studium der Naturwissenschaften betrieben und denen er Liebe zur Chemie einzupflanzen wußte; er bildete hier die Schüler, welche später den eifrigsten Antheil an der Verbreitung der Stahl'schen Theorie und der Ausbildung der Chemie genommen haben. Zweiundzwanzig Jahre lehrte er zu Halle mit dem größten Beifall, bis er 1716 als königlicher Leibarzt nach Berlin berufen wurde. Von seinem Aufenthalt in Berlin her datiren noch mehrere ihm zugehörige chemische Schriften; seinem eifrigen und erfolgreichen Streben setzte der Tod 1734 eine Grenze.

Stahl.
Leben.

Stahl's wissenschaftlicher Charakter war ehrenwerth in jeder Beziehung, wenn man ihn gleich des Hochmuths beschuldigte, und allerdings Verachtung der Andersdenkenden und selbstgefällige Hervorhebung seiner eigenen Verdienste und Ansichten in seinen Schriften öfters nicht zu verkennen ist. Aber wie sehr die Erforschung der Wahrheit das einzige Ziel war, welches seine Bestrebungen leitete, zeigt sich in der scharfen Sonderung seiner verschiedenartigen Kenntnisse, wo er nie seine Einsicht in Eine Wissenschaft dazu anwandte, sein Ansehen in einer andern zu heben. Obgleich als Arzt ausgezeichnet, wie er denn in der Geschichte der Medicin einen ehrenvollen Rang behauptet, und als Chemiker unbestreitbar der erste seiner Zeit, versuchte Stahl doch nicht eine Verschmelzung dieser Wissenschaften, wie

Allgemeiner
Charakter.

Stahl.
Allgemeiner Char-
akter.

es die Mediciner des frühern Zeitalters zur Aufstellung blendender Systeme gewagt hatten. Mit gesundem Sinn begriff er den Unterschied zwischen den Vorgängen im thierischen Organismus und rein chemischen Processen; und je genauer er diese kannte, um so mehr sah er ein, daß jedenfalls die Kenntniß derselben noch nicht weit genug gediehen war, um eine allein darauf gegründete Erklärung aller physiologischen Erscheinungen zu gestatten. Zugleich aber auch erkannte er die Chemie als eine Wissenschaft, welche mit Liebe zu bearbeiten, es keines andern Zweckes als den ihrer eigenen Ausbildung bedarf. — Wahrheitsliebend zeigte sich Stahl in jeder Hinsicht; auf Anderer Kosten sich Ruhm zu erwerben, verschmähte er, und wo er die Aeußerungen Früherer zum Ausgangspunkt seiner Betrachtungen machte, schrieb er jenen eher mehr Verdienst zu, als daß er es geschmälet hätte; verkleinerte er selbst den eigenen Antheil, den er an der Ausbildung einer Lehre hatte, um den seiner Vorgänger zu vergrößern. Wahrheitsliebend zeigte er sich noch, indem er keinen Anstand nahm, selbst gehegte Irrthümer zu berichtigen; so sehen wir ihn in seinem Alter vor der Alchemie warnen, welche in früherer Zeit von ihm vertheidigt worden war; er hatte in seiner Jugend die Ueberzeugung von der Möglichkeit der Metallverwandlung, von der Wahrscheinlichkeit, daß Mittel, sie zu bewirken, darstellbar seien, öffentlich bekannt, aber sobald er richtigere Ansichten gefaßt hatte, sprach er auch ebenso offen über die Ungereimtheit, an eine Verwandlung einer übergroßen Menge unedlen Metalls in edles durch eine winzige Menge des Steins der Weisen zu glauben, rieth Jedermann ab, sich mit der Auffuchung dieser leßtern Substanz zu befassen, und weit entfernt, sein früheres Vorurtheil bemänteln zu wollen, stellte er sich selbst als Beispiel dar, wie nur mit geringer Sachkenntniß Zutrauen zu der Alchemie bestehen kann.

Theoretische
Ansichten.

Viel genauer, als irgend einer der im Vorstehenden genannten Chemiker, faßte Stahl die Erklärung der Erscheinungen auf, welche sich bei dem Erhitzen von Metallen oder brennbaren Körpern überhaupt zeigen. Becher's Annahme, daß auch in den Metallen ein verbrennlicher Stoff enthalten sei, gewann in Stahl's Betrachtung erst ihr rechtes Gewicht, wenn gleich dieser das Hauptverdienst für Becher bewahren will, und sich nur als Commentator hinstellt. *Becheriana sunt, quae profero*, sagt Stahl, aber es bedurfte eines solchen Auslegers; um die phlogistische Theorie einzuführen. — Nach Stahl muß in allen verbrennlichen Körpern ein und derselbe Be-

standtheil enthalten sein, welcher ihnen die gemeinsame Eigenschaft, die Verbrennlichkeit, mittheilt. Als solchen kann man Becher's brennbare Erde, die Stahl bestimmter definirte und als Phlogiston bezeichnete, ansehen. Ein Körper, welcher nicht verbrennlich ist, enthält nach Stahl kein Phlogiston, ein leicht verbrennlicher hingegen viel; Verbrennung, bei den Metallen Verkalkung, ist Abscheidung des Phlogistons; was dabei zurückbleibt, war in dem verbrannten Körper mit Phlogiston verbunden, so Phosphorsäure in dem Phosphor, Schwefelsäure in dem Schwefel, Metallkalke in den Metallen. Erhitzen eines Körpers, der reich an Phlogiston ist, mit einem solchen, der gar keins enthält, trägt es auf letztern über und macht diesen zu einer verbrennlichen Substanz; daher die Gewinnung von Phosphor aus Phosphorsäure, von Metallen aus Metallkalcken, durch Erhitzen mit Kohle.

Stahl.
Theoretische An-
sichten.

Dieses Resümé der Phlogistontheorie, soweit sie Stahl ausbildete, mußte ich hier nochmals anführen, um die folgenden Ansichten desselben besser würdigen zu lassen. — Stahl nahm bei der Entwicklung seiner Theorie keine Rücksicht darauf, daß die Metalle, welche beim Verkalken Phlogiston verlieren sollen, doch an Gewicht zunehmen, obgleich er diese Thatsache sehr wohl kannte. Es beweist dies deutlich, wie wenig die quantitativen Verhältnisse in diesem Zeitalter zur Entscheidung über die Gültigkeit einer Theorie berechtigt schienen; Stahl spricht selbst davon, daß jener Umstand Statt hat; er sucht ihn nicht zu verbergen aber auch ihn nicht als Einwurf zu beseitigen; also sah man darin keinen Beweis gegen die Richtigkeit seiner Ansicht. Er spricht aus, daß bei der Verkalkung das Phlogiston weggeht, »obgleich« eine Gewichtszunahme beobachtet wird; bei der Reduction wird es wieder aufgenommen, und »nichts destoweniger« zeigt sich eine Gewichtsabnahme. Uebrigens war die Meinung, daß dies nur auf dem Zutritt und Fortgang von ponderabler Feuermaterie bestehe, noch immer die herrschende.

Das Phlogiston ist nach Stahl auch die Ursache noch anderer Eigenschaften; der Gehalt an demselben bedingt nach ihm die Farbe, ohne daß jedoch ein Zusammenhang zwischen beiden bestimmter dargethan wird. Auch chemische Eigenschaften der verschiedenen Körper sind durch den Gehalt an Phlogiston bedingt, und Stahl stellt namentlich zwei Ansichten auf, von denen die eine, wahre, erst lange nach ihm anerkannt, die andere, falsche, auch erst einige Zeit nach ihm widerlegt wurde. Er sagt, Metalle seien

Stahl.
Theoretische An-
sichten.

nur mit Schwefel oder Säuren verbindbar, so lange sie einen Gehalt an Phlogiston hätten; kein Metall, was seines Phlogistons ganz beraubt sei (kein Dryd nach unserer Sprache), nehme noch Schwefel auf. So richtig dies war, so falsch urtheilte Stahl, wenn er weiter sagt, kein seines Phlogistons beraubtes Metall sei mit Säuren verbindbar, wie man daran sehen könne, daß recht ausgebrannte Metallkalke, z. B. Eisenoryd, von Säuren nicht mehr angegriffen würden. Diese falsche Ansicht, daß sich ein Metall nur im regulinischen Zustande mit Säure verbinde, wurde noch einige Zeit beibehalten; jedenfalls indeß kann man von Stahl nicht verlangen, daß er die Umwandlung der Dryde durch starke Hitze in schwerlösliche Modificationen hätte kennen sollen.

Chemische Erfah-
rungen.
Ueber die Ver-
wandtschaft.

In dem Vorhergehenden zeigt sich schon, daß Stahl zu beobachten wohl verstand; wir sehen dies noch besser, wenn wir die einzelnen praktischen Entdeckungen durchgehen, womit er die Chemie bereichert hat. Für die Affinitätslehre hat er mehrere gute Angaben geliefert, so z. B. über die Reihenfolge der Verwandtschaftsgröße, in welcher die verschiedenen Metalle zu den Säuren im Allgemeinen stehen; über die Ordnung, in welcher ein Metall bei erhöhter Temperatur aus einem andern Schwefelmetall den Schwefel abscheidet und mit sich vereinigt, über die Affinitätsreihe der Säuren zu Alkali. Er hatte über den Vorgang bei solchen Zersetzungen sehr richtige Begriffe, und kannte selbst die Wirkungen der gegenseitigen Affinität, wie verschieden nämlich, und oft dem Erfolg nach geradezu entgegengesetzt, sich die Zersetzungserscheinungen bei verschiedenen Temperaturen äußern. In der speciellen Geschichte der Verwandtschaft werde ich auf seine hierhergehörigen Erfahrungen weitläufiger zurückkommen.

Ueber Säuren.

Ueber viele Säuren hatte Stahl genauere Kenntnisse, als irgend einer vor ihm; er lehrte zuerst die Natur der Dämpfe kennen, welche bei Verbrennung des Schwefels entstehen; er zeigte, daß sich eine, wenn auch schwache, Säure bildet, welche er zugleich richtig dahin bestimmte, daß sie phlogistifirte Schwefelsäure (Schwefelsäure, welcher Sauerstoff entzogen ist) sei. Er zuerst beobachtete die Entzündbarkeit der möglichst concentrirten Essigsäure; statt der bis dahin gebräuchlichen Weise, möglichst starken Essig durch Destillation von Grünspan oder Bleizucker zu gewinnen, schlug er bereits den richtigern Weg ein, rohen verdünnten Essig an Laugensalz zu binden, zur Trockne zu verdampfen und mit Bitriolöl

zu destilliren, oder auch diese letztere Operation geradezu mit Bleizucker vorzunehmen.

Stahl's
Chemische Erfab-
rungen.

Stahl's theoretische Ansichten über die Alkalien und ihr Verhältniß zu den Erden sind unklar, sofern er die ersteren nur für verfeinerte Erden erklärte, und annahm, beide Arten von Körpern könnten in einander übergehen. Wichtiger sind seine Beobachtungen über einzelne basische Substanzen, deren Eigenthümlichkeit er zuerst einsah, ohne sie indeß evidenter zu beweisen. Er bereite gab an, in dem Kochsalz stecke ein eigenes Alkali, dessen Verbindung mit Salpetersäure er von dem gewöhnlichen Salpeter durch die Krystallform unterschied; und die Alaunerde glaubte er gleichfalls als eine eigene Erde ansehen zu dürfen. Die Beweisführung theilte er indeß nicht mit und mit Recht wird deshalb anderen Chemikern das Verdienst zugeschrieben, die Eigenthümlichkeit dieser beiden Basen zuerst bewiesen zu haben.

Ueber Alkalien.

Viele andere Beobachtungen finden sich noch in Stahl's Schriften, wovon ich die meisten erst in der Folge anführen werde. Ich bemerke hier noch, daß seine Ansichten über die Gährung den Weg zu einem richtigern Verständniß bahnten, indem er diesen Vorgang als eine Auflösung des gährenden Körpers in seine Bestandtheile und als eine Zusammensetzung dieser zu neuen, beständigeren, Verbindungen ansah. Für die Lehre von den Metallen war seiner Zeit die Erinnerung noch nöthig, daß sich mit einem regulinischen Metall ein anderes gleichfalls nur im regulinischen Zustande verbindet, und daß somit bei der Messingbereitung das Kupfer nicht den ganzen Galmei, sondern nur das darin enthaltene Zink aufnimmt. — Von Wichtigkeit für die Begründung seiner Verbrennungs-Theorie war, daß er aus schwefelsauren Salzen den Schwefel wieder herzustellen wußte; er glühte schwefelsaures Alkali mit Kohle, um der Säure Phlogiston zuzuführen und so Schwefel zusammenzusetzen; die entstandene Schwefelleber fällt er mit Essig. Auch die auflösende Kraft, welche Schwefelleber auf Metalle äußert, kannte er, und es ist bezeichnend für den Geist seines Zeitalters, daß er, auf diese Kenntnisse gestützt, dadurch die Geschichte zu erklären suchte, auf welche Art Moses das goldene Kalb verbrannt, aufgelöst und den Israeliten zu trinken gegeben habe. Daß Salpeter, für dessen Gewinnung er brauchbare Vorschriften gab, in mehreren Pflanzen schon gebildet enthalten ist, wußte er gleichfalls. Interessant ist noch seine Kenntniß der

Einzelne
Beobachtungen.

Stahl.

Eisensäure (der Auflösung von Eisen in Alkali, sagte man damals); er bereits wußte, daß, wenn man Eisen mit Salpeter verkalst und die Masse in Wasser gießt, das vom Salpeter übrig bleibende kaustische Alkali einen Theil des Eisens mit Amethyst- oder Purpurfarbe aufgelöst hält. Als eine zweite Vorschrift dafür gab er an, sehr verdünnte Lösung von Eisen in Salpetersäure nach kleinen Portionen in starke Kalilauge zu gießen, wo sich beim Umschütteln alles Eisen mit blutrother Farbe auflöse.

Schriften.

So sehen wir mehrere später wieder vergessene und dann neu entdeckte Thatfachen in Stahl's Schriften bereits erwähnt. Es sind diese letzteren sehr zahlreich; ein großer Theil gehört der medicinischen Literatur an; ich nenne hier folgende, als die für die Chemie bedeutenderen. Die Sprache derselben ist oft sehr incorrect, der Styl manchmal verworren, gelehrte Citate bot er wenig; Stahl selbst erkannte dies an, aber er habe, sagt er, keine Zeit gehabt, sich im Schulstaube zu wälzen und antiquarische Bibliotheken zu durchkriechen. Seine schriftstellerische Laufbahn in Beziehung zur Scheidekunst bezeichnete zuerst 1697 seine *Zymotechnia fundamentalis, seu fermentationis theoria generalis, qua nobilissimae hujus artis — — causae et effectus — — eruuntur simulque experimentum novum sulphur rerum arte producendi et alia utilia experimenta atque observata inseruntur*. Hierin bereits wurde die von Becher aufgestellte Meinung als die einzig richtige behauptet, daß der Proceß der Schwefelbildung aus Schwefelsäure und die Metallreduction ganz analoge Erscheinungen seien. In demselben Jahre begann er eine chemische Monatschrift: *Observationes chymico-physico-medicae mensibus singulari hono cum Deo continuandae*, welche indeß bald rein medicinischen Inhalts und dann nicht weiter fortgesetzt wurde. — Zur Einführung der Phlogistontheorie gab er zuerst Becher's *Physica subterranea* 1702 neu heraus, ein opus sine pari, primum hactenus et princeps, wie er es auf dem Titel nannte; als Anhang fügte er, zur weitern Begründung und Entwicklung der Becher'schen Ansichten, ein *Specimen Becherianum, fundamenta, documenta et experimenta sistens*, hinzu. Vieles darüber enthalten noch seine »Zufällige Gedanken und nützliche Bedenken über den Streit von dem sogenannten sulphure« (1718), und seine *Experimenta, observationes, animadversiones, CCC numero, chymicae et physicae* (1731). Von seinen anderen Schriften mag noch, als wichtige chemische

Beobachtungen enthaltend, genannt werden seine »Ausführliche Betrachtung und zulänglicher Beweis von den Salzen, daß dieselben aus einer zarten Erde mit Wasser innig verbunden bestehen,« welche erst nach des Verfassers Tode (1738) gedruckt wurde. — Noch bei Stahl's Lebzeiten und auch nachher gaben einige seiner Schüler unter des Lehrers Namen die Vorlesungen heraus, in welchen er seine eigenen Ansichten und Entdeckungen mit den schon früher bekannten zusammenstellte; so erschienen 1721 *Fundamenta Chymico-pharmaceutica*, 1723 *Fundamenta Chymiae dogmaticae et rationalis*, 1720 *Chymia rationalis et experimentalis*, 1732 *Fundamenta Chymiae dogmaticae rationalis et experimentalis*, sämmtlich mit Stahl's Namen gestempelt, aber keineswegs von ihm selbst zum Druck ausgearbeitet. — Noch viele andere Schriften seiner Schüler trugen dazu bei, Stahl's chemische Ansichten weiter zu verbreiten; vieles Ansehen genoß namentlich seiner Zeit als Lehrbuch Juncker's *Conspectus Chymiae theoretico-practicae*, welcher zuerst 1730 herauskam und oft aufgelegt wurde; durch die Uebersetzung dieses Werks von Demachy, unter dem Titel: *Elements de chymie, suivant les principes de Becher et Stahl*, wurde hauptsächlich die Phlogistontheorie in Frankreich einheimisch gemacht, wozu indeß einige Uebersetzungen einzelner Schriften Stahl's schon vorgearbeitet hatten. — Bei der Geschichte der Lehrbücher im II. Theil werde ich auf diese für die Systematisirung der chemischen Thatsachen in der damaligen Zeit charakteristischen Bücher zurückkommen.

Stahl.
Schriften.

Gleichzeitig mit Stahl, und in naher, wenn auch nicht immer freundschaftlicher Beziehung zu diesem, wirkte Friedrich Hoffmann, der sich ebenfalls um die Chemie genugsame Verdienste erworben hat, um als einer der hauptsächlichsten Beförderer derselben hier besprochen zu werden. Hoffmann war 1660 zu Halle geboren, wo sein Vater Stadtarzt war. Gründlich ausgebildet, namentlich in der Mathematik mit ausgezeichneten Kenntnissen versehen, bezog er 1678 die Universität Jena, um Medicin zu studiren, und promovirte daselbst 1681. Alsbald begann er an dieser Anstalt Vorlesungen zu halten, welche hauptsächlich Chemie zum Gegenstande hatten. Doch dauerte seine Wirksamkeit zu Jena nicht lange; zur Wiederherstellung seiner Gesundheit, welche durch anhaltende Anstrengung erschüttert war, machte er 1682 eine Erholungsreise nach Minden, wo er Verwandte hatte, und von da nach England, wo er mit Robert Boyle persönlich

Hoffmann.

Leben.

Hoffmann.
Leben.

bekannt wurde. Sein Aufenthalt in Minden veranlaßte, daß er 1685 dahin als Garnisons- und Stadtarzt berufen wurde; er vertauschte diese Stellung 1688 mit einer gleichen zu Halberstadt. An dem letztern Ort zeichnete er sich als geschickter und glücklicher Arzt aus, und sein Ruf vergrößerte sich so schnell, daß er 1693 bei der Errichtung der Universität zu Halle als erster Professor der Medicin dahin berufen wurde. Hoffmann zeigte sich der Auszeichnung würdig; fern von aller Eifersucht suchte er für die noch unbefetzten Stellen Männer zu gewinnen, welche der Universität und der Wissenschaft nützliche Thätigkeit erproben würden. So verdankte ihm Stahl seine Berufung nach Halle, und ein freundschaftliches Verhältniß entspann sich zwischen beiden, was indeß bald durch Meinungsverschiedenheit über wissenschaftliche Gegenstände gestört wurde. Achtundvierzig Jahre lang lehrte Hoffmann zu Halle mit dem ausgezeichnetsten Beifall, stets eifrig den Pflichten seines Berufs obliegend und für das Beste der Universität wirkend; nur wenige Jahre (1709 — 1712) war er von Halle abwesend, wo ihn König Friedrich Wilhelm als Leibarzt nach Berlin berufen hatte. Hier indessen Unannehmlichkeiten mit seinen Amtsgenossen ausgeföhrt, kehrte Hoffmann bald an seinen eigentlichen Wirkungsort zurück, wo er durch die Verbindung mit den angesehensten Instituten ausgezeichnet (er war Mitglied der Cäsaroleopoldinischen, der Berliner, Londoner und anderer Akademien) in seinem dreiundachtzigsten Lebensjahre (1742) starb.

Theoretische Ansichten.

Ähnlich wie Stahl, wußte auch Hoffmann das Verhältniß richtig zu beurtheilen, welches der Chemie nach dem damaligen Zustande ihrer Ausbildung zu anderen Wissenschaften einzuräumen war. Bei seiner ausgezeichneten Gelehrsamkeit in der Medicin und dem großen Ruf, den er als Arzt genoß, versuchte er doch nicht, seine chemischen Kenntnisse zur Grundlage seiner medicinischen Ansichten zu machen; am nachdrücklichsten vielmehr unter den Aerzten der damaligen Zeit bestritt er das chemisch-medicinische System des frühern Zeitalters, zeigte er die willkürlichen Annahmen der Zastrochemiker und das Ungereimte der Meinung, alle Krankheiten nur von einem Vorwalten der Säure oder des Laugensalzes ableiten zu wollen. Er bewies, daß keine dieser Substanzen, in den meisten Fällen, wo sie die Zastrochemiker voraussetzen, wirklich vorhanden ist, und wurde so, für Deutschland wenigstens, zu einer der bedeutendsten Autoritäten gegen die chemisch-medicinische Lehre. — Von seinen theoretischen Ansichten aus der Chemie

haben wir hier zunächst die über die Verbrennung zu berücksichtigen. Im Allgemeinen nimmt Hoffmann die Stahl'sche Theorie an, und betrachtet namentlich als einen überzeugenden Beweis dafür, daß der Schwefel aus Säure und Phlogiston bestehe, die Entstehung der erstern durch Verbrennung des Schwefels. Was hingegen die Verkalkung und die Reduction der Metalle angeht, so ist Hoffmann anderer Meinung als Stahl; er hält es für wahrscheinlicher, daß bei der Reduction nicht sowohl dem Metallkalk ein Stoff zugeführt wird, als vielmehr, daß sich eine in dem Metallkalk bisher enthaltene Substanz davon trennt. Er stellt hierfür die Ansicht auf, daß in den Kalken ein saures Princip mit dem Metall vereinigt ist, dessen Entfernung den Uebergang in den regulinischen Zustand zur Folge hat. Ueber dieses saure Princip, *sal acidum*, wie er es nennt, äußert er indeß nichts Genaueres; er giebt es im Allgemeinen als eine Art Schwefelsäure an. Diese theilweise richtigere Betrachtung des Verkalkungs- und Reductionsprocesses hat übrigens offenbar wenig Wichtigkeit; Hoffmann suchte mit dieser einzelnen Erklärung nicht seine Ansichten über Verbrennung überhaupt in Uebereinstimmung zu bringen; seine Behauptungen stehen sogar dem entgegen, was eigentlich den Werth der Phlogistontheorie und jeder folgenden allgemein angenommenen Verbrennungstheorie ausmacht, nämlich die Verbrennung und Verkalkung als ganz gleichartige Vorgänge zu betrachten, und eine und dieselbe Erklärung darauf anzuwenden.

Hoffmann.
Theoretische
Ansichten.

Der empirische Theil der Chemie verdankt Hoffmann mehrere wichtige Erweiterungen. Als solche sind hervorzuheben die Nachweisung, daß die Bittererde und die Alaunerde, welche man bis dahin als mit der Kalkerde bis auf Zufälligkeiten identische Erden betrachtet hatte, eigenthümliche und vom Kalk verschiedene Körper sind. Wenn freilich auch seine Untersuchung noch der Art war, daß spätere Bestätigungen über die Verschiedenheit dieser Substanz keineswegs überflüssig erschienen, so gehörte doch zu Hoffmann's Zeit eine gründliche Kenntniß der verschiedenen Stoffe dazu, einen Unterschied derselben mit Bestimmtheit zu behaupten. Als Kennzeichen dienten ihm vorzüglich die physikalischen Eigenschaften im reinern Zustande, und dann der Geschmack der Salze; die chemischen Reactionen wurden wenig berücksichtigt und sogar ziemlich unrichtig von ihm angegeben. — In seinen Bemühungen, die Mineralwasser zu zerlegen, um ihre wirksamen Bestandtheile kennen zu lernen, ist mehr die Absicht als der Erfolg anzu-

Chemische Er-
fahrungen.

Hoffmann.
Chemische
Erfahrungen.

erkennen; der Grund, welchen Boyle zu derartigen Untersuchungen gelegt hatte, war noch zu wenig bearbeitet worden, als daß genauere Resultate erlangt werden konnten. Doch hat Hoffmann das Verdienst, als charakterisirenden Bestandtheil aller Sauerbrunnen einen und denselben Bestandtheil, seinen Spiritum sulphureum oder Principium spirituosum, erkannt zu haben; er theilte die Mineralwasser zuerst nach ihrem chemischen Gehalt in alkalische, eisenhaltige, Bitterwasser und Salzwasser; er entdeckte in dem Seidlitzer Mineralwasser das Bittersalz. — Noch viele einzelne Beobachtungen ließen sich von ihm hier anführen; er hauptsächlich machte auf die eigenthümlich giftigen Wirkungen des Kohlendampfs aufmerksam; für die Bereitung des Salpeter- und Schwefeläthers gab er verbesserte Vorschriften, wie denn die Auflösung des letztern in Weingeist durch den noch gebräuchlichen Namen liquor anodinus Hoffmanni oder Hoffmann'sche Tropfen an ihn erinnert.

Schriften.

Hoffmann war ein ausgezeichnet thätiger Schriftsteller, der namentlich die medicinische Literatur mit schätzbaren Werken bereicherte; seine opera omnia physico-medica füllen in den verschiedenen Ausgaben 11 bis 27 Bände. Der Styl in allen seinen Schriften ist klar und bestimmt; im Allgemeinen wird strenge Consequenz — die namentlich seinen medicinischen Arbeiten einen großen Anschein von Gründlichkeit mittheilend, diese mit dem lebhaftesten Beifall aufnehmen ließ — an ihm anerkannt; daß in seinen chemischen Erklärungen diese manchmal vermisst wird, hatten wir oben Gelegenheit wahrzunehmen. Seine Mittheilungen chemischen Inhalts sind in einer Menge von Abhandlungen zerstreut; die wichtigsten sind in einer Sammlung zusammengestellt, welche den Titel führt: Observationum physico-chymicarum selectiorum libri III, die zuerst 1722 veröffentlicht und nachher mehrmals neu aufgelegt wurde; auch eine französische Uebersetzung derselben erschien 1754. Es finden sich darin viele chemische Beobachtungen, Monographien einzelner Stoffe und andere abgeschlossene Untersuchungen. Ueber die Mineralwasseranalyse besonders handelt sein Methodus examinandi aquas salubres, welcher 1703 zuerst herauskam, und dem in mehreren kleinen Schriften Untersuchungen einzelner Heilquellen nachfolgten. Als Lehrbuch von Bedeutung war seine Chymia rationalis et experimentalis, die indeß erst nach seinem Tode (1784) publicirt wurde.

Die Bemühungen von Stahl und Hoffmann hatten offenbar viel

dazu beigetragen, der Chemie einen wissenschaftlicheren Charakter zu verleihen, wodurch das Verständniß derselben erleichtert und ihr Studium verbreiteter wurde. Ehe wir indeß betrachten können, welchen Gebrauch die Nachfolger dieser Gelehrten in Deutschland von den Ansichten derselben machten, müssen wir noch eines holländischen Chemikers aus dem Anfang des 18. Jahrhunderts erwähnen, der gleichfalls einen sehr bestimmten Einfluß auf die Chemie ausübte. *Boerhave*, dessen ausgezeichnete Thätigkeit zwar dem größern Theil nach der Medicin zugewendet war, hat sich doch auch mit der Chemie so erfolgreich beschäftigt, daß eine besondere Würdigung seiner Leistungen hier nicht unterlassen werden darf.

Hermann Boerhave war 1668 zu *Voorhout*, einem Dorfe nahe *Leyden*, geboren, wo sein Vater Prediger war. Gleichfalls dem geistlichen Stande bestimmt, warf er sich schon früh mit Eifer auf alle Studien, welche dem der Theologie zur Vorbereitung dienen; nebenbei lag er mit großem Erfolg dem Studium der Mathematik ob, und der Unterricht in der letztern Wissenschaft mußte ihm längere Zeit die Mittel des Lebensunterhaltes verschaffen, da er schon in seinem sechzehnten Jahre verwaisst und verlassen dastand. Von seiner frühern Bestimmung kam *Boerhave* ab, indem er als Anhänger der sceptischen Philosophie und namentlich der Lehren *Spinoza's* bekannt wurde. Da er nun bei der damals herrschenden Orthodoxie alle Aussicht verlor, je ein Unterkommen als Geistlicher finden zu können, so entsagte er dem Studium der Theologie; er begann das der Heilkunde und gelangte fast ohne allen mündlichen Unterricht, nur durch fleißiges Forschen in den medicinischen Schriften aller Zeiten, zu tiefer Einsicht. In dem Jahre 1693 nahm er zu *Harderwyk*, einer kleinen holländischen Universität, den Grad eines Doctors der Medicin, und sah sich nun bald durch den immer steigenden Ruf, den er als praktischer Arzt schnell gewann, in den Stand gesetzt, sorgenfrei und seinen Neigungen gemäß zu leben. Er wurde 1702 als Professor der Arzneiwissenschaften nach *Leyden* berufen und übernahm später auch noch die Professuren für Chemie und Botanik. Sein Ruhm als Arzt verbreitete sich bald über ganz Europa; aus allen Ländern strömten ihm Schüler zu, unter seiner Leitung sich auszubilden, und die 36 Jahre, welche *Boerhave* in dieser Stellung zu *Leyden* zubrachte, waren die glänzendsten dieser Universität. Sein Tod erfolgte 1738.

Wir haben hier von Boerhave nur in seiner Beziehung zur Chemie zu sprechen; er machte sich dafür weniger bedeutend durch neue empirische Entdeckungen, als vielmehr durch geistvolle Benutzung der schon früher bekannt gemachten Erfahrungen, durch richtige Würdigung des Verhältnisses der Chemie zur Medicin und durch seine Verdienste um die Verbreitung chemischer Kenntnisse. — Boerhave hat für die Chemie nur wenige einzelne Experimentaluntersuchungen von größerem Umfange angestellt, aber von dem größten Einfluß ist er für die Auffassung der theoretischen Gegenstände in unserer Wissenschaft. Sein durchdringender, ächt wissenschaftlich ausgebildeter Verstand ließ ihn alle Erscheinungen unter allgemeinere Gesichtspunkte ordnen; alle Fragen, deren Beantwortung die Erklärung eines Complexes von Thatsachen einschließt, hat er mit Scharfsinn und oft ganz originell behandelt. Ich werde in den folgenden Theilen Boerhave's seltener nur da zu erwähnen haben, wo es sich um die empirische Erkenntniß der einzelnen Stoffe handelt, aber oft, wo die specielle Geschichte der einzelnen Lehren abgehandelt wird. Hier ist er nicht nur Repräsentant der herrschenden Meinungen einer bestimmten Zeit, von Meinungen, die er zum Theil selbst ausgebildet, zum Theil hauptsächlich verbreitet hat, sondern oft selbstständiger Forscher auf dem Gebiete der theoretischen Untersuchungen. — Für die Geltendmachung des richtigeren Verhältnisses der Chemie zur Medicin, einen wichtigen Punkt zu einer dem vorhergehenden Zeitalter noch so nahen Zeit, trug Boerhave gleichfalls wesentlich bei, befähigt durch seine Autorität als Mediciner und durch die richtige Auffassung des Zweckes der Chemie. Ueber diesen äußert er die Ansichten, welche jetzt noch bei der Ausübung dieser Wissenschaft leiten; es ist ihm hierbei nur um Naturforschung zu thun, nur um Erkenntniß und Erklärung der chemischen Thatsachen, und kein Nebenweck schwebt ihm dabei vor; er betrachtet die Chemie als selbstständige Wissenschaft, verschmilzt sie mit keiner andern und ordnet sie keiner andern unter. Treffend schilderte er in einer zu Leyden 1718 gehaltenen Rede *de Chemia errores suos expurgante* die falsche Richtung, in welcher die Chemie während des vorhergehenden Zeitalters behandelt worden war, und deckte den Mißbrauch auf, welchen die Iatrochemiker mit der Scheidekunst getrieben hatten. — Ebenso treffend wies er aber auch das Fehlerhafte in den Bemühungen der Alchemisten nach, welche er übrigens zu gelind noch beurtheilte. Er betrachtete die Erfahrung als das Fundament der chemischen Ansichten; mehrere Angaben der Alchemisten hatte er bestätigt ge-

funden, und so hielt er sich, zu bescheiden, nicht für berechtigt, geradezu die Unrichtigkeit der Behauptungen auszusprechen, über welche ihm keine positiven Erfahrungen bekannt waren. — Aber doch trug er wesentlich dazu bei, das Vertrauen auf die Alchemie zu erschüttern, indem er, diese Kunst im Ganzen nicht verdammen wollend, gerade solche einzelne Angaben durch sorgfältige Beobachtungen als ganz ungegründet widerlegte, die zu der damaligen Zeit ohne Widerspruch geglaubt wurden und als Beweise für die Metallverwandlung und Erzeugung galten. Diese Arbeiten von *Boerhave* sind die hauptsächlichsten, welche ihm der praktische Theil der Chemie zu verdanken hat.

Boerhave.

Als charakteristisch für die Art, wie zu jener Zeit die Chemie ihre einzelnen Thatsachen constatiren mußte, mögen diese Versuche von *Boerhave* hier etwas genauer erörtert werden, als sonst im Plan dieses ersten Theils unserer Geschichte liegt. — Sie betreffen die Fragen über die Unveränderlichkeit und die Erzeugung des metallischen Quecksilbers, und waren somit für die Entscheidung über die Möglichkeit der Metallverwandlung von großem Gewicht. — Die Fixirung des Quecksilbers zu einem feuerbeständigen Metall war der Gegenstand der vielseitigsten Bemühungen der Alchemisten gewesen; ohne Zusatz eines andern Stoffes lasse es sich in einen festen metallischen Körper verwandeln, wurde behauptet, und das Mißlingen der Operation sei nur der Uebereilung oder Ungeschicklichkeit des Arbeiters zuzuschreiben. *Boerhave* prüfte die Angabe; er schlug den vorgezeichneten Weg ein, durch lange unterhaltene höher: Temperatur das Quecksilber zu fixiren; funfzehn Jahre hindurch erhielt er Quecksilber in einem offenen Gefäß bei wenig erhöhter Temperatur, und nahm keine Veränderung wahr, als die Bildung von einer kleinen Menge eines schwarzen Pulvers, das sich indeß auch durch Reiben wieder leicht in metallisches Quecksilber verwandeln ließ. In einem verschlossenen Gefäß blieb gleichfalls das Quecksilber ganz unverändert, als er es darin sechs Monate hindurch einer stärkern Hitze aussetzte. Auf diese Versuche gestützt, stand *Boerhave* nicht an, die Möglichkeit der Fixirung des Quecksilbers für unmöglich, und die Prozesse der Alchemisten, die darauf beruhten, für unrichtig und betrügerisch zu erklären.

Praktische Versuche.

Ebenso widerlegte er die Angabe der Alchemisten, daß sich Quecksilber durch oft wiederholte Destillation zu einem viel flüchtigeren Körper von besonderen Eigenschaften umgestalten lasse. Er destillirte reines Quecksilber fünfshundertmal, und fand, daß es sich nicht verändere.

Boerhave.
Praktische Arbeiten.

Wir werden bei der Geschichte der Ansichten über die Metalle sehen, daß selbst die bedeutenderen Chemiker dieser Zeit noch der Ansicht waren, Quecksilber lasse sich aus den meisten Metallen durch chemische Operationen erzeugen. Die Alchemisten hatten behauptet, daß sich Quecksilber künstlich darstellen lasse, wenn man salpetersaures Blei in Wasser löse, die Solution mit Salmiak fälle, den Niederschlag mit Aetzlauge übergieße, und bei gelinder Wärme einige Zeit digeriren lasse; durch Destillation würde alsdann das so aus dem Blei künstlich erzeugte Quecksilber sichtbar werden. — Ein gleicher Erfolg solle durch Digestion von calcinirtem Bleizucker mit Aetzlauge eintreten. Boerhave prüfte diese Angaben, und ließ der Vorschrift gemäß die Digestion stets länger als ein halbes Jahr hindurch andauern; der Erfolg fiel natürlich dahin aus, daß auf diese Art keine Spur von Quecksilber zu erlangen ist.

Schriften.

Solche durch ihre Langwierigkeit ermüdenden Versuche, welche gegen lang gehegte Ansichten und über viele Ungewissheiten in der Chemie entschieden, sicherten Boerhave in jener Zeit auch den Ruhm eines ausgezeichneten praktischen Chemikers, und wenn auch jetzt, wo die Resultate derartiger Bemühungen für uns nicht mehr so unmittelbar hervortretend sind, die Versuche selbst keinen außerordentlichen Werth zu haben scheinen, so verdient doch der, welcher zu einer so geläuterten Erkenntniß in hohem Grade mit beitrug, dankbare Erinnerung. Die eben erwähnten Experimentaluntersuchungen theilte Boerhave in dem Philosophical Transactions für 1733 und in den Memoiren der Pariser Akademie für 1734 mit. Viele minder wichtige eigene Versuche, welche indeß hier nicht einzeln angeführt werden können, finden sich in seinem Lehrbuche der Chemie. Dieses Werk, für die Geschichte der theoretischen Chemie namentlich wichtig, werde ich bei der historischen Betrachtung der vorzüglichsten Lehrbücher in Beziehung auf die Art seiner Abfassung nochmals besprechen; es enthält die Vorträge über Scheidekunst, welche er jährlich in Leyden hielt. Schon 1724 waren diese ohne sein Wissen und Wollen, und durch die größten Unrichtigkeiten verunstaltet, unter dem Titel Institutiones et experimenta Chemiae gedruckt worden, und dies bewog ihn, 1732 selbst seine Vorlesungen als Elementa Chemiae herauszugeben. In Deutschland, England und Frankreich wurde dies Werk schnell durch wiederholte Abdrücke und Uebersetzungen verbreitet, das für die Zeit, in welcher es erschien, die

vollständigste, systematisch geordnete, Uebersicht des ganzen chemischen Wissens bot. Möglichst klarer Ausdruck, der sich stets von jeder Großthuererei fern hält, ist der Hauptcharakter der Darstellungsweise, und wenn je ein Lehrbuch der Chemie dazu beitrug, die Wissenschaft zu verbreiten und Andere in den Stand zu setzen, selbst mit Erfolg an der Erweiterung der Scheidekunst zu wirken, so war es das von Boerhave.

Sehr auffallend ist, daß Boerhave in dem Abschnitt über das Feuer die Stahl'sche Verbrennungstheorie fast gar nicht berücksichtigt, ob er gleich dieselbe gut kennen mußte. Die näheren Mittheilungen seiner Meinungen über diesen Gegenstand will ich bis zu der Lehre von der Verbrennung verschieben; hier genügt zur Feststellung seines Antheils an der leitenden Theorie dieses Zeitalters, daß er zwar die Zusammensetzung des Schwefels aus Schwefelsäure und verbrennlichem Stoff (verbrennliches Del, auch pabulum ignis nennt er ihn) für ausgemacht hält, dagegen aber sich sehr wider die Meinung ausspricht, als ob die Kalke der Metalle erdartige Elemente derselben seien. Einige bei dieser Gelegenheit geäußerte und ziemlich deutliche Warnungen vor der Aufstellung übereilter Hypothesen zeigen, daß Boerhave die Stahl'sche Theorie keineswegs in ihrem ganzen Umfange anerkannte, ob er gleich im Allgemeinen offenen persönlichen Widerspruch zu vermeiden suchte.

Desto lautere Anerkennung fand indeß Stahl's System in Deutschland, besonders nach dem Tode seines Urhebers. Die mit Stahl gleichzeitige Generation war zurückhaltender in der Annahme einer Theorie, deren Aufstellung unter ihren Augen vor sich ging und deren Bekanntwerdung die Erwerbung ihrer eigenen Kenntnisse zu einem abgeschlossenen Ganzen vorhergegangen war; sie nahm von Stahl's Ansichten hauptsächlich das an, was mit dem schon früher herrschenden übereinstimmte oder dafür ausgegeben werden konnte. Für die Generation aber, welche nach der Aufstellung der Stahl'schen Theorie sich für die Chemie bildete, war diese das Neueste und Vollkommenste, und ungetheilt vertritt nun eine Reihe von Chemikern Stahl's Behauptungen, und sucht den theoretischen Theil seiner Lehre kaum auszubilden, nur um nichts daran zu ändern.

Es gilt dies von den nächsten Nachfolgern Stahl's nicht nur in Deutschland, sondern auch in Frankreich, wo seine Theorie gleichermaßen die herrschende wurde, und ich habe deßhalb für diese Chemiker fast kaum

Aufnahme
und Ausbil-
dung der
Phlogiston-
Theorie in
Deutschland.

ihr Verhältniß zur Verbrennungstheorie noch besonders anzugeben; erst gegen das Ende dieses Zeitalters, wo es sich um die Vertheidigung des Stahl'schen Systems handelt, ist die individuelle Auffassung desselben von einem jeden Gelehrten wieder besonders hervorzuheben. — Die Arbeiten der Chemiker in Deutschland und Frankreich werden indeß bei den gemeinsamen theoretischen Ansichten, die sie leiten, immer mehr ineinandergreifend, und was früher, dem richtigen Verständniß der Entwicklung unserer Wissenschaft unbeschadet, der speciellen Geschichte der einzelnen Gegenstände überlassen werden konnte, das Datum jeder Entdeckung genauer anzugeben, darf nun oft nicht länger vernachlässigt werden, wenn das wahre Verdienst eines jeden der hier zu besprechenden Chemiker richtig gewürdigt werden soll.

Neumann.
Leben.

Betrachten wir nun Stahl's bedeutendste Anhänger in Deutschland, welchen in dieser allgemeinen Darstellung der Geschichte der Chemie eine besondere Besprechung zu widmen ist. Von den Berliner Gelehrten, welche diese Stadt fortwährend zum Mittelpunkt der phlogistischen Theorie machten, ist der Zeit nach als erster Caspar Neumann zu nennen. Dieser war 1683 zu Züllichau in der Mark Brandenburg geboren. Neigung und äußere Umstände bewogen ihn, sich der Apothekerkunst zu widmen, ohne daß er jedoch hier seinen Trieb nach Ausbildung befriedigt gefunden hätte. Nach sehr abwechselnden Schicksalen wurde ihm besondere Begünstigung des Königs von Preußen zu Theil, auf dessen Kosten er Holland, England, Frankreich und Italien durchreis'te. Überall knüpfte er mit den bedeutendsten Männern seiner Fächer Bekanntschaft an, und namentlich blieb er auch nachher noch stets mit den Gelehrten und den wissenschaftlichen Anstalten Englands, wo er längere Zeit verweilt hatte, in enger Verbindung. Als er 1724 nach Deutschland zurückgekehrt war, wurde ihm die Stelle eines Professors der Chemie an der medicinisch-chirurgischen Bildungsanstalt zu Berlin übertragen; er verband mit diesem Amte den Besiz einer Apotheke und wurde später durch die Titel als erster Hofapotheker und Hofrath ausgezeichnet; auch war er Mitglied der Berliner Akademie, schon früher hatte ihn die königliche Gesellschaft zu London als solches aufgenommen. Neumann starb 1737.

Chemische Kennt-
nisse.

Neumann's chemische Arbeiten behandeln selten einen Gegenstand von allgemeinerem Interesse; für die damalige Zeit Musterbilder in der Scheidekunst (und hauptsächlich des Rufs, dessen sich Neumann bei

seinen Zeitgenossen erfreute, weniger seiner Arbeiten wegen wird er hier aufgeführt) beweisen sie nur, wie die wichtigeren chemischen Fragen damals für fast ganz durch Stahl erledigt gehalten wurden. Seine richtigeren Angaben gehen auf unwichtige Substanzen, wie z. B. daß getrocknetes Eiweiß nicht identisch ist mit Bernstein, daß die Unterscheidung des Franzbranntweins von anderm Branntwein durch die Färbung, welche ersterer (wenn er in eichenen Gefäßen aufbewahrt wurde) mit Eisenvitriollösung giebt, eine unsichere ist u. s. w. Wo er wichtigere Gegenstände behandelt, sind seine Ansichten meist unrichtig und oft noch mehr zu Irrthümern geneigt, als die seiner Vorgänger. So werden nach Neumann die Alkalien bei der Verbrennung von Holz erst durch das Feuer in der Asche aus Säure, Phlogiston und Erde erzeugt, sind aber keineswegs schon vorher im Holz enthalten. Von seinen sonstigen Wahrnehmungen erwähne ich hier noch die des flüchtigen Oels aus Ameisen, durch Destillation dieser Thiere, welches er zuerst genauer beobachtete; auch machte er noch Wahrnehmungen über die Bildung von Stearopten in mehreren flüchtigen Oelen aus dem Pflanzenreiche, und ähnliche.

Neumann.
Chemische
Kenntnisse.

Zugestehen muß man jedoch Neumann, daß er die Verbreitung der Chemie nach Kräften förderte und zur Belebung der Neigung zu dieser Wissenschaft beizutragen suchte. Mehrere ausgezeichnete Chemiker der nächsten Zeit erkennen an, daß ihr Sinn für die Scheidekunst durch das Studium von Neumann's Schriften geweckt wurde. Es bestehen diese in einzelnen Abhandlungen, welche er in den Philosophical Transactions für 1724 — 1734, und in den Denkschriften der Berliner Akademie für 1727 — 1737 erscheinen ließ. Auch in den Schriften der kaiserlichen Akademie deutscher Naturforscher finden sich einige Arbeiten von ihm. — Andere Abhandlungen gaben Probestücke seiner Vorlesungen, die er als Professor an der oben erwähnten Anstalt hielt; so ließ er 1727 »Lectiones chymicas von Salibus alcalino-fixis und vom Camphora, um daraus zu sehen, wie alle übrigen Lectiones bei dem Collegio medico-chirurgico publice abgehandelt und die chymischen Materien bearbeitet oder demonstrirt werden,« drucken; 1730 zu gleichem Zweck »Lectiones von vier Subjectis pharmaceuticis« (Bernstein, Opium, Gewürznelken und Bibergeil); 1732 »von vier Subjectis chymicis« (Salpeter, Schwefel, Spießglanz, Eisen), 1735 »von vier Subjectis diaeticis« (Thee, Kaffee, Bier und Wein), und endlich 1737 »von vier Subjectis pharmaceutico-chemicis«

Schriften.

Neumann.
Schriften.

(Kochsalz, Weinstein, Salmiak und Ameisen. Nach seinem Tode wurden seine Vorlesungen in mehreren Sammlungen (Praelectiones chymicae 1740, Chymia medica dogmatico-experimentalis u. a.) herausgegeben, auch in's Holländische und mit Zufügung seiner anderen chemischen Abhandlungen in die englische und französische Sprache übersetzt.

Eller.
Leben.

Einen Genossen Neumann's nennt uns noch die damalige Zeit als einen ausgezeichneten Chemiker, wenn wir auch jetzt nur sehr selten an das frühere Ansehen desselben erinnert werden. Es war dies Johann Theodor Eller, geboren zu Plözkau in Anhalt-Bernburg 1689. Einer sehr begüterten Familie angehörend, erhielt Eller eine vorzügliche Erziehung; er studirte zu Quedlinburg und Jena Jurisprudenz, dann aber mit vielem Erfolg Medicin und Naturwissenschaften. Diese letzteren Studien setzte er in Halle, Leyden und Amsterdam fort; ebenso später in Paris, wo er sich namentlich in der Chemie durch den belehrenden Umgang mit Lémery, Homberg und anderen damals bedeutenden Chemikern ausbildete. Von Paris aus ging er nach London, wo er gleichermaßen den berühmteren Aerzten und Naturforschern bekannt wurde. Nach seiner Zurückkunft nach Deutschland wurde er 1721 zum Anhalt-Bernburgischen Leibarzt ernannt; 1724 aber schon berief ihn der König von Preußen als Professor der Anatomie nach Berlin. Später wurde er zum ersten Leibarzt und 1755 von Friedrich dem Großen zum Geheimen-Rath ernannt; in demselben Jahre wurde er Director der physikalischen Classe bei der Berliner Akademie. Er starb 1760.

Chemische Kennt-
nisse.

Eller nützte der Chemie weit mehr mittelbar — indem durch seinen Einfluß und seine Vorliebe für unsere Wissenschaft die Anstalten zur Verbreitung und Förderung derselben amtlich mehr unterstützt wurden — als daß er durch eigene bedeutende Arbeiten den Kreis der chemischen Erfahrungen erweitert hätte. Für den Geist seines Zeitalters ist die Ueberzeugung bezeichnend, welche er über die Umwandlung des Wassers in Luft sowohl als in Erde aussprach (beide Umsetzungen glaubte er durch Versuche nachgewiesen zu haben), ebenso seine Ansichten über die Erzeugung der Metalle und anderer verwandter Stoffe, die einen Beleg dafür abgeben, eine wie ausgedehnte Anwendung man damals schon von dem Begriff des Phlogistons machte, indem jede anscheinend beobachtete Veränderung willkürlich aus der Aenderung dieses hypothetischen Grundstoffs erklärt wurde. Einige

andere Angaben von ihm haben mehr Verdienst; er beobachtete, daß Wasser, welches von einem Salze bis zur Sättigung aufgelöst ist, von einem andern eine neue Menge aufnehmen kann, und bestimmte überhaupt genauer, als es bis dahin geschehen war, die Löslichkeitsverhältnisse für mehrere Salze. Sonderbar war sein Versuch, für die Wirkungsart mancher innerlich anzuwendender Arzneimittel dadurch eine Erklärung zu finden, daß er sie in Auflösung mit Blut zusammenmischte und die Reactionen beobachtete.

Eller.

Eller's chemische Abhandlungen finden sich in den Schriften der Berliner Akademie für 1745 — 1757; gesammelt sind sie in den »Physikalisch = chemisch = medicinischen Abhandlungen,« welche nach seinem Tode (1764) herausgegeben wurden.

Schriften.

An Bedeutsamkeit als Chemiker wird Eller weit übertroffen durch einen andern berliner Gelehrten der damaligen Zeit, durch Johann Heinrich Pott. Dieser war 1692 zu Halberstadt geboren; von seinen Eltern für das Studium der Theologie bestimmt, bezog er die Universität zu Halle. Hier aber wurde er sich seiner Anlagen zur Chemie bewußt; anfangs in Verbindung mit der Arzneikunde, aber bald sich nur der Chemie hingebend, studierte er unter Fr. Hoffmann und Stahl, und wurde von dem Letztern vorzüglich für experimentelle Scheidekunst angeregt. Er ließ sich zu Berlin nieder, wo er Mitglied der Akademie wurde und nach Neumann's Tode (1737) diesem als Professor der Chemie an der medicinisch = chirurgischen Bildungsanstalt nachfolgte. Mit den meisten andern Chemikern der Berliner Akademie stand Pott in beständigen wissenschaftlichen Streitigkeiten, die hin und wieder ziemlich derb geführt wurden; sie wurden dadurch veranlaßt, daß Pott verschiedene Ansichten Eller's (1757) einer scharfen Kritik unterwarf, die von den Anhängern des Letztern schnell, und noch persönlicher, beantwortet wurde. Dieser Wechsel von Streitschriften zog sich bis 1761 hin, und Pott sah sich zuletzt veranlaßt, alle Verbindung mit der Akademie, worin seine Gegner die Oberhand hatten, abzubrechen. In steter Thätigkeit mit experimentellen chemischen Arbeiten beschäftigt, lebte er noch bis 1777.

Pott.
Leben.

Pott vereinigte eine gründliche Kenntniß der ganzen chemischen Wissenschaft, wie sie seiner Zeit vorlag, mit einem rastlosen Streben nach Förderung derselben. Er hatte eine ungemeine Geschicklichkeit in dem praktischen Theile der Chemie, eine unermüdete Ausdauer bei den langwierigsten

Allgemeiner Charakter.

Pott.

Untersuchungen; und was er auf diese Art neu erkannt hatte, theilte er mit einer Offenheit und einer Klarheit mit, welche für die damalige Zeit besonders hoch anzuschlagen ist, wo noch vielfach Dunkelheit in der Darstellung für tiefe Gelehrsamkeit gehalten wurde, und uneigennützigte Mittheilung wichtiger Entdeckungen im Ganzen etwas Seltenes war.

Chemische Kennt-
nisse.

In theoretischen Betrachtungen wenig ausgezeichnet, machte sich Pott besonders durch seine empirischen Arbeiten bekannt. Der Phlogistontheorie hing er in ihrem ganzen Umfange an, und wollte sie zur Erklärung mancher Erscheinungen anwenden, was ihm indeß weniger glückte. So betrachtete er die rothe Farbe der Dämpfe von der rauchenden Salpetersäure als auf der Ausdehnung der darin enthaltenen entzündlichen Theilchen beruhend. Das Phlogiston, welches auch seiner Ansicht nach mit den Metallkalcken die regulinischen Metalle bildet, bezeichnet er, den älteren Ansichten sich wieder nähernd, als eine eigenthümliche Art von Schwefel. Seine praktischen Untersuchungen führten ihn auf manches Wahre, was zu seiner Zeit noch nicht erkannt war; so bewies er die Eigenthümlichkeit der Bernstein säure, welche unter dem Namen des Bernsteinsalzes bis dahin ganz widersprechend bald für flüchtiges Alkali, bald für Mineralsäure, gehalten worden war; einer der ersten leugnete er 1756 die Verwandlung des Wassers in Erde und bemühte sich, die Versuche, auf welche hin diese gefolgert wurde, als nur scheinbar und trügerisch nachzuweisen; diese Ansicht bildete auch eine der Streitfragen, die er gegen Eller behandelte. — Den Werth seiner richtigen Beobachtungen hat er öfters durch Zufügung unrichtiger Erklärungen geschmälert. Er nahm bereits 1754 wahr, daß aus der Auflösung von Kieselerde in Alkali manchmal durch Säuren die Kieselerde nicht ausgefällt wird, aber er sieht darin eine Umwandlung der Kieselerde in eine alkalische oder kalkichte Erde, welche mit Säuren lösliche Salze bilde.

Pott's hauptsächlichste Arbeiten hatten zum Gegenstand die Untersuchung, wie sich die verschiedenen Mineralien verhalten, wenn sie für sich oder mit anderen Stoffen gemischt sehr erhöhter Temperatur ausgesetzt werden. Er verbesserte behufs dieser Untersuchungen den schon von Becher angegebenen tragbaren Ofen, um möglichst starke Hitze anwenden zu können; er zeigte, wie man Gefäße bereiten muß, welche die heftigste Hitze aushalten ohne zu reißen, zu schmelzen oder die leichtflüssigsten Gläser und Salze durchzulassen. Zur Prüfung der Mineralien benutzte er stets nur

diesen trockenen Weg, ohne die Untersuchungsmethode in Auflösung, welche seit Boyle überhaupt bis jetzt wenig mehr bearbeitet wurde, in Anwendung zu bringen; es war dieses einseitige Verfahren die Ursache, daß er über mehrere Körper arbeitete, ohne etwas Besonderes an ihnen zu finden, die später für andere Chemiker eine Fundgrube von wichtigen Entdeckungen wurden. So untersuchte er den Braunstein, ohne in ihm ein eigenthümliches Metall wahrzunehmen (er erklärte ihn nach seinen Versuchen für eine Verbindung einer alkalischen Erde, welche der Alaunerde ähnlich sei, mit einem zarten Brennstoff); so das Reisblei (er wies nach, daß es keinen Bleigehalt besitze, wie man bis dahin geglaubt hatte, hielt es aber noch für identisch mit Wasserblei); so Speckstein und Talk, ohne darin Bittererde zu finden; so das Kochsalz, dessen alkalische Grundlage er noch 1740, besseren Beobachtungen entgegen, die damals schon bekannt waren und welche wir bald bei Dumas anführen werden, für eine geschmacklose Erde erklärte. — Seine Untersuchungen über die Einwirkung des Feuers auf die verschiedenen Steine und Erden leiteten ihn zur Aufstellung von Ansichten, welche sich längere Zeit erhielten. Er folgerte, daß es vier ursprüngliche Erdarten gebe, als welche er die alkalische oder kalkichte, die thonichte, die gypsichte und die glasiichte oder kieselichte ansah; zu dem Studium jeder einzelnen und ihrer Erkennung reichte hin die Behandlung im Feuer, das Schmelzen mit Salzen, mit Gläsern und mit den anderen Erden. — Diese Untersuchungen waren dadurch veranlaßt, daß der König von Preußen ihn aufgefordert hatte, die Bestandtheile des Meißner Porzellans ausfindig zu machen. Pott, der auf keine Weise eine sichere Mittheilung darüber enthalten konnte, entschloß sich, alle Substanzen chemisch zu untersuchen, von denen sich irgend vermuthen ließ, daß sie bei Verfertigung des Porzellans in Betracht kommen könnten. Er setzte alle Steine und Erden, einzeln und in den mannichfaltigsten Verhältnissen gemischt, verschiedenen Hitzegraden aus, und beobachtete die Schmelzungserscheinungen und sonstigen Vorgänge; über dreißigtausend einzelne Versuche stellte er so an, und begründete damit unsere Kenntnisse über das Verhalten der erdigen Substanzen im Feuer, diesen wichtigen Theil der angewandten Chemie; namentlich trug er zur Aufklärung über die Porzellanbereitung wesentlich bei, und später, als der Gebrauch des Löthrohrs zu Mineraluntersuchungen ausgebildet wurde, boten seine Untersuchungen eine gute Vorarbeit, aus dem Verhalten dieser Körper in der Hitze ihre chemische Natur zu erkennen.

Pott.
Schriften.

Diese letzteren Arbeiten hat Pott in einer Schrift zusammengestellt, die unter dem Titel: »Chemische Untersuchungen, welche fürnehmlich von der Lithoogognosia oder Erkenntniß und Bearbeitung der gemeinen einfacheren Steine und Erden, ingleichen von Feuer und Licht handeln« zuerst 1746 erschien; Fortsetzungen dazu gab er noch 1751 und 1754 heraus. In diesem Buche, welches am besten Zeugniß über seine Ausdauer bei wissenschaftlichen Untersuchungen ablegt, sind alle seine Versuche einzeln beschrieben, und sodann sämtliche Resultate in Tabellen geordnet; eine französische Uebersetzung erschien 1753. Sonst finden sich noch chemische Abhandlungen von Pott in den Schriften der Berliner Akademie von 1727 — 1753, die er zum Theil selbst gesammelt und unter dem Titel: *Exercitationes chymicae* 1738 herausgegeben hat; außerdem erschienen noch (1739 und 1741) *Collectiones observationum et animadversionum chymicarum*, welche namentlich die damaligen chemischen Kenntnisse über einzelne Metalle, wie Wismuth, Zink u. s. w. vollständig enthalten. Auch seine polemischen Schriften, deren Reihe seine *Animadversiones physico-medicae circa varias hypotheses et experimenta Dr. Elleri* 1756 eröffneten, enthalten viele neue chemische Wahrnehmungen, doch kann ich hier nicht auf eine Herzhählung aller einzelnen Streitschriften eingehen. — Die wichtigsten seiner kleineren Abhandlungen wurden auch 1759 von Demachy gesammelt und in französischer Sprache herausgegeben.

Marggraf.
Leben.

Mit Pott gleichzeitig und ihn an Verdiensten um die Ausbildung der Chemie noch übertreffend, lebte zu Berlin Marggraf, der letzte bedeutendere Chemiker Deutschlands innerhalb des Zeitalters der phlogistischen Theorie. Andreas Sigismund Marggraf war 1709 zu Berlin geboren; von seinem Vater, der eine Apotheke in dieser Stadt besaß, wurde er in den Anfangsgründen der Pharmacie unterrichtet, und unter den ihm hier bekannt werdenden Fächern zog ihn die Chemie vorzüglich an. In dieser Wissenschaft bildete er sich zunächst unter Neumann weiter aus, später durch längeres Studium auf den Universitäten zu Frankfurt an der Oder, Straßburg und Halle, und auf der Bergschule zu Freiberg. Mit einem reichen Schatz der ausgebreitetsten Kenntnisse kehrte er nach Berlin zurück, wo er sich nun ausschließlich mit chemischen Forschungen beschäftigte; er wurde Mitglied der Akademie und 1760 nach Eller's Tode Director der physikalischen Classe dieses Instituts. Von den Streitigkeiten, welche

damals die berliner Chemiker entzweiten, hielt er sich möglichst entfernt; seiner schwächlichen Gesundheit ungeachtet, arbeitete er rastlos in den verschiedensten Theilen der Chemie, und von Seiten des Charakters ebenso allgemein geschätzt, als durch seine Kenntnisse und Entdeckungen berühmt, starb er 1782.

M a r g g r a f.

M a r g g r a f wußte sich von der Einseitigkeit fern zu halten, welche damals noch die meisten Chemiker befangen hielt, die ausschließlich einer oder der andern Untersuchungsweise, mit Vernachlässigung aller andern, den Vorzug gaben. So gebührt ihm das Verdienst, der analytischen Methode auf nassem Wege wieder die Aufmerksamkeit der Chemiker zugewendet zu haben, und diese Benützung der verschiedenen Hülfsmittel, welche die chemischen Forschungen erleichtern, sicherte ihm entscheidendes Urtheil in den verschiedenen Streitfragen, die damals in unserer Wissenschaft verhandelt wurden. Nie indeß brauchte er das Ansehen, welches er genoß, um mit Arroganz seine Meinung als die allein richtige hinzustellen; im Gegentheil ging seine Bescheidenheit so weit, er fürchtete so sehr, der Erkenntniß der Wahrheit durch nur etwas gewagte Behauptungen ein Hinderniß in den Weg zu legen, daß er oft aus seinen stets umsichtig angestellten und mit großer Deutlichkeit beschriebenen Versuchen Schlußfolgerungen zu ziehen Anstand nahm, welche dem unbefangenen Leser, selbst seiner Zeit, klar vor Augen zu liegen scheinen. Die folgenden Angaben über einige seiner Arbeiten werden seinen Antheil an der Ausbildung unserer Wissenschaft würdigen lassen.

Allgemeiner
Charakter.

Mit vorzüglichem Erfolg hat M a r g g r a f dazu beigetragen, die chemische Eigenthümlichkeit einiger Substanzen nachzuweisen. Die Bittererde und Alaunerde waren zwar schon durch H o f f m a n n als eigenthümliche Substanzen aufgestellt worden, allein viele Chemiker erkannten dies noch nicht an, und in der That hatte H o f f m a n n keine chemischen Unterscheidungsmerkmale, sondern nur einige äußere Eigenschaften angegeben. M a r g g r a f zeigte für die Alaunerde 1754 und für die Bittererde 1760, daß ihre Reactionen von denen der Kalkerde, womit sie viele noch identisch wissen wollten, ganz verschieden sind; er gab zugleich die Mineralien an, in welchen diese Erden in größerer Menge enthalten sind. Ebenso trug er wesentlich dazu bei, die Eigenthümlichkeit des Natrons festzustellen,

Chemische
Kenntnisse.

Marggraf.
Chemische
Kenntnisse.

und gab mehrere Methoden an, dieses Laugensalz in reinerer Gestalt zu bereiten.

Es bezeugen diese gut durchgeführten Untersuchungen Marggraf's Geschicklichkeit in der Analyse; er hat für diesen Zweig der Chemie auch sonst noch einige gute Wahrnehmungen geliefert; so z. B., daß Alkali mehrere Metalle, die es aus einer sauren Lösung fällt, wieder auflöst, wenn es im Ueberschuß zugesetzt wird. — Schon 1750 zeigte er, daß der Gyps eine Verbindung von Schwefelsäure, Kalkerde und Wasser ist. Weniger glücklich, als bei den oben angeführten, war er bei einigen anderen seiner Arbeiten; den Braunstein untersuchte er 1773, ohne das besondere Metall darin zu entdecken; den Schwerspath (für die Zersetzung dieser Substanz gab er das Glühen mit fixem Alkali an) 1750, und hielt doch immer noch die darin enthaltene Basis für Kalkerde; den Flußpath 1768, ohne die Flußsäure zu entdecken; er glaubte vielmehr, als er dieses Mineral mit Schwefelsäure in einem Glasgefäß destillirt hatte, eine flüchtige Erde daraus abgeschieden zu haben. Ebenso war er noch der falschen Ansicht ergeben, daß alles, auch das reinste, Wasser sich in Erde verwandle, und stellte viele Versuche darüber an, wo er immer nach dem Abdampfen des destillirten Wassers ein Gemisch aus Kalkerde und Kieselerde erhielt. Viele Besorgniß erregte um die Mitte des vorigen Jahrhunderts seine Angabe, daß alles Zinn, selbst das reinste käufliche, bedeutende Mengen Arsenik enthalte; eine Behauptung, die um so schwerer zu widerlegen war, als die Mittel zur Bestimmung des Arseniks damals noch im höchsten Grade unsicher waren.

Von den sonstigen zahlreichen Arbeiten Marggraf's will ich hier nur noch einige anführen. Die Bereitungsart des Phosphors aus Harn verbesserte er wesentlich; er stellte Beobachtungen an über das Verhalten des Phosphors zu Metallen, zu Schwefel und zu Säuren; er untersuchte das Urinsalz genauer, worin er Phosphorsäure und flüchtiges Alkali entdeckte; auf seine Resultate über die Darstellung des Phosphors aus Phosphorsäure wandte er die phlogistische Theorie an, der er ganz anhing, und erklärte ersteren für zusammengesetzt aus dieser Säure und Phlogiston. — Ueber die Bereitung phosphorescirender Steine hat er viele gute Beobachtungen gemacht, die gehörigen Orts angeführt werden sollen. — Chemisch reines Silber lehrte er aus Hornsilber darstellen, durch Behandeln desselben mit Ammoniak bei Zusatz von reinem Quecksilber und durch Abtreiben des so gebildeten Amalgams. — Gegen die noch sehr herrschende Ansicht, daß das

Laugensalz im Weinstein, Holz und anderen organischen Substanzen noch nicht existire, sondern erst bei der Erhitzung durch das Feuer erzeugt werde, bewies er, daß daraus das Alkali auch anders als durch Verbrennung, durch Behandeln mit Säuren u. s. w., erhalten werden kann, und also nicht erst durch das Einäschern entsteht; die seither herrschende Meinung, daß sich das Silber nicht mit den vegetabilischen Säuren vereinigen lasse, widerlegte er, und zeigte, daß diese Säuren jenes Metall allerdings aufnehmen, wenn es ihnen im bereits verkalkten Zustande dargeboten wird.

Marggraf.
Chemische
Kenntnisse.

Auch für die technische Chemie hat Marggraf viel geleistet; über einige Metallgemische zum technischen Gebrauch, aus Kupfer, Zinn und Zink, und die beste Art ihrer Bereitung stellte er Versuche an, und machte mehrere für die Färberei wichtige Beobachtungen bekannt. Vorzüglich folgereich waren seine Nachweisungen über den Zuckergehalt der Runkelrüben und anderer einheimischen Pflanzen, und über die Art, wie diese zur Zuckercabrication zu verwenden seien.

Marggraf's Versuche und Entdeckungen finden sich meist in den Schriften der Berliner Akademie für die Jahre 1747 bis 1779. Er selbst sammelte die meisten dieser Aufsätze und gab sie in zwei Theilen (1761 und 1767) unter dem Titel »Chemische Schriften« heraus. Der erste Theil dieser Sammlung wurde 1762 auch in die französische Sprache übersetzt. Einzelne kleine Abhandlungen von ihm erschienen sonst noch besonders, ohne daß indeß ihre Anführung hier nöthig wäre.

Schriften.

In dem zunächst Vorhergehenden haben wir die bedeutenderen Chemiker kennen lernen, welche auf Stahl während des Zeitalters der phlogistischen Theorie in Deutschland folgten. Durch ihr Beispiel, durch ihren Einfluß breitete sich das Studium der Chemie immer mehr aus; immer größer wurde die Zahl der an Erweiterung dieser Wissenschaft Arbeitenden. Es mehrte sich zugleich die Zahl der periodischen Schriften, worin neue Arbeiten zur Deffentlichkeit gebracht wurden, mit der zunehmenden Zahl der gelehrten Gesellschaften. Für dieses Zeitalter noch haben außer den bereits besprochenen keine der in Deutschland gegründeten Akademien solche Chemiker als für sie hauptsächlich thätige Mitglieder aufzuweisen, welche schon hier ausführliche Betrachtung in Anspruch nehmen könnten; doch muß einiger Institute hier noch erwähnt werden, deren Stiftung in das eben zu schildernde Zeitalter

Fortschreitende Verbreitung chemischer Kenntnisse in Deutschland.

Göttinger
Societät.Münchener
Akademie.Haarlemmer
Gesellschaft.

fällt, und die später für die Fortschritte der Chemie von Einfluß wurden. In Göttingen wurde 1751, unter dem Vorßiß Albrecht's von Haller, eine Gesellschaft der Wissenschaften gestiftet, deren Commentarien von 1752 an für die Jahre 1752 — 1755 veröffentlicht wurden; nach einer längern Unterbrechung erschienen sie wieder von 1771 an als *Novi Commentarii*, von 1778 an als *Commentationes* regelmäsig. Ununterbrochen seit 1753 bis jetzt erschienen die Göttinger gelehrten Anzeigen. — Minder bedeutend war die Münchener Akademie, welche, 1759 gestiftet, ihre Abhandlungen von 1763 veröffentlichte. — Hier auch wollen wir der holländischen Gesellschaft der Wissenschaften zu Haarlem gedenken, die 1754 zusammentrat und zugleich auch die Herausgabe ihrer Arbeiten begann; sie zählte am Beginn des folgenden Zeitalters mehrere fleißige Chemiker unter ihren Mitgliedern, deren Arbeiten in den anderen Theilen dieser Geschichte als wesentliche Beiträge zu der Erkenntniß wichtiger Stoffe zu schätzen sind; die Gesellschaft suchte zugleich, wie auch die Göttinger, durch Preisaufgaben die nähere Untersuchung einzelner Gegenstände zu veranlassen. So bezeugt die Stiftung noch mehrerer anderer Akademien in Deutschland und den Niederlanden die raschen Fortschritte der naturwissenschaftlichen Forschung; ohne uns jedoch hier mit den ausführlicheren Angaben über die minder wichtigen aufzuhalten, wollen wir zu der Betrachtung zurückkehren, wie sich die Chemie in Bezug auf ihre hauptsächlichste Theorie gleichzeitig in den anderen Ländern gestaltete.

Die Chemiker, welche nach Stahl in Deutschland dessen Theorie aufrecht hielten, wußten ihr dadurch immer größeres Gewicht zu geben, daß sie dieselbe zur Erklärung aller neu entdeckten Erscheinungen sogleich als etwas Feststehendes anwandten. Mit den Discussionen, welche an dem Ende dieses Zeitalters den Uebergang zu dem folgenden vermitteln, stand keiner der bisher genannten Chemiker in Verbindung. Der Anfang des Kampfes gegen die Gültigkeit der phlogistischen Theorie, worin diese unterlag, fällt zwar noch in die letzten Lebensjahre Marggraf's, aber dieser nahm keinen Antheil daran, es auch wohl nicht für nöthig haltend, da die Zuverlässigkeit der Stahl'schen Ansichten fast allen Chemikern, deren Thätigkeit in der Chemie sich schon vor 1770 etwa consolidirt hatte, kaum noch weiterer Beweise oder Widerlegungen gegen zu machende Einwürfe zu bedürfen schien. Passend durften wir daher die Betrachtung dieser Reihe von Chemikern

zusammenhängend vorausschicken, und können jetzt zu einer andern Gruppe von Gelehrten uns wenden, bei welchen die Betrachtung der frühern ein Zurückgehen in Stahl's Zeiten nöthig macht, die Betrachtung der spätern aber auch zugleich uns schon den Verfall des phlogistischen Systems vor dem Aufkommen einer neuen und bessern Theorie kennen lehrt. In Frankreich tritt nach Homberg's und Lemery's Vorgang eine Reihe Chemiker auf, welche die leitende Theorie dieses Zeitalters adoptiren, ausbilden helfen, und später mit Hartnäckigkeit zu vertheidigen suchen. Bei der vorzüglichen Theilnahme, welche die Scheidekunst damals in Frankreich fand, war die Zahl der ausgezeichneteren Chemiker eine bedeutende; wir heben, dem Plane dieses Theils gemäß, hier nur wenige hervor, deren Leistungen am einflussreichsten waren und am besten einen Begriff von der damaligen Art der chemischen Forschungen geben.

Aufnahme
und Ausbil-
dung der Phlo-
gistontheorie
in Frankreich.

Diese Reihe eröffnet St. F. Geoffroy; einer der Zeitgenossen Stahl's, St. F. Geoffroy.
Leben. und wie die meisten dieser (vergl. Seite 201) die phlogistische Theorie zwar der Hauptsache nach annehmend, aber sie möglichst auf schon länger hergebrachte Bezeichnungen zu reduciren suchend. — Stephan Franz Geoffroy war 1672 zu Paris geboren, wo sein Vater Apotheker war. Das Interesse des Letztern an allen Zweigen der Pharmacie und seine vielseitige Kenntniß machte sein Haus zum Versammlungsort aller an dieser Wissenschaft Antheil nehmenden Gelehrten; es ließ dies den jungen Geoffroy schon früh in Berührung mit den bedeutendsten französischen Naturforschern der damaligen Zeit kommen, und in ihm eine große Neigung zu naturwissenschaftlichen Untersuchungen rege werden. Dieser begann das Studium der Chemie, indem er in seines Vaters Hause sich der Erlernung der Apothekerkunst widmete; er hörte zugleich an der Pariser Universität medicinische Vorlesungen. Weitere Ausbildung suchte er noch, indem er an verschiedenen Orten seines Vaterlandes sich als Apotheker aufhielt, namentlich da, wo er zugleich seine medicinischen Studien fortsetzen konnte, wie er denn z. B. längere Zeit in Montpellier verweilte. Im Jahre 1698 begleitete er den Grafen Tallard, da dieser zum französischen Botschafter an dem englischen Hofe ernannt war, nach London, wo er mit den englischen Gelehrten bekannt und auch von der Royal Society als Mitglied aufgenommen wurde. Nach seiner Abreise von London besuchte er die wissenschaftlichen Notabilitäten Hollands, und kam 1700 nach Paris zurück,

St. F. Geoffroy.
Leben.

um in einer ähnlichen Stellung wie in England, als Leibarzt des Herrn von Louvois, diesen nach Italien zu begleiten. Auf allen diesen Reisen widmete er neben der Pharmacie der Medicin besondere Aufmerksamkeit, und nach seiner Zurückkunft erlangte er 1704 zu Paris den Grad eines Doctors der Heilkunde. Bald darauf, 1707, wurde er zum Professor der Chemie an dem Jardin des plantes ernannt, und 1709 zum Professor am Collège royal. Zum Mitgliede der Akademie war er schon 1699 erwählt worden; und als Lehrer wie als forschender Chemiker mit Erfolg thätig, lebte er bis 1731.

Theoretische
Ansichten.

Ueber die Verbrennungsercheinung im Allgemeinen hat sich Geoffroy nicht ausgesprochen, indeß nähern sich seine Ansichten denen Stahl's sehr, wenn er auch in anderen Namen und kleinen Abweichungen sich eher für einen Anhänger der verbesserten Hypothese der frühern Zeit, als der neu aufgestellten Theorie ausgeben zu wollen scheint. — Den Schwefel betrachtete er als aus Säure und brennbarem Stoff zusammengesetzt, und bemühte sich durch Versuche, wo er Bildung von Schwefel durch Zusammensetzung der Bestandtheile zu bewirken glaubte, dies außer Zweifel zu setzen; in den Metallen nahm er gleichfalls eine erdige Grundlage an, mit derjenigen Substanz verbunden, welche Homberg als Schwefel bezeichnet habe, und die offenbar nur Stahl's Phlogiston ist. Nach Versuchen, wo er mittelst eines großen Brennglases aus verschiedenen Metallen jene erdige Grundlage, die Metallkalk, ausgeschieden hatte, behauptete er, daß die erdigen Bestandtheile der verschiedenen Metalle eigenthümlich verschieden seien (ein wesentlicher Fortschritt in der Erkenntniß des Begriffs eines chemischen Elements); der sogenannte Schwefel, der in allen Metallen befindlich sei, sei aber immer eine und dieselbe Substanz. Er glaubte außerdem noch, daß in den Metallen auch eine Säure enthalten sei. In der Asche verschiedener Holzarten hatte er Eisen nachgewiesen; er hielt dieses, ähnlich wie früher Becher, für bei der Einäscherung künstlich erzeugt; aus brennbaren Stoffen, namentlich Kohlen, glaubte er durch Erhitzen mit (eisenhaltigem) Thon gleichfalls Eisen erzeugen zu können, und Del wie Eisen müßte hiernach aus erdiger Grundlage, Säure, die im Del angenommen wurde, und brennbarem Stoff bestehen. Diese Ansicht, über die künstliche Zusammensetzung des Eisens wurde indeß sogleich von dem jüngern Lemeray angegriffen, und der wahre Vorgang erklärt. — Solcher Irrthümer ließ sich

Geoffroy mehrere zu Schulden kommen; so behauptete er z. B. auch noch, das bei der Detonation des Salpeters mit Kohlen sich zeigende Alkali entstehe erst durch die Verbindung des sauren Bestandtheils mit den erdigen Theilen des Salpeters. Seiner Ueberzeugung von der künstlichen Hervorbringung des Eisens ungeachtet, war Geoffroy doch ein lebhafter Gegner der Alchemie, und trug durch eine Abhandlung über die üblichen Betrügereien der Alchemisten wesentlich dazu bei, das Vertrauen auf die Wahrschastigkeit dieser Kunst, indem er die historischen Beweise dafür sämmtlich als sehr zweifelhaft hinstellte, zu schwächen.

St. F. Geoffroy.
Theoretische
Ansichten.

Einen lange andauernden Einfluß hat Geoffroy auf die Chemie ausgeübt durch seine Untersuchungen über die Affinität, hinsichtlich welcher das Genauere bei der speciellen Geschichte dieser Lehre nachgesehen werden mag. Er zuerst versuchte, die verschiedenen Körper nach ihren verschiedenen Verwandtschaftsgraden zu Einer bestimmten Substanz in vollständigere Tabellen zu ordnen. Diese Methode, die Resultate der Beobachtungen über die Verwandtschaft leicht anschaulich zu machen, blieb lange Zeit im unerschüttertesten und größtentheils wohlverdienten Ansehen; den bedeutendsten Chemikern, die auf Geoffroy folgten, war es lange noch eine der hauptsächlichsten Aufgaben, seine Tabellen nur zu verbessern und zu vervollständigen, ohne eine Abänderung des Principis, auf dem sie beruhten, zu wagen.

Kenntnisse über
die Verwandtschaft.

Sonst auch hat er noch viele für die Chemie wichtige Erfahrungen gemacht, deren vollständige Aufzählung hier zu sehr in Einzelheiten führen würde. So erwähne ich hier nur, daß er die Kenntniß des Berlinerblau's und namentlich der Körper, aus welchen die zu seiner Bereitung nöthigen Substanzen erhalten werden können, verbreitete, und genauere Methoden zur Bestimmung der Säuren in Auflösungen anempfahl, worin ihm indeß schon Homberg zuvorgekommen war; ähnliche Gegenstände hat er noch zahlreich bearbeitet.

Sonstige Beob-
achtungen.

St. F. Geoffroy hat seine Entdeckungen und Ansichten in einer großen Menge von Abhandlungen niedergelegt, die sich in den Philosophical Transactions für die Jahre 1699—1709 und in den Memoiren der Pariser Akademie für 1700—1727 finden. Außerdem ist auch für die Chemie sein Tractatus de materia medica zu nennen, wenn er gleich unserer Wissenschaft nur mittelbar angehört. Die ausgezeichneten Kenntnisse

Schriften.

St. F. Geoffroy's
Schriften.

des Verfassers in der Scheidekunst kamen auch dieser Arbeit zu gut, und das Werk erhielt sich an dreißig Jahre lang in ungeschwächtem Ansehen (zuerst wurde es 1741, nach dem Tode Geoffroy's, publicirt, und noch 1770 erschien eine neue, allerdings mit Zusätzen bedeutend vermehrte, französische Auflage davon), wie denn auch sein ausgezeichnete Werth durch Uebersetzungen in die französische, deutsche und englische Sprache allgemein anerkannt wurde.

El. J. Geoffroy.

Nicht ganz so bedeutend als der Vorhergehende und von ihm zu unterscheiden ist ein jüngerer Bruder desselben, Claude Joseph Geoffroy, der 1686 zu Paris geboren, 1752 daselbst starb. Dieser war gleichfalls, seit 1707, Mitglied der Akademie der Wissenschaften, und die Memoiren derselben für 1707 bis 1753 enthalten viele Abhandlungen von ihm. Er hat vieles über die Dele gearbeitet, die er nach ihrer Verseifung mit Alkali und Abscheidung durch Säure weit löslicher in Weingeist fand, als vorher; über die Entzündung der ätherischen Dele mittelst Salpetersäure, die er durch einen Zusatz von Schwefelsäure sicherer hervorbringen lehrte, über die qualitative Zusammensetzung mehrerer Salze, über die verschiedenen Fleischarten, deren Wassergehalt er zur Bestimmung ihrer Tauglichkeit als Nahrungsmittel ausmitteln wollte; über den Borax und einige Kennzeichen des Sedativsalzes; über den Spießglanz, wo er die pyrophorische Erscheinung eines (kaliumhaltigen) durch Glühen von schweißtreibendem Spießglanz mit schwarzer Seife erhaltenen Präparats zuerst entdeckte, und über ähnliche einzelne Gegenstände. Vorzüglich war er für die Pharmacie thätig, welche ihm vieles für die Arzneibereitung, namentlich über die Kenntniß der Darstellung mehrerer Geheimmittel, des Seignettesalzes z. B., verdankt.

Hellot's
Leben.

An die Thätigkeit der beiden Geoffroi schließt sich die Johann Hellot's an, eines gleichfalls sehr verdienten Chemikers. Hellot war 1685 zu Paris geboren; von seinem Vater, dem er eine gute Erziehung verdankte, wurde er zum geistlichen Stande bestimmt, allein eigene Vorliebe zog ihn zu den Naturwissenschaften, besonders zur Chemie, hin. Diese frühe Neigung wurde durch seine Bekanntschaft mit St. F. Geoffroy, welche bald zur innigsten Freundschaft wuchs, noch gesteigert. Er studirte längere Zeit zu Paris, und ging dann nach England, um auch die Kenntniße der dortigen Gelehrten sich anzueignen. Nach seiner Zurückkunft nach Paris

erlitten seine, früher sehr günstigen, Vermögensumstände durch die damals in Frankreich herrschenden Finanzunordnungen einen harten Stoß; er sah sich genöthigt, neben seiner Lieblingswissenschaft noch ein anderes, einträglicheres, Geschäft zu betreiben, und übernahm die Redaction eines politischen Blattes, der Gazette de France, wobei er von 1718 bis 1732 beschäftigt war. Im Jahr 1735 wurde er Mitglied der Pariser Akademie, und zeichnete sich hier durch seine Thätigkeit besonders aus; er wurde zu allen Commissionen gezogen, von welchen ein Bericht oder ein Gutachten über einen Gegenstand zu geben war, der mit der Chemie irgend in Beziehung stand, und viele seiner wissenschaftlichen Arbeiten wurden auf solche Veranlassungen hin unternommen. Er starb 1765.

Hellot.
Leben.

Hellot's Arbeiten behandeln größtentheils Gegenstände von nur spe-
 ciellem Interesse; viele seiner Untersuchungen haben nur die Auffuchung
 verbesserter Darstellungsmethoden zum Zweck, so z. B. die über den Phos-
 phor, über das Berlinerblau, über den Aether und ähnliche, auf welche ich
 in den folgenden Theilen zurückkommen werde. Bei mehreren seiner For-
 schungen leiteten ihn falsche Voraussetzungen; so z. B. gab er sich viele
 Mühe, das metallische Zink zu zerlegen, wobei er indeß doch brauchbare
 Resultate erhielt, wie z. B. über die Zusammensetzung des Zinkvitriols, das
 Verhalten des Zinks und seines Kalks gegen mehrere Säuren, die beste Be-
 reitung der Zinkblumen u. s. w. Manchmal auch zog er aus richtigen Be-
 obachtungen sonderbare Schlüsse; so soll nach ihm die rothe Farbe der sal-
 petrigen Säure, welche er aus dem Salpeter unter gewissen Umständen sich
 entwickeln sah, von Eisentheilchen, die im Dampf aufgelöst seien, herrühren.

Chemische Kennt-
niß.

Biel wichtiger als solche Speculationen waren einige Arbeiten von Hel-
 lot, welche namentlich auf die angewandte Chemie einen großen Einfluß
 ausübten, und die von ihm meist in amtlicher Stellung ausgeführt wurden.
 So machte er sich um die Porzellanmanufactur von Sevres sehr verdient;
 er entdeckte viele neue Farben zur Porzellanmalerei, deren Anwendung das
 Ansehen dieser Anstalt bedeutend steigerte. Von allgemeiner Nützlichkeit wa-
 ren die Untersuchungen, welche er über den Proceß des Färbens anstellte.
 Er war 1740 mit der Inspection der Färbereien beauftragt worden; gleich-
 zeitig entwickelte er in mehreren Abhandlungen die Theorie der Färbekunst,
 den Unterschied der haltbaren und vergänglichen Farben, die Wirkung der
 Beizmittel u. s. w., und gab so zuerst Aufklärung über diese bisher nur
 handwerksmäßig betriebene Kunst. — In ähnlichem Auftrag untersuchte er

Hellot. die Brauchbarkeit der Methoden, Gold und Silber zu scheiden, und im Allgemeinen den Gehalt einer Legirung an edlem Metall zu bestimmen. Er suchte auf diese Kunst gleichfalls die neueren Fortschritte der Chemie anzuwenden und die Fehler der älteren Methoden ausfindig zu machen; er zuerst machte namentlich darauf aufmerksam, daß die Bestimmung der Menge des Silbers durch Cupelliren keineswegs fehlerfreie Resultate giebt, sondern vielmehr den Silbergehalt gewöhnlich etwas zu klein ausfallen läßt.

Schriften.

Hellot's Arbeiten finden sich meist in den Memoiren der Pariser Akademie, für die Jahre 1735 bis 1763. Einzelne dieser Abhandlungen, z. B. die über Färberei, wurden auch abgefordert in das Deutsche übersetzt. Ueber Metallurgie und Dokimasie gab er noch (1750 — 1753) ein besonderes Werk heraus, unter dem Titel: »De la fonte des Mines, des Fonderies u. s. w.« als eine Uebersetzung eines deutschen Buchs: Christoph Andreas Schlüter's »gründlicher Unterricht von Hüttenwerken sammt angehängtem Probirbuch« (welches 1738 herausgekommen war), und vergrößerte die Brauchbarkeit desselben durch reichhaltige Zusätze und bessere Anordnung des Inhalts.

Duhamel.
Leben.

Aus derselben Zeit, in welcher Hellot wirkte, darf noch ein Chemiker nicht unerwähnt bleiben, der, in vielen Zweigen der Wissenschaft durch seine schönen Arbeiten ehrenvoll bekannt, auch die Chemie mit neuen Entdeckungen bereichert hat. Heinrich Ludwig Duhamel du Monceau war zu Paris 1700 geboren; er gehörte einer ursprünglich niederländischen Familie an, welche indeß schon seit dem Anfang des 15. Jahrhunderts sich in Frankreich niedergelassen hatte. Er erhielt zu Paris seine erste Ausbildung, und studirte dann an der dortigen Universität, wo er in der Chemie St. J. Geoffroy und Lemery zu Lehrern hatte. Die Chemie war indeß nicht das einzige Fach, welches ihn beschäftigte; Botanik, Physiologie und andere Wissenschaften zogen ihn gleichfalls an. Eine Anstellung in dem Marineministerium, die er erhielt, leitete ihn vorzugsweise zu einer praktischen Anwendung seiner bedeutenden Kenntnisse, ohne daß jedoch seine Thätigkeit für die Förderung der Wissenschaft an sich darunter gelitten hätte. — Von 1740 an, wo er von der Akademie zu Paris als Mitglied aufgenommen worden war, bis zu 1781, wo der Tod ein so nützlich wirkendes Unterbrechen, lebte er nur seinen wichtigen und erfolgreichen Untersuchungen hingegeben. Seine ausgezeichneten Verdienste um die Physiologie,

die Agricultur, die Meteorologie (so unausgebildet diese auch damals noch war) und andere Wissenschaften können hier nicht zu ihrer vollen Anerkennung dargestellt werden; ich beschränke mich auf die Darlegung seiner wichtigeren chemischen Untersuchungen, die unserer Wissenschaft zur wesentlichen Bereicherung gereichten.

D u h a m e l.

Unter diesen ist die wichtigste die Beweisführung, daß das Natron ein eigenthümliches, von dem Kali verschiedenes, Laugensalz ist. Wenn auch schon Stahl früher angedeutet hatte, in dem Kochsalz sei ein Alkali eigener Art enthalten, so war doch diese Angabe weder durch Versuche außer Zweifel gesetzt, noch von irgend einem Scheidekünstler angenommen worden; und für D u h a m e l ist deßhalb das volle Verdienst dieser Entdeckung zu wahren. In einer Abhandlung über die Basis des Seesalzes zeigte dieser 1736, daß die weiße Erde, welche aus einer Auflösung des gewöhnlichen Kochsalzes durch Kali niedergeschlagen wird und die bisher von den meisten Chemikern für die Grundlage jenes Salzes gehalten wurde, nur eine zufällige Verunreinigung ist, da sie nur wenig beträgt und mit Salzsäure verbunden nicht wieder Kochsalz giebt. In dem reinen Kochsalz fand er dagegen eine Basis, welche, für sich und mit Säuren vereinigt, andere Eigenschaften zeigt, als die gewöhnlichen Kaliverbindungen. Er gab verschiedene Methoden an, die Soda rein darzustellen, und wies zugleich das Vorkommen dieser Basis in der Asche der Pflanzen nach, welche an der Meeresküste wachsen; später fügte er noch die interessante Entdeckung hinzu, daß die Menge des Natrons in diesen Gewächsen ab-, der Kaligehalt darin hingegen zunimmt, wenn sie von dem Strand weg in das Binnenland verpflanzt werden.

Chemische
Kenntnisse.

D u h a m e l's sonstige chemische Arbeiten machen eine genauere Besprechung derselben für diesen Theil der Geschichte nicht nothwendig; seine Arbeiten über Aetherbereitung, über die Darstellung des auflösliehen Weinstein, über den Aeskalk und den Salmiak vervollständigten die Kenntnisse, welche man damals von diesen Körpern hatte, aber begründeten ebenso wenig eine neue Reihe von chemischen Forschungen, als sie für eine eigenthümliche Untersuchungsweise D u h a m e l's Beweis geben. Sehr interessant für die damalige Zeit waren noch seine Beobachtungen über die freiwillige Entzündung, welche Hanf, mit Del getränkt, stark zusammengepreßt und sich selbst überlassen, zeigt.

Von D u h a m e l's zahlreichen Schriften mögen hier nur die auf

Schriften.

Chemie Bezug habenden erwähnt werden. Seine dahin gehörigen Abhandlungen sind in den Memoiren der Pariser Akademie für 1732 bis 1767 enthalten. Nur wenige Schriften, die mit der Scheidekunst in Verbindung stehen, gab er abgefondert heraus; und es waren diese meist technologische, für ein größeres Publikum abgefaßt. So publicirte er, zum Theil gemeinschaftlich mit anderen Gelehrten, 1763 *L'art du Tuilier et du Briquetier*, 1764 *L'art de convertir le cuivre rouge en laiton*, 1771 *L'art de faire la colle*, 1775 *La fabrique de l'amidon*, 1777 *L'art du savonnier* und noch mehrere ähnliche gemeinnützige Anweisungen, deren Brauchbarkeit durch Uebersetzungen in die deutsche Sprache auch weiterhin nützte.

Macquer.

Wir kommen nun zu der Betrachtung des letzten unter denjenigen bedeutenderen französischen Chemikern, welche ganz im Sinn und als Anhänger der phlogistischen Theorie arbeiteten. Peter Joseph Macquer sah noch die Angriffe gegen das System, dem er huldigte, mächtig auftreten, ohne daß er indeß weder es halten konnte, noch zu der Partei der Gegner desselben überging. Macquer gehörte einer Familie an, welche ursprünglich aus Schottland stammte, aus Ergebenheit zu den Stuarts nach dem Sturz dieses Hauses Vaterland und Vermögen zum Opfer gebracht und sich nach Frankreich übersiedelt hatte. Er war zu Paris 1718 geboren, und widmete sich dem Studium der Medicin und Chemie mit außerordentlichem Eifer; schon 1745 wurde er Mitglied der Akademie, und nahm von dieser Zeit an den thätigsten Antheil an der Beurtheilung aller wichtigeren Entdeckungen, welche diesem Institute vorgelegt wurden. Als Professor der Chemie an dem Jardin des plantes hatte er vorzügliche Gelegenheit, für die Ausbreitung dieser Wissenschaft zu wirken, die er außerdem mit zahlreichen Originalarbeiten bereicherte; und wenn auch seine zu große Vorliebe für das ältere System und daraus entspringende Mißachtung der Arbeiten, welche zur Aufstellung einer neuen chemischen Theorie hinleiteten, seinen letzten Publicationen eine gewisse Einseitigkeit und Gezwungenheit mittheilte, so sind doch seine empirischen Forschungen für die Chemie von der größten Wichtigkeit geworden. Zu verschiedenen amtlichen Commissionen berufen, widmete er den ihm hier anvertrauten Gegenständen die größte Sorgfalt. So verdankt ihm die Färbekunst schätzbare Belehrungen, und die Manufactur zu Sevres gelangte zur Benützung der trefflichen

Leben.

Porzellanerde in Folge eines Preises, den er für die Auffindung einer solchen Erde aussetzte. Macquer starb 1784.

Macquer.

Chemische
Kenntnisse.

Seine Arbeiten erinnern in der Art der Ausführung schon ziemlich an die in dem folgenden Zeitalter und noch jetzt gebräuchliche; namentlich im Vergleich mit denen mancher unter den ersteren Chemikern dieser Periode. Von seinen einzelnen Untersuchungen hebe ich hier einige aus, die ihm vorzüglich seinen Ruhm als Scheidekünstler erwarben. — Er untersuchte die Auflöslichkeit der verschiedenen Oele in Weingeist und glaubte nachweisen zu können, daß sie alle eine Säure in sich enthalten, und daß der verschieden große Gehalt an dieser die Ursache ihrer verschiedenen Auflöslichkeit sei. — Ueber die Auflöslichkeit der verschiedenen Salze in Weingeist stellte er gleichfalls viele Beobachtungen an, und legte den Grund zu dem für die analytische Chemie nicht unwichtigen Verfahren, Salze von einander mittelst Weingeist zu trennen. Interessant sind noch für uns seine Untersuchungen über die Auflöslichkeit des elastischen Federharzes, wo er zeigte, daß sich dasselbe in Aether und flüchtigen Oelen löst, und daß es aus der erstern Lösung eingetrocknet seine vorige Elasticität wieder erhält. — Seine Bemühungen, Flintglas zum optischen Gebrauch möglichst rein zu bereiten, verdienen ebenfalls Erwähnung, sie beweisen, wie Macquer die Fortschritte auch anderer Wissenschaften durch Anwendungen der Chemie zu befördern suchte. — Hauptsächlich verdienen seine Arbeiten über Arsenik- säure hervorgehoben zu werden; er zuerst stellte aus dem Rückstande, nach Erhitzen des weißen Arseniks mit Salpeter, das krystallisirte arseniksaure Kali dar, welches noch lange den Namen Macquer's arsenikalisches Mittelsalz führte; auch die entsprechenden Salze mit Natron und Ammoniak bereitete er, doch gelang es ihm nicht, die Arsenik- säure selbst im isolirten Zustande hervorzubringen.

Ebenso wichtig waren seine Untersuchungen über das Berlinerblau und den darin enthaltenen Farbstoff. Seine ersten Arbeiten darüber hatten zum Zweck, das beste Verfahren, diese Farbe auf Zeuge zu befestigen, ausfindig zu machen. Später zeigte er, daß in dem Berlinerblau eine färbende Substanz enthalten ist, welche durch Glühen zerstört wird; daß dieselbe auch einigermaßen saure Eigenschaften besitzt, sofern sie durch Kochen mit kauftischem Kali von dem Eisen an dieses übertragen werden kann, wodurch sich eine Salzlösung bildet, die noch das Vermögen besitzt, Eisen

Macquer.
Chemische
Kenntnisse.

aus seiner Auflösung mit blauer Farbe niederzuschlagen. Die grüne Farbe des entstehenden Niederschlags schrieb Macquer dem Umstande zu, daß hier das Eisen nicht vollkommen mit färbendem Stoff gesättigt sei, sondern noch Eisenoryd von gelber Farbe enthalte, welche mit dem Blau des Niederschlags vermischt diesen grün erscheinen lasse. Werde das gelbe Eisenoryd durch Salzsäure entfernt, so trete die blaue Farbe hervor. — Macquer hielt die färbende Substanz für reines Phlogiston; diesem gemäß nannte er die durch Kochen des Berlinerblau's mit Kali entstehende Lösung phlogistirtes Alkali. — Einen Nachfolger in seinen Untersuchungen über die Arseniksäure sowohl, als über die färbende Substanz im Berlinerblau fand Macquer bald in Scheele, der die unvollkommeneren Resultate dieser ersten Vorarbeiten zu einer deutlicheren und umfassendern Erkenntniß erhob. Wir werden hierüber noch in diesem Zeitalter zu berichten haben, und wenden uns jetzt zu der nähern Betrachtung, in welchem Verhältniß Macquer zu der Phlogistontheorie stand.

Verhältniß zur
Phlogistontheorie.

Macquer's erstes Auftreten in der Chemie fiel in die Zeit, wo Stahl's Verbrennungstheorie sich des allgemeinsten Beifalls erfreute. Die Isolirung des Phlogistons wurde, wie wir schon oben bemerkten, damals gar nicht gesucht; der Begriff desselben war einer fruchtbaren Anwendung zu Erklärungen fähig und wurde namentlich da herbeigeht, wo es sich um die Definirung von Stoffen handelte, die man gleichermaßen nicht darstellen konnte. So sehen wir auch Macquer, einen ganz consequenten Anhänger der Stahl'schen Lehre, das färbende Princip im Berlinerblau, weil es durch Hitze zerstört (abgeschieden) wird und er es zudem so wenig wie das reine Phlogiston isoliren konnte, geradezu als Phlogiston betrachten. Aber in der letzten Zeit von Macquer's Thätigkeit kamen neue Thatsachen, neue Betrachtungsweisen zur Sprache; man entdeckte Fälle, wo ein Metallkalk ohne Zusatz eines brennbaren Stoffs, der ihm Phlogiston abgeben könnte, reducirt werden konnte, durch bloße Wärmeapplication, wie z. B. der Quecksilberkalk. Mit dieser Erscheinung schien die Phlogistontheorie nach Stahl'schen Begriffen nicht bestehen zu können; die Fehlerhaftigkeit derselben wurde behauptet, aber Macquer versuchte sie noch zu halten und die neuen Thatsachen mit ihr in Uebereinstimmung zu bringen, indem er als Phlogiston den Lichtstoff betrachtete, welcher durchsichtige Gefäße durchdringend unter Beihülfe der Wärme Quecksilberkalk zu regu-

linischem Quecksilber herstellen könne. Diese Hypothese, zur Erklärung Einer neuen Thatsache aufgestellt, machte indeß die ganze Phlogistontheorie nur noch verwickelter; die Verwirrung, welche daraus hervorging, trug dazu bei, einer richtigeren neuen Ansicht den Sieg über die Phlogistontheorie in allen ihren Modificationen zu verschaffen. — Was übrigens *Macquer* besonders noch als dem phlogistischen Zeitalter ganz angehörig charakterisirt, ist die Vernachlässigung der quantitativen Verhältnisse zur Entscheidung in wichtigen theoretischen Fragen. Er stellte mehrere quantitative Untersuchungen an, in Betreff auf Mineralwasser, metallurgische Gegenstände u. s. w.; hier scheinen sie ihm nützlich, aber er hält sie doch für ganz unerheblich, wo es sich um die Widerlegung seiner Verbrennungstheorie handelt. Als man gegen diese geltend machte, daß die Verbindung des Metallkalkes mit Phlogiston weniger wiege, als der eine Bestandtheil, der Metallkalk, als man hieraus Schlüsse zog, der Metallkalk möge die Verbindung, das Metall der Bestandtheil sein — meinte *Macquer*, ihn habe die Nachricht besorgt gemacht, man sei auf Thatsachen gekommen, welche die phlogistische Theorie mit einemmale stürzen müßten, aber da er jetzt erfahren, es seien dies nur die eben genannten quantitativen Verhältnisse, sei er um den Fortbestand des alten Systems wieder ganz beruhigt.

Macquer.
Verhältniß zur
Phlogistontheorie.

Das Verhältniß *Macquer's* zur Phlogistontheorie war hier hervorzuheben, weil die Ansichten der letzten Gelehrten dieses Zeitalters in Betreff dieses Gegenstandes mit dem Uebergange zu einem neuen Zeitalter in engem Zusammenhange steht. Von seinen einzelnen Arbeiten habe ich viele hier unerwähnt lassen müssen, deren Ausführung den folgenden Theilen vorbehalten bleibt; sie sind von ihm beschrieben hauptsächlich in den Memoiren der Pariser Akademie für die Jahre 1745 bis 1779. Mehrerer kleinerer Schriften nicht zu gedenken, erwarb er sich namentlich noch großes Verdienst für die Verbreitung der Chemie durch die Abfassung von Lehrbüchern, welche mit Klarheit und Einfachheit große Vollständigkeit verbanden. Seine *Elements de chymie théoretique* (1749), denen er *Elements de chymie pratique* (1751) nachfolgen ließ, waren als Compendium in Frankreich und selbst mehreren Universitäten des Auslandes weit verbreitet; alle neuen Entdeckungen berücksichtigte er noch sorgfältig in seinen *Elements de la théorie et de la pratique de la Chymie*, welche 1775 heraus kamen. Sein *Dictionnaire de chymie*, der zuerst 1766 und bedeutend erweitert

Schriften.

Macquer.
Schriften.

1778 erschien, genoß eines vorzüglichen Ansehens; bei der Masse von Thatsachen, welche, ohne noch in dem gehörigen Zusammenhang unter einander zu stehen, in einem vollständigeren chemischen Werke doch alle anzuführen waren, konnte allein bei dieser Einrichtung, Monographien aller Stoffe in alphabetischer Ordnung zu geben, erschöpfende und gleichmäßige Darstellung erzielt werden. Der Einfluß, welchen alle diese Werke auf die Verbreitung chemischer Kenntnisse äußerten, ergibt sich aus der großen Zahl wiederholter Auflagen und der Menge von Uebersetzungen, die davon in deutscher, englischer, italienischer, spanischer, dänischer und russischer Sprache veranstaltet wurden.

Ausbreitung
der Chemie in
Frankreich.

Ogleich in Frankreich schon zu jener Zeit ein Centralisiren der Wissenschaft stark hervortritt (mehr noch als in Deutschland, wo indeß damals auch die berühmtesten Chemiker fast sämmtlich mit den gelehrten Anstalten Einer Stadt in Verbindung stehen), obgleich die hier besprochenen französischen Scheidekünstler ihre Thätigkeit alle zu Paris geltend machten, breitete sich doch auch in dem übrigen Frankreich das Bestreben, die Chemie durch selbstständige Arbeiten zu fördern, aus. In dem gegenwärtigen Zeitalter entstehen in vielen Städten Frankreichs Akademien, welche auch der Chemie Aufmerksamkeit zu Theil werden lassen; die Resultate ihrer Bestrebungen waren bei den meisten dieser Gesellschaften nicht bedeutend genug, um hier ein genaueres Eingehen in die Geschichte ihrer Stiftung und ihrer Leistungen zu veranlassen; nur einer muß hier erwähnt werden, welche gerade bei dem Schlusse dieses Zeitalters tüchtige Chemiker heranbildete. Es ist dies die Académie des sciences, arts et belles lettres zu Dijon, welche, schon seit 1693 vorbereitet und seit 1725 dem Namen nach bestehend, doch erst seit 1741 sich thätig bewies. Ihre Memoiren erschienen von 1769 an, sie enthalten schätzbare Abhandlungen, deren wir bei der Geschichte der ersten Chemiker des folgenden Zeitalters zu erwähnen haben; für dieses Zeitalter noch ist für keins ihrer Mitglieder eine genauere Besprechung seiner Leistungen nöthig.

Academie zu
Dijon.

Ausbildung
der Phlogis-
tiontheorie in
England.

Mit der Reihe der französischen Chemiker, welche wir bis hierher betrachteten, gleichzeitig, wirkten in England mehrere Männer, welche auch alle aus der Schule der phlogistischen Theorie hervorgehend, dieser die Resultate ihrer Arbeiten unterordnen; welche den Sturz dieser Theorie eintreten sahen, theilweise dann der neuen bessern Ansicht beitreten, theilweise

hartnäckig an der ältern festhängend. Aber jeder von diesen englischen Chemikern, mochte er nun von der Hypothese des Phlogistons sich später lossagen oder nicht, trug wesentlich zur Begründung einer entgegengesetzten Theorie bei, durch Entdeckung von Thatsachen, deren Erklärung den Gegnern des phlogistischen Systems die stärksten Beweisgründe für die Richtigkeit ihrer Sache gab. Als solche Schlüsselpunkte der Entwicklung der phlogistischen Theorie in England, als den Uebergang zu einem neuen Zeitalter vermittelnd haben wir hier die Leistungen und Ansichten Black's, Cavendish's und Priestley's zu betrachten.

Ausbildung der
Phlogisttheorie
in England.

Ein langer Zwischenraum trennt den letzten Chemiker Englands, dem in dieser allgemeinen Geschichte der Chemie eine ausführlichere Betrachtung einzuräumen war, von der Zeit, in welcher die jetzt zu besprechenden Gelehrten lebten. Wenn gleich noch gegen 1700 und auch in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts einzelne Chemiker jenes Landes lebten, deren Untersuchungen verdienstvoll genannt zu werden verdienen, so wußte doch keiner von diesen seine Ansichten zu den allgemeiner angenommenen zu machen, keiner wußte sich so hoch zu stellen, um als Repräsentant der ganzen Chemie zu einer bestimmten Zeit oder als der Vertreter einer gewissen einflussreichen Richtung in dieser Wissenschaft angesehen werden zu können. Die ausgezeichneteren Talente, welche zu dieser Zeit in England sich dem Studium der Naturwissenschaften widmeten, waren zu sehr damit beschäftigt, das von Newton eröffnete Gebiet, Anwendung der Mathematik auf die Naturforschung, zu bebauen, als daß die Chemie, welche damals dieser Behandlungsweise noch nicht fähig war, vieler Anhänger und Förderer von weiter greifender Bedeutsamkeit sich hätte erfreuen dürfen. Doch war die Verbreitung naturwissenschaftlicher Forschungen auch in England überall im Fortschreiten; durch Bildung neuer gelehrter Gesellschaften bethätigte sie sich auch hier und bot Aufforderung zu neuen Untersuchungen. — In Schottland hatte schon 1731 zu Edinburg durch das Zusammentreten mehrerer Aerzte eine solche Gesellschaft sich gebildet, deren Zweck zwar zunächst Förderung der Arzneiwissenschaft war, — (wie denn auch die ersten Schriften dieser Societät, *Medical Essays and Observations*, 1733 — 1744, fast ganz medicinischen Inhalts sind) — die aber später mit erweiterter Aufgabe ihre Beschäftigung auf die gesammte Naturwissenschaft ausdehnte, und seit 1754 in ihren *Essays and Observations Physical and Litterary read before a Society in Edinburgh* auch viele chemische Aufsätze publicirte. Von 1788 an, wo

Edinburger
Societät.

die Gesellschaft als königliche Akademie anerkannt wurde, erschienen ihre Denkschriften als Transactions of the Royal Society of Edinburgh. — In Irland wurde erst 1782 eine ähnliche Gesellschaft zu Dublin gestiftet, deren Schriften, Transactions of the Royal Irish Academy, seit 1787 herauskamen, und gleichfalls für die Chemie wichtige Abhandlungen enthalten. Die letztere Akademie, obgleich tüchtige Scheidekünstler, wie namentlich den in den folgenden Theilen öfters zu erwähnenden Kirwan, zu ihren Mitgliedern zählend, hat indeß doch keinen Chemiker von solcher Bedeutsamkeit aufzuweisen, daß ihm schon hier eine ausführlichere Betrachtung zu widmen wäre; der Edburger Gesellschaft hingegen gehörte ein Gelehrter an, Dubliner
Academie. Black, mit dessen Thätigkeit wieder ein größerer Einfluß der chemischen Untersuchungen in seinem Vaterlande auf die gesammte Wissenschaft beginnt; seine Entdeckungen, die schnell von den meisten Chemikern anerkannt wurden, berichtigten einzelne höchst wichtige Ansichten in der Chemie und bildeten so ein Vorspiel zu der großen Reform, welche bald unsere Wissenschaft umgestaltete.

Black.

Leben.

Joseph Black war 1728 zu Bordeaux geboren, wo sein Vater, der aus Schottland stammte, in Handelsgeschäften lebte. Um eine nationale Erziehung zu erhalten, wurde Black schon früh aus Frankreich entfernt; von 1740 an erhielt er seine erste Ausbildung zu Belfast in Irland, und 1746 bezog er die Universität Glasgow. Er studirte hier Medicin, und wurde zugleich mit den Naturwissenschaften vertrauter. Namentlich mit der Chemie begann er sich näher zu beschäftigen, angeregt durch die Vorlesungen, welche der als Arzt berühmt gewordene Dr. Cullen *) damals zu Glasgow

*) William Cullen gilt in England als der Führer der Reihe von Chemikern, welche in diesem Lande etwa seit der Mitte des vorigen Jahrhunderts die Chemie aus dem wissenschaftlichen Gesichtspunkte bearbeitet haben; er erlangte diesen Ruhm, ob er gleich fast gar keine selbstständige chemische Arbeit ausgeführt hat, durch den Erfolg seiner Vorlesungen, in welchen er den Sinn für Chemie bei Vielen zu wecken, und die Scheidekunst selbst als eine Wissenschaft, die philosophischer Behandlung fähig und der Aufmerksamkeit aller Gebildeten würdig sei, nicht bloß als eine Summe empirischer Thatsachen, hinzustellen wußte. Cullen war 1712 in Lanarkshire in Schottland geboren; er wurde 1746 Lehrer der Chemie an der Universität zu Glasgow, 1756 an der zu Edinburgh. Er war ein thätiges Mitglied der gelehrten Gesellschaft der letztern Stadt; von 1766 an beschäftigte er sich ausschließlich mit Medicin, in welcher Wissenschaft er sich namentlich ihrem theoretischen Theile nach vieles Ansehen erwarb. Er starb 1790.

hielt. — Im Jahre 1750 ging Black nach Edinburg, um da seine medicinischen Studien zu vollenden. Der Gegenstand seiner Inauguraldissertation stand in Beziehung zu einer Frage, welche damals die ärztliche Welt sehr beschäftigte, zu der Heilung der Blasensteinkrankheit nämlich durch auflösende Mittel. Diese Mittel glaubte man besonders in den kauftischen Alkalien zu finden; die Untersuchung der Ursache der Kausticität bei dem Kalk, die Erklärung, wie sich diese Eigenschaft auf Alkalien übertragen läßt, beschäftigten Black schon bei der Ausarbeitung seiner Dissertation; noch genauer entwickelte er seine Ansichten über diesen Gegenstand 1755 in einer besondern Abhandlung. Durch diese Arbeit stieg sein Ruf als Chemiker so schnell, daß er bereits 1756, bei Dr. Cullen's Weggang von Glasgow nach Edinburg, an dessen Stelle zum Professor der Chemie in Glasgow ernannt wurde. Und als Dr. Cullen zu Edinburg 1766 die Professur der Chemie mit der der Medicin vertauschte, wurde abermals Black sein Nachfolger, und war von 1766 bis 1797 zu Edinburg für die Verbreitung unsrer Wissenschaft durch geistvolle und mit dem größten Interesse aufgenommene Vorlesungen thätig. In dem letzten Jahre indeß war seine, von jeher schwächliche, Gesundheit in dem Grade zerrüttet, daß er allen anstrengenderen wissenschaftlichen Beschäftigungen entsagen mußte; mit zunehmender Kränklichkeit lebte er bis 1799, wo er im 71. Jahre seines Alters starb.

Black.
Leben.

Black hat nur wenige Untersuchungen bekannt gemacht, die für die Chemie von allgemeinerer Wichtigkeit sind, aber unter diesen wenigen sichert ihm die bereits angedeutete Arbeit über die Kausticität für stets eine ehrenvolle Stelle unter den hauptsächlichsten Beförderern der Chemie, da er zuerst den Unterschied zwischen milden und ägenden Alkalien, und die Verwandlung der einen in die anderen, richtig zu erklären wußte.

Untersuchungen
über die Kausticität.

Ich werde in der Folge, wo ich die Geschichte der Lehre von den Alkalien speciell abhandle, auf die Meinungen ausführlicher zurückkommen, welche bis zu Black's Zeiten über die Ursache des Ägendseins der Alkalien angenommen waren. Hier nur so viel, daß man zu jener Zeit noch die milden Alkalien als einfache Substanzen ansah, die durch Verbindung mit Feuerstoff erst ägend würden; der Kalk werde bei dem Brennen kauftisch durch Aufnahme von Feuermaterie, und diese lasse sich dann von dem Kalk auf andere Alkalien übertragen. Diese Hypothese erklärte zugleich, warum

der Kalk nicht mehr kaustisch ist, wenn er zur Aegendmachung anderer Alkalien gedient hat — er enthält die Feuermaterie nicht mehr, da er sie an die Alkalien abgetreten hat. Black zuerst zeigte, daß die Hypothese eines solchen Feuerstoffs falsch ist; daß die milden Alkalien nicht einfache Substanzen, sondern Verbindungen sind; daß die Kausticität ihnen nicht mitgetheilt wird durch Verbindung mit einer Substanz, der Feuermaterie, sondern durch Entziehung einer Substanz (der Kohlensäure), welche er als fixe Luft bezeichnete. Black constatirte, daß nichtägender Kalk an Gewicht verliert, wenn er zu ägendem wird; er schloß daraus, daß der erstere den letztern als Bestandtheil in sich enthält; er zeigte, daß die Alkalien in dem Zustande, wo sie nicht ägend sind, mit Säuren aufbrausen, und eine Luftart von sich geben, welche ganz dieselbe ist, wie die aus nicht ägendem Kalk durch Glühen ausgetriebene; er fand in dieser fixen Luft den zweiten Bestandtheil der milden Alkalien. So stellte er fest, daß diese Körper im einfacheren Zustande ägend sind, und erst durch Verbindung mit fixer Luft diese Eigenschaft verlieren; daß die Aegendmachung der Alkalien durch Kalk darauf beruht, daß die fixe Luft von den erstern an den letztern tritt. — Diese richtige Auffassung der Kausticität wurde bald allgemein angenommen, wenn auch noch im Anfang sich einige Chemiker dagegen erhoben und andere eine Uebereinstimmung zwischen Black's neuer Lehre und der ältern falschen zu erkünsteln suchten.

Noch mehrere andere chemische Untersuchungen, welche Black anstellte (so z. B. trug er dazu bei, den Unterschied der Magnesia von der Kalkerde noch fester zu begründen; mehrere Mineralwasseranalysen führte er aus, die Methode, Salpeteräther durch Uebereinandergießen von Säure, Wasser und Weingeist zu bereiten, so daß nur langsame Vermischung der verschiedenen Schichten statthaben kann, ist ihm eigenthümlich u. s. w.), bespreche ich hier, als minder folgerich, nicht weitläufiger; aber hervorgehoben zu werden verdient noch eine Arbeit von ihm, welche, wenn gleich mehr der Physik angehörig, doch auch für die Chemie von großer Wichtigkeit geworden ist, nämlich seine Forschungen über die latente Wärme. Diesen Theil der Wärmelehre begründete er; er zuerst zeigte, noch während seines Aufenthalts zu Glasgow, daß eine gewisse Menge Wärme erforderlich ist, um feste Körper (wie Eis) in den flüssigen Zustand (Wasser) überzuführen; daß diese gewisse Menge Wärme nicht die Temperatur des Körpers erhöht, sondern nur zur Aenderung seines Aggregatzustandes ver-

Black's
Untersuchungen
über die Kaustici-
tät.

Ueber latente
Wärme.

wandt wird; daß sie absorbiert wird, ohne dann für das Thermometer noch weiter wahrnehmbar zu sein; weshalb er sie als latente Wärme bezeichnete. Ebenso that er später dar, daß auch bei dem Uebergang einer Flüssigkeit in den dampfförmigen Zustand die Absorption einer gewissen Menge Wärme statthat, die gleichermaßen nicht durch das Thermometer angezeigt wird und als latente betrachtet werden muß. Er suchte auch die Quantität Wärme zu bestimmen, welche bei der Verwandlung des Eises in Wasser und des Wassers in Dampf latent wird, und wenn auch seine Bestimmungen später durch richtigere ersetzt wurden, so sind sie doch für den damaligen Zustand der Experimentalphysik genau zu nennen, und die Methoden, welche er zu diesen Bestimmungen anwandte, bezeugen seinen Scharfsinn und seine Geschicklichkeit im Experimentiren hinlänglich.

Bl a c k.
Untersuchungen
über latente
Wärme.

Bl a c k's Verhältniß zur Phlogistontheorie ist hier noch zu besprechen. Eine der größten Zierden des Zeitalters dieser Theorie trug doch Bl a c k zur Erschütterung derselben viel bei. Er bekannte sich lange zu ihr; seine wissenschaftliche Ausbildung in der Chemie verdankte er der systematischen Zusammenfassung der Thatsachen, welche St a h l's Hypothese möglich gemacht hatte; in diese Lehre eingeweiht, fand er zunächst keinen Grund, sie zu bestreiten. Und doch bestritt er sie indirect, indem er, dem Geist der phlogistischen Lehre zuwider, bei der Erklärung der qualitativen Erscheinungen die quantitativen Verhältnisse als entscheidend gelten ließ, indem er eine von der Phlogistontheorie recipirte Lehre, die der Kausticität, stürzte, weil er nicht einen schwerern Körper als Bestandtheil eines absolut leichtern anerkannte; indem er seiner Ansicht Anhänger zu gewinnen wußte, daß, wenn man aus einer bestimmten Quantität eines Körpers eine geringere Quantität eines andern erhält, diese letztere nicht eine Verbindung des erstern sein kann, sondern als ein Bestandtheil desselben zu betrachten ist. Als diese Betrachtungsweise, die Bl a c k nur auf die Erscheinungen der Kausticität des Kalks und der Alkalien anwandte, später auf die allgemeinsten Vorgänge der Chemie, auf die Verbrennungsercheinungen, ausgedehnt wurde und einen Umsturz des gesammten chemischen Systems herbeiführte, konnte Bl a c k kein Bedenken tragen, der neuern Ansicht beizutreten, einer Ansicht, welche sich auf dieselbe Art der Beurtheilung vieler Thatsachen stützte, wie er sie für wenige zuerst geltend gemacht hatte. Bl a c k ist der einzige hier zu betrachtende Chemiker des jetzt in Rede stehenden Zeitalters, der noch die

Verhältniß zur
Phlogistontheorie.

W i a t. Unrichtigkeit der phlogistischen Theorie offen anerkannte, aber er war doch in dieser Geschichte noch dem Zeitalter der phlogistischen Theorie, und nicht dem folgenden, zuzutheilen, weil seine wissenschaftliche Thätigkeit fast ganz in die Zeit fällt, wo er sich noch als Anhänger dieser Theorie bekannte.

Schriften.

Seine literarischen Leistungen sind nicht zahlreich; sein schwächlicher Gesundheitszustand und eine gewisse Sorglosigkeit hinsichtlich der Geltendmachung seiner eigenthümlichen Untersuchungen ließen ihn nur wenig veröffentlichen. Seine Inauguraldissertation, woran sich seine Untersuchungen über die Kausticität der Erden und Alkalien zuerst knüpfen, erschien 1754 unter dem Titel: *Dissertatio de humore acido a cibo orto et de magnesia*. Vollständig erörterte er diesen Gegenstand in einer Abhandlung: *Experiments upon Magnesia alba, Quicklime, and other Alcaline Substances*, welche 1755 in den Schriften der Edinburger Gesellschaft, und später, 1796, noch einmal (gleichfalls in englischer Sprache) als selbstständiges Werk publicirt wurde. Auch die späteren Schriften jener Gesellschaft enthalten, bis zu 1790, noch mehrere Aufsätze von ihm; die Untersuchungen über latente Wärme erschienen in den *Philosophical Transactions* für 1775. Seine Vorlesungen über Chemie, von welchen er ein Manuscript hinterlassen hatte, wurden nach seinem Tode (1803) unter dem Titel »*Lectures on Chemistry*« veröffentlicht.

Cavendish.

Black hatte die Aufmerksamkeit der Chemiker auf diejenige Gasart gelenkt, welche in den milden Alkalien enthalten ist; er zuerst zeigte eigent-lich, wie ein Gas als chemischer Bestandtheil in eine Verbindung eintreten kann. Er hatte dadurch auf das Studium der Gase überhaupt hingewiesen, und noch zu seinen Lebzeiten sehen wir mehrere Gelehrte mit Erfolg sich dieser Art von Untersuchungen befleißigen, in England zunächst Cavendish, der die Lehre von den Gasen in chemischer Beziehung durch genaue und richtige Versuche ungemein förderte.

Leben.

Heinrich Cavendish war 1731 zu London geboren; seine Familie gehörte einem der ältesten Häuser Englands an, und war mit Glücksgütern reich gesegnet. Von seinen Lebensverhältnissen ist wenig zu berichten; bis zu dem Tode seines Vaters in beschränkten Vermögensumständen lebend, eignete er sich in dieser Zeit eine Zurückgezogenheit und ein abstoßendes Benehmen an, was ihn auch später, als er durch verschiedene Erbschaften in

den Besitz eines ungemeinen Reichthums gekommen war, nicht mehr verließ. Die Wissenschaften waren seine Lieblingsbeschäftigung; vorzugsweise gab er sich mit Chemie ab, doch erwähnt auch die Geschichte der Physik seiner ehrenvoll, wie er denn die schwierigsten Untersuchungen über die Dichtigkeit der Erde mit Erfolg durchführte; auch über Gegenstände der Electricitätslehre, der Astronomie und noch andere hat er Abhandlungen publicirt. Sein wenig leutseliger Charakter ließ ihn nur mit einer sehr kleinen Zahl von Chemikern in Berührung treten; von 1790 an scheint er sich von der Scheidekunst fast ganz abgewandt zu haben. Zurückgezogen lebte er, fast stets in London, bis 1810, wo er im 79. Jahre seines Alters starb.

Cavendish.
Leben.

Diesigen Untersuchungen, wodurch sich Cavendish hauptsächlich als Chemiker ausgezeichnet hat, stehen alle in mehr oder weniger naher Beziehung zu der Lehre von den Gasen. — Bis in die Mitte des 18. Jahrhunderts zweifelten noch Viele, ob luftförmige Stoffe, welche andere Eigenschaften als die gemeine Luft besitzen, als von dieser wirklich verschiedene Gasarten angesehen werden müßten, oder ob nicht vielmehr die Verschiedenheit nur auf der Beimengung irgend eines Stoffs zu gewöhnlicher atmosphärischer Luft beruhe. Cavendish zeigte 1766, daß es Gase giebt, welche auf keine Weise als gewöhnliche Luft mit irgend einer Beimengung betrachtet werden können, er zeigte dies an der Kohlensäure (welche er mit Black fire Luft nannte) und an dem Wasserstoffgas (das er als brennbare Luft unterschied). Für beide Gase stellte er eine genaue Untersuchung aller Eigenschaften an. — Das Wasserstoffgas, welches er durch Auflösen von Metallen in verdünnter Schwefelsäure sich bereitete, fand er bedeutend specifisch leichter als die atmosphärische Luft; seine Angabe der Dichtigkeit ist nicht genau, allein es ist dies um so weniger zu verübeln, als Cavendish überhaupt der Erste war, der bei der Bestimmung der Eigenschaften von Gasen Rücksicht auf das specifische Gewicht nahm. Er fand, daß das Wasserstoffgas die Verbrennung und das Athmen nicht unterhält, daß es aber selbst brennbar ist; er entdeckte an ihm die Eigenschaft, mit atmosphärischer Luft gemengt und entzündet heftig zu explodiren, und suchte das Mengenverhältniß zu bestimmen, bei welchem die Explosion am stärksten ist. — Er nahm wahr, daß gleiche Gewichte verschiedener Metalle bei ihrem Auflösen in Schwefelsäure verschiedene Mengen von Wasserstoffgas entwickeln, und suchte diese auszumitteln; er beobachtete, daß die Schwefelsäure con-

Untersuchungen
über Gase.

centrirt die Metalle nicht angreift, und erst bei dem Erhitzen eine Gasart (schweflige Säure) entwickelt, die nicht Wasserstoffgas ist. Cavendish nahm an, das Wasserstoffgas sei mit Phlogiston identisch; aus seiner Verbindung mit Metallkalk werde es aus den Metallen unverändert abgeschieden, wenn die darauf wirkende Schwefelsäure verdünnt sei; es verbinde sich mit einem Theile der Schwefelsäure, wenn man diese im concentrirten Zustande einwirken lasse, und diese Verbindung sei dann die schweflige Säure (schon Stahl hatte diese als phlogistisirte Schwefelsäure bezeichnet). Diese Ansichten über die Identität des Phlogistons mit Wasserstoff wurde bald die von den meisten Phlogistikern angenommenen.

Um die Eigenschaften der Kohlensäure kennen zu lernen, bereitete sie Cavendish durch Auflösen von Marmor in Salzsäure; er untersuchte die Absorbirbarkeit dieses Gases in Bezug auf Wasser, Alkohol und Del, und bestimmte ihr specifisches Gewicht ziemlich genau. Ihr Unvermögen, die Verbrennung zu unterhalten, constatirte er, und suchte auszumitteln, eine wie große Menge fixer Luft der gewöhnlichen Luft beigemischt sein muß, um den Verbrennungsproceß gänzlich zu verhindern. Er fand, daß die fixe Luft mit Kali vereinigt, dasselbe leicht krystallisirbar macht. Da verschiedene Stoffe (Marmor, Potasche u. s. w.) durch Behandeln mit Säuren ungleiche Mengen von fixer Luft ausgeben, so bestimmte er auch die quantitative Zusammensetzung mehrerer solcher kohlensaurer Salze; seine Resultate weichen noch sehr von den richtigen Verhältnissen ab, bildeten aber doch ein Fundament, was der weitem Bervollkommnung fähig war. — Endlich zeigte er auch noch, daß bei der Weingährung sich Kohlensäure entwickelt, und daß das auf diese Art sich bildende Gas in seinen Eigenschaften ganz mit dem übereinstimmt, was man durch Behandeln von Marmor mit Säuren erhält; in der Luft, welche sich bei der Fäulniß thierischer Substanzen entwickelt, fand er außer fixer Luft auch noch brennbares Gas enthalten.

Ich habe bei dieser ersten Arbeit Cavendish's etwas ausführlich verweilt, als bei einer Untersuchung, die, von allen früheren Arbeiten über die Gase sehr verschieden, schon ganz den Stempel der noch jetzt gebräuchlichen Forschungsweise trägt, und zuerst dabei die Punkte als hauptsächlich hervorhebt, welche wir auch jetzt noch als die für die chemische Natur eines Gases wissenschaftlichsten anerkennen. — Eine andere wichtige Abhandlung publicirte Cavendish später (1783) über die quantitative Zusammensetzung der atmosphärischen Luft, in welcher Sauerstoff und Stickstoff einige Jahre

früher als eigenthümliche Bestandtheile unterschieden worden waren. Es war unter den Aerzten und Chemikern der damaligen Zeit die Ansicht herrschend, daß die Güte der Luft, ihr wohlthätiger Einfluß auf die Gesundheit, bedingt sei von der Menge des darin enthaltenen Sauerstoffs. Die Mittel, welche man damals anwandte, um die Luft zu zerlegen, waren sehr unvollkommen; sie beschränkten sich fast nur auf die kurz vorher (1774) von Priestley gemachte Entdeckung, daß eine sauerstoffhaltende Luftmischung eine um so stärkere Volumsverminderung durch Zusatz von Salpetersäure erleidet, je reicher sie an Sauerstoff ist; bei der Unvollkommenheit der Mittel, auf dieses Princip hin die Analyse der Luft zu bewerkstelligen, konnte es nicht fehlen, daß zwei Versuche, an verschiedenen Orten oder zu verschiedenen Zeiten ausgeführt, bedeutende Differenzen in dem Sauerstoffgehalt der Luft ergaben, und man glaubte mit großer Zuversichtlichkeit, daß das ungesunde Klima verschiedener Gegenden, der nachtheilige Einfluß gewisser Jahreszeiten in einer Verringerung des Sauerstoffgehalts der Atmosphäre seinen Grund habe. Cavendish zeigte zuerst, daß die Differenzen, welche man hinsichtlich der Zusammensetzung der Luft gefunden hatte, nur durch die Unzuverlässigkeit der Instrumente oder die Ungeschicklichkeit der Beobachter verursacht sind; daß die Luft überall und zu allen Jahreszeiten gleich zusammengesetzt ist. Cavendish's Analyse der Luft, ob sie gleich auch mit dem unsichern Salpetergaseudiometer angestellt war, ist überdies recht genau und kommt allen neueren Beobachtungen hierüber sehr nahe.

Cavendish's. Untersuchungen über die Zusammensetzung der Atmosphäre.

Von der größten Wichtigkeit unter allen Arbeiten Cavendish's waren diejenigen, welche in den Jahren 1784 und 1785 unter dem Titel: Experiments on air publicirt wurden. Er suchte hier allgemein auszumitteln, welche Veränderungen die Luft erleidet, wenn in ihr Körper verbrennen (die Ursache zu finden, wie er sich ausdrückt, von der Verminderung des Volums der atmosphärischen Luft, durch alle die verschiedenen Mittel, welche sie phlogistificiren), und überhaupt zu erforschen, welches die Producte der Vereinigung von zwei Gasen, durch Verbrennung des einen im andern oder durch andere Mittel, sind. In dieser wichtigen Arbeit zeigte er, daß durch Verbrennung nur dann Kohlen säure gebildet wird, wenn in dem verbrennenden Körper eine animalische oder vegetabilische Substanz enthalten ist; — daß sich das Wasser aus Wasserstoff und Sauerstoff zusammensetzt (indem er nachwies, daß durch Verbrennung dieser beiden Gasarten sich Wasser erzeugt, von gleichem Gewichte, wie das der Gasarten zusammen war); —

Ueber Wasser, Salpetersäure &c.

Cavendish'sche
Untersuchungen
über Wasser, Sal-
petersäure etc.

daß salpetrige Säure erzeugt wird, wenn Stickoxyd sich mit dem Sauerstoff der Atmosphäre vereinigt; — und endlich, daß die Salpetersäure aus Stickstoff und Sauerstoff besteht (da seine Versuche nachwiesen, daß ein Gemenge aus diesen Gasen in den rechten Verhältnissen durch fortgesetztes Durchschlagen des elektrischen Funken in Salpetersäure verwandelt wird, welche sich sammeln und nachweisen läßt, wenn das Gasgemenge mit Wasser in Berührung ist). — In dieser Arbeit sind also die wichtigsten Entdeckungen enthalten, welche eine Umgestaltung der ganzen Chemie mit sich bringen mußten; am folgerichsten erwies sich die in ihr gelegte Grundlage zu einer richtigen Ansicht über das Wasser, als einen zusammengesetzten Körper, und über seine Bestandtheile. Diese Erkenntniß diente den eben damals aufkommenden Bemühungen, die phlogistische Theorie zu stürzen, zur kräftigsten Unterstützung; sie setzte die Gegner der phlogistischen Theorie erst in den Stand, alle Erfahrungen ohne Annahme des Phlogistons consequenter zu interpretiren, sie gab den Schlüssel zu der Erklärung, warum bei Auflösen von Metallen in verdünnter Säure sich Wasserstoffgas entwickelt, indem nun eine Zerlegung des Wassers in seine Bestandtheile dadurch angezeigt war, und stellte auch die letzte Ausflucht der Phlogistiker als unhaltbar dar, daß nämlich der Wasserstoff als Phlogiston im Zustande der größten Reinheit angesehen werden müsse.

Verhältniß zur
Phlogistontheorie.

Cavendish selbst indeß, ob er gleich zur Umgestaltung der chemischen Theorie, zur Widerlegung des phlogistischen Systems, durch seine Entdeckungen von Thatsachen so wesentlich beitrug, war doch weit entfernt, dies selbst anzuerkennen; er blieb vielmehr der Theorie, deren Sturz er beschleunigen half, getreu, durch eine Deutung seiner Beobachtungen, die den Phlogistiker stets scharf charakterisirt — durch Vernachlässigung der Gewichtsverhältnisse und bloße Berücksichtigung der qualitativen Erscheinungen. — Wir sahen schon oben, daß er den Wasserstoff für Phlogiston anerkannte, und seine Entwicklung aus Metallen mit Säuren für eine Zerlegung des Metalls ansah, während doch hier eine Verbindung des Metalls (mit dem Sauerstoff des Wassers) vor sich geht. Aehnlich deutete er alle seine anderen Erfahrungen, stets Zersetzung da annehmend, wo eine Verbindung Statt hat. Die Chemiker dieses Zeitalters sahen die Verbrennung als eine Abgabe des Phlogistons von dem verbrennlichen Körper an einen andern, z. B. die Luft, an; als man verschiedene Luftarten entdeckt hatte, welche die Ver-

brennung ungleich gut unterhalten, fügte man die Annahme hinzu, eine Gasart befördere die Verbrennung um so lebhafter, je weniger sie Phlogiston bereits enthalte; sie sei unfähig, die Verbrennung zu unterhalten, wenn sie mit Phlogiston bereits gesättigt sei. So sah man den Stickstoff als phlogistifirte (mit Phlogiston ganz gesättigte), das Sauerstoffgas als dephlogistifirte (von Phlogiston ganz freie) Luft an. Demgemäß erklärte Cavendish die Bildung von Salpetersäure aus Stickstoff und Sauerstoff nicht als eine Verbindung dieser beiden Stoffe, sondern als eine Zerlegung der phlogistifirten Luft; er schloß, daß phlogistifirte Luft nichts anderes als Salpetersäure mit Phlogiston luftförmig verbunden sei; durch die Einwirkung der Electricität bei Berührung mit Sauerstoff trete das Phlogiston an diese, und die Salpetersäure werde frei. Ähnlich faßte er seine Erfahrungen über die Bildung von Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff auf; er erklärte den Sauerstoff für dephlogistifirtes Wasser, aber man könne auch den Wasserstoff für eine Verbindung von Phlogiston mit Wasser halten; nach der ersteren Ansicht bildete sich dann das Wasser durch Zuführen von Phlogiston (Wasserstoff) zum Sauerstoff, nach der letztern durch Wegnahme des Phlogistons, durch Abgabe desselben an (d. h. Verbrennung mit) Sauerstoff. Hier haben wir offenbar wieder den Conflict der ältern phlogistischen Ansicht mit der später ausgebildeten (vergl. Seite 152), wo zuerst Verbindung mit Phlogiston so viel hieß, als jetzt Trennung von Sauerstoff, und umgekehrt, — später aber Verbindung mit Phlogiston gleichbedeutend wie Verbindung mit Wasserstoff war. — Durch dieses Festhalten an dem einmal erfaßten System, durch dieses zwangsmäßige Streben, Thatsachen in der Sprache einer Theorie zu erklären, welche dieser doch widersprechen, hat Cavendish unleugbar das Verdienst seiner Entdeckungen sich selbst geschmälert; er muß es mit Anderen theilen, welche die Erklärungen seiner ausgezeichneten Beobachtungen in der unzweideutigen Ausdrucksweise einer richtigen Theorie gaben, und die von ihm gemachten Entdeckungen als einzelne und vorzüglich wichtige Theile eines umfassenderen Systems zur Anerkennung brachten. —

Cavendish's Abneigung gegen alle Neuerungen in der Chemie, in der Theorie und in der Nomenclatur, ließ ihn stets Anhänger der Phlogistonhypothese bleiben. Er räumte zwar 1784 ein, daß sich die meisten chemischen Prozesse auch ohne Annahme des Phlogistons erklären lassen, aber behauptete auch, daß es nicht nöthig, und deßhalb fehlerhaft sei, die Annahme des Phlogistons zu verwerfen; er veröffentlichte eine Darstellung der Phlo-

Cavendish.
Verhältnis zur
Phlogistontheorie.

gistontheorie, die mit großem Scharfsinne ausgearbeitet sich auf alle Einwürfe, welche man dieser Theorie machte, einließ, und deren Beachtung vielleicht den Sturz dieses Systems noch etwas verzögert hätte; allein um 1785 wurde bereits, wie wir weiter unten sehen werden, der Streit über diesen Gegenstand für fast entschieden gehalten; Cavendish's Vertheidigung, auf die ich hier nicht näher eingehen kann, da sie ohne bedeutenden Einfluß auf die Gestaltung der Wissenschaft blieb, kam zu spät und erregte nur wenig Aufmerksamkeit; seine Gegner ließen ihr fast gar keine Berücksichtigung zu Theil werden. Später hat Cavendish sich über die chemische Theorie nicht mehr ausgesprochen; nie aber bekannte er sich als einen Gegner des phlogistischen Systems.

Schriften.

Mehrere andere Arbeiten von Cavendish bespreche ich hier nicht genauer, ob sie gleich auch (wie z. B. die Nachweisung, daß Kalk und Magnesia durch einen Ueberschuß von Kohlensäure in Wasser löslich werden, die Untersuchungen über die Gefrierpunkte von Quecksilber und Mineralsäuren u. s. w.) schätzbare Erweiterungen der chemischen Kenntnisse abgaben. — Seine schriftstellerischen Leistungen, die wenig zahlreich sind, legte er in den *Philosophical Transactions* für 1766 bis 1792 nieder; einzelne seiner Abhandlungen kamen auch in England als selbstständige Werke heraus, so die *Experiments on air* 1784, ein *Account of a new Eudiometer* 1783 u. a.

Priestley.
Leben.

Cavendish hatte wenige Gasarten, diese aber gründlich, untersucht; ein Zeitgenosse von ihm, Priestley, übertraf ihn weit, was die Anzahl der von ihm entdeckten gasförmigen Körper betrifft, nicht aber in der so scharfen Ausmittelung ihrer Eigenschaften und Reactionen. Joseph Priestley war 1733 zu Fieldheat, einem Dorfe nahe bei der Stadt Leeds in Yorkshire, geboren. Von seinem Vater zum Kaufmann bestimmt, genoß er eine dieser Beschäftigung entsprechende Erziehung; doch blieb er auch gelehrtem Unterricht nicht fremd, und das Studium der alten Sprachen fesselte ihn besonders, da er schon früh mehr Beruf in sich fühlte, dem geistlichen als dem Handelsstande sich zu widmen. In seinem neunzehnten Jahre entschloß er sich, seiner Neigung zu folgen, und studirte nun drei Jahre hindurch Theologie auf der Akademie zu Daventry. Diese Anstalt verließ er 1755; er hatte sich hier in religiösen Ansichten bestärkt, welche von den in England

herrschenden bedeutend abwichen, und eine gewisse Unduldsamkeit in religiösen und auch politischen Dingen in sich aufgenommen, welche später den nachtheiligsten Einfluß auf seine Lebensverhältnisse ausübte. Er ließ sich zunächst zu Needham in der Grafschaft Norfolk nieder, als Prediger der dortigen dissentirenden Gemeinde. Diese Stellung, welche für ihn reich an Unannehmlichkeiten war, vertauschte er 1758 mit einer gleichen zu Nentwich in Cheshire, wo er angenehmere Verhältnisse fand. Hier begann Priestley zuerst, sich mit Naturwissenschaften abzugeben, die Elektricitätslehre besonders beschäftigte ihn und das Studium derselben wurde seine Schule in der Kunst zu experimentiren. Im Jahre 1761 folgte er einer Aufforderung, die Stelle eines Sprachlehrers an der Akademie zu Warrington zu übernehmen, die er sechs Jahre lang bekleidete; er hatte hier mehr Muße als je zuvor und beschäftigte sich um so eifriger mit den Naturwissenschaften. Seine Geschichte der Elektricitätslehre, welche 1767 erschien und selbst in Frankreich und Deutschland damals hochgeschätzt wurde, verdankt diesem Zeitraume ihre Entstehung; damals wurde er auch Mitglied der königlichen Gesellschaft zu London und erhielt zur Anerkennung seiner Verdienste um die Wissenschaft von der Universität zu Edinburg das Diplom eines Doctors der Rechte. Aber auch zu Warrington blieb er nicht lange; schon 1767 sah er sich veranlaßt, seine Lehrstelle aufzugeben, und trat nun zu Leeds wieder als Prediger auf. Er beschäftigte sich immer noch sowohl mit Naturwissenschaften als auch mit der Theologie; in ersterer Beziehung sind seine Arbeiten im Gebiete der Optik zu erwähnen, welche namentlich hinsichtlich des Historischen schätzbar waren. Bald verließ er auch wieder Leeds; er nahm 1773 das Anerbieten eines reichen Engländers, des Grafen Shelburne (später Marquis von Lansdown) an, als Gesellschafter mit ihm zu ziehen, und begleitete diesen auf seinen Reisen durch Holland, Frankreich (wo er in Paris mit den bedeutendsten Chemikern bekannt wurde) und einen Theil von Deutschland. Eifriger als je betrieb er nach seiner Zurückkunft seine naturwissenschaftlichen Arbeiten, und namentlich fallen in diese Zeit seine Arbeiten über die verschiedenen Gasarten. Auch mit dem Grafen Shelburne blieb Priestley nicht lange in vollkommenem Einverständnis; seine philosophischen Ansichten, deren hartnäckiges Festhalten ihm schon viele Streitigkeiten zugezogen hatte, entfremdeten ihn auch seinem Gönner, und veranlaßten 1780 seine, doch friedliche, Trennung von diesem. Obgleich er noch fortwährend von Shelburne Unterstützungen genoß, wurden doch nun

Priestley's
Leben.

seine Vermögensumstände so dürftig, daß seine Freunde durch den Ertrag einer Subscription für die nöthigen Mittel seines Lebensunterhalts sorgen mußten. Einigermassen wurde diesem drückenden Verhältniß abgeholfen, als er die Stelle eines Predigers bei der dissentirenden Gemeinde zu Birmingham erhielt; er hatte nun geeignete Mittel, auch seinen naturwissenschaftlichen Arbeiten sich wieder hingeben zu können, aber vorzugsweise verwickelte er sich auch zu Birmingham in theologische und politische Streitigkeiten. Er kam in den Ruf eines Anhängers der französischen Revolution, und der Haß des Volkes steigerte sich in dem Grade gegen ihn, daß 1791 am Jahrestage der Zerstörung der Bastille, welchen einige Freunde von ihm feiern wollten, Volksunruhen ausbrachen, bei welchen sein Haus, die Kirche seiner Gemeinde und die Wohnungen seiner Freunde zerstört oder den Flammen preisgegeben wurden. Priestley war noch glücklich genug, sein Leben durch Flucht zu retten, allein sein Name war in England so verhaßt geworden, daß er von nun an nirgend mehr eine Zufluchtsstätte fand. Sogar die Mitglieder der königlichen Gesellschaft zu London, welcher er doch ebenfalls angehörte, feindeten ihn an, und das Betragen derselben veranlaßte ihn, aus diesem Institut förmlich auszutreten. — So faßte er 1794 den Entschluß, England ganz zu verlassen; und er wanderte 1795 nach Nordamerika aus, wohin ihm ein Theil seiner Familie schon vorangegangen war. Man bot ihm in Philadelphia eine Professur der Chemie an, allein er schlug sie aus und ließ sich an den Quellen des Susquehannah, in Northumberland, nieder. Noch hier beschäftigte er sich mit Chemie, mehr aber noch mit Theologie, und bis zu seinem Todestag unablässig literarischen Arbeiten hingegeben, starb er 1804 in einem Alter von 71 Jahren.

Charakter seiner
chemischen Arbeits-
ten im Allgemeinen.

Während eines so bewegten Lebens, dessen weitläufigere Mittheilung der Wichtigkeit von Priestley's Leistungen in der Chemie zukommt, entwickelte dieser doch eine ungemeine wissenschaftliche Thätigkeit, deren kleinere Hälfte nur den Naturwissenschaften und von diesen nur ein kleiner Theil der Scheidekunst zugewandt war. Seine meisten Schriften behandeln theologische, metaphysische oder politische Gegenstände; diejenigen, welche auf Naturwissenschaften, aber zunächst nicht auf Chemie, Bezug haben, sind bereits in dem Vorstehenden angedeutet worden; hier habe ich über das zu berichten, was er in Beziehung auf unsere Wissenschaft Wichtiges gefördert hat.

Mit der Chemie beschäftigte sich Priestley seit 1768, ohne weitere Vor-

Kenntnisse, als daß er kurz zuvor in Liverpool Vorlesungen über Elementarchemie gefolgt war; seine chemischen Einsichten waren nicht groß genug, daß er in irgend einem Zweige der Chemie, der schon bis zu einer gewissen Stufe der Erkenntniß bearbeitet worden war, sich durch neue wichtige Erweiterungen dieser Erkenntniß hätte auszeichnen können; aber indem er sich eines Theils der Chemie bemächtigte, auf dem fast noch gar nichts gearbeitet war, gelang es ihm, ohne tiefe chemische Kenntnisse, durch Geschicklichkeit im Construiren von Apparaten und genaue Beobachtung Entdeckungen ersten Ranges zu machen. — Seine Verdienste um die Chemie beruhen auf der Entdeckung der meisten wichtigen Gasarten; er hat diese Lehre mehr bereichert als irgend ein anderer Naturforscher, und wenn er auch mehr die Größe des Feldes, welches zu bearbeiten war, zeigte, als daß er selbst es in die Tiefe durchsucht habe, wenn auch seine Forschungen sich meist auf die Constatirung der Existenz, auf die oft unvollkommene Beschreibung der physikalischen Eigenschaften verschiedener Luftarten beschränken, und in keiner Weise hinsichtlich der Zusammensetzung und sonstigen chemischen Eigenschaften großes Licht verbreitet haben, so boten sie doch für neue chemische Forschungen so bestimmte und zahlreiche Anhaltspunkte, daß der jetzige Umfang der Lehre von den Gasen als durch Priestley's Arbeiten zuerst zugänglich gemacht anerkannt werden muß.

Priestley.

Arbeiten über Gase.

Priestley übertraf an Vielfachheit der Gegenstände, auf die er seine Untersuchungen ausdehnte, weit den Vorgänger und den Zeitgenossen, die er in der Begründung der pneumatischen Chemie hatte, Black und Cavendish; zu der sorgfältigen Untersuchung, welche diese beiden auszeichnete, erhob er sich nicht, aber hinzufügen müssen wir, daß er dem letztern viele Facta lieferte, welche diesem erst seine genaueren Forschungen möglich machten (so die Entdeckung des Sauerstoffgases). Priestley hat überdies für die Methode, gasartige Substanzen zu sammeln und zu untersuchen, viel gethan, und mehr, als irgend einer vor ihm; der pneumatische Apparat in seiner jetzigen Gestalt ist größtentheils noch der, wie er von Priestley angegeben und gebraucht wurde; er zuerst versuchte, Quecksilber statt Wasser zur Sperrflüssigkeit anzuwenden und bahnte so den Weg zu der Untersuchung aller Gasarten, welche durch Wasser absorbir- oder zersetzbar sind.

Die ersten chemischen Publicationen Priestley's datiren aus dem Jahre 1772, und haben zum Gegenstande die Sättigung des Wassers mit Kohlensäure, um künstliche Sauerlinge hervorzubringen. Von dieser Anwen-

Priestley's
Arbeiten über
Gase.

ding eines schon bekannten Gases wendete sich Priestley zu der Darstellung noch nicht gekannter; die Untersuchung des Stickoxyds beschäftigte ihn zunächst, dessen Eigenschaften er zuerst genauer bestimmte. Namentlich erkannte er sein Verhalten, mit atmosphärischer Luft zusammengebracht sich zu verdichten, und wurde hierdurch später darauf geleitet, die Analyse der Luft auf dieses Princip zu gründen.

Entdeckung des
Sauerstoffs.

Die bedeutendste Entdeckung Priestley's war die des Sauerstoffgases, welches er zuerst, 1774, aus dem rothen Quecksilberoxyd durch Erhitzen erhielt; es bildete diese Entdeckung gewissermaßen den Grund, auf welchen hin bald ein neues Gebäude der chemischen Theorie errichtet wurde. Er erkannte in dem so erhaltenen Gase eine Luftart, welche das Verbrennen und das Athmen lebhafter und länger zu unterhalten vermag, als ein gleiches Volum gewöhnlicher Luft, und zeigte später, daß dieser Theil der atmosphärischen Luft bei dem Athmen in den Lungen auf das Blut wirkt, und ihm die röthere Färbung mittheilt. Den Antheil, welchen das Sauerstoffgas an der Verbrennung nimmt, erkannte Priestley nicht richtig; er kam nicht zu dem Schluß, daß Verbrennung die Vereinigung eines verbrennlichen Körpers mit Sauerstoff, und Verkalkung die analoge Vereinigung eines Metalls mit diesem Gase ist — er zog aus seiner Entdeckung nicht selbst die theoretischen Folgerungen, welche sie nothwendig hervorrufen mußte, aber das Verdienst der empirischen Erkenntniß der Thatfachen ist für ihn um so ausdrücklicher hervorzuheben, als später derjenige Chemiker, welcher zuerst das Verhalten des Sauerstoffs hinsichtlich der Verbrennung und Verkalkung erkannte, auch, mit Unrecht, die empirische Entdeckung dieses Körpers gewissermaßen für sich in Anspruch nahm, ob er gleich bestimmte Mittheilung darüber von Priestley selbst erhalten hatte.

Priestley entdeckte zugleich noch an dem Sauerstoffgase die Eigenschaft, daß, wenn man es mit atmosphärischer Luft mischt, die Volumverminderung durch Salpetergas bedeutender ist, als wenn man mit untermischter atmosphärischer Luft operirt; daß die Volumverminderung bei reinem Sauerstoffgas am stärksten ist. Diese Entdeckung ließ ihn das Salpetergas als ein Prüfungsmittel des Gehalts der Luft an Sauerstoff gebrauchen, und seine Methode wurde bald von den meisten Chemikern nachgeahmt. Erwähnt wurde bereits, daß erst Cavendish sich dieses Prüfungsmittels mit hinlänglicher Sorgfalt und Geschicklichkeit zu bedienen wußte, um die Luft als überall und jederzeit gleich zusammengesetzt zu erkennen.

Eine weitere Entdeckung Priestley's hinsichtlich des Sauerstoffgases, welche zu wichtigen Schlüssen leitete, war die, daß dieses Gas durch die Vegetation aus den Gewächsen ausgeschieden wird, und er bereits gründete auf seine Beobachtungen die sinnreichen Folgerungen, daß die durch den Athmungs- und Verbrennungsproceß verschlechterte (an Sauerstoff ärmer gemachte) Luft durch den Vegetationsproceß wieder verbessert wird, daß beide Arten von Processen in einer nothwendigen Wechselwirkung stehen, um die Zusammensetzung der Luft stets gleich zu erhalten.

Von anderen chemischen Entdeckungen Priestley's erwähnen wir hier noch die des Stickstoffoxyduls (1776) und des Kohlenoxyds (1799); diese letztere Entdeckung bildete den Schluß seiner Arbeiten, womit er die Chemie bereicherte; er machte sie während seines Aufenthalts in Amerika. — Eine Reihe anderer Gase, welche er zuerst kennen lehrte, sind hier noch zusammenzustellen; es sind die vom Wasser absorbirbaren, zu deren Untersuchung die Anwendung des Quecksilbers im pneumatischen Apparat nothwendig ist; mit Hülfe dieses fand Priestley das schwefelsaure (1775), das salzsaure (1774), das Ammoniak- (1774) und das Fluorkieselgas (1775).

Ich habe schon bemerkt, daß sich Priestley's Untersuchungen selten nur auf die chemische Constitution der von ihm entdeckten Körper genauer einließen, daß manche seiner Beobachtungen erst unter den Händen Anderer in ihrer vollen Bedeutung erschienen, so daß diese den größten Theil des Verdienstes hinsichtlich der Entdeckung in Anspruch nahmen. In der That hat Priestley für viele wichtige Thatsachen die Vorarbeiten so gefördert, daß es nur bei seinen geringen Kenntnissen in der Chemie im Allgemeinen und namentlich in der analytischen Chemie begreiflich ist, wie er die richtigen Schlußfolgerungen verfehlen konnte. So entdeckte er, daß sich in gewöhnlicher Luft mittelst fortgesetzten Durchschlagenlassens von elektrischen Funken eine Säure bildet, ohne diese Säure als Salpetersäure zu erkennen; so fand er, daß mittelst desselben Verfahrens das Ammoniakgas unter Volumvermehrung zerlegt wird, ohne nachzuweisen, daß die Zerlegungsproducte Stickstoff und Wasserstoff und diese also Bestandtheile des Ammoniaks sind. Beide Entdeckungen werden daher anderen Chemikern zugeschrieben, und nicht mit Unrecht; denn nicht bloß die rohe Beobachtung, daß etwas existirt oder vorgeht, sondern die genaue Constatirung, was existirt und was vorgeht, die Constatirung einer Erscheinung zum Zweck einer Erklärung derselben, bestimmt wesentlich das Verdienst einer Entdeckung.

Priestley.

Entdeckung anderer Gase.

Anderer Beobachtungen.

Priestley.

Ich werde in den folgenden Theilen Priestley's Namen noch oft bei der Geschichte einzelner Stoffe zu erwähnen haben; hier will ich zunächst noch sein Verhältniß zur Phlogistontheorie auseinandersetzen.

Verhältniß zur
Phlogistontheorie.

Priestley war einer der letzten und unerschütterlichsten Vertheidiger des phlogistischen Systems, welchem er alle seine Entdeckungen anzupassen suchte. Von ihm geht die Annahme aus, eine Luftart unterhalte die Verbrennung um so lebhafter und um so länger, je mehr Phlogiston sie aus dem verbrennlichen Körper aufnehmen kann, d. h. je weniger Phlogiston sie bereits enthielt. Demgemäß nannte er das Sauerstoffgas als von Phlogiston ganz reine Luft die dephlogistisirte, den Stickstoff als mit Phlogiston ganz gesättigte Luft die phlogistisirte; atmosphärische Luft, die Mischung aus beiden, ist mit Phlogiston theilweise gesättigte Luft; und die Eudiometrie hat zum Zweck, nachzuweisen, wie viel Phlogiston in der Luft enthalten ist; es ist diese um so gesünder, zum Athmen um so geschickter, je weniger Phlogiston sie enthält; durch Verbrennen und Athmen wird die Luft phlogistisirt, durch die Vegetation wieder dephlogistisirt. — Die Gegenwart von Luft ist zum Verbrennen nöthig, weil das Phlogiston, wenn es aus dem verbrennlichen Körper austreten soll, einen andern vorfinden muß, mit dem es sich wieder vereinigen kann; die Luft unterhält das Feuer vermöge ihrer Affinität zum Phlogiston. — Daß Phlogiston mit Wasser identisch sei, erkannte auch Priestley an, und nach ihm enthalten alle brennbare Stoffe Wasserstoff; es wird dieser aus dem Metalle abgeschieden durch Säuren, die sich mit den überbleibenden Metallkalken vereinigen; ein weiterer Beweis für die Richtigkeit dieser Ansicht ist nach Priestley die (ihm gleichfalls eigenthümliche) Beobachtung, daß Wasserstoffgas in Berührung mit erhitzten Metallkalken diese reducirt, d. h. sich wieder mit ihnen verbindet. — Die Thatfachen, daß Wasserstoffgas in dephlogistisirter Luft verbrannt, nicht phlogistisirte Luft, sondern phlogistisirter Luft, sondern von Kohlensäure zur Folge hat, daß bei der Verbrennung des Wasserstoffs in atmosphärischer Luft, wo der letztern seiner Ansicht nach Phlogiston noch zugesetzt werden soll, sich das Volum der Luft vermindert, und der Rest doch leichter ist als atmosphärische Luft — sie scheinen ihm als unwesentlich gegolten zu haben, da sie ihm nicht wohl unbekannt bleiben konnten. Die Schwäche Priestley's in der Aufstellung theoretischer Ansichten beruhte hauptsächlich auf seiner mangelhaften Kenntniß aller

chemischen Hülfsmittel, mit Ausnahme der für die Darstellung von Gasen nothwendigen; es zeigt sich dies auch noch in der Verwechslung ganz verschiedener Gasarten, was ihm häufig begegnete; so z. B. bei seiner Beweisführung, daß die Metalle Wasserstoffgas enthalten, wo er Hammerschlag (nicht ganz von Phlogiston befreites Eisen) mit kohlensaurem Kalk glühte, und das sich entwickelnde Kohlenoxyd, bloß auf den Grund seiner Entzündbarkeit hin, als Phlogiston oder doch größtentheils aus Phlogiston bestehend ansah. Priestley ließ sich indeß nie von der Unrichtigkeit seiner Ansichten überführen; noch 1796 und 1800, als über die Zulässigkeit der phlogistischen Theorie längst abgeurtheilt war, suchte er sie zu vertheidigen und blieb bis zu seinem Ende ein überzeugter Anhänger derselben.

Priestley.
Verhältnis zur
Phlogistontheorie.

Es bleibt noch übrig, über Priestley's literarische Leistungen, so weit sie der Chemie angehören, eine kurze Uebersicht zu geben. Sie zeichnen sich aus durch eine große Reichhaltigkeit an Beobachtungen, aber man vermisst in ihnen den Zusammenhang, den Uebergang von einem Versuche zum andern, den nur das Streben nach Erklärung jeder Thatsache, das Aufsuchen einer allgemeineren Erklärung für die Beobachtungen, geben kann. — In den Philosophical Transactions für 1766 bis 1791 finden sich viele Abhandlungen von ihm; über die Gase gab er noch selbstständige Sammlungen seiner Forschungen heraus. Den Anfang derselben bilden seine Directions for impregnating water with fixed air etc. (1772); dann erschienen Observations on different Kinds of Air (1772); Experiments and Observations on different Kinds of Air (1774), denen er noch Fortsetzungen (bis 1777) folgen ließ. Seine späteren Beobachtungen publicirte er als Experiments and observations relating to various branches of Natural Philosophy (1779 — 1786), und besser ordnete er seine Beobachtungen selbst noch in Experiments and Observations on different Kinds of Air and other Branches of Natural Philosophy (1790) in drei Bänden. Das Interesse, welches diese Schriften damals erregten, zeigt sich durch die Menge von Uebersetzungen und Auszügen in deutscher, französischer, italienischer und anderen Sprachen. — Als der Chemie auch nicht ganz fremd mögen noch seine Disquisitions relating to matter and spirit (1782) erwähnt werden. — In Amerika publicirte er noch mehrere Aufsätze in den Philosophical Transactions of the American philosophical Society, welche von einer zu Philadelphia (seit 1769) bestehenden Gesellschaft

Schriften.

Preislich.
Schriften.

herausgegeben wurden, und in medicinischen Zeitschriften, wie in dem New-York medical repository u. a. — Briefe von ihm aus dieser Zeit wurden auch in England in Nicholson's Journal u. a. publicirt. Zur Vertheidigung der Phlogistontheorie schrieb er noch in Amerika mehrere Streitschriften; so 1796 Considerations on the doctrine of phlogiston and the composition of water, welche von dem französischen Gesandten in Nordamerika, A det, in's Französische übersetzt und beantwortet wurden, und noch 1800: the doctrine of phlogiston established and that of the composition of water refuted.

Über diese Streitschriften kamen zu spät; sie hielten die phlogistische Theorie nicht länger. Die Leistungen der im Vorhergehenden betrachteten Chemiker, ob sich diese gleich im Allgemeinen noch zu dieser Theorie bekannten, hatten Thatsachen festgestellt, die mit derselben unvereinbar waren, und auf diese und eigene wichtige Versuche gestützt hatte bereits Lavoisier die phlogistische Theorie widerlegt. Ehe wir indeß zu der Betrachtung übergehen können, wie sich eine solche Umwandlung des chemischen Systems geltend machte, müssen wir noch zweier Männer ausführlicher gedenken, welche, gleichfalls sich noch zu den Anhängern der phlogistischen Theorie bekennend, auch noch in diesem Zeitalter ihre Stelle finden müssen. Es sind dies zwei schwedische Chemiker, Bergman und Scheele.

Uebersetzung
der Phlogiston-
theorie in
Schweden.

Bei der Förderung der naturwissenschaftlichen Forschungen durch Stiftung gelehrter Gesellschaften waren die nordischen Länder nicht zurückgeblieben, wenn auch die Thätigkeit ihrer Gelehrten in Bezug auf die allgemeine Geschichte der Chemie erst spät Einfluß gewinnt. So war in Petersburg schon 1724 durch Peter I. der Grund zu einer Akademie der Wissenschaften gelegt worden, welche seine Nachfolgerin Katharina I. 1725 vollends zu Stande brachte und Peter II. bestätigte; sie gab von 1728 ihre Schriften heraus, die zwar schon damals viele chemische Abhandlungen, alle aber nur von untergeordnetem Interesse, enthalten. Es gilt dasselbe von der Akademie zu Kopenhagen, welche, 1742 gestiftet, von 1745 an ihre Denkschriften veröffentlichte. Wichtiger waren schon damals die Bemühungen der schwedischen Chemiker, und die Zeugnisse ihrer Verdienste knüpfen sich an die Thätigkeit der Akademien zu Upsala und Stockholm. Die königliche Gesellschaft der Wissenschaften zu Upsala wurde 1728 errichtet, und gab ihre Acta von 1740 an heraus. Die Stockholmer Akademie bildete sich 1739

Petersburger Akad.
demie.

Akademie zu Ko-
penhagen.

Akademie zu Up-
sala und Stock-
holm.

durch das Zusammentreten mehrerer Gelehrten, worunter auch Linné, und erhielt die königliche Bestätigung 1741; ihre Schriften erschienen von 1739 an. Diese Sammlungen chemischer Abhandlungen aus Schweden enthalten von 1770 an Arbeiten, die für das Fortschreiten der gesammten Chemie den größten Erfolg hatten; und wie in der neuesten Zeit von Schweden aus die wichtigsten und folgereichsten Arbeiten in der Chemie ausgingen, so schon damals durch die Bemühungen eines Bergman und Scheele.

Torbern Bergman war 1735 zu Katharinaberg, einem kleinen Orte in Westgothland geboren; sein Vater war dort Einnehmer der königlichen Gefälle. Bergman besuchte bis in sein siebzehntes Jahr das Gymnasium zu Skara, und begann 1752 seine Universitätsstudien zu Upsala. Seiner Neigung zu der Mathematik und den Naturwissenschaften stand der Wille seiner Familie entgegen, die ihn mit Theologie oder Jurisprudenz beschäftigt wissen wollte; heimlich studirte Bergman seine Lieblingsfächer, bis ihn zu angestrengtes Arbeiten die Universität zu verlassen zwang. Als er wieder hergestellt war, durfte er seinem Lieblingsstudium sich ganz hingeben; die Mathematik beschäftigte ihn vorzüglich; von den Naturwissenschaften machte er sich nicht allein mit Chemie vertraut, in welcher Wissenschaft er später so berühmt wurde, sondern auch Physik, Botanik, Entomologie und andere Fächer wurden ihm zu eifrig bearbeiteten Gegenständen, und Linné's Nähe ließ ihn namentlich sich viel mit Naturgeschichte beschäftigen, für welche Wissenschaft er ebenfalls mehrere Abhandlungen publicirt hat. Doch schien er die Mathematik als seine hauptsächlichste Richtung zu verfolgen; auch behandelt diejenige akademische Schrift, welche er bei Gelegenheit seines Auftretens als Universitätslehrer 1758 vertheidigte, einen rein mathematischen Gegenstand. Er wurde 1761 zum adjungirten Professor der Mathematik zu Upsala ernannt und verblieb in dieser Stellung bis 1767, zu welcher Zeit die Professur der Chemie an dieser Universität erledigt wurde. Bergman, der sich neben seinen mathematischen Studien auch eifrig mit Chemie beschäftigt hatte, bewarb sich darum, und man setzte hinlängliches Vertrauen in seine Fähigkeit, obgleich bis dahin in Bezug auf Chemie noch keine Arbeit von ihm zur Deffentlichkeit gekommen war. Er erhielt die Stelle, hartnäckiger Opposition ungeachtet, und von nun war Verbreitung und Förderung der Chemie sein eifrigstes Streben, und wichtige Untersuchungen reihten sich ununterbrochen an einander an, die bald seinen Ruhm unter den Che-

Bergman.
Leben.

Bergman's
Leben.

mikern weit verbreiteten. Im Jahre 1776, als sein Ruf bereits hoch gestiegen war, suchte Friedrich der Große ihn nach Berlin zu ziehen und für die dortige Akademie zu gewinnen; allein Bergman konnte sich nicht dazu entschließen, sein Vaterland zu verlassen; er lehnte das ehrenvolle und vortheilhafte Anerbieten ab, und fand Ersatz in dem Bestreben seines Landes, ihm zu seinen wissenschaftlichen Untersuchungen alle Mittel in die Hände zu geben, in dem ausgezeichneten Erfolge seines Wirkens als Professor zu Upsala, wo er Schüler bildete (Gahn, Gadolin, die Elshuyarts und andere), deren später zu erwähnende Verdienste um die Wissenschaft die mittelbaren Früchte von Bergman's Bemühungen sind. Aber unter den steten und angreifenden Arbeiten wankte seine Gesundheit, schon seit 1769 kränkelte er, und von 1780 an nahm sein Uebelbefinden stets zu. Er starb 1784 in den Bädern zu Medewi am Wettersee, wohin er sich zur Wiederherstellung seiner Kräfte begeben hatte, schon im 49. Jahre.

Allgemeiner Cha-
rakter.

In verhältnißmäßig kurzer Zeit führte Bergman eine Reihe der wichtigsten Arbeiten aus, die seinem Namen unvergänglichen Ruhm sichern. Ihn unterstützte hierbei sein richtiges Urtheil, bis zu welchem Grad nur man der Speculation in den Naturwissenschaften Einfluß gestatten darf, wie weit andererseits die Erfahrung allein als Führerin anerkannt werden muß. Die richtigen Ansichten, welche er in seiner einleitenden Abhandlung *de indagando vero* als die förderksamsten zur Entdeckung der Naturwahrheiten erkannte, befolgte er selbst streng; geübt im Combiniren von Beobachtungen und folgerichtig in seinen Schlüssen ließ er sich doch nie von der Sucht, mehr zu erklären, als wozu ihn seine Erfahrungen berechtigten, hinreißen; fortgesetzte Beobachtung als den zwar mühsamen aber sichern Weg der Naturforschung anerkennend, brach er für das Fortschreiten der Wissenschaft neue Wege, die später zu den wichtigsten Resultaten führten. Vorzüglich folgerreich waren seine Bemühungen, die analytische Chemie auf einen höhern Standpunkt zu erheben, und seine Arbeiten legten eigentlich das Fundament für die jetzige Zerlegungskunst der unorganischen Körper.

Verdienste um die
analytische Chemie.

Die von Boyle zuerst eingeschlagene Methode der Analyse auf nassem Wege war von seinen Nachfolgern nur sehr wenig ausgebildet worden; die chemische Untersuchung der Mineralien wurde nur durch Anwendung erhöhter Temperatur versucht; für die Mineralwasser allein blieben Reagentien auf nassem Wege in Gebrauch, allein nur wenige waren ihrer Wirkungsart

nach bekannt; die Untersuchungen waren in qualitativer Hinsicht unsicher und selten, quantitative Bestimmungen durch die Analyse auf nassem Wege zu erhalten, war endlich fast noch gar nicht versucht. Bergman zuerst gab eine vollständigere Lehre über die Wahl der Reagentien und über ihre Wirkung; er nahm die Zahl der in Anwendung zu bringenden Prüfungsmittel nicht groß, aber er bestimmte genau die Wirkung eines jeden auf alle häufiger vorkommenden Stoffe, mit sorgfältiger Angabe der Farbe des Niederschlags, ob Auflösung oder sonstige Veränderung desselben unter gewissen Umständen eintritt u. s. w. Er zuerst gab Anweisung für den Gang, den man bei der analytischen Untersuchung auf nassem Wege im Allgemeinen einzuschlagen hat; und seine Arbeiten in dieser Hinsicht tragen schon ganz das Gepräge der neueren, exacteren Wissenschaft. Die quantitative Analyse auf nassem Wege brachte er zuerst zu einiger Vollkommenheit; einen wesentlichen Fortschritt ließ er sie machen, indem er nicht suchte, jeden Bestandtheil isolirt zu erhalten und zu bestimmen, sondern die leichtere und sichere Methode in Anwendung brachte, jeden Bestandtheil in eine Verbindung zu bringen, die ihrer Zusammensetzung nach genau bekannt und zudem leicht vollständig zu isoliren ist. — Doch sind seine quantitativen Angaben wenig genau; sie entfernen sich sogar meist mehr von der Wahrheit, als die einiger seiner Zeitgenossen. Man kann nicht sagen, daß er die genauesten Analysen damals angestellt hat, aber keiner analysirte mehr Körper als er. Bergman hat das Verdienst, über die Zusammensetzung einer großen Menge von Salzen gearbeitet zu haben, worunter viele noch nie in dieser Hinsicht untersucht worden waren; er zog auf diese Art neue Gegenstände in das Reich der chemischen Forschung und gab zu Arbeiten Anlaß, welche seine Resultate durch bessere und genauere ersetzen. Doch dauerte es lange, bis die Unrichtigkeit der Bergman'schen Angaben über die Zusammensetzung vieler Körper anerkannt wurde; sein Ruf als der eines genauen Scheidekünstlers stand zu fest, als daß man schnell an Mängel in seinem analytischen Verfahren geglaubt hätte; die richtigern Resultate minder berühmter Zeitgenossen von ihm blieben lange unbeachtet, da ihre Anerkennung die Autorität vor einem großen Namen verhinderte; erst zu der Zeit, wo die analytische Chemie durch die Lehren von den festen Proportionen unterstützt wurde und letztere eine Controle für alle quantitativen Angaben abgab — erst zu dieser Zeit erkloß das Vertrauen auf Bergman's analytische Resultate.

Bergman.
Verdienste um die
analytische Chemie.

Ich werde auf Bergman's Verdienste um die analytische Chemie

Bergman.
Verdienste um die
analytische Chemie.

und auf den Werth seiner Resultate in der speciellen Geschichte jenes Zweigs unserer Wissenschaft zurückkommen; hier muß ich indeß noch bemerken, daß seine Bemühungen, die quantitative Zusammensetzung der Salze zu erforschen, veranlaßt waren durch seine Versuche, Mineralwasser zu analysiren. In Betreff dieses Gegenstandes muß auch das Verdienst seiner Arbeiten weniger nach den einzelnen Zahlenangaben als nach der Methode im Allgemeinen gewürdigt werden, und diese ist seitdem nicht wesentlich abgeändert worden, sie hat nur einzelne Verbesserungen und Erweiterungen erhalten. Bergman sucht schon alle Bestandtheile genau auszumitteln; für die Bestimmung der gasförmigen schreibt er vor, das zu untersuchende Mineralwasser in einem Destillationsapparate abzdampfen, der mit einem pneumatischen Quecksilberapparate in Verbindung steht, so daß die entweichenden Gase aufgefangen werden, wo er dann die atmosphärische Luft von der Kohlensäure oder dem Schwefelwasserstoff unterscheiden lehrt. Nach Bestimmung der gasförmigen Bestandtheile erst geht er zu der Ausmittlung der festen über, den trocknen Rückstand sucht er zuerst durch Digestion mit Alkohol, sodann mit einer bestimmten Menge kalten Wassers, endlich durch Digestion mit kochendem Wasser weiter zu zerlegen; was die Genauigkeit der hierdurch erlangten Resultate angeht, so gilt hierfür das bereits oben Bemerkte.

Bergman's Streben, die analytische Methode auf nassem Wege möglichst anwendbar zu machen, ließ sich nicht durch Schwierigkeiten abschrecken, die bei einzelnen, gemeinhin als unlöslich angegebenen, Substanzen entgegenstanden. Seine Arbeiten über die Zusammensetzung der Edelsteine geben hierfür den Beweis; wenn gleich die Resultate hier noch weit weniger mit den jetzt als wahr erkannten zu vergleichen sind, als die seiner Untersuchungen über Mineralwasser u. s. w., so liegt doch in seinen Bestrebungen der Grund zu unserer verbesserten Erkenntniß; seine Methode, unlösliche Stoffe durch Schmelzen mit ägendem oder kohlen-saurem Alkali löslich zu machen, bildete einen der wichtigsten Fortschritte der Kunst, zu analysiren.

Seine Bestrebungen für die Verbesserung der analytischen Methoden ließen ihn indeß nicht einseitig bloß das Verfahren auf nassem Wege befolgen; auch um die Analyse auf trockenem Wege hat er die größten Verdienste. Er suchte den Gebrauch des Löthrohrs in allgemeinere Aufnahme zu bringen, und zeigte, wie dasselbe zur Bestimmung von Mineralien mit dem größten Vortheil angewandt werden kann. Auch was diese Art analy-

tischer Untersuchungen angeht, beruht unsere Kenntniß noch hauptsächlich auf den von Bergman ihr gegebenen Grundlagen; auf den Unterschied der innern und der äußern Löthrohrflamme machte er zuerst aufmerksam, und bildete die Anwendung der vorher schon hauptsächlich angewendeten Reagentien für Löthrohrversuche, Borax, Phosphorsalz und Soda, weiter aus.

Mit solchen Hülfsmitteln in der Analyse ausgestattet, mußte Bergman nothwendig bei seinen Untersuchungen über die Zusammensetzung wichtige Entdeckungen machen, und in der That sehen wir aus seinen Händen auch analytische Arbeiten hervorgehen, deren Resultate noch zu unsrerer Zeit beachtungswerth sind. Dahin gehören seine Versuche über den Unterschied zwischen Schmiedeeisen, Stahl und Gußeisen, eine Arbeit, die ganz im Geiste der neuern analytischen Chemie ausgeführt ist. Er prüfte diese verschiedenen Arten durch Auflösen in verdünnter Schwefelsäure und Messen des entwickelten Wasserstoffgases; er fand, daß Schmiedeeisen so das meiste, Stahl weniger, Gußeisen am wenigsten Wasserstoffgas abgibt; daß hingegen Schmiedeeisen am wenigsten, Stahl mehr und Gußeisen am meisten unlöslichen Rückstand läßt; er beurtheilte richtig ihre Verschiedenheit, indem er sie als Verbindungen in verschiedenen Verhältnissen aus Eisen mit Graphit, mit welchem auch noch oft Mangan und Kieselerde verbunden sei, ansah. Bergman's Ausdrucksweise war zwar in etwas verschieden, sofern er noch das Eisen als einen zusammengesetzten Bestandtheil ansah, aber die Resultate seiner Versuche reichten hin, die richtige Aufklärung zu geben, sobald sie in eine andere theoretische Sprache übersetzt wurden. — Ebenso erkannte er den Brechweinstein richtig als ein Doppelsalz von Weinstensäure, Kali und Antimon; das Knallgold als eine Verbindung von Goldkalk mit Ammoniak; das Bleiweiß, das bis dahin seiner Bereitungsweise nach für ein, dem Grünspan ähnliches, essigsaures Salz gehalten worden war, als kohlensaures Blei. — In andern Fällen täuschte er sich indeß auch, oder seine noch unsicheren Methoden leiteten ihn zur Aufstellung unrichtiger Angaben. So hatte er die verschiedensten Eisensorten von allen Hochöfen Schwedens gesammelt, um durch die chemische Untersuchung die Ursachen ihrer verschiedenen Güte und Eigenschaften zu finden; er erkannte das Vorkommen von Mangan in mehreren Eisensorten, allein es war ihm nicht möglich, diesen Bestandtheil einigermaßen rein abzuscheiden, so daß er in einigen Arten von Schmiedeeisen über ein Drittheil des Ganzen an Mangan zu finden glaubte. So hielt er auch anfangs den weißen pulverförmigen Rückstand,

Entdeckungen über die Zusammensetzung einzelner Körper.

welchen kaltbrüchiges Eisen beim Auflösen in verdünnter Schwefelsäure zeigt, und dessen Beimischung er richtig als die Ursache jener Eigenschaft wahrnahm, für ein eigenes Metall, und erst später wurde entdeckt, daß es eine Verbindung von Eisen mit Phosphor sei. Ebenso erkannte er den Einfluß nicht recht, warum der Zusatz von Kali zu roher Alaunlauge behufs der Auskrystallisirung des Alauns nothwendig ist, da er die Wirkung allein der vollkommenen Neutralisirung der Schwefelsäure, nicht der Bildung eines Doppelsalzes, zuschrieb. In dem Seewasser, über dessen verschiedene Zusammensetzung, je nachdem es in verschiedener Tiefe geschöpft ist, er zuerst eine Untersuchung anstellte, fand er Kochsalz, salzsaure Bittererde und schwefelsauren Kalk, ohne des Gehalts an schwefelsaurer Magnesia zu erwähnen; und so lassen sich noch in vielen seiner Arbeiten Unrichtigkeiten nachweisen, die indeß nur zeigen, wie mangelhaft die analytischen Kenntnisse zu Bergman's Zeit überhaupt waren, aber keineswegs sein Verdienst um Förderung derselben aufheben.

Bergman.
Entdeckungen über
die Zusammenset-
zung einzelner
Körper.

Arbeiten über die
Kohlensäure.

Bergman's Thätigkeit beschränkte sich nicht bloß auf analytische Untersuchungen; auch andere Zweige der Chemie wußte er mit vielem Geschick und großem Erfolg zu bearbeiten. So nahm er eifrigen Antheil an den Forschungen über die chemischen Eigenschaften der Gase, und namentlich seine Arbeit über die Kohlensäure, welche er als Luftsäure bezeichnete, verdient durch die Genauigkeit der darin enthaltenen Angaben hier angeführt zu werden. Bergman erkannte in dieser Luftart, die er durch Auflösen von Kalkspath in verdünnter Schwefelsäure darstellte, eine wahre Säure, fähig Lackmus zu röthen und sich mit Alkalien zu verbinden; er erkannte ihr Vorkommen in der Atmosphäre und leitete davon den Namen ab; ihr specifisches Gewicht bestimmte er ziemlich genau. Muß er gleich den Ruhm einiger Entdeckungen, die er in seinen Arbeiten mit anführt ohne der früheren Untersuchungen zu erwähnen und die wir bereits als von Black und Cavendish ausgemittelt kennen gelernt haben, an diese abtreten, da sie ihm der Zeit der Aufindung nach zuvorgekommen waren und ihm sogar ihre Resultate nicht wohl unbekannt sein konnten, so trug doch seine Untersuchung in hohem Grade zur Kenntniß der Kohlensäure und die von ihm eingeschlagene Methode zur Kenntniß der Gase überhaupt viel bei.

Arbeiten über die
Verwandtschaft.

Eine der wichtigsten Arbeiten Bergman's, und welche ihm zu der damaligen Zeit am meisten Ruhm zuzog, war die über die Verwandtschaft.

Ich werde bei der speciellen Geschichte dieser Lehre weitläufiger auf seine Ansichten zurückkommen, hier muß ich nur dessen erwähnen, was zur Charakterisirung seiner Leistungen im Allgemeinen dienen kann. Bergman nahm an, alle Körper haben ein Bestreben, sich mit einander zu vereinigen; er nannte dies nicht Verwandtschaft, sondern, weil es eine Wirkung der Schwere der kleinsten Theilchen sei, Anziehung. Diese Anziehung ist zwischen den verschiedenen Körpern verschieden groß, und Verbindungen zersetzen sich deshalb, wenn ein neuer Körper hinzukommt, und neue bilden sich, was er dann als Folge einer Wahlanziehung bezeichnete. Als das beste Mittel, die verschiedenen Grade der Anziehung, welche verschiedene Substanzen zu Einer bestimmten haben, auszudrücken, betrachtete Bergman die tabellarische Ordnung, wie sie schon St. F. Geoffroy vor ihm durchzuführen gesucht hatte, dessen erste Tabellen inzwischen viele Chemiker zu verbessern und abzuändern bemüht gewesen waren. Keiner aber wußte sie mit solcher Vollständigkeit, und auf so genaue Versuche gegründet, anzugeben, als Bergman. Ein Hauptmangel der früheren Versuche der Art war, daß jede Tabelle nur für eine bestimmte Temperatur gültig war; so z. B. hatte Geoffroy die Verwandtschaftsreihen für die Säuren und Alkalien bei mittlerer Temperatur bestimmt, da solche Körper gewöhnlich in Auflösungen einander zugesetzt werden; die Verwandtschaftsreihe des Schwefels zu den Metallen hingegen galt für eine hohe Temperatur, da die Zersetzungen, welche sich hier zeigen, nur bei der Schmelzhitze beobachtet wurden. Es war dadurch große Unsicherheit in den Gebrauch solcher Tabellen gekommen, da eine darin angegebene Verwandtschaftsreihe für eine Temperatur richtig sein mochte, und doch für eine andere widersprechende Resultate sich ergeben konnten. Bergman nahm an, die Veränderung der Verwandtschaft sei keine mit der Temperatur sich allmählig ändernde, sondern die Verwandtschaftserrscheinungen seien constant, wenn nur immer die Körper durch Auflösungsmittel flüssig gemacht einander zugesetzt würden; sie könnten andere sein, aber dann seien sie auch wieder constant, wenn man die Körper ohne Auflösungsmittel, nur durch Wärme flüssig gemacht, auf einander einwirken lasse. Er mittelte durch zahllose Versuche die Zersetzungserrscheinungen für beide Arten von Operationen aus, und stellte, um die verschiedene Größe der Verwandtschaft mehrerer Substanzen zu Einer bestimmten auszudrücken, stets zwei Tabellen auf, von welchen die eine die Affinitätserrscheinungen für die Operationen auf nassem Wege,

Bergman.
Arbeiten über die
Verwandtschaft.

Bergman.
Arbeiten über die
Verwandtschaft.

die andere die auf trockenem Wege angeben sollte. Für alle wichtigeren chemischen Substanzen, welche damals bekannt waren, construirte er solche Tabellen, und von der Umfassendheit seiner Arbeit ergibt sich eine Vorstellung, wenn man bedenkt, daß er für 59 verschiedene Körper die Affinität der anderen zu einem jeden in doppelten Reihen angegeben hat. (Einige derselben werde ich zur bessern Verdeutlichung seiner Ansichten im II. Theile anführen.) Nicht allein die Erscheinungen der einfachen Wahlverwandtschaft suchte Bergman auf diese Art übersichtlich zu ordnen, sondern auch für die der doppelten, wenn sich zwei Verbindungen gegenseitig zersetzen, suchte er für eine Menge von Fällen das Resultat zu ermitteln, und nach seinen Ansichten (daß die größte Summe der Anziehungen unter je zweien der einzelnen Bestandtheile den Erfolg der Zersetzung bedinge) zu erklären. — Die Lehre von der Affinität suchte er noch dadurch weiter zu begründen, daß er einen Zusammenhang zwischen der Stärke der Verwandtschaft zweier Bestandtheile einer Verbindung zu einander und dem Mengenverhältniß, in welchem sie sich verbinden, auszumitteln suchte; die wahre Darlegung seiner Meinungen hierüber würde hier zu weit führen und ich muß sie bis zu der speciellen Geschichte der Affinität verschieben.

Ueber die Richtigkeit der Ansichten von Bergman, hinsichtlich der Verwandtschaft überhaupt, über die Zulässigkeit und allgemeine Anwendbarkeit seiner Tabellen namentlich, war zu seinen Lebzeiten nur Eine Stimme unter den Chemikern. Die von ihm aufgestellten Grundsätze wurden allgemein angenommen und fast ungeändert beibehalten, bis zu Anfang des 18. Jahrhunderts ein berühmter Chemiker dieselben lebhaft bekämpfte und später die Entdeckungen des Gesetzes der bestimmten Proportionen die Richtung der Untersuchungen über die Verwandtschaft ganz veränderte. Im Allgemeinen haben sich später die Meinungen der Chemiker denen Bergman's wieder genähert, und man pflegt wohl die Lehre von der Affinität, wie sie sich jetzt ausgebildet hat, als die durch neuere Entdeckungen bereicherte Bergman's zu bezeichnen.

Anwendungen der
chemischen Kennt-
nisse.

Auch für andere Wissenschaften als nur die reine Chemie hat Bergman Vieles geleistet, was mit unserer Wissenschaft in Zusammenhang steht, und wenn er auch hier seinen Arbeiten oft nicht den Grad der Vollendung gegeben hat, welcher nur durch eine ausschließliche Beschäftigung mit dem Gegenstand erreicht werden kann, so bekrunden seine Versuche doch immer

die Kraft des Genie's, das bei allen seinen Beschäftigungen wichtige Resultate anregte. Für die Geologie war seine Arbeit über die vulkanischen Producte von hohem Werth; er untersuchte die Zusammensetzung der Körper, welche zuverlässig von Vulkanen ausgeworfen worden waren; er verglich damit die Zusammensetzung anderer Gesteine, wie Basalt u. s. w., deren Ursprung zweifelhaft war, und schloß aus der Uebereinstimmung zwischen beiden, die Art ihrer Entstehung müsse dieselbe sein. — Für die Mineralogie suchte er eine Anwendung seiner chemischen Erfahrungen zu machen, indem er auf die chemische Constitution der Mineralien ein Classificationsystem derselben gründete. Er war auch einer der ersten, welcher in Beziehung auf die Kennzeichen der Mineralien der Krystallgestalt die gebührende Wichtigkeit beilegte, die Entstehung einer stets gleichen Grundgestalt durch Spaltung der verschiedenartigsten Varietäten eines Minerals nachwies, und einen Begriff zu geben suchte, wie durch die Annahme einer Juxtaposition der kleinsten Theilchen, wenn man diesen die Grundgestalt beilegt, die Entstehung ganz verschiedenartiger Krystallformen erklärt werden kann. (Vergl. chemische Mineralogie im II. Theil.)

Bergman.
Anwendungen der
chemischen Kennt-
nisse.

Bergman's theoretische Ansichten über die Verbrennung gehören noch ganz dem Geiste dieses Zeitalters an; ob er es gleich war, der mit unter den ersten die quantitativen Verhältnisse in der Chemie erforschte und die Anwendung mathematischer Schlußfolgerungen für diese Wissenschaft vorbereitete, hielt er doch durch die Erfahrung, daß eine gegebene Menge Metall weniger wiegt als der daraus entstehende Metallkalk, keineswegs die Theorie für umgestoßen, daß das Metall eine Zusammensetzung von Metallkalk mit Phlogiston sei. — Das Phlogiston schien auch ihm identisch mit Wasserstoff zu sein; wie er sich überall bemühte, die Zusammensetzung nach Gewicht auszumitteln, so wollte er auch den verschiedenen Gehalt der Metalle an Phlogiston durch Versuche bestimmen und seine Methode, obgleich ungenaue Resultate gebend, zeichnet sich durch Scharfsinnigkeit der Erfindung aus. Bergman wußte, daß sich die Metalle nur im verkalkten Zustande mit Säuren verbinden; er kannte die Phänomene der Metallfällung und erklärte sie dahin, daß das fällende Metall sein Phlogiston abgiebt an den Metallkalk, der in einer Säure aufgelöst ist, daß die Menge des fällenden Metalls, welche sich auflöst, gerade so viel Phlogiston abgiebt, als die Menge des gefällt werdenden zur Existenz im regulinischen Zustande

Verhältnis zur
Phlogistontheorie.

Bergman.
Verhältniß zur
Phlogistontheorie.

nöthig hat. Er suchte nun zu bestimmen, wie viel von einem Metall eine gewisse Menge eines andern aus seiner Auflösung im regulinischen Zustande ausfällt; er erhielt so diejenigen relativen Mengen zweier Metalle, in welchen seiner Ansicht nach gleich viel Phlogiston enthalten ist, und durch fortgesetztes Vergleichen suchte er die meisten Metalle nach der Größe ihres Gehalts an Phlogiston zu ordnen. Seine Versuche entbehren der Genauigkeit in den unmittelbaren Daten der Beobachtung, wie dies bei seinem Verfahren, wo leichtoxydirbare Metalle pulverförmig und benetzt erhalten und doch als Metalle bestimmt wurden, sein mußte; sonst hätten sie später bei richtigerer Erklärung des Vorgangs zur Bestimmung der Zusammensetzung der Metallkalke dienen können, und wir werden in der That sehen, daß bei dem Umsturze der Phlogistontheorie, wo man nun die Metallkalke als Verbindungen anerkannte, die Verbindungsverhältnisse dieser Klasse von Körpern auf dem von Bergman eingeschlagenen Wege auszumitteln gesucht wurde. — Bergman blieb bis zu seinem Ende ein Anhänger der phlogistischen Theorie, allein man darf hierbei nicht übersehen, daß 1784, wo er starb, die Entscheidung über die Ungültigkeit derselben noch nicht definitiv anerkannt war; wenn es gleich seiner Vorurtheilsfreiheit zum Ruhm gereicht hätte, unter den ersten gewesen zu sein, welche die Fehlerhaftigkeit dieser Theorie zugestanden, so ist doch auch nicht zu bezweifeln, daß er bei längerem Leben dies anerkannt hätte und in die Reihen der Antiphlogistiker übergetreten wäre.

Schriften.

Bergman's literarische Leistungen, soweit sie in die Chemie einschlagen, erschienen ursprünglich entweder in den Denkschriften der Akademie zu Stockholm oder Upsala (für die Jahre 1756 — 1783), oder als akademische Gelegenheitschriften, wie z. B. seine *Dissertatio de analysi aquarum* 1778, eine *Dissertatio de minerarum docimasia humida* 1780, und viele andere; auch historische, wie 1779 eine *Dissertatio de primordiis Chemiae*; 1782 eine *Dissertatio sistens Chemiae progressus a medio saeculi VII. ad medium saeculi XVII.* — Seine Schrift *de tubo ferruminatorio ejusdemque usu in explorandis corporibus praesertim mineralibus* schickte Bergmann 1777 an einen der berühmteren damaligen Metallurgen, den Bergrath von Born nach Wien, und sie wurde hier 1779 gedruckt. Die Arbeit über die Affinität, welche zuerst 1773 in den Upsaler Denkschriften herausgekommen war, erschien 1783 erweitert unter dem Titel *De attractionibus electivis* in der Sammlung seiner Werke, und

wurde in mehrere Sprachen übersezt. Bergman selbst war nämlich besorgt gewesen, seine Schriften zu sammeln, und veranstaltete 1775 und 1782 kleinere Zusammenstellungen; am vollständigsten, bedeutend weiter ausgearbeitet und mit Zusäzen vermehrt, erschienen seine Abhandlungen als besonderes Werk unter dem Titel *Opuscula physica et chemica*, wovon bis zu dem Tode des Verfassers drei Bände (1779 — 1783) herausgekommen waren. Die in dieser Sammlung noch nicht enthaltenen Abhandlungen wurden nach Bergman's Ableben durch Hebenstreit zu Leipzig in drei weiteren Bänden (1787 — 1790) herausgegeben. Uebersetzungen in französischer und deutscher Sprache machten sie auch den Chemikern anderer Länder allgemeiner zugänglich. Diese Sammlung enthält alle chemischen Abhandlungen Bergman's, nur sein Versuch, ein Mineralsystem auf die chemische Zusammensetzung zu gründen, fehlt darin; dieser erschien zuerst in den Denkschriften der Upsaler Akademie, und 1782 selbstständig als *Sciagraphia regni mineralis*, und wurde ebenfalls durch Uebersetzungen weiter verbreitet.

Bergman's
Schriften.

In engster Verbindung mit Bergman stand Carl Wilhelm Scheele, der letzte Chemiker, den wir in diesem Zeitalter zu betrachten haben, ein Entdecker, dessen Ruhm unabhängig von jedem Wechsel der Theorie ist, und welchem für immer eine ausgezeichnete Stelle unter den bedeutendsten Koryphäen der Chemie gesichert bleibt.

Scheele.

Scheele war der Sohn eines Kaufmanns zu Stralsund, dem er 1742 geboren wurde. In dieser Stadt erhielt er auch seine erste Erziehung, ohne indeß schon früh die großen Talente an den Tag zu legen, die ihn später auszeichneten; für das Studium der Sprachen zeigte er wenig Anlagen, mehr Beruf fühlte er in sich zu der Pharmacie. Er trat 1757 in eine Apotheke zu Gothenburg ein, wo er auch nach Vollbringung seiner Lehrzeit noch einige Jahre blieb; während seines dasigen Aufenthalts legte er den Grund zu seinen Kenntnissen in der Scheidekunst, unablässig in allen Mußestunden sich dem Studium der Werke von Lemeray, Kunze, Stahl und Neumann hingebend, so viel es ihm nur immer seine spärlichen literarischen Hülfsmittel erlaubten; durch fleißiges Experimentiren bildete er sich zugleich in der Kunst aus, die ihn später die wichtigsten Arbeiten in beschränkter Lage ausführen ließ, mit wenigem und ärmlichem Apparat schwierige Versuche anzustellen. Er verließ Gothenburg 1765 und

Leben.

Scheele's
Leben.

war bis 1773 in einigen Apotheken zu Malmö und Stockholm beschäftigt; in gleicher Stellung, als Gehülfe, kam er 1773 nach Upsala, und hier war es, wo er zuerst Aufmerksamkeit durch seine chemischen Einsichten auf sich zog, und Gelegenheit fand, sein Talent und seine tiefen Kenntnisse geltend zu machen; ein Zufall ließ ihn mit Bergman persönlich bekannt werden. Scheele's Principal hatte bemerkt, daß Salpeter längere Zeit bei nicht zu starker Hitze im Schmelzen erhalten, nach dem Erkalten noch neutral blieb und auf Zusatz von Essigsäure rothe Dämpfe ausstieß; weder er, noch der später berühmte Gahn, welcher damals in Upsala studirte und um Erklärung befragt wurde, wußten über diese Erscheinung genügende Rechenschaft zu geben; ebenso wenig Bergman selbst, welchem Gahn den Vorgang mittheilte. Scheele gab seinem Principal die richtige Erklärung, ihm war bekannt, daß außer der Salpetersäure noch eine andere, ihr verwandte, die jetzt als untersalpetrige Säure bezeichnete, existirt, daß das salpetersaure Kali sich durch Erhitzen zuerst in untersalpetrigsaures verwandelt, dessen Säure zu der Basis eine nur schwache Verwandtschaft hat und unter Bildung rother Dämpfe von Essig ausgetrieben wird. Gahn erfuhr diese Erklärung; er theilte sie an Bergman mit, der in derselben sogleich das Anzeichen ungewöhnlicher chemischer Kenntnisse zu würdigen wußte, und Scheele's Bekanntschaft zu machen wünschte. Dieser jedoch war nichts weniger als geneigt, Bergman's Einladung Folge zu leisten; er hatte bereits zu Stockholm eine Arbeit über die Weinsäure und ihre Verbindungen beendet und die Resultate an Bergman mitgetheilt, damit dieser sie der Stockholmer Akademie vorlege; die Abhandlung blieb aber unbeachtet liegen, bis Scheele sie nochmals abfaßte und dem Adjuncten der Akademie Regius übergab, durch dessen Vermittlung sie dann auch 1770 in den Schriften dieser Gesellschaft abgedruckt wurde, aber in einer Fassung, daß Viele das Verdienst der ganzen Arbeit Regius zuzuschreiben veranlaßt waren. Es war natürlich, daß Scheele ein bitteres Gefühl für diesen ersten Versuch seines Auftretens in der Wissenschaft bewahrte; erst nach wiederholten Versicherungen, daß Bergman's anscheinende Geringschätzung lediglich ihren Grund in Vergeßlichkeit gehabt habe, ließ er sich bei Bergman einführen, und nun bildete sich schnell ein freundschaftliches Verhältnis zwischen beiden, das ungestört fortbauerte und welchem Scheele viel verdankte, der durch Bergman in allen Mitteln zur Anstellung seiner Untersuchungen und zur Bekanntmachung seiner Resultate kräftig unterstützt

wurde. — Scheele verweilte in Upsala bis zum Jahre 1775; in dieser Zeit wandte er sich nach Köping (einer kleinen Stadt an dem nördlichen Ufer des Mälarsees), um dort die Verwaltung einer Apotheke anzutreten, welche er 1777 als Eigenthum übernahm. In Köping lebte er zurückgezogen, nur der Ausübung seines Geschäfts und dem Studium der Chemie hingegeben; seine beschränkten äußerlichen Mittel, welche in einer jährlichen Unterstützung der Stockholmer Akademie nur wenig Vermehrung fanden, wußte er durch Genie und Ausdauer zu steigern, und auf diese Art großartige Entdeckungen zu erzwingen; im Auslande mehr berühmt als in seiner nächsten Umgebung endete er sein thätiges und erfolgreiches Leben schon 1786, als er kaum das 43. Jahr seines Alters zurückgelegt hatte.

Scheele's
Leben.

Was Scheele unter diesen, man kann fast sagen dürftigen, Umständen, was er nach einer Erziehung, die wenig geeignet war, die Hülfsmittel wissenschaftlicher Ausbildung ihm zu eigen zu machen, was er während seines kurzen Lebens, das bei der Entfaltung seiner besten Kräfte abgeschnitten wurde — für die Chemie leistete, muß uns ihn mit Berücksichtigung aller dieser Verhältnisse als den Chemiker anerkennen lassen, dem kein anderer vor oder nach ihm, was Zahl und Wichtigkeit empirischer Entdeckungen angeht, gleichkam. Erscheinen uns auch jetzt einige seiner Arbeiten in der Beziehung von minder großer Bedeutung, daß Zeitgenossen ihm in der Entdeckung und mehr noch in der Bekanntmachung der Resultate zuvorkamen, so schmälert dies seine Verdienste, seinen Ruhm als den eines originellen Forschers nicht; eine allgemeinere Uebersicht seiner Leistungen wird uns diese anerkennen lehren.

Entdeckungen.

Aus dem Umstande, daß Scheele's erste Abhandlung über die Weinstensäure handelte, nehmen wir Anlaß, die Darstellung seiner Forschungen mit seinen Arbeiten über organische Säuren zu beginnen. In dieser Art von Arbeiten hatte er fast keinen Vorgänger; Unklarheit in dem Gedankengange, der die Anstellung von Versuchen leitete, Unsicherheit, wie die dabei erhaltenen Resultate anzusehen und zu erklären seien, charakterisirt alle die, welche sich vor ihm mit diesem Theil der organischen Chemie beschäftigten. Scheele zuerst erkannte in den vielen sauren Säften, welche das Pflanzenreich darbietet, in den Salzen, die sich in den Vegetabilien vorfinden oder aus ihnen erhalten werden, eine mannichfache Anzahl unter sich ganz verschiedener Säuren; mit Geschicklichkeit wußte er diese zu isoliren,

Ueber organische
Säuren.

Scheele.
Entdeckungen über
organische Säuren.

mit Scharfsinn ihre Eigenthümlichkeiten, nachzuweisen. So verdankt man ihm die Entdeckung oder die erste genaue Untersuchung der Weinsäure, der Klee- oder Oxalsäure, der Aepfelsäure, der Citronensäure, der Gallussäure; von der Klee- oder Oxalsäure kannte er das Vorkommen in Gewächsen und ihre künstliche Bereitung aus Zucker mittelst Salpetersäure. Die Eigenschaften aller dieser Säuren hatte er so gut erforscht, daß er sie sogar bei gemeinsamen Vorkommen noch unterscheiden konnte. Mit gleichem Erfolg studirte er die animalischen Säuren; die Harnsäure entdeckte er und die Milchsäure; als Product der Einwirkung von Salpetersäure auf Milchzucker erkannte er die Schleimsäure als einen eigenthümlichen Körper. — Die Entdeckung jeder einzelnen dieser Säuren wird um so werthvoller durch die Methode, welche Scheele zu ihrer Isolirung anwandte, und die der Lehre von den organischen Säuren einen neuen Aufschwung gab. Vor ihm kannte man kaum einen andern Weg hierzu, als die Sublimation zu versuchen; auf diese Art stellte man Benzoesäure, auf diese Art Bernsteinsäure z. B. dar. Scheele befolgte einen andern Gang, der nach ihm nach lange von den Chemikern eingehalten wurde; er fällt die Auflösung, worin eine solche Säure enthalten war, durch Kreide, wo die entstehende Verbindung der Säure mit dem Kalk meist unlöslich ist; er zersetzte diese Verbindung durch Salzsäure, wenn die isolirte organische Säure in kaltem Wasser schwer löslich ist (wie die Benzoesäure), durch Schwefelsäure, wenn umgekehrt die organische Säure (wie die Aepfelsäure, Weinsäure u. s. w.) sich in Wasser leicht löst. Für Säuren der letztern Art wandte er auch bereits die Methode an, sie mit Bleioxyd zu unlöslichen Salzen zu verbinden und diese dann mit Schwefelsäure zu zersetzen.

Für die Ausbildung der organischen Chemie arbeitete Scheele noch dadurch vor, daß er zuerst das Glyceril oder Delsß darstellen lehrte. Er erkannte es als einen Bestandtheil aller Fette und zeigte seine Abscheidung durch Bleiglätte. Bei dem genauen Studium der Eigenschaften erkannte er auch die Eigenthümlichkeit, welche seiner Meinung nach die Aehnlichkeit des Glycerils mit dem Zucker beweist, daß nämlich auch ersteres durch Behandlung mit Salpetersäure in Klee- oder Oxalsäure umgewandelt wird.

Ueber unorganische
Säuren.

Ebenso fruchtbar zeigte sich Scheele auf dem Gebiete der unorganischen Chemie; die Lehre von den Säuren verdankt ihm auch da viele neue Beobachtungen. Er entdeckte die Molybdän- und die Wolframsäure, und legte damit den Grund zu der spätern Entdeckung der zwei neuen darin

enthaltenen Metalle; er zuerst stellte die Arseniksäure isolirt dar, welche bis dahin nur in ihren Salzen bekannt gewesen war, und lehrte sie aus dem weißen Arsenik durch Chlor und durch Königswasser bereiten.

Scheele's
Entdeckungen.

Am ergiebigsten für die unorganische Chemie war Scheele's Arbeit über den Braunstein. Er entdeckte darin das Mangan als einen eigenen metallischen Stoff; doch gelang es ihm nicht, diesen im regulinischen Zustande darzustellen; durch Behandeln des Braunsteins mit Salzsäure entdeckte er das Chlor, dessen Eigenschaften er gut beschrieb. Bemerkenswerth ist, daß zu einer Zeit, wo fast alle Anhänger der Phlogistontheorie unter Phlogiston Wasserstoff verstanden, Scheele nach seinen Versuchen das Chlor als dephlogistisirte Salzsäure (als Salzsäure, welcher Phlogiston entzogen sei), bezeichnete, eine Ansicht, die zwar keineswegs genug durchgeführt war, um über die Constitution des Chlors und der Salzsäure volles Licht zu geben, die aber viel Interesse hat, weil die Entdeckung des wahren Verhältnisses dieser beiden Substanzen zu einander Scheele's Andeutung volle Bestätigung erteilte. — Außer dem Mangan und dem Chlor machte Scheele bei Gelegenheit dieser Arbeit noch eine Entdeckung, welche für die ganze Chemie wichtig wurde. Die meisten der von ihm untersuchten Braunsteinarten enthielten Baryt. Scheele erkannte hier wieder eine eigenthümliche Substanz; er isolirte sie und untersuchte die charakteristischen Merkmale derselben. Er fand namentlich in der Barytlösung ein sicheres Reagens auf Schwefelsäure, und von dieser Zeit an wurde die bisherige unsichere Erkennung dieser Säure mittelst Kalkerde durch die neuere schärfere ersetzt.

Ueber Braunstein.

Ueber Chlor.

Ueber Baryt.

Nicht minder lehrreich, wenn auch nicht durch eine solche Fülle neuer Entdeckungen ausgezeichnet, war Scheele's Untersuchung des Flußspaths. Er erkannte dieses Mineral als eine Verbindung von Kalk mit einer eigenthümlichen Säure, welche er als Flußspathsäure bezeichnete. Doch konnte er diese nicht rein darstellen, da er stets die Zersetzung des Flußspaths in gläsernen Destillationsgefäßen vornahm, und so statt reinen Fluorwasserstoffs immer Fluorkieselgas und in dem vorgeschlagenen Wasser Kiesel-erde erhielt. Scheele hielt wirklich zuerst die Kieselerde für eine Verbindung der Flußspathsäure mit Wasser; der Irrthum wurde von anderen Chemikern, welchen mannichfaltigere Apparate zu Gebote standen, später aufgeklärt, und Scheele stand nicht an, seine Meinung aufzugeben und der richtigen beizutreten.

Ueber den Fluß-
spath.

Einen andern Beweis seiner Geschicklichkeit im Experimentiren und Ueber Berlinerblau.

Scheele.
Entdeckungen über
Berlinerblau.

seines Scharffsinns gab er in seiner Arbeit über den färbenden Stoff des Berlinerblau's. Es glückte ihm, diesen durch Destillation des Berlinerblau's mit Schwefelsäure zu isoliren; er erkannte zugleich die qualitative Zusammensetzung der so erhaltenen wässerigen Blausäure, als deren Bestandtheile er Ammoniak, Luftsäure und Phlogiston annahm.

Ueber Luft und
Feuer.

Viele neue Entdeckungen knüpfen sich an eine größere Arbeit Scheele's, an seine Untersuchungen über Luft und Feuer. Er wies darin nach, daß die atmosphärische Luft aus zwei verschiedenen Bestandtheilen besteht, wovon der eine (von ihm Feuerluft genannt) die Verbrennung und das Athmen unterhält, der andere (welchem er den Namen verdorbene Luft beilegte) nichts zur Unterhaltung dieser Proceße beiträgt. Zur Zerlegung der Luft bediente sich Scheele einer Auflösung von Schwefelleber, von der er erkannte, daß sie den Antheil an Feuerluft vollständig absorbirt; er suchte das Verhältniß dieses Gases zu der verdorbenen Luft quantitativ zu bestimmen, ohne jedoch, genauerer Instrumente ermangelnd, ein richtiges Resultat zu erhalten. Die chemischen Eigenschaften bestimmte er mit vieler Genauigkeit, und selbst das specifische Gewicht im Allgemeinen richtig. Er zeigte, daß die Metalle bei ihrer Verkalkung Feuerluft aufnehmen und bei ihrer Reduction wieder davon befreit werden. Die Entdeckung des Sauerstoffgases, welches er aus Quecksilberoxyd, Braunstein und anderen Metalloxyden, auch aus Salpeter, zu gewinnen wußte, machte Scheele ganz selbstständig; kurz vor ihm oder gleichzeitig hatte es Priestley erhalten, der ihm in der Veröffentlichung seiner Entdeckung zuvorkam; allein es ist ausgemacht, und wurde durch Priestley selbst anerkannt, daß des Letztern Erfahrungen Scheele zur Zeit der Arbeiten des Erstern über diesen Gegenstand nicht bekannt sein konnten. — Noch eine Menge anderer Entdeckungen von der größten Wichtigkeit und über die verschiedenartigsten Körper schließt Scheele's Arbeit über Luft und Feuer ein; in seiner Untersuchung des Knallgoldes, dessen Explosion als eine Feuererscheinung hier zu studiren war, entdeckte er die Entwicklung des Stickgases bei der Zersetzung jenes Körpers, und auf eine große Menge von Versuchen gestützt, erklärte er das mit Goldkalk in dem Knallgold vereinigte Ammoniak für eine Verbindung von Stickstoff mit Phlogiston; genauere Untersuchungen über die Verbindungen des Schwefels mit Wasserstoff finden sich ebenfalls in dieser Schrift zuerst durchgeführt, und auch die qualitative Zusammensetzung derselben wurde von ihm richtig

erkannt. Die Grundlage zu der nähern Kenntniß des Pyrophors, daß nämlich nothwendig ein Kalisalz bei der Bereitung desselben vorhanden sein muß, schätzbare Beobachtungen über die Salpetersäure, die salpetrige Säure u. s. w., viele Wahrnehmungen über Verbrennung und Athmen, den chemischen Einfluß der Wärme und des Lichts, welche wir alle besser später bei den betreffenden Stoffen genauer durchgehen, sind in dieser Arbeit noch enthalten.

Scheele.

Vorzüglich interessirt uns hier Scheele's Verhältniß zur Phlogistontheorie, seine Ansichten über die Verbrennung, deren Betrachtung wir am passendsten an seine Arbeit über Luft und Feuer, worin er vieles darüber geäußert hat, anknüpfen; doch hat er auch noch nach dem Erscheinen dieses Werks sich in dieser Beziehung weiter ausgesprochen. Scheele bekannte sich noch zu der Phlogistontheorie, allein er täuschte sich selbst, insofern offenbar seine Ansichten über die Verbrennung von denen Stahl's ganz verschieden waren. Er suchte den Begriff des Phlogistons festzuhalten, und die sich darauf stützende Theorie mit den neueren Erfahrungen in Einklang zu bringen; aber seine Erklärungen waren alle — dem Geist der Theorie, wozu er sich bekannte, getreu — nur auf Beachtung der qualitativen Thatfachen gestützt, denn die Ausmittelung der quantitativen Verhältnisse lag überhaupt auch in Scheele's Methode, zu arbeiten, nicht. Scheele hatte erkannt, daß während der Verkalkung der Metalle und während der Verbrennung Sauerstoffgas von dem verbrennenden Körper aufgenommen wird, daß sich hierbei Licht und Wärme entwickelt; er bildete sich hiernach die Vorstellung, Phlogiston, das er in allen verbrennlichen Körpern noch annahm, sei eine äußerst feine, wenig gewichtige Substanz, wie etwa Wasserstoffgas, das Sauerstoffgas hingegen sah er als zusammengesetzt aus einer gewissen wenig wiegenden salinischen Materie und Wasser, in welcher Verbindung nur sehr wenig Phlogiston enthalten sei. Bei der Verbrennung vereinige sich das Phlogiston des verbrennlichen Körpers mit der salinischen Materie des Sauerstoffs zu Licht und Wärme, es bleibe zurück als Product der Verbrennung eine Verbindung des Bestandtheils, der mit dem entwichenen Phlogiston zusammen den verbrennlichen Körper bildete, mit dem Wasser des Sauerstoffs. — Scheele erklärt das Phlogiston für den Hauptbestandtheil des Lichts und auch der brennbaren Luft; mit vielem Wärmestoff verbunden bilde es das erstere, mit wenigem das Wasserstoffgas. In der

Verhältniß zur
Phlogistontheorie.

Anwendung seiner Theorie indes versteht er manchmal unter Phlogiston das Wasserstoffgas selbst, so z. B. betrachtet er auch das Schwefelwasserstoffgas als eine Verbindung von Phlogiston mit Schwefel; manchmal auch bezeichnet er damit nur den Gegensatz zum Sauerstoff, wie Stahl unter Phlogistification eines Körpers nur Abscheidung des Sauerstoffs aus demselben und umgekehrt verstehend. So ist nach Scheele die salpetrige Säure, welche er in rothen Dämpfen aus der rauchenden Salpetersäure durch Wärme abschied, als phlogistifirte Salpetersäure anzusehen. Die Zusammensetzung des Wassers aus Sauerstoff und Wasserstoff erkannte er nicht an, sondern erklärte die Bildung desselben durch Verbrennen dieser beiden Gasarten als eine Abscheidung des schon in denselben präexistirenden Wassers, und nahm an, die Vereinigung der anderen, mit dem Wasser vorher den Wasserstoff und Sauerstoff bildenden, Bestandtheile zeige sich in dem Resultat der Licht- und Wärmeerzeugung. — Diese Bruchstücke genügen, um Scheele's Ansicht über die Verbrennung anschaulich zu machen; seine Theorie erfreute sich keines dauernderen Beifalls; es war den Gegnern der Phlogistontheorie zu leicht, sie zu entkräften. Scheele hatte die Thatfachen in Beziehung auf Gewicht bei seiner Erklärung ganz vernachlässigt; nach ihm müßte das Product der Verbrennung weniger wiegen, als der verbrennliche Körper oder das Metall mit dem verschwundenen Sauerstoff zusammen, da ja ein Theil der wiegbaren Substanz als Licht und Wärme weggehen soll, allein es wiegt genau gerade so viel, und seine Hypothese war somit unrichtig. Doch trug Scheele dazu bei, richtigeren Ansichten über die Verbrennung Eingang zu vermitteln; er konnte sich nicht von dem Namen Phlogiston lossagen, an den er sich bei der Erwerbung seiner chemischen Kenntnisse gewöhnt hatte, und es ging damals vielen Chemikern gerade so, welche eine richtigere Theorie gleich angenommen hätten, wenn damit nicht zugleich die totale Abschaffung des Begriffs Phlogiston verbunden gewesen wäre. Aber Scheele lehrte die Zahl seiner Anhänger doch, sich dem Einfluß der Stahl'schen Lehre allmählig entwinden; Stahl hatte in der Verbrennung nur einen Trennungsproceß annehmen zu müssen geglaubt, Scheele sah darin eine gleichzeitige Zerlegung und Vereinigung des brennbaren Körpers, und bildete somit den Uebergang zu der herrschenden Theorie des folgenden Zeitalters, wo die Verbrennung nur als eine Verbindung der brennbaren Stoffe mit Sauerstoff erkannt wurde. Und es unterliegt wohl, bei seinem so oft hervortretenden Wahrheitsgefühl und dem so oft ausgesprochenen

Scheele.
Verhältniß zur
Phlogistontheorie.

Aufgeben eigener Ansichten, wo gegründeter ihm entgegen gehalten wurden, keinem Zweifel, daß S c h e e l e bei länger vergönnter Wirksamkeit zu der anti-phlogistischen Theorie übergetreten wäre. Doch läßt sich auch mit eben dieser Wahrscheinlichkeit annehmen, daß er dann an der Entwicklung des damit gegebenen neuen Zeitalters insofern wenig Antheil genommen hätte, als er die von ihm stets durchgeführte und bei ihm mit so viel Erfolg gekrönte qualitative Untersuchungsmethode schwerlich gegen die quantitative, deren Befolgung die Anhänger des folgenden Zeitalters eigentlich charakterisirt, vertauscht oder die letztere nur in eben dem Grade sich zu eigen gemacht hätte.

S c h e e l e.
Verhältnis zur
Phlogistontheorie.

Wir haben hier S c h e e l e's Entdeckungen und eigenthümliche Ansichten durchgegangen; fügen wir noch, um die Uebersicht seiner Leistungen zu vervollständigen, hinzu, daß er auch für die Irrthümer anderer Chemiker ein aufmerksamer Verbesserer war, und daß viele Arbeiten von ihm die Entdeckungen Anderer, welche diese falsch gedeutet hatten, erst in das wahre Licht setzten. So z. B. zeigte S c h e e l e, nach B e r g m a n's Angabe eines besondern Metalls im kaltbrüchigen Eisen, daß dies nur eine Verbindung von Phosphor mit Eisen sei; auf die Angabe eines französischen Chemikers, daß man aus phosphorsaurem Natron eine eigene Säure, die Perlsäure, erhalten könne, ließ S c h e e l e die Erläuterung folgen, daß dieser Körper saures phosphorsaures Natron sei, und ähnliche Berichtigungen von seiner Seite trugen viel dazu bei, daß die Resultate der Chemiker jener Zeit erst mehr geprüft und besser erwogen wurden, während man bisher es mit dem Veröffentlichlichen von halb wahrscheinlichen Angaben wenig genau genommen hatte. — Auch viele schon länger hergebrachte irrige Ansichten fanden ihre völlige Erledigung durch S c h e e l e's genauere Arbeiten; so widerlegte er die damals noch oft behauptete Ansicht, daß sich durch wiederholtes Schmelzen mit Kali die Kieselerde in Thonerde verwandeln lasse, und zeigte, daß wenn dieses Statt zu haben scheint, der Gehalt an Thonerde in dem Präparat von der Masse des Tiegels herrührt, in welchem die Schmelzung vorgenommen worden sei; so widerlegte er den Glauben, daß sich Wasser in Erde verwandeln lasse und beim Abdampfen (in Glasgefäßen) in diese übergehe, indem er zeigte, daß hierbei das Glas zersezt wird und der erdige Rückstand des Wassers nur die Bestandtheile des Glases enthält.

Berichtigung von
Irrthümern.

Viele andere Beobachtungen, deren Angabe wir hier verschieben

Schreibern.

Scheele's
Schriften.

müssen, finden sich noch in Scheele's Schriften. Seine Sorglosigkeit in der Wahrung seiner Eigenthumsrechte auf Entdeckungen hat überdies manche Unsicherheit darauf geworfen, welche Arbeiten von ihm unter Anderer Namen publicirt worden sind. Im Anfange seiner wissenschaftlichen Laufbahn begegnete ihm dies öfters; wie schon erwähnt, wurde dem Herausgeber seiner Abhandlung über die Weinstensäure, Regius, von Vielen das Verdienst dieser Arbeit beigelegt; die Entdeckung der Alesäure publicirte Bergman, ohne Scheele's, dem das ganze Verdienst gebührte, zu erwähnen; es ist zweifelhaft, wie weit die Entdeckung der Phosphorsäure in den Knochen, welche Gahn bekannt machte, Scheele zukommt. Scheele veröffentlichte seine Arbeiten meist in den Denkschriften der Stockholmer Akademie, wo sie in den Jahrgängen für 1770 bis 1786 enthalten sind; auch in den ersten Bänden von Crell's chemischen Annalen, für 1784 bis 1787, sind mehrere Abhandlungen von ihm aufbewahrt. Selbstständig erschien 1777 seine »chemische Abhandlung von Luft und Feuer« mit einem Vorbericht von Bergman, die auch bald durch Uebersetzungen in England und Frankreich bekannt wurde. Eine vollständige Sammlung seiner einzelnen Abhandlungen wurde durch Hebenstreit zu Leipzig 1788 in lateinischer Sprache veranstaltet, unter dem Titel »Opuscula chemica et physica; auch Uebersetzungen in die englische und französische Sprache erschienen davon; eine andere Sammlung in deutscher Sprache wurde durch Hermbstädt in Berlin 1792 als »Scheele's sämmtliche physische und chemische Werke« besorgt.

Mit Scheele schließt die Reihe der Chemiker, welche wir hier als dem Zeitalter der phlogistischen Theorie angehörig zu betrachten hatten. Welche Modificationen und verschiedene Auslegungen diese Theorie bis hierher erfahren hatte, sahen wir bei den einzelnen Chemikern; untersuchen müssen wir jetzt, wie diese Theorie einer andern Platz macht, wie das Zeitalter der phlogistischen Theorie in ein anderes übergeht.

Um eine deutliche Einsicht in die Entwicklung der Chemie im Allgemeinen zu gewinnen, und um namentlich die Richtung würdigen zu können, welche das folgende Zeitalter charakterisirt, ist es angemessen, hier noch einmal auf die hohe Bedeutsamkeit der phlogistischen Theorie aufmerksam zu machen, auf den Einfluß, den sie im Allgemeinen auf die Chemie ausgeübt hat.

Küßliä auf
den fördernden
Einfluß der
Phlogistons-
theorie.

Die Wichtigkeit der phlogistischen Theorie besteht einmal unzweifelhaft darin, daß sie zuerst eine zahllose Menge von Erscheinungen umfaßte, und in Phänomenen, die vorher nur als ganz isolirte Erfahrungen bekannt waren, das Analoge nachzuweisen mußte. Die phlogistische Theorie ist die erste, welche rationelle Erklärungen von größerem Umfang in die Chemie einführte, und für den wichtigsten chemischen Proceß, den Verbrennungsproceß, eine damals genügende Theorie gab; welche in einer Menge Erscheinungen, wenn auch dabei keine Entwicklung von Feuer bemerklich ist, doch gleichen Vorgang wie bei dem Verbrennungsproceß erkannte, und ihre häufig vorkommenden Benennungen dephlogistisirt und phlogistisirt richtig für die vielen Thatsachen anwandte, wo wir jetzt Aufnahme und Abgabe von Sauerstoff, oder Austreten und Eintreten von Wasserstoff nachweisen können; welche durch die Hypothese, daß alle verbrennlichen Körper ein Princip enthalten, und durch die Anwendung dieser Hypothese auf die Verbrennung jedes einzelnen Körpers und auf die Erscheinung, daß einem nicht verbrennlichen Körper (einem Metallkalk, der Phosphorsäure u. s. w.) durch Zuführung jenes Princips Verbrennlichkeit mitgetheilt werden kann, zuerst die Chemie im Allgemeinen auf den Standpunkt der wissenschaftlichen Naturforschung erhob.

Rückblick auf den
fördernden Einfluß
der Phlogiston-
theorie.

Die Phlogistontheorie betrachtete den Verbrennungsproceß als auf einer Zersetzung beruhend; es ist später erkannt worden, daß er in der Bildung von Verbindungen beruht. Man hat die Ansicht ausgesprochen, die Gründer der Phlogistontheorie hätten von zwei möglichen Betrachtungsweisen gerade die unrichtige gewählt; man hat behauptet, die Phlogistontheorie sei für die Erkenntniß der Wahrheit mehr ein Hinderniß als fördernd gewesen.

Daß dem nicht so sei, ergiebt eine vorurtheilsfreie Betrachtung leicht. Jede Theorie fördert die Wissenschaft, wenn sie, dem Zustande der Kenntnisse ihrer Zeit genügend, den Anlaß zu verbesserter Erkenntniß in sich trägt, welche letztere dann die Theorie, durch welche sie veranlaßt wurde, selbst wieder durch eine bessere ersetzen läßt. Jede Theorie fördert die Wissenschaft, wenn sie etwas richtigeres giebt, als man vorher wußte, und wenn sie ihre Verbesserungen allgemein angenommen zu machen weiß. Jede Theorie, aus der eine allgemeine Vermehrung der Intelligenz hervorgegangen ist, war dem geistigen Zustande ihrer Zeit angemessen; zur Vermehrung der Intelligenz hat oft eine Theorie mehr beigetragen, welche, einiger Mängel ungeachtet, sich doch die Zustimmung aller zu gewinnen, und diesen eine bessere Rich-

Rückblick auf den
fördernden Einfluß
der Phlogistons-
theorie.

tung mitzuthellen wußte, als die Aufstellung einer vollkommeneren Theorie, wenn für die Auffassung dieser der Geist der Zeit noch gar nicht vorbereitet war, und die alsdann meistens, ihrem Urheber zum Ruhm gereichend, doch für die Wissenschaft im Allgemeinen sich unfruchtbar bewies.

Hiernach müssen wir auch beurtheilen den Werth der leitenden Theorie der Chemie, der über die Verbrennung. Im Anfang des im Vorhergehenden besprochenen Zeitalters, wo ihre Auffassung zuerst versucht wurde, war der Erfolg ihrer Wirksamkeit in zweifacher Hinsicht bedingt und bemerkbar; sie mußte sich an die damals herrschende Meinung anlegen, um diese zurecht zu leiten; diese Meinung war, daß Verbrennung eine Zerstörung, eine Zerlegung, ist; — sie theilte der Wissenschaft eine bestimmte Richtung mit, und diese Richtung war Erklärung der beobachteten Thatsachen in der Chemie.

Die Erklärung der Thatsachen in der Chemie schließt zunächst zwei Arten von Erscheinungen ein, die qualitativen und die quantitativen; man kann ausschließlich untersuchen, von welcher Art sind die Verbindungs- oder Zersetzungsproducte bei chemischen Processen, und auch zugleich, in welchen Gewichtsverhältnissen stehen die Verbindungs- oder Zersetzungsproducte. Dem Gange der menschlichen Erkenntniß ist es angemessen, und jede sichere Erkenntniß hat in der Art Statt gefunden, daß von solchen zwei Richtungen zuerst die eine, leichter faßliche, vorzugsweise eingeschlagen wird, mit Vernachlässigung der andern; die Untersuchung der erstern führt dann nothwendig zuletzt auf Berücksichtigung der letztern; die Summe von Kenntnissen, welche durch Untersuchung der erstern erlangt ist, bleibt ungeschmälert, wenn auch die letztere mit in Betracht gezogen wird und wenn hierdurch die Art der Untersuchung eine neue Gestalt gewinnt.

Am Ende des 17. Jahrhunderts mußte die Aufstellung einer Theorie, welche die Verbrennung als Verbindung behandeln, welche die qualitativen und die quantitativen Erscheinungen zugleich umfassen wollte, unfruchtbar bleiben; die Aufstellung einer Theorie hingegen, welche sich auf Erklärung der ersteren Erscheinungen beschränkte und dem geistigen Zustande jener Zeit angemessen war, förderte die Chemie so rasch, daß nach verhältnißmäßig kurzer Zeit auch die quantitativen Verhältnisse in das Bereich der Untersuchung gezogen und zum hauptsächlichsten Gegenstande der Forschung gemacht werden konnten. Die phlogistische Theorie, zufrieden mit dem Erfolge ihres Versuchs, die qualitativen Erscheinungen zu erklären, bekümmerte sich im Anfang nicht um die Gewichtsverhältnisse der Stoffe, welche an den chemi-

schen Processen Antheil nehmen; als sie der qualitativen Erklärungsweise genügt hatte und sich der quantitativen zuwandte, ergaben sich Thatsachen, die sie nicht erklären konnte, durch die sie gestürzt wurde.

Rückblick auf den
fördernden Einfluß
der Phlogiston-
theorie.

Nach verhältnißmäßig kurzer Zeit war dies die Frucht der phlogistischen Theorie, und in der Kürze dieser Zeit und in der Fülle chemischer Entdeckungen, welche die Periode, worin diese Theorie die leitende war, auszeichnet, bewährt sich das Verdienst des phlogistischen Systems für das sichere Vorwärtsschreiten der chemischen Forschung. — Tausende von Jahren lieferten erst so viel chemische Erfahrungen, daß ihre Zusammenfassung zu Einem Ganzen, mit dem Zwecke als Alchemie, möglich war; tausend Jahre mußte die Chemie von den Alchemisten bearbeitet werden, um einer Anwendung wie der als medicinische Chemie fähig zu sein; an 150 Jahre mußte die Chemie mit der Medicin verschmolzen bleiben, um den Grad der Ausbildung zu erlangen, daß sich eine solche Verschmelzung der Chemie mit der Medicin als unzulässig erwies, daß die Chemie als selbstständige Wissenschaft auftreten konnte. Die phlogistische Theorie, welche nun auf die Chemie angewandt wird, läßt in kurzer Zeit eine Menge der wichtigsten Thatsachen bekannt werden und giebt über die qualitativen Erscheinungen wissenschaftliche Erklärungen; zu den Thatsachen, welche ihr zur Unterstützung gereichen, kommen bald solche, die mit ihr nicht mehr vereinbar sind, und in weniger als 100 Jahren hat die phlogistische Theorie die Chemie so weit gefördert, daß diese nun einer umfassenderen Untersuchungsweise fähig ist, daß neben den qualitativen auch die quantitativen Vorgänge erforscht und auf diese Forschungen neue Theorien gegründet werden können. — Weit entfernt also, daß die Phlogistontheorie als eine Verirrung zu beklagen wäre, ist sie vielmehr als die nothwendige Basis der richtigern Ansicht unsers Zeitalters anzuerkennen; ebenso wie auch unsere jetzigen Theorien in der Chemie nicht unabänderlich dastehen, sondern nur zu dem Ende aufgestellt und vertheidigt werden, um sich später durch noch richtigere, durch noch umfassendere ersetzen zu lassen, und solche Berichtigungen, vielleicht unbewußt, jetzt schon vorbereiten.

Die phlogistische Theorie sahen wir schon oben bei der Betrachtung der letzten Chemiker, welche ihr zuzurechnen sind, Modificationen erleiden, welche auf eine neue Epoche schließen lassen. Die Meinungen dieser letzten, unter sich gleichzeitigen, Chemiker über die leitende Theorie sind weit von der Uebereinstimmung entfernt, welche gegen die Mitte des 18. Jahrhunderts sich kund

Uebergang
zum folgenden
Zeitalter.

Uebergang zum
folgenden Zei-
alter.

that; es giebt dieser Mangel an Uebereinstimmung zu erkennen, daß die phlogistische Theorie unzureichend geworden ist; die hauptsächlichsten Merkmale des Zeitalters der phlogistischen Theorie beginnen schon auf viele dieser letzten Chemiker nicht mehr ganz zu passen.] Auffassung des Verbrennungsprocesses als nur eine Zersetzung, Vernachlässigung der quantitativen Verhältnisse sind der hauptsächlichste Inhalt der Phlogistontheorie, die Bedingung ihrer Existenz. Aber von den besprochenen Chemikern um 1770 — 1780 passen diese Merkmale in aller Strenge nur auf Macquer und Priestley; — Black, Cavendish, Bergman hatten der Untersuchung der Gewichtsmenge eine größere Aufmerksamkeit geschenkt, als eigentlich im Geiste der Phlogistontheorie lag, der Erstere sogar dieser Untersuchung eine entscheidende Stimme über die Zulässigkeit einer Theorie eingeräumt; — Scheele neigte dazu hin, in der Verbrennung nicht allein eine Zersetzung, sondern auch die gleichzeitige Bildung einer Verbindung anzunehmen.

Diese Abweichungen in der Auffassung der Phlogistontheorie, die Anzeichen des nahen Untergangs derselben, sind indeß nicht bloß Folgen von den Bemühungen der Phlogistiker selbst, welche Thatfachen entdeckten, die mit dieser Theorie nicht vereinbar waren, sie sind auch Folgen des Kampfes, der sich bereits von 1774 an gegen die Annahme des Phlogistons erhoben hatte. Wenn man die Zeitalter der Chemie nach einander durchgeht, den Phlogistikern die Entdeckungen wahr, welche ihnen zukommen, und dann zu den Bemühungen der Antiphlogistiker übergeht, so scheint es, als ob jene diesen kaum noch die für die Aufstellung einer neuen Theorie nöthigen Entdeckungen zu machen übrig gelassen hätten; als ob die Phlogistontheorie allmählig sich aus sich selbst zerstört habe, und es dann den Gegnern derselben nicht schwer gewesen sei, die schon vorhandenen Materialien zu einem neuen Gebäude zusammenzufügen. Man hat in der That behauptet, Cavendish, Priestley und Scheele hätten vollständig und selbstständig fast alle Facta festgestellt, deren später Lavoisier bedurfte, um sein antiphlogistisches System herzurichten; es ist dies ein Irrthum, entstanden daraus, daß manche glauben, ein Zeitalter höre überall gleichzeitig auf, und daß man mit dem Ausdruck, ein Chemiker gehört einem spätern Zeitalter an als ein anderer, den Glauben zu verbinden genöthigt ist, die Entdeckungen des letztern gingen denen des erstern jedenfalls voraus. Wir können Cavendish, Scheele und die mit ihnen thätigen Chemiker keinem andern Zeitalter zutheilen, als dem der phlogistischen Theorie, da sie entweder stets oder doch

während der Zeit ihrer hauptsächlichsten wissenschaftlichen Thätigkeit sich selbst dazu bekennen; aber die Modificationen, welche wir von diesen Gelehrten in den letzten Jahren des phlogistischen Systems angewandt finden, werden vorzugsweise dadurch verursacht, daß bereits zu ihrer Zeit schon ein neues Zeitalter der Chemie angefangen hat, daß eine neue Richtung, die der quantitativen Untersuchungen, von einigen Chemikern schon als die hauptsächlichste verfolgt wird. In Frankreich beginnt schon um 1775 ein neues Zeitalter sich Bahn zu brechen; in diesem Lande hat das Zeitalter der phlogistischen Theorie sein Ende erreicht, während in England, Schweden und Deutschland das phlogistische System immer noch das herrschende ist. Von 1780 bis 1790 etwa haben gleichzeitig noch zwei Zeitalter Statt; die Richtung des neuen bedingt die Modificationen, zu welchen sich die Anhänger des alten Systems verstehen müssen; die Entdeckungen dieser tragen indeß viel dazu bei, den Begründern eines neuen Zeitalters wichtige Hülfsmittel an die Hand zu geben. Dies gleichzeitige Statthaben zweier Zeitalter erschwert in etwas das Verständniß, wie die phlogistische Theorie gestürzt, wie die anti-phlogistische begründet wurde, weil wir hier gleichzeitige Chemiker, deren Thätigkeit in einander eingreift, in verschiedenen Perioden abhandeln müssen; dieses Verständniß wird indeß doch klar werden, wenn wir jetzt, wo wir die Entdeckungen und die Aenderungen hinsichtlich der Ansicht über die Verbrennung für das phlogistische Zeitalter vollständig durchgegangen haben, zur Betrachtung der gleichzeitigen Begründung eines entgegengesetzten Systems, was durch jene unterstützt wurde und zu ihnen Anlaß gab, übergehen. Dieser genauen Betrachtung müssen wir aber die vollständigere Charakteristik des Zeitalters, welches durch die Begründung des neuen Systems eingeleitet wird, vorausschicken.

Uebergang zum
folgenden Zei-
alter.