

Gas; atmosphärische Luft; Sauerstoff; Stickstoff.

Die genauere Untersuchung der atmosphärischen Luft, die Unterscheidung anderer Gasarten von ihr und das Studium ihrer Eigenschaften haben eigentlich der Chemie ihren jetzigen Charakter gegeben; diejenige Richtung in der Chemie, welche das jetzige Zeitalter einleitete, wurde als die pneumatische unterschieden, weil der Umsturz der Phlogistontheorie, die Geltendmachung des antiphlogistischen Systems, außer auf der Berücksichtigung der Quantitätsverhältnisse bei den chemischen Processen, vorzüglich auf der genaueren Erkenntniß der Gasarten beruhte.

Sehr spät erst wurden die Gase Gegenstand genauerer Forschung, und lange dauerte es, bis man nur an die Existenz von Gasen, die von der gemeinen Luft wesentlich verschieden seien, glaubte; lange Zeit gaben die Metalle und ihre Verbindungen die hauptsächlichsten Gegenstände ab, an welchen chemische Untersuchungen angestellt wurden, bis gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts das Studium der verschiedenen Gasarten die allgemeine Aufmerksamkeit der Chemiker auf sich zog, wo denn auch in kurzer Zeit eine große Menge derselben entdeckt und die wichtigsten unter ihnen bald ihrer chemischen Natur nach genauer erkannt wurden.

Sehr dürftig war die Kenntniß der luftförmigen Körper in älterer Zeit. — Vielen Philosophen galt schon vor Plinius die Luft, wie auch das Feuer, als ein leichtes Element, welches den damaligen Begriffen gemäß nach oben strebe, während die Erde und das Wasser schwere Elemente seien, d. h. ein Bestreben haben, sich nach unten hin zu bewegen. Doch nahm

Kenntnisse der Alten über luftförmige Körper.

Kenntnisse der Alten über luftförmige Körper.

man an, die Luft könne an der Bildung von Körpern Antheil nehmen, in ihre Mischung eingehen. Während aber nach diesen Ansichten Viele der Luft die Schwere absprachen, scheinen Andere aus derselben Zeit sie als schwer, als einen Druck nach unten ausübend, betrachtet zu haben; so wenigstens scheint schon Vitruvius das Aufwärtssteigen des Wassers in Pumpen zu erklären. Was die chemischen Eigenschaften der gasartigen Körper angeht, so liegt hierüber aus jener frühen Zeit wenig vor; daß die Luft zur Unterhaltung des Feuers nothwendig ist, war erkannt; daß luftartige Stoffe von denen der gemeinen Luft verschiedene Eigenschaften haben können, hatte man gleichfalls bemerkt; so spricht Plinius davon, daß an manchen Orten erstickende, an anderen brennbare Luftarten aus der Erde aufsteigen.

Kenntniß luftförmiger Körper bei den Arabern.

Die Kenntniß der Gasarten machte in den folgenden Jahrhunderten nur geringe Fortschritte. Was die Araber darüber wußten, ist uns wieder zweifelhaft, da den späteren lateinischen Uebersetzungen ihrer Schriften, was die Bedeutung einzelner Ausdrücke angeht, sehr zu mißtrauen ist. Bei den Abendländern wird von dem 14. bis 17. Jahrhundert jedes Gas meist als spiritus oder flatus bezeichnet; der erstere Ausdruck findet sich in gleicher Bedeutung bei Plinius, wo die aus der Erde aufsteigenden erstickenden Gasarten als spiritus letales bezeichnet werden. Wenn die Uebersetzer des Geber im 16. Jahrhundert des Arabers Begriff durch dieses Wort richtig wiedergegeben haben, so will es fast scheinen, als ob dieser schon über gasartige Körper einige Kenntniß gehabt habe. In dem Eingange zu der Summa perfectionis magisterii spricht er von den Chemikern, in welcher verschiedener Weise und aus wie verschiedenen Körpern diese das Mittel zur Metallveredlung darzustellen versuchten, und auch de supponentibus, in spiritibus artem fore. Er sagt hier: Sunt et alii nitentes sese in experientia, spiritus in corporibus figere, sed eisdem delusio similiter angarias attulit et desperationem, et coacti sunt ex ea hanc scientiam non esse credere, et contra eam arguere. Est enim turbationis illorum causa, atque sedulitas, quoniam in infusione corporum spiritus ita dimittunt, nec eis adhaerent, imo asperitate ignis aufugiunt. — — Accidit similiter et quandoque delusio, quia et secum corpora ignem effugiunt, et hoc est, cum non fixi spiritus corporum profundo inseparabiliter adhaeserunt, quoniam volatilis summa superat summam fixi. — — Tota illorum probatio haec est: Si corpora vultis con-

vertere, tunc si per aliquam medicinam fieri hoc sit possibile, per spiritus ipsos fieri necesse est; sed ipsos non fixos corporibus utiliter adhaerere non est possibile; immo fugiunt et immunda relinquunt illa. Ipsos autem fixos non est possibile ingredi, cum terra facti sunt, quae non infunditur, et tamen inclusi corporibus fixi apparent, non tamen sunt. Aut ab eis recedunt ipsis manentibus, aut ambo simul confugiunt. Solche Stellen scheinen am verständlichsten zu werden, wenn man unter Spiritus Gas versteht, wie man dies auch gethan hat, allein diese Auslegung ist nothwendig ohne Einsicht in die arabischen Schriften sehr unsicher, da darunter auch Säuren oder ähnliche Körper verstanden sein können. Solche Stellen finden sich indeß bei Geber noch öfters; so z. B. sagt er in derselben Schrift, wo von der Sublimation die Rede ist: Inventio vasis aludelis est ut fingatur vas de vitro spissum, de alia enim materia non valeret, nisi forte similis esset substantiae cum vitro; solum enim vitrum et sibi simile, cum poris careat, potens est spiritus tenere ne fugiant et exterminentur ab igne.

Kenntniß luftförmiger Körper bei den Arabern.

Bei den abendländischen Alchemisten findet sich nur wenig, was für die Geschichte der Kenntnisse über die Gase im Allgemeinen von Interesse wäre; doch herrschte schon frühe die Ansicht, von der gemeinen Luft in ihren Eigenschaften abweichende luftförmige Körper seien nicht wesentlich von derselben verschieden, sondern nur in Folge von Beimischungen. Solche luftförmige Körper stellte man zwar damals noch nicht künstlich dar, allein man beachtete doch die natürlich vorkommenden, und die Eintheilung der Gasarten in zweierlei Hinsicht, in athembare und nicht athembare, und in entzündliche und nicht entzündliche, kam damals in Aufnahme. Von den in Bergwerken vorkommenden Gasarten unterscheidet Basilus Valentinus, in seinem letzten Testamente, die entzündlichen als Weinwitterung, und die erstickenden als Wetterfag, und diese Eigenschaften beruhen auf gewissen Beimischungen zu der gemeinen Luft; er sagt z. B. »das ist aber wohl zu merken, daß das Wetter darum Wetter heißet, daß es nicht eine lautere Luft ist, wie hier oben bei uns, sondern es führet immer etwas mit sich, das da dicker und dem Menschen schädlicher ist, als die Luft hier oben.«

Kenntnisse der Abendländer bis in die Mitte des 17. Jahrhunderts.

Den bei chemischen Operationen sich bildenden Gasarten wurde wenig Beachtung geschenkt; nahm man auch eine Gasentwicklung wahr, so bezeichnete man diese, ohne weitere Untersuchung, als ein Hervorbrechen von Luft. So erwähnt Paracelsus der Gasentwicklung bei der Auflösung

Kenntnisse der
Abendländer bis in
die Mitte des 17.
Jahrhunderts.

von Eisen in Schwefelsäure. Libavius' Kenntniß der Luftarten schränkte sich gleichfalls auf die erstickenden und entzündlichen Grubenwetter ein; auffmerksamer war Turquet de Mayerne, welcher um 1650 in seiner Pharmacopoea die Entzündlichkeit der aus Eisen mit Schwefelsäure sich entwickelnden Luft hervorhob. — Unbeachtet blieben J. Rey's schöne Untersuchungen (1630); er bereits suchte die Ansicht, daß die Luft schwer sei, durch Versuche zu bestätigen, da ein Gefäß, in welches man mit Kraft Luft gepreßt habe, dadurch schwerer werde, und im Gegentheile leichter, wenn aus ihm durch Erhizen Luft ausgetrieben worden sei; ebenso behauptete er bereits, die Luft könne Verbindungen eingehen, in welchen sie ungemein verdichtet sei, und von ihrem Zutreten leitete er die Gewichtszunahme bei der Verkalkung der Metalle ab (vgl. Seite 131 ff. dieses Theils).

Van Helmont's
Untersuchungen.

Genauere Forschungen über die Gase stellte gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts van Helmont an; zu dem, was in Bezug hierauf schon im I. Theile (Seite 121 f.) mitgetheilt wurde, wollen wir hier noch Einiges nachtragen.

Van Helmont unterschied die luftartigen Flüssigkeiten, welche in ihren Eigenschaften von der gemeinen Luft abweichen, und doch auch keine Dämpfe sind, zuerst als Gase. Diesen Namen gab er in Ermangelung eines andern; *paradoxi licentia, in nominis egestate halitum illum* (die sich entwickelnde Luft) *Gas vocavi, non longe a Chao veterum secretum*. Woher das Wort zunächst genommen ist, weiß man nicht; nach Juncker, dem bekannten Schüler Stahl's, soll es aus Gäscht, dem bei der Gährung entstehenden Schaume, abgeleitet seyn. — Die Gase hielt van Helmont für Substanzen, welche von der Luft wesentlich verschieden seyn; sie seyn namentlich dichter, allein sie seyn ihrerseits weniger dicht als die eigentlichen Dämpfe. *Sat mihi interim, sciri, quod Gas, vapore, fuligine, stillatis oleositatibus longe sit subtilius, quamvis multoties aëre densius*. Von den Dämpfen unterscheidet er aber die Gase sehr bestimmt, indem er die letzteren als nicht condensirbar definiert: *Gas est spiritus non coagulabilis*; er wiederholt dieses Merkmal, wo er von den Gasarten spricht, die er gemeinschaftlich als *Gas sylvestre* bezeichnet (alle ihm bekannten, welche unentzündbar sind, und die Flamme und das Athmen nicht unterhalten): *Gas sylvestre sive incoërcibile, quod in corpus cogi non potest visibile*. Auf der Nichtcondensirbarkeit beruht die Eigenschaft der Gase, bei ihrer Entwicklung mit Ueberwindung aller Hinder-

nisse sich einen Ausweg zu verschaffen: Gas, vasis incoërcibile, foras in aërem prorumpit; und auch die Wirkung des Schießpulvers beruht darauf: Historiam gas exprimit proxime pulvis tormentarius.

Ban Helmont's
Untersuchungen
über Gase.

Ban Helmont erdachte sich keine Vorrichtung, um die Gase, deren Existenz er beobachtete, aufzufangen und genauer zu studiren. Seine Wahrnehmungen sind deshalb oft unvollkommen, seine Zusammenfassungen verschiedener Gase unter demselben Namen unrichtig, wie wir dies im I. Theil (Seite 121) bereits bemerkten. Andererseits überraschen seine Angaben auch wieder theilweise durch ihre Richtigkeit, wie aus dem a. a. D. Berichteten hervorgeht und sich bei der Geschichte der einzelnen Gase, der Kohlensäure namentlich, noch besonders ergeben wird. Ban Helmont erkannte die hauptsächlichsten Umstände, wo sich besondere Gase bilden; er hebt als solche hervor: die Verbrennung, die Gährung, die Fäulniß, die Einwirkung von Säuren auf Metalle, kalkartige Körper u. a.

Es wurden oben die Angaben van Helmont's zusammengestellt, welche über den Unterschied zwischen Gasen und Dämpfen Aufschluß geben. Es ist hier noch Einiges darüber nachzutragen, weil die Ansichten über den Unterschied zwischen Gasen und Dämpfen für die Geschichte der Erkenntniß der ersteren von Wichtigkeit ist. Ban Helmont statuirt einen Unterschied zwischen Luft und Gas, und zwischen Gas und Dampf; er leugnet bestimmt, daß sich die Luft je zu Wasser condensiren könne (vgl. unten über die Verwandlung beider in einander), aber er glaubt, daß Gas in Dampf übergehen könne, und dieser Dampf könne sodann zu Flüssigkeit werden. Die Ausdünstung des kalten Wassers bezeichnet er als Gas, aus warmem Wasser steige Dampf (vapor) auf. Unter letzterem versteht er, was wir Dunst nennen, fein zertheiltes Wasser; der vapor aber geht nach ihm in Gas über, nicht durch die Wärme, sondern durch Kälte; die Wolken sind Dampf, und sie werden zu Gas (der Himmel wird heiter) bei Kälte. Gas kann aber nur wieder zu Wasser werden, wenn es zuvor in Dampf verwandelt war; diese Verwandlung geht in der Atmosphäre vor sich, aber sie würde vielleicht nicht eintreten, wenn nicht noch ein anderes Agens, das Blas coeli oder stellarum, thätig wäre.

Auf diese, nicht immer klaren, Aeußerungen über den Unterschied zwischen Luft, Gas und Dampf folgen später eine Menge von Meinungen, welche die Verhältnisse zwischen diesen Körpern sehr verschieden deuten; noch vor fünfzig Jahren waren nicht wenige Chemiker der Ansicht, alles Gewichtige in den Gasen sei Wasser, alle Gase seien nur veränderte Dämpfe.

Das Studium der luftartigen Substanzen gewann ein vermehrtes Interesse, nachdem durch Toricelli (1643) die Schwere der Luft außer Zweifel gesetzt war. Ausgezeichnete Gelehrte begannen jetzt sich mit Untersuchungen über die atmosphärische Luft zu beschäftigen, und im Zusammenhange damit auch mit der Untersuchung anderer Gasarten. Unter ihnen ist vorzüglich Boyle zu nennen, welcher über die Veränderung der Luft durch Verbrennung schöne Versuche anstellte (vgl. Seite 136 f.); was er über künstlich darzustellende Gasarten wußte, veröffentlichte er vorzüglich 1680 in seiner Abhandlung: *Continuation of new Experiments physico-mechanical touching the Spring and Weight of the Air and their Effects; the second part, wherein are contained divers Experiments made both in compressed and also in factitious Air etc.* Was van Helmont Gas genannt hatte, bezeichnete Boyle als factitious air, erkünstelte Luft. Bei seinen Untersuchungen, ob Luft künstlich hervorgebracht werden könne, sammelte er als einer der Ersten ein sich entwickelndes Gas in geschlossenem Raume; um die Möglichkeit einer solchen Hervorbringung zu beweisen, läßt er einen Glaskolben mit verdünnter Schwefelsäure füllen, einige Eisenstücke hineinwerfen, sogleich das Gefäß schließen und mit der Mündung unter der Oberfläche derselben Flüssigkeit in einem andern Gefäß öffnen; bald füllte sich alsdann der Glaskolben ganz mit Luft. Allein obgleich Boyle von der so entwickelten Luftart wußte, daß sie entzündlich ist, findet sich doch nichts in seinen Schriften, wonach er den neuen Körper als wesentlich von der gemeinen Luft verschieden angesehen hätte; dasselbe gilt hinsichtlich seiner Aussprüche über die bei der Gährung oder aus Korallen mit Essig sich entwickelnde Luftart, deren erstickende Eigenschaft er gleichwohl kannte.

Noch andere englische Gelehrten beschäftigten sich damals mit der Auffassung und Untersuchung der Gasarten. Boyle lenkte 1664 die Aufmerksamkeit der Londoner Societät auf den luftförmigen Stoff, welcher bei der Auflösung von Austerschaalen in Essig sich entwickelt, und bald darauf machte Wren *) den Vorschlag, eine gährende Flüssigkeit in eine Flasche zu thun, an deren Mündung man eine mit einem Hahne versehene Blase befestigen solle, um

*) Christoph Wren, einer der gelehrtesten und berühmtesten Architekten, war 1632 in Wiltshire geboren. Er war Professor der Astronomie an dem Gresham-College zu London, und später zu Oxford; in der Mathematik und fast in allen Zweigen der Naturwissenschaft zeichnete er sich durch selbstständige Untersuchungen aus. Er starb 1723.

Boyle's Versuche
über Gase.

Wren's Versuche.

die sich entwickelnde Luft aufzufangen. Bekannt war ihm auch, daß Wein- Bren's Versuche über Gas.
 steinöl mit Säuren dieselbe Luftart liefere, und daß diese vom Wasser absor-
 birbar sei. Auch machte er vor der Societät den Versuch, in einer zweihal-
 figen Flasche Luft zu entbinden, an deren einer Oeffnung eine Blase befe-
 stigt war, und durch deren andere Scheidewasser auf Kupferschaalen gegossen
 wurde; er zeigte zudem, daß diese Luftart von der aus Kupfer mit Scheide-
 wasser zu erhaltenden verschieden sei, da die letztere nicht vom Wasser verschluckt
 werde. — *Mayow* besprach in seinem *Tractatus de sal-nitro et spiritu* Mayow's Versuche.
nitro-aëreo 1669, ob Luft künstlich erzeugt werden könne; sein Apparat,
 um hierfür den Beweis zu führen, war ganz der eben beschriebene von *Boyle*;
Mayow sammelte darin das aus Eisen mit Salpetersäure und das aus Eisen
 mit verdünnter Schwefelsäure sich entwickelnde Gas. Von der erstern Luft-
 art meinte er: *licet aura a spiritu nitri et ferro mutuo exaestuantibus*
producta in liquorem nunquam commigrabit, vix tamen credendum
est, eam revera aërem esse, und von der letztern: utrum aura istius
modi revera aër sit nec ne, non adeo facile est intellectu. Allein er
 entschied sich nicht bestimmt darüber. Zwischen den beiden künstlich bereiteten
 Gasarten bemerkte er den Unterschied, daß die aus Eisen mit Salpetersäure
 frisch bereitete theilweise von der Flüssigkeit absorbiert werde, die aus Eisen
 mit Schwefelsäure aber nicht. — Zu einer bestimmten Unterscheidung von
 Gasen als von der Luft wesentlich verschiedenen Körpern gelangte *Mayow* nicht.

Viele Andere theilten zu jener Zeit, um 1670 bis 1690, Beobachtun-
 gen über Luftarten mit, meist aber über natürlich vorkommende, und die
 Angaben gingen nur auf die erstickenden Eigenschaften oder die Entzündlich-
 keit. Das künstlich dargestellte kohlen-saure Gas untersuchte noch *Johann*
Bernoulli *) in seiner *Dissertatio de effervescentia et fermentatione* Joh. Bernoulli's Versuche.
 (1690); er entwickelte es aus Kreide mit Säuren, und wandte zu seiner
 Auffammlung einen ganz ähnlichen Apparat an, wie schon *Mayow* und
Boyle ihn gebraucht hatten. Ueber die chemische Natur dieser Luftart gab
 indeß auch *Bernoulli* keinen Aufschluß; die Bereitung derselben führte er
 nur als Beweis an, daß in festen Körpern Luft enthalten sein könne.

*) *Johann Bernoulli*, geboren zu Basel 1667, gehört der durch so viele
 ausgezeichnete Mathematiker berühmten Familie dieses Namens an; auch er
 beschäftigte sich vorzugsweise mit Mathematik, welche Wissenschaft er als
 Professor von 1693 an zu Wolfenbüttel, von 1695 an zu Gröningen und von
 1705 an zu Basel lehrte, wo er 1748 starb.

Hales' Untersuchungen über Gase.

Um Vieles weiter wurde die Chemie der Gase durch Hales *) gebracht; seine Beobachtungen über diesen Gegenstand legte er nieder in seinen *Vegetable Staticks, or an Account of some statical Experiments on the Sap in Vegetables, — — —*; also a Specimen of an Attempt to Analyse the Air, by a great Variety of Chymico-Statical Experiments (1727). In zwei Beziehungen zeichnen sich seine Untersuchungen vor denen seiner Vorgänger aus; er wandte einen bessern Apparat zur Darstellung und Auffammlung der Gase an, und versuchte zuerst quantitative Bestimmungen, was die Mengen von Gas betrifft, welche bei chemischen Operationen hervorgebracht oder verschluckt werden. Während die früheren Chemiker zur Darstellung einer Luftart meist dasselbe Gefäß zur Entbindung und zur Auffammlung benutzten hatten, indem sie ein Glasgefäß mit verdünnter Säure füllten, mit der Mündung unter dieselbe Flüssigkeit tauchten, und unter das Glasgefäß Kreide oder Metall brachten, — trennte Hales das Gefäß zur Entwicklung der Gase von dem Recipienten. Sein Apparat bestand aus einer Retorte, deren langgezogener Hals unter die Mündung eines Glasgefäßes reichte, welches, mit Wasser gefüllt, verkehrt in einem größern Gefäße mit der Mündung unter Wasser aufgehängt war. In der Retorte unterwarf er viele Substanzen der trocknen Destillation, ließ andere darin gähren oder mischte darin verschiedene Körper; er wandte stets bestimmte Mengen der angewandten Stoffe an, und bestimmte so genau wie möglich, wie viel Luft sich erzeugte. Die erhaltenen Luftarten prüfte er höchstens auf ihre Entzündlichkeit oder das Vermögen, die Flamme zu unterhalten; oft begnügte er sich damit, an dem Product nur den luftförmigen Charakter nachzuweisen, sofern es nicht condensirbar sei, sondern mit der gemeinen Luft gleiche Elasticität habe. An dem Salpetergas kannte er die Eigenschaft, bei Mischung mit gemeiner Luft roth zu werden, und eine beträchtliche Menge davon zu verschlucken. Eine große Zahl von Gasen stellte Hales dar, ohne indeß ihre wesentliche Verschiedenheit von der gemeinen Luft einzusehen; von allen Gasarten, die er entwickelte, glaubte er, daß sie nur wegen gewisser Beimischungen abweichende Eigenschaften

*) Stephan Hales war 1677 in der Grafschaft Kent geboren; er widmete sich dem geistlichen Stande, und starb 1761 zu Riddington als Prediger und Almosenier der verwittweten Prinzessin von Wales. Seine meisten chemischen Wahrnehmungen enthält der I. Theil seiner *Statical Essays (Vegetable Staticks, 1727* zuerst erschienen), weniger der II. (*Haemastaticks, 1733*).

zeigen; so war er der Meinung, die Luft werde durch das Athmen oder das Brennen nur in der Art zur fortgesetzten Unterhaltung dieser Prozesse untauglich gemacht, als sie durch schädliche Dämpfe aus dem Thiere oder der Flamme verunreinigt werde; diese Verunreinigungen suchte er aus der verdorbenen Luft abzuscheiden, indem er sie durch Flanell, welcher mit verdünnter Kalilösung getränkt war, streichen ließ, und er glaubte seine Meinung bestätigt zu finden, als er die so behandelte Luft wieder geschickter zur Unterhaltung des Athmens und des Verbrennens fand. Hales glaubte noch mit seinem Apparate, zu dessen Füllung er nur Wasser benutzte, zu finden, daß bei der Einwirkung vieler Stoffe auf einander sich nicht Luft erzeuge, sondern im Gegentheil noch Luft verschluckt werde. Er glaubte dies namentlich zu finden, wenn er saure Dämpfe in demselben entband, bei der Einwirkung von Vitriolöl auf Salmiak, bei der Entwicklung von Dämpfen des brennenden Schwefels. Er glaubte deshalb, daß in allen Säuren viel Luft enthalten sei, und wandte diese Ansicht an, um die Gasentwicklung zu erklären, welche bei der Auflösung von milden Alkalien und Metallen in Säuren stattfindet (vgl. Seite 32 dieses Theils und den folgenden Abschnitt über Wasser und Wasserstoff).

Hales' Untersuchungen über Gase.

Ungeachtet seiner zahlreichen Versuche kam also Hales doch nicht zu der Erkenntniß, daß es mehrere wesentlich verschiedene Luftarten giebt; in Allem, was er unter luftförmiger Gestalt erhielt, glaubte er reine oder verunreinigte atmosphärische Luft zu sehen; der Schluß, zu welchem ihn seine Untersuchungen führten, war auch kein anderer, als daß er den Beweis geliefert zu haben glaubte, die Luft gehe in die Zusammensetzung der meisten Substanzen ein, und sei in ihnen in fester Gestalt befindlich; sie lasse sich in verschiedenen Graden der Reinheit und demgemäß mit verschiedenen Eigenschaften aus den Substanzen wieder erhalten. Die Luft sei als ein wahres Element anzusehen, welches materiell zur Zusammensetzung der meisten Körper beitrage.

Als ein Element betrachtete in diesem Sinne auch Boerhave die Luft. In seinen *Elementis chemicis* (1732) handelte er weitläufig über dieselbe, mehr aber die physikalischen Eigenschaften derselben als ihre chemischen hervorhebend. Boerhave besprach auch die künstliche Erzeugung von Luft, und wandte hierzu einen neuen Apparat an; er stellte nämlich die Versuche, ob sich Luft durch die Einwirkung zweier Körper auf einander entwickelt, in dem Innern einer Glocke an, aus welcher er die Luft vorher ausgepumpt hatte, und aus den Beobachtungen an dem mit diesem Raume

Boerhave's Ansicht.
III.

Boehave's An-
sichten über Gase.

communicirenden Barometer schloß er auf die Menge der sich entbindenden Luft. Aber auch er unterschied noch nicht die verschiedenen Lustarten, welche er so erhielt, als wesentlich von einander verschieden.

Black's An-
sichten.

Ebenso wenig die anderen, zunächst auf ihn folgenden Chemiker. So wurde 1750 in der Pariser Akademie der Wissenschaften eine Abhandlung von *Wenel* über die Sauerbrunnen gelesen, worin stets vorausgesetzt wurde, die in diesen enthaltene Luft sei mit der gewöhnlichen atmosphärischen einerlei. Scharfsinniger war *Black*, welcher (1755) bei seinen Arbeiten über den Unterschied zwischen den ägenden und milden Alkalien (vgl. Seite 32 ff.) die Kohlsäure unter dem Namen der fixen Luft als ganz verschieden von der atmosphärischen erkannte. Der Apparat, dessen er sich zu ihrer Darstellung bediente, nähert sich schon sehr der heute noch gebräuchlichen pneumatischen Vorrichtung. *Black* warf kohlen-saures Salz in eine Glasflasche, welche eine verdünnte Säure enthielt; die Flasche wurde schnell mit einem Kork verschlossen, durch welchen eine schwanenhalsförmige Röhre ging, deren anderes Ende unter ein mit Wasser gefülltes und in Wasser umgestülptes Gefäß tauchte.

Cavendish's An-
sichten.

In dem Streite, welcher sich nach *Black* über die Ursache der Kausticität der Alkalien erhob (vgl. Seite 37 ff. dieses Theils), waren seine Anhänger zwar alle darin mit ihm einverstanden, daß die milden Alkalien sich durch einen Gehalt an Luft von den ägenden unterscheiden; aber Verschiedenheit der Ansichten herrschte darüber, ob diese in den milden Alkalien enthaltene Luft von der atmosphärischen wesentlich verschieden sei, oder nicht. *Macbride* erklärt sich in seinen *Experimental Essays* (1764) für eine wesentliche Verschiedenheit der fixen Luft von der atmosphärischen; er erkannte jedoch, daß die erstere in kleiner Menge in der letztern enthalten ist. *Jacquin*, in seinem *Examen chemicum doctrinae Meyerianae* (1769) meinte indess, beide Lustarten seien nicht wesentlich verschieden. Die Frage, ob ein solcher Unterschied wirklich statthaben könne, unterwarf um diese Zeit *Cavendish* einer sorgfältigen Prüfung; in seinen *Experiments on factitious Air*, welche 1766 publicirt wurden, zeigte er, daß zwei solcher erkünstelten Lustarten, wie er die Gase nannte, von der atmosphärischen Luft ganz und gar verschieden sind, die fixe Luft nämlich und das Wasserstoffgas. Doch meinte noch *Baumé* in seiner *Chymie experimentale et raisonnée* (1773), man dürfe die verschiedenen Lustarten nicht als eigenthümliche Stoffe untersuchen, da sie nur Abänderungen der gemeinen Luft, Verunreinigungen

Baumé's An-
sichten.

derselben durch aufgelöste fremdartige Körper, seien, sondern die Forschung müsse ausschließlich auf diese beigemischten Körper gehen, welche man von dem Auflösungsmittel, der eigentlichen Luft, zu isoliren streben müsse.

Bergman, welcher 1774 Untersuchungen über die Kohlensäure publicirte, die ihn schon mehrere Jahre beschäftigt hatten, betrachtete dieselbe hier als ein eigenthümliches Gas. — Priestley scheint bei seinen ersten Versuchen über die Gase (1772) noch die Ansicht gehabt zu haben, sie seien nur veränderte atmosphärische Luft; wenigstens meint er einmal, jede verdorbene (zur Unterhaltung des Athmens nicht taugliche) Luft, — möge sie nun dargestellt sein, indem man in gemeiner Luft Kohlen verbrannt oder Metalle verkalft u. s. w. habe, — lasse sich stets durch Schütteln mit Wasser wieder zu athembarer Luft machen; allein er widersprach selbst bald dieser Meinung. Später behandelte er stets die verschiedenen Luftarten, von welchen er eine so große Anzahl entdeckte (vgl. I. Theil, Seite 240 ff.), als wesentlich verschiedene Körper, die indeß Zusammensetzungen unter einander sein können; wie er denn die entzündliche Luft als Phlogiston und den Sauerstoff für einfachere Luftarten hielt, die atmosphärische Luft für Sauerstoff, der mit Phlogiston theilweise, den Stickstoff für solchen, der mit Phlogiston ganz gesättigt sei. Seine Ansichten hierüber sind indes nie ganz deutlich entwickelt; die Bildung von Wasser aus Sauerstoff und Wasserstoff suchte er z. B. daraus zu erklären, daß diese Luftarten Wasser in sich enthalten, und in seiner letzten Schrift: *the doctrine of phlogiston established etc.* (1800), erklärte er sich geradezu für die Hypothese, daß Wasser die Grundlage von allen Arten von Luft sei, und daß also ohne dasselbe keine derselben hervorgebracht werden könne; in einigen Fällen, wie bei der leichten brennbaren Luft, möge der Gehalt an Wasser wohl dem ganzen Gewicht des Gases entsprechen. — Sehen wir ab von den theoretischen Ansichten Priestley's, so ist noch das Verdienst hervorzuheben, welches er sich um die Chemie der Gase durch Angabe des pneumatischen Apparats erworben hat, der im wesentlichen noch unverändert nach seinen Angaben gebraucht wird. Er zuerst construirte die eigentliche Wanne mit dem Support für die mit Gas zu füllenden Gefäße, welche man bisher unbequemer durch Aufhängen oder in ähnlicher Art unter Wasser hielt. Er zuerst wandte den Quecksilberapparat an.

Unter Priestley's Zeitgenossen waren noch mehrere Chemiker der Ansicht, es gebe eigentlich nur Eine wahre Luft, und die anderen Gase seien

Ansichten über
Gase.

nur Modificationen derselben. Es gründete sich diese Ansicht auf das Vorurtheil, welches wir bei den Anhängern Stahl's um so tiefer eingewurzelt finden, je mehr die ganze Phlogistontheorie auf einer einzelnen Anwendung dieser Meinung beruhte, — daß nämlich alle Körper von gemeinsamen ausgezeichneten Eigenschaften Modificationen oder Zusammensetzungen eines Körpers seien, der als der eigentliche Träger dieser Eigenschaften gelten müsse. Nach dieser Ansicht war in allen verbrennlichen Körpern ein Phlogiston, in allen Säuren eine Ursäure, in allem Azendenden ein Kausticum angenommen

Macquer's Ansicht.

worden, und so meint auch noch Macquer in seinem Dictionnaire de Chymie (1778), ob er gleich die verschiedenen Gasarten getrennt, als besondere Körper, abhandelt, die ganze Chemie schein ihm darzuthun, daß es nur eine einzige eigentliche Luft gebe, ebenso wie es nur Ein Feuer, Ein Wasser und Eine Erde gebe, welche letztere indeß noch nicht rein dargestellt, sondern uns nur in Abänderungen und in Zusammensetzungen, welche die ver-

Lavoisier's Ansicht.

schiedenen Erdarten derselben darstellen, bekannt sei. — Lavoisier sprach sich dagegen stets dafür aus, die Gase für wesentlich verschieden zu halten; seine Ansicht wurde mit der Aufnahme des antiphlogistischen Systems die herrschende; die Gase gelten von nun an als Verbindungen eines oder mehrerer Elemente mit Wärmestoff, als Körper, die unter einander nur hinsichtlich des Aggregationszustandes, nicht hinsichtlich ihrer chemischen Constitution, etwas Gemeinsames haben. Durch Lavoisier wurde auch die Bezeichnung Gas in das antiphlogistische System eingeführt; sie war seit van Helmont nur selten gebraucht worden; Macquer wandte sie zuerst wieder allgemein an und Lavoisier behielt sie dann bei.

So weit war hier die Geschichte der Erkenntniß der Gase im Allgemeinen zu geben; genauere Angaben werde ich bei der Berichterstattung über die einzelnen gasförmigen Körper anführen. Ehe wir zu der Betrachtung übergehen, wie sich unsere jetzigen Ansichten über die am frühesten untersuchte luftförmige Flüssigkeit, die atmosphärische, ausgebildet, will ich hier noch Etwas über frühere Dichtigkeitsbestimmungen an Gasen mittheilen.

Bestimmungen des
spec. Gewichts der
Gase.

Der Geschichte der Physik gehören die ersten Untersuchungen über das specifische Gewicht der atmosphärischen Luft an; für die Geschichte der Chemie haben die Angaben über die Dichtigkeitsverhältnisse der Gasarten Interesse, weil für diese später ein Zusammenhang mit den Verbindungsverhältnissen nachgewiesen wurde. Mayow ist wohl der Erste, welcher (1669)

das specifische Gewicht eines künstlich dargestellten Gases zu ermitteln suchte; von dem Rückstande aus der atmosphärischen Luft, nachdem sie zur Unterhaltung der Verbrennung gedient hat, welcher von Wasser nicht aufgenommen wird, giebt er an, er sei etwas leichter als gemeine Luft. Später versuchte *Hales* (1727) eine solche Bestimmung an der durch Destillation aus dem Weinstein erhaltenen Luft, fand aber keinen Unterschied in dieser Beziehung zwischen der künstlichen und der gemeinen Luft. Genügende Versuche über das specifische Gewicht der Gasarten stellte zuerst *Cavendish* an (1766); er bestimmte die Dichtigkeit des Wasserstoffgases zu 0,09, die des Kohlenstoffgases zu 1,57, die Dichtigkeit der Luft als Einheit gesetzt. Ihm folgten *Priestley*, *Lavoisier* und besonders *Kirwan*, dessen Dichtigkeitsbestimmungen für die Gase vieles Ansehen genossen. In seinem *Essay on Phlogiston* (1787) theilte er folgende Bestimmungen mit (die eingeklammerten Zahlen bedeuten die jetzt als richtig angenommenen specifischen Gewichte):

Bestimmungen des spec. Gewichts der Gase.

Gemeine Luft		1,000	(1,000)
Dephlogistisirte Luft	(O)	1,103	(1,109)
Phlogistisirte Luft	(N)	0,985	(0,971)
Salpeterluft	(N ₂ O ₂)	1,194	(1,040)
Vitriolsaure Luft	(SO ₂)	2,265	(2,219)
Fire Luft	(CO ₂)	1,500	(1,525)
Hepatische Luft	(SH ₂)	1,106	(1,179)
Alkalische Luft	(N ₂ H ₆)	0,600	(0,589)
Brennbare Luft	(H)	0,084	(0,069)

Die Bestimmung des specifischen Gewichts der Gasarten erhielt für die Chemie hauptsächlich Wichtigkeit, nachdem *Gay-Lussac* (1808) seine Entdeckungen über die einfachen Verbindungsverhältnisse der Gase gemacht hatte, und man daraus zur Erkenntniß des Zusammenhanges zwischen dem specifischen Gewicht eines Körpers im Gaszustande und seinem Atomgewichte gekommen war (vgl. Seite 377 ff. im II. Theile). In dieser Beziehung wurden auch von jetzt an Bestimmungen der Dampfdichtigkeit häufiger von Chemikern ausgeführt; *Gay-Lussac* selbst untersuchte mehrere Dämpfe auf diese Eigenschaft schon 1809. Die Bekanntwerdung von *Dumas'* Methode (1826), die Dampfdichtigkeit zu ermitteln, trug endlich vorzüglich dazu bei, daß solche Bestimmungen jetzt so vielfach vorliegen.

Mit der genauern Erkenntniß der Gase als von der gemeinen Luft verschiedener Körper hatte man sie auch von den Dämpfen unterschieden, in-

Erkenntniß des wahren Verhältnisses der Gase zu den Dämpfen.

Erkenntnis des
wahren Verhältnisses
des Gase zu den
Dämpfen.

dem man die eigentlichen Gase als permanent elastisch-flüssige, die Dämpfe als condensirbare elastisch-flüssige Körper definierte. Lavoisier machte zwar schon 1784 darauf aufmerksam, daß diese Verschiedenheit keine absolute sei, indem z. B. der Aether in einer Atmosphäre, in welcher das Quecksilber nur etwa 20 Zoll hoch stehe, als wahres Gas erscheinen müsse. Jener Unterschied wurde indeß doch noch lange anerkannt, und die Ansicht, daß gewissen Körpern die Gasform wesentlich zukomme, erhielt sich, bis Faraday (1823), nachdem er auf H. Davy's Anregung die Einwirkung der Wärme auf Chlorhydrat in verschlossenen Gefäßen studirt und die Condensation des Chlors außer Zweifel gesetzt hatte, ein Verfahren kennen lehrte, um mehrere bis dahin für permanent gasförmig gehaltene Körper in den tropfbar flüssigen Zustand überzuführen.

Ansichten über die
Constitution der
Atmosphäre.

Gehen wir nach dieser allgemeinen Betrachtung der Erkenntnis verschiedener Gasarten zu der Untersuchung über, welche Ansichten man über die atmosphärische Luft hegte. In chemischer Beziehung ist aus der Zeit, wo die atmosphärische Luft für ein Element galt, die Ansicht vorzüglich wichtig, daß sich die Luft in Wasser, und umgekehrt, verwandeln könne; außerdem haben wir dann noch durchzugehen, wie die Luft als ein zusammengesetzter Körper erkannt worden ist.

Ueber die Ver-
wandlung von Luft
und Wasser in ein-
ander.

Seit Aristoteles galten Luft, Wasser, Feuer und Erde als Elemente, aber eine Verwandlung derselben in einander wurde für möglich gehalten (vergl. Seite 269 ff. im zweiten Theile). Plinius spricht sich für diese Verwandlung mehrmals deutlich aus; nach ihm entstehen die Wolken (Wasser) durch Verdickung der Luft: *aër densatur nubibus*, oder: *Non negaverim, nubes liquore egresso in sublime, aut ex aëre coacto in liquorem gigni*. Die Luft (welche sich als Wind kund giebt) entsteht umgekehrt aus dem Wasser: *Ventos, vel potius flatus, posse et ex arido siccoque anhelitu terrae gigni non negaverim; posse et aquis aëra exspirantibus, qui neque in nebulam densetur, nec crassescat in nubes*. Diese Meinung erhielt sich lange. So glaubte Paracelsus, die Luft bestehe aus Wasser und Feuer, das erstere gehe durch Einwirkung des letzteren in wahre Luft über. Zuerst leugnete dies van Helmont, welcher geradezu die Behauptung aufstellte: *aquam nunquam, nequidem per frigus,*

perire, aut in aërem, ullis naturae aut artis conatibus, mutari posse, et vicissim aërem nullis saeculis aut dispositionibus (nequidem pro guttula unica) in aquam reduci posse. Durch die stärkste Compression, versicherte er, könne die Luft nicht zu Wasser verdichtet werden, und er stützte sich auf einen Versuch, wo bei starker Zusammendrückung der Luft in einer eisernen Pumpe diese zersprengt wurde, was nicht geschehen sein könne, wenn sich die Luft zu Wasser verdichtet hätte. Ebenso leugnete Boyle bestimmt, daß eine Verwandlung von Luft in Wasser oder umgekehrt stattfinden könne. Doch blieb dieser Gegenstand noch lange streitig; Newton scheint den Wasserdampf als einen der Luft mindestens nahe verwandten Körper angesehen zu haben; aqua calore convertitur in vaporem, qui est genus quoddam aëris, meint er in der Optice (1701). So behauptete auch die Verwandelbarkeit des Wassers in Luft in Deutschland Eller 1745, in Frankreich Demachy 1774, und bestimmt glaubte noch de Luc in seinen Idées sur la Météorologie (1786), der Wasserdampf könne sich unter Mitwirkung der Electricität in gemeine Luft und diese wiederum in Wasser verwandeln, und nur auf diese Weise lasse sich die oft plötzliche Wolkenbildung erklären.

Ueber die Verwandlung von Luft und Wasser in ein ander.

Diese Ansicht wurde dadurch widerlegt, daß man die Luft als eine Zusammensetzung von einfachen Stoffen kennen lernte, welche weder einzeln in Wasser verwandelbar sind, noch sich zu chemischen Verbindungen vereinigend Wasser hervorbringen können.

Erkenntnis der wahren Zusammensetzung der Atmosphäre.

Die Nothwendigkeit der Luft zur Unterhaltung des Athmungsprocesses mußte von Anfang an erkannt sein; in Beziehung hierauf wird auch die Luft schon in den frühesten Zeiten zu den Elementen, zu den Dingen, deren Vorhandensein für die Existenz einer Menge von Gegenständen nothwendig ist, gerechnet. Bis zu dem 17. Jahrhundert wird aber stets die atmosphärische Luft als ein einfacher Körper betrachtet, der als Ganzes wirke; der Chemiker, welcher im Anfange jenes Jahrhunderts die gründlichsten, seiner Zeit weit vorgehenden Kenntnisse über die Luft als einen Körper, der chemische Verbindungen einzugehen im Stande sei, besaß — Jean Rey war (1630) der Ansicht, die atmosphärische Luft wirke als Ganzes, nicht etwa nur theilweise, wenn sie die Gewichtszunahme der Metalle bei der Verkalkung hervorbringe. Aber gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts werden schon Ansichten geäußert, welche die atmosphärische Luft als eine Mischung verschiedener Körper be-

Ansichten darüber,
wie die Luft bei
dem Athmen wirkt.

trachten lassen. Nach diesen Ansichten ist zwar die atmosphärische Luft ein Element (und sogar, nach der Meinung vieler, wie in dem Vorhergehenden weitläufiger entwickelt worden ist, der einzige an und für sich luftförmige Körper), aber sie enthält Beimischungen, welche für gewisse Prozesse, wie z. B. das Athmen und das Verbrennen, vorzugsweise wirksam sind. Die Untersuchung, wie die Luft bei dem Athmen wirkt, steht in so engem Zusammenhange mit der Erkenntniß ihrer Constitution, daß wir hier nothwendig den Ansichten über das Athmen, so weit sie vom chemischen Standpunkt aus entwickelt wurden, Aufmerksamkeit schenken müssen.

Sylvius' Ansicht.

Van Helmont bemerkte schon, daß, wenn in einem mit Wasser abgesperrten Gefäße ein Licht brennt, das Wasser in das Gefäß hineindringt, und in der zulezt noch vorhandenen Luft die Flamme erlischt; doch untersuchte er diese Luft nicht genauer. Andere Ansichten darüber, inwiefern die Luft durch Gehalt an gewissen Bestandtheilen wirkt, äußerte Sylvius de le Boë, und zwar zunächst in Beziehung auf den Athmungsproceß. In seiner Disputatio de respiratione usuque pulmonum (1660) entwickelte er seine Gründe, weshalb er das Athmen als etwas der Verbrennung ganz Aehnliches betrachte. Die Aehnlichkeiten sind indeß nach ihm nur äußerliche, daß nämlich, wie starkes Feuer den Zutritt von mehr Luft nöthig habe, als schwaches, so auch bei starkem Athmen mehr Luft verbraucht werde, als bei schwachem, und daß mit der Absperrung der Luft das Verbrennen und das Athmen gleichmäßig unterbrochen werden. Ganz anders aber wirkt nach ihm die Luft bei dem Athmen, als bei dem Verbrennen. Das Eintreten von Luft in den Körper wirkt nämlich nach Sylvius nicht wärmeerregend, sondern abkühlend; er sieht das Athmen nicht wie das Verbrennen als eine Quelle der Wärme an. Als den Ort der Wärmeezeugung in dem menschlichen Körper betrachtet Sylvius das Herz; Wärme werde hier frei, indem säuerlicher Milchsaft mit alkalischem Blute zusammenkomme und aufbrause (vergl. Seite 136 ff. im I. Theile). Die Wirkung der eingeathmeten Luft bestehe nun darin, die Hitze, welche das Blut bei dem Aufbrausen in dem Herzen angenommen habe, zu mäßigen, und bei dem Ausathmen werden die bei jenem Aufbrausen entwickelten Dämpfe ausgestoßen. Die kühlende Wirkung aber verdanke die Luft dem Gehalt an einem kühlenden Salze, an Salpeter. Ueber das Vorkommen von Salzen in der Luft sprach sich Sylvius noch weiter in einer Rede de affectus epidemii Leidæ anno 1669 grassantis causis naturalibus aus; nach ihm sind in der

Luft Salpetersäure und flüchtiges Laugensalz enthalten; die erstere werde in Sylvius' Ansicht. den nördlichen Ländern durch unterirdisches Feuer in die Atmosphäre getrieben, und der Nordwind führe sie zu uns, das letztere hingegen bringe der Südwind aus den südlichen Gegenden. Sei Salpetersäure mit flüchtigem Laugensalz gebunden in der Luft, so entstehe strenge Kälte, gleich wie bei der Auflösung von Salmiak in Wasser starke Abkühlung eintrete.

Diese Ansichten von Helmont's waren hier wiederzugeben, weil in ihnen zuerst eine Meinung auftritt, welche später allmählig sich verbessernd zu ziemlich richtigen Urtheilen über die Wirkung Eines Bestandtheils der Atmosphäre führte, die Meinung nämlich, in der Luft seien salpetrige Theilchen enthalten. Zunächst findet man dies wieder vermuthet von Hooke in seiner Micrographia (1665), welcher hier allgemein behauptete, in der Luft befinde sich ein Bestandtheil, welcher einem im Salpeter zu findenden ähnlich sei, ohne jedoch diese Ansichten weiter zu entwickeln (vergl. die Geschichte der Verbrennungstheorien, Seite 133 dieses Theils). Ausführlicher wird die Annahme, daß in der Luft salpetrige Theilchen existiren, welche an der Verbrennung, dem Athmen, der Bildung von Säuren u. s. w. einen activen Antheil nehmen, von Mayow (Tractatus duo de respiratione et de rhachitide 1668 und besonders Tractatus quinque medico-physici 1669) entwickelt. In dem letztern Werke enthält die Abhandlung de Sal-Nitro et Spiritu nitro-aëreo so vieles hierher Gehörige vom größten Interesse, daß eine weitläufigere Analyse eines Theils derselben hier zu geben ist. Mayow beginnt mit einer Untersuchung über die Zusammensetzung des Salpeters. Er kommt zu dem Schluß, der Salpeter bestehe aus einer sehr feurigen Säure und Alkali. Er spricht nun von der Entstehung des Salpeters; hierzu trage die Luft bei, denn ausgelaugte Salpetererde belade sich wieder mit dem Salze, wenn sie nochmals längere Zeit der Luft ausgesetzt werde. Aber nicht der ganze Salpeter stamme aus der Luft, denn er selbst sei nicht flüchtig, und auch das Alkali in ihm sei es nicht; nur der flüchtige Theil des Salpeters komme aus der Luft, der fixe hingegen von der Erde. Den Ursprung des flüchtigen Theils des Salpeters, der Salpetersäure, bespricht er nun im 2. Kapitel, de parte aërea igneaque spiritus nitri. Diese Säure verdanke wohl ihre Entstehung der Luft, wie schon vorher nachgewiesen sei, und viele Thatfachen bezeugen; so z. B., daß salia quaecunque fixa, et volatilia, uti etiam vitriola, ad totalem spirituum acidorum expulsionem calcinata, postquam aliquandiu aëri exposita

Mayow's Ansichten über das Athmen und den Ursprung der thierischen Wärme.

Mayow's Ansicht
ten über das Ath-
men und den Ue-
rsprung der thieri-
schen Wärme.

fuerint, aciditatem quandam contrahant, et aliquatenus nitrosa evadant. Porro chalybis limatura, aëri humido exposita, haud aliter quam a liquoribus acidis corroditur, et in crocum martis aperitivum convertitur. Ut videatur spiritum quendam acidum nitrosumque in aëre residere.

Dieser Schluß ist der Uebergang zu Mayow's System, und dieses selbst ist richtiger, als die Schlußfolgerung, durch welche er zu der Aufstellung desselben gelangte. Mayow erinnert zuerst, die Luft könne unmöglich wahre Salpetersäure in sich enthalten, denn diese wirke auf die Thiere und die Flamme ganz anders, als die Luft. Also könne die Salpetersäure nicht gebildet in der Luft vorhanden sein; quanquam autem spiritus nitri totaliter ab aëre non procedit, credendum tamen est, partem ejus aliquam ab aëre oriundam esse, aus den vorhin angezeigten Gründen.

Mayow geht nun direct zu dem Beweis über, daß dieser Theil der Luft, welcher zu der Bildung der Salpetersäure beiträgt und in ihre Zusammensetzung mit eingeht, zugleich der Theil der Luft ist, welcher die Verbrennung unterhält. Concedendum esse arbitror, nonnihil, quicquid sit, aëreum, ad flammam quamcunque conflandam necessarium esse; denn bei Absperzung der Luft verlöscht die Flamme. At non est existimandum, pabulum igneo-aëreum (dieser das Verbrennen unterhaltende Stoff) ipsum aërem esse, sed tantum partem ejus magis activam, subtilemque; denn in einem (mit Wasser abgesperrten) Raume verlöschen die Lichter eher, als die ganze Luft verzehret ist.

Dieser das Verbrennen unterhaltende Theil der Luft ist nun nicht Salpeter, wie Einige glauben, wohl aber arbitrari fas est, particulas aëris igneas, ad flammam quamcunque sustinendam necessarias, in sal-nitro hospitari, partemque ejus magis activam igneamque constituere; denn die Zumischung von Salpeter zu einer brennbaren Substanz ersetzt den Zutritt der Luft; Schwefel brennt im luftleeren Raume nicht, wohl aber, wenn ihm Salpeter beigemischt ist. Mayow kommt so zu dem Schluß, partem nitri aëream nihil aliud, quam particulas ejus igneo-aëreas esse, und bemerkt dann: Circa partem spiritus nitrosi aëream statuimus, eam nihil aliud esse, quam particulas igneo-aëreas, quae ad flammam quamcunque conflandam omnino necessariae sunt. Quocirca particulas istas igneas, aërique communes, particulas nitro-aëreas sive spiritum nitro-aëreum in futurum nuncupare liceat.

In dem 3. Kapitel spricht nun *Mayow de spiritus nitro-aërei igneique natura*. Er sei an und für sich nicht sauer, nicht fix; er sei zur Verbrennung nothwendig (vergl. Seite 134); er trete bei der Verkalkung der Metalle an diese, und sei die Ursache der Gewichtsvermehrung (vergl. Seite 135); er sei in den Säuren enthalten, was in dem 4. Kapitel, *de liquorum acidorum ortu* besonders besprochen wird (vergl. Seite 14 f.); er vorzüglich wirke bei der Gährung (vergl. da), wie im 5. Kapitel *de fermentatione* auseinandergesetzt wird. In dem 6. Kapitel endlich spricht *Mayow de spiritu nitro-aëreo, quatenus obrigescentiam vimque resiliendi rebus inducit*, hier kommt für unsern Gegenstand nichts besonders Bemerkenswerthes vor; im 7. zeigt er, *vim aëris elasticam a spiritu nitro-aëreo provenire*; er zeigt hier, daß bei der Verbrennung (in mit Wasser abgesperrten Gefäßen) das Volum der Luft vermindert wird, ebenso bei dem Athmen. Die Analogie zwischen dem Athmungs- und dem Verbrennungsproceß beweist *Mayow* noch, indem er durch das Experiment zeigt, daß das Athmen eines Thiers und das Brennen einer Kerze in einem gewissen Raume nur etwa halb so lang stattfindet, als das Athmen des Thiers allein, oder das Brennen der Kerze allein. Er schließt: *credendum est, animalia ignemque particulas ejusdem generis ex aëre exhaurire*. Er hebt hervor, daß bei der Verbrennung und dem Athmen eine Luft zurückbleibt, welche zur Unterhaltung dieser Proceße unfähig ist, und er wiederholt den Schluß, nicht die ganze Luft sei zur Respiration und zur Verbrennung tauglich. Er bespricht dann, wie die *particulae nitro-aëreae*, welche der Luft durch die Verbrennung und das Athmen entzogen werden, ihr wohl wieder zukommen, und vermuthet, sie mögen ihr durch die Sonnenstrahlen wieder zugeführt werden. In dem 8. Kapitel handelt er *de spiritu nitro-aëreo, quatenus ab animalibus hauritur*. Er sucht hier zu beweisen, daß bei dem Athmen die *particulae nitro-aëreae* aus der Luft von dem Blute in den Lungen absorbiert werden, und daß dadurch eine Gährung entstehe, welche mit Wärmeentwicklung verbunden sei, ähnlich wie die Kiese sich bei Aufnahme jener Partikeln (wodurch sie in *Bitriole* übergehen) erhitzen; und *Mayow* zweifelt nicht, daß diese Gährung die Ursache der Blutwärme sei; das Warmwerden der Thiere bei starker Bewegung habe darin seinen Grund, daß alsdann stärkeres Athmen und stärkere Gährung im Blute wegen größerer Aufnahme jener Partikeln aus der Luft stattfinde. Ebenso werde die blühendere Farbe des arteriellen Blutes durch die Verbindung des dunkleren

*Mayow's Ansicht
ten über das Ath-
men und den Ur-
sprung der thieri-
schen Wärme.*

Mayow's Ansichten
über das Athmen
und den Uebersprung
der thierischen
Wärme.

venöfen mit den particulis nitro-aëreis hervorgebracht. — Die anderen Kapitel enthalten nichts für unsern Gegenstand besonders Wichtiges.

Was die anderen Bestandtheile der Luft angeht, welche sie mit dem spiritus nitro-aëreus constituiren, so ermittelte Mayow, daß die Luft, welche nach dem Verbrennen in geschlossenen Gefäßen über Wasser zurückbleibt, etwas leichter ist, als die gemeine Luft, und daß sie die Verbrennung nicht unterhält und von Wasser nicht absorbirbar ist.

Willis' Ansichten
über das Athmen
und den Uebersprung
der thierischen
Wärme.

Mayow's scharfsinnige Ideen fanden Anklang bei mehreren seiner Landsleute; in ähnlicher Art, wie er es versucht hatte, strebte auch der berühmte Arzt Thomas Willis, eine Erklärung für das Athmen und die Entstehung der thierischen Wärme zu geben. Mayow hatte das Athmen als einen dem Verbrennen ähnlichen Proceß betrachtet, weil in beiden Fällen Absorption des spiritus nitro-aëreus stattfindet; die Entstehung der Blutwärme hatte er als auf einer Gährung beruhend betrachtet. Willis hingegen betrachtet das Athmen und das Verbrennen als gleiche Prozesse; durch die Respiration werde eine wahre Verbrennung eingeleitet, die nur sehr langsam vor sich gehe. Seiner Abhandlung: *Affectionum, quae dicuntur hystericae et hypochondriacae, Pathologia spasmodica vindicata* (1671), ist eine *Exercitatio medico-physica de sanguinis incalescentia sive accensione* beigefügt, worin folgende Meinungen vertheidigt werden: Die Blutwärme könne nur auf dreierlei Arten entstehen, auf welche allein Flüssigkeiten sich zu erhitzen vermögen; durch Zuführung von Wärme, oder durch Mischung von Säuren mit anderen Körpern, oder durch Verbrennung. Daß die Blutwärme eine Wirkung der beiden ersteren Ursachen sei, wird geleugnet, aber er behauptet, daß sie von der dritten Ursache herrühre: *Quoad tertium, quo liquida effervent, modum: licet durus videatur sermo sanguinem accendi, attamen cum nulli praeterea possumus, quid vetat huic causae incalescentiam ejus adtribuere?* Er stützt sich bei seiner Beweisführung auf die Verbrennungstheorie, welche wir schon oben (Seite 135) mitgetheilt haben, und erklärt nun die Athmungserscheinungen. Ersticken ist nach ihm die Folge davon, daß die *particulae nitrosae*, welche einen Bestandtheil der Luft ausmachen (weßhalb Salpeter ebenso gut als Luft die Verbrennung unterhalten kann), nicht mehr in die Lungen treten können; in den Lungen geht nach ihm die Einwirkung dieser Partikeln auf das Blut vor sich. Die Verbrennung des Blutes im Menschen

findet nach Willis von seiner Zeugung an Statt; in dem Fötus geht sie aber kaum merklich vor sich, *instar titionis cinere obvoluti tarde ac minute solum ardet, et calorem vix ullum dispergit; — — quam primum vero foetus, partu tempestivo in lucem editus, spirare incipit, ignis vitalis pabulum nitrosum illico accipiens, se late explicat, ac per totam massam sanguineam effervescentia excitata quandam quasi flammam accendit; et quia sanguis tum primo in pulmones irruens, ibidemque aëris accessu potitus, exardescere incipit, visceris istius caro prius rubicunda, mox in subalbidam, instar carnis elixae, mutatur, atque sanguis ipse insignem alterationem subit, nam qui e dextro cordis sinu vasa pneumonica atropurpureus fluit, inde statim e pulmone redux, calorem coccineum et quasi flammeeum inducit, adeoque rutilans sinistrum cordis sinum et arterias appendices pertransit. — — Quod autem spectat ad colorem sanguinis, inter circulandum ab atropurpureo in coccineum, et ab hoc in illum, tam varie immutatum, dico hujus causam immediatam esse, acris nitrosi cum sanguine admistionem; quod certe constat, quia mutatio in coccineum ibidem loci incipit, ubi sanguis aëris accessu maxime potitur.*

Willis' Anfichten
über das Athmen
und den Ursprung
der thierischen
Wärme.

Auch Boyle beschäftigte sich mit der Untersuchung, inwiefern Athmen und Verbrennen die Luft verändert, und ob ein bestimmter Bestandtheil der Luft hieran besondern Antheil nehme; seine Tracts, containing Suspitions about some hidden qualities of the Air (1674), seine Second continuation of new Experiments physico-mechanical touching the Spring and Weight of the Air and their Effects, wherein are contained divers Experiments made both in compressed and also in factitious Air, about Fire, Animals etc. (1680), seine General history of the Air (1692) und mehrere andere Schriften aus dieser Zeit enthalten vieles Dahingehörige. Doch war Boyle zu vorsichtig, als daß er so bestimmte Schlußfolgerungen wie seine Vorgänger gewagt hätte. Boyle überzeugte sich, daß bei der Verbrennung und bei dem Athmen etwas aus der Luft weggenommen wird, was er aber nur unbestimmt bezeichnete als *some vitale substance diffused through the air, whether it be a volatile nitre, or (rather) some yet anonimous substance, sydereal or subterranean.* Diese Substanz als eine salpetrige zu bezeichnen, wie es die anderen eben besprochenen Gelehrten gethan hatten, nahm Boyle Anstand, weil es keineswegs direct nachgewiesen sei, daß jener Bestandtheil

Boyle's Anfichten
über die Zusams-
mensetzung der
Luft.

Boyle's Ansichten
über die Zusam-
mensetzung der
Luft.

der Luft wirklich salpeterartig sei; though I agree with them, in thinking, that the air is in many places impregnated with corpuscles of a nitrous nature, yet I confess, that I have not been hitherto convinced of all, that is wont to be delivered about the plenty and quality of the nitre in the air: for I have not found, that those, that build so much upon this volatile nitre, have made out by any competent experiment, that there is such a volatile nitre abounding in the air. Welches aber die anderen Bestandtheile der Luft seien, untersuchte Boyle nicht; namentlich unterließ er es, genauer die Natur des Rückstandes von Luft zu untersuchen, welcher bei der Verkalkung von Metallen in geschlossenen Räumen blieb. Diese Lücke wurde später zuerst von Hawskebe ausgefüllt, welcher 1710 die Luft, die über glühende, in Röhren eingeschlossene, Metalle hingestrichen war, genauer prüfte; er fand, daß die so veränderte Luft unathembar ist, und die Flamme auslöscht.

Andere Ansichten
über die Atmo-
sphäre, um 1700.

Während man in England gegen das Ende des 17. Jahrhunderts, nach Mayow's und Willis' Bemühungen zu urtheilen, auf dem besten Wege zu sein schien, die Zusammensetzung der atmosphärischen Luft, und insbesondere denjenigen ihrer Bestandtheile, welcher an der Verkalkung, der Verbrennung und dem Athmen activen Antheil nimmt, zu erkennen, schenkte man in den anderen Ländern diesem Gegenstande nur wenig Aufmerksamkeit, und wo dies geschah, verwickelte man sich in irrigen Ansichten. So herrschten in Deutschland zu jener Zeit noch die verworrenen Meinungen von schwefligen, mercurialischen und salzigen Theilchen, die in der Luft seien. In diesem Sinne behauptete der kurbrandenburgische Leibarzt Elsholz in den Ephemeriden der deutschen Naturforscher 1675, die Luft enthalte salzige (saure) Bestandtheile, denn Kalkthar (der Rückstand von der Destillation des Eisenvitriols) liefere bei wiederholter Destillation neuerdings Schwefelsäure, wenn er zuvor lange der Luft ausgesetzt gewesen sei; und die schwefligen Theile aus der Luft lassen sich nach ihm in gläsernen Gefäßen unter der Form eines braunen Pulvers aus den Sonnenstrahlen sammeln. So auch schloß Stahl noch in seiner »ausführlichen Betrachtung und zulänglichem Beweis von den Salzen« (1723), daß in der Atmosphäre Schwefelsäure enthalten sei, weil aus einer (unreinen) Potaschelösung, welche der Luft lange ausgesetzt bleibe, schwefelsaures Kali auskrySTALLISIRE. Und solche Behauptungen konnten bei vielen Chemi-

kern die richtigeren Ansichten verdrängen, welche *Mayow* und einige seiner Zeitgenossen über die Constitution der Luft aufgestellt hatten; wenig berücksichtigt wurden diese, und schon in der ersten Hälfte des 18. Jahrhunderts kaum mehr beachtet.

So betrachtet *Hales* in seinen *Vegetable Staticks* (1727) die atmosphärische Luft als ein Ganzes; er weiß wohl, daß die Luft durch die Verbrennung von Körpern in ihr nur vermindert, nicht gänzlich absorbiert wird, allein er zieht daraus nicht den Schluß, daß nur ein Theil der Luft bei der Verbrennung mitwirkt. Er ist der Ansicht, daß bei dem Athmen Luft von dem Blute in den Lungen absorbiert wird, allein er läßt auch hier die Absorption auf die ganze Luft, nicht auf nur einen Theil derselben, gehen. So ist *Boerhave* in seinen *Elementis Chemiae* (1732) weit entfernt davon, zu glauben, die thierische Wärme hänge mit dem Athmungsproceß zusammen, sondern er stellt sich vor, sie entstehe durch die Reibung des Blutes an den inneren Wandungen der Adern. *An fluida tritu calorem non generant?* fragt er, und fährt fort: *si elastica, omnino. Si non elastica, difficulter. Unde aqua difficulter tritu calet. Attamen si fluida non elastica urgentur impetu summo, per angustissimos canales, calor ab attritu in iis suscipitur, quia Elementa ultima in his elastica utcunque videntur esse. Si vero fistulae elasticae sint, per quas liquor agitatur, tum tanto ardentior poterit calor gigni. Hinc sanguis noster elasticus, per arterias elasticas violenter actus, calet in motu sanitatis. At vero, quo indoles sanguinis plus vergit in ingenium aquae nequam elasticae, eo minus caloris intra corpus producitur; aut etiam, quo in arteriis ipsis elater magis deficit. Das Athemholen hat nach *Boerhave*, ähnlich wie es schon *Sylvius de le Boë* (Seite 190) sich gedacht hatte, den Zweck, das Blut in den Lungen abzukühlen, welches hier, wo es die stärkste Reibung ausübe, sich sonst so stark erhitzen würde, daß eine Zersetzung desselben augenblicklich erfolgen müßte. *Sanguis in arctos, elasticos, fortes canales arteriae pulmonalis, vi cordis dextri, atque molimine ingenti respirationis, pressus actusque, necessario per unum pulmonem fertur copia aequae magna, quam, eodem tempore, per universum corpus, omnesque ejusdem partes, simul. Hinc igitur idem sanguis nulla in parte corporis usque adeo atteri adeoque et calescere poterit, quam in pulmone solo. Foret ergo calor illius homini intolerabilis, imo lethalis. Verum aër, respirando ductus in pulmonem, est semper**

*Hales' Ansichten
über die Atmo-
sphäre.*

*Boerhave's Ansicht
über das Athmen
und den Ursprung
der thierischen
Wärme.*

Boerhave's Ansicht
über das Athmen
und den Ursprung
der thierischen
Wärme.

frigidior longe, quam hic sanguis. Et, per Malpighiana, sanguis hic in arteriolas minimas fusus, quae vesiculis pulmonum tenuissimis applicantur undique, per superficies ergo incredibiliter latas, exponitur aëri per omnia momenta temporis renovato, adeoque semper frigido, unde sanguis, ex se, in nulla iterum totius corporis plaga refrigeratur plus, hoc respectu, quam in pulmone nostro. Vah! quae mirabilitas! ubi in alios, necessarios, usus maxime calefieri debebat sanguis, ibi rursus maxime refrigerari omnino debuit ob alias, aequae necessarias, causas. Salva vitae integritate, non poterat sanguis, chylusque recens, apte agi per omnes totius machinae fistulas vitales, nisi vi summi attritus solveretur in elementa subtilissima, maximeque divisa, in pulmonibus; id vero fieri haud poterat sine ingenti simul nato calore. Si autem ille tantus mansisset applicatus sanguini non refrigerato simul per alias, et quidem eodem pariter tempore applicatas, causas; omnis ille sanguis, inquam, brevissimo tempore, totus computruisset, atque sustulisset omnium sane pestilentialissimo morbo vitam. Auf diese Weise urtheilte Boerhave über das Athemholen und die thierische Wärme, mißtrauisch gemacht durch die großen Irrthümer, welche die iatrochemische Schule begangen hatte, gegen alle Erklärungsweisen, welche die Lebensprocesse auf chemische zurückzuführen suchten.

Black hat Nichts über die Zusammensetzung der Atmosphäre geäußert, wohl aber constatirte er (1757), daß bei dem Athmen fixe Luft erzeugt wird, dieselbe, welche die ähnden Alkalien mild macht. Er überzeuete sich davon, weil die ausgeathmete Luft, durch ein Glasrohr in Kalkwasser geblasen, dieses fällt, und er glaubte, das Athmen bestehe vorzugsweise, wenn nicht ausschließlich, in der Verwandlung der atmosphärischen Luft in fixe.

Endlich kam die Zeit, wo durch die so verschiedenartigen Bestrebungen Priestley's, Scheele's und Lavoisier's die Constitution der Atmosphäre festgestellt und die Natur ihrer einzelnen Bestandtheile genauer untersucht wurde.

Priestley's Arbeiten
über die Con-
stitution der Atmo-
sphäre.

Priestley's Arbeiten, welche hierher gehören, stehen keineswegs unter sich in einem streng folgerechten Zusammenhange; er entdeckte Vieles, was auf die Zusammensetzung der Atmosphäre Bezug hat, ehe er diesen Gegenstand als eigentliches Ziel seiner Untersuchungen sich vorsetzte. Schon 1771 fand er, daß die fixe Luft, welche sich bei dem Athmen bildet und die atmo-

sphärische Luft zur Unterhaltung des Lebensprocesses untauglich macht, durch die Pflanzen in solche verwandelt wird, welche wieder zum Athmen tauglich ist, allein noch wußte er nicht, daß in der Atmosphäre Ein Bestandtheil sich befindet, der allein den Lebensproceß unterhält, und in welchen die fixe Luft von den Pflanzen umgewandelt wird. Er entdeckte 1772 in dem Stickoxyd ein Mittel, diesen Bestandtheil der Luft quantitativ zu bestimmen, ohne noch sein Vorhandensein zu ahnen; nur empirisch wies er nach, daß dieses Gas mit atmosphärischer Luft eine um so beträchtlichere Raumsverminderung hervorbringt, je weniger sie bereits durch den Athmungsproceß verdorben ist. In demselben Jahre veröffentlichte er die Entdeckung, daß, wenn man Kohlen in einem mit Wasser abgesperrten Glasgefäße durch ein Brennglas entzündet, fixe Luft entsteht; daß ein Fünftheil von der angewandten Luft hierbei in fixe Luft umgewandelt und von Kalkwasser absorbirbar wird, daß die rückständige Luft weder das Verbrennen noch das Athmen zu unterhalten fähig ist, noch von einer feuchten Mischung aus Eisenfeile und Schwefel absorbirt wird. Er betrachtete weder diese rückständige Luft als einen Bestandtheil der Atmosphäre, noch jene Luft, welche bei der Verbrennung in fixe Luft umgewandelt wurde. Schon ein Jahr früher, wie er gleichfalls 1772 veröffentlichte, hatte er sogar diesen letztern Bestandtheil der Luft ziemlich rein erhalten, durch Erhizung des Salpeters in einem Flintenlauf, und er hatte bemerkt, daß das sich hier entwickelnde Gas die Verbrennung ungemein befördert. Erst 1774 widmete er diesem Bestandtheile der Luft nähere Aufmerksamkeit; am 1. August dieses Jahres stellte er aus dem rothen Quecksilberkalk durch Erhizung ein Gas dar, das vom Wasser nicht absorbirt wurde, und in welchem die Verbrennung mit größerer Lebhaftigkeit, als sonst, stattfand. Priestley's erste Schlußfolgerung erinnert, zum letzten Mal, an die salpetrigen Theilchen in der Luft, welche Hooke, Mayow und Willis supponirt hatten; die Eigenschaft des neuen Gases, auf verbrennende Substanzen ähnlich wie Salpeter zu wirken, leitete ihn zuerst auf die Vermuthung, der Quecksilberkalk, aus dem es ausgetrieben worden war, möge bei seiner Bereitung (durch Erhizen des Quecksilbers in offenen Gefäßen) etwas Salpeterartiges angezogen haben. Bei seinem Aufenthalt in Paris 1774 verschaffte er sich ganz reines Quecksilberoxyd, welches ihm dieselbe Luftart ergab. Er verglich sie mit einer andern, welche er schon früher entdeckt hatte, dem Stickoxydul, das gleichfalls die Verbrennung begünstigt, allein es war auch hiervon verschieden. Endlich prüfte er die Idee,

Priestley's Arbeiten über die Constitution der Atmosphäre.

Entdeckung des Sauerstoffgases.

ob das Quecksilber vielleicht bei seiner Bereitung dieses Gas auf der Luft anziehe, an der Mennige, welche auf ähnliche Weise dargestellt wird, und er erhielt aus dieser dasselbe Gas. Er fand später, daß diese Luftart etwas schwerer ist, als gewöhnliche Luft, und von 1775 an vertheidigte er die Ansicht, sie sei das eigentliche Unterhaltungsmittel des Athmens und des Verbrennens, sie sei reine, von Phlogiston freie, also dephlogistisirte Luft, und in der gemeinen Luft sei sie als Bestandtheil enthalten, mit anderer Luft, phlogistisirter, gemengt.

Rutherford's Entdeckung des Stickstoffs.

In Beziehung auf diesen andern Bestandtheil der Luft hatte man inzwischen gleichfalls Fortschritte gemacht. Priestley's Landsmann Rutherford zeigte 1772, daß, Hales' Ansicht (vergl. Seite 183) entgegen, die atmosphärische Luft durch den Athmungsproceß nicht nur durch Beladung mit schädlichen Dämpfen verdorben wird, sondern daß sie einen Bestandtheil in sich enthält, welcher an und für sich zur Unterhaltung des Athmens und des Verbrennens unfähig ist. Er stellte diesen dadurch dar, daß er aus Luft, in welcher Thiere geathmet hatten, die fixe Luft durch Kalilauge entfernte; der Rückstand verlöschte, im Widerspruch gegen Hales' Behauptung, die Flamme und erstickte die hineingebrachten Thiere.

Scheele's Arbeiten über die Constitution der Atmosphäre.

Geordneter, als Priestley's Versuche, und nach dem Ziel der Untersuchung bewußter hinstrebend, waren Scheele's Arbeiten über die Constitution der Atmosphäre. Sie sind in seiner »Abhandlung von Luft und Feuer« zusammengestellt, welche 1777 zuerst gedruckt wurde, waren aber, wie Bergman in seinem Vorbericht erinnert, schon zwei Jahre früher vollendet, wornach also die hier zu erwähnenden Entdeckungen von 1774 und 1775 datiren. In dieser Abhandlung stellt Scheele gleich nach der Einleitung den Satz auf: »Die Luft muß aus elastischen Flüssigkeiten von zweierlei Art zusammengesetzt sein.« Er beweist dies zunächst durch eine Reihe von Versuchen, wo durch gewisse (absorbirende) Mittel stets nur ein Theil der atmosphärischen Luft hinweggenommen wurde. In Gefäße von bestimmtem Rauminhalt brachte er Schwefellebersolution, eine Auflösung von Kali, welche mit den Dämpfen von brennendem Schwefel gesättigt war, trocknende Oele, den feuchten Niederschlag aus Eisenvitriolösung mit Kali, Eisenfeile mit Wasser und ähnliche Substanzen, und sperrte die Gefäße ab; nach einiger Zeit öffnete er sie unter Wasser, und es fand sich stets, daß jetzt weniger Luft in den Gefäßen enthalten war,

Entdeckung des Sauerstoffs und des Stickstoffs.

als zuerst; es fehlten 20 bis 30 Procent der ursprünglich angewandten Luft. Dabei bildete sich, wenn Schwefelleber als luftverminderndes Mittel angewandt wurde, Schwefelsäure Scheele erklärte sich den Vorgang folgendermaßen: Die Luft habe das Phlogiston, den einen Bestandtheil des Schwefels, an sich gezogen, wodurch der andere Bestandtheil, die Schwefelsäure, frei geworden sei; er glaubte zuerst, das Phlogiston habe die Eigenschaft, wenn es sich mit Luft verbinde, die Elasticität derselben zu vermindern, d. h. zu bewirken, daß sie einen kleinern Raum einnimmt, als vorher. Er sah aber auch ein, daß in diesem Falle die bei den Versuchen rückständig bleibende Luft specifisch schwerer sein müsse, als die atmosphärische, weil die erstere in diesem Falle nur die letztere auf einen kleinern Raum zusammendrückt und zudem noch mit Phlogiston beladen wäre. Allein zu seinem Erstaunen fand er diese rückständige Luft specifisch leichter, als die gemeine. Aus den vorhergehenden Versuchen glaubte also Scheele nur schließen zu können, daß die Luft aus zwei von einander verschiedenen Flüssigkeiten bestehe, von denen die eine (welche er verdorbene Luft nannte, weil sie das Athmen und Verbrennen nicht unterhalten kann) gar keine Neigung habe, das Phlogiston an sich zu ziehen, die andere hingegen »zu solcher Attraction eigentlich aufgelegt sei und welche letztere zwischen dem dritten und vierten Theile von der ganzen Luftmasse ausmache«, wo aber diese letztere Luftart, nachdem sie sich mit dem Phlogiston verbunden habe, hinkomme, sei durch besondere Versuche zu bestimmen. Er stellte diese in folgender Weise an. Er ließ Phosphor oder Wasserstoffgas in einem abgesperrten Kolben brennen; es hatte beträchtliche Verminderung des Luftvolums Statt; wenn er ein Wachslicht oder Kohlen statt des Phosphors anwandte, so glaubte er keine Verminderung der Luft wahrzunehmen, aber er fand, daß sich dafür fire Luft bildet, und zwar dem Raume nach so viel, als die Raumsverminderung der Luft bei den anderen Versuchen (mit Phosphor und Wasserstoffgas) betrug. Wohin aber in den letzteren Fällen die verschwindende Luft geht, konnte sich Scheele durch das Experiment nicht deutlich machen, und sein Drang nach einer Erklärung leitete ihn zu der verfehlten Hypothese, der bei der Verbrennung des Phosphors oder des Wasserstoffs verschwindende Theil der Luft vereinige sich mit dem Phlogiston zu Wärme, welche durch das Glas hindurch entweiche.

Diese falsche Theorie, daß die Wärme aus Phlogiston und einem Bestandtheile der atmosphärischen Luft zusammengesetzt sei, führte ihn indes

Scheele's Arbeiten
über den Sauer-
stoff und Stickstoff.

ganz folgerecht zu der Darstellung des letztern Bestandtheils. Scheele hatte die verschiedenen Veränderungen der Salpetersäure genau studirt, er glaubte, die rauchende Salpetersäure sei reine Säure mit wenig Phlogiston; er stellte diese dar, indem er Salpeter mit Vitriolöl destillirte; bei Anwendung starker Hitze entstand ein Schäumen in der Retorte und ein Gas entwickelte sich bei der Bildung der rauchenden Salpetersäure, in welchem die Verbrennung mit größerer Flamme und blendenderem Lichte statthatte, und welches mit drei Theilen solcher Luft, wie sie aus gemeiner Luft nach dem Verbrennen des Phosphors übrig bleibt, gemischt, eine der gemeinen ganz gleiche Luft gab. Hier hatte Scheele den einen Bestandtheil der Luft dargestellt, den er wegen seiner Wirkung auf brennende Körper Feuerluft nannte; er glaubte ihn bei dieser Operation durch Zersetzung der Wärme erhalten zu haben, deren einer Bestandtheil, das Phlogiston, mit der Salpetersäure rauchende Säure gebildet habe, während der andere Bestandtheil, Feuerluft, dabei frei geworden sei.

Scheele suchte nun noch nach anderen Körpern, welche so starke Affinität zum Phlogiston haben, daß sie die Wärme zersetzen können. Für einen solchen hielt er den Braunstein, von dem er 1774 bereits gezeigt hatte, daß er selbst die Salzsäure dephlogistisiren könne. Er erinnerte sich jetzt auch der damals beobachteten Erscheinung, daß bei der Erhitzung des Braunsteins mit Schwefelsäure in einem offenen Tiegel Kohlenstaub, welcher zufällig hinzukam, mit blendendem Glanze verbrannte. Er destillirte also jetzt Braunstein mit Schwefelsäure und sammelte das sich entwickelnde Gas; es war Feuerluft. Braunstein mit Phosphorsäure ergab dasselbe Gas; er glaubte es auch durch die Erhitzung von salpetersaurer Magnesia und salpetersaurem Quecksilber ebenso rein zu erhalten, aber am besten und wohlfeilsten durch die Erhitzung des Salpeters. Stets bilde es sich hier durch Zersetzung der Wärme; bei der Darstellung aus Salpeter gehe das Phlogiston der Wärme an den Salpeter, und es entstehe ein Salz aus phlogistisirter Salpetersäure und Kali; die Feuerluft der Wärme werde frei. Ebenso reducire die Wärme den Silber-, Gold- und Quecksilberkalk; ihr Phlogiston mache diese Kalke zu Metallen, ihre Feuerluft werde frei.

Von dieser Feuerluft wies nun Scheele nach, daß sie in der Atmosphäre enthalten ist und den Theil derselben bildet, welcher bei der Verbrennung, bei dem Athmen, bei der Einwirkung von Schwefelleber u. s. w.

verschwindet. Reine Feuerluft verschwand gänzlich, wenn Phosphor in ihr entzündet wurde; aus Mischungen von Feuerluft und verdorbener Luft verschwand durch das Brennen des Phosphors gerade so viel dem Raume nach, als die zugesetzte Feuerluft betragen hatte.

Scheele's Arbeiten über den Sauerstoff und den Erdstoff.

Scheele schloß richtig, da die verdorbene Luft, der eine Bestandtheil der Atmosphäre, specifisch leichter sei, als diese, müsse die Feuerluft, der andere Bestandtheil, specifisch schwerer sein, und bestätigte diese Folgerung durch directe Wägung.

Er zeigte weiter, daß nur die Feuerluft aus der Atmosphäre bei dem Athmen verbraucht wird, und daß sich dabei fixe Luft bildet.

Nach Scheele's Ansichten, wie er sie 1777 aussprach, stammt also das künstlich darzustellende Sauerstoffgas meist aus der Wärme, die man auf solche Körper wirken läßt, welche Verwandtschaft zum Phlogiston haben. Daß der Sauerstoff Bestandtheil der Metallkalke sei, spricht er nicht bestimmt aus; man könnte im Gegentheil aus vielen seiner Aeußerungen eher schließen, er glaube es nicht; allein er fand, daß sich aus den Kalken edler Metalle Feuerluft entwickeln läßt, und außerdem äußert er sich auch, er betrachte die Metallkalke als den Säuren ganz analog; in Hinsicht auf die letzteren aber spricht er aus, daß sie alle aus der Feuerluft ihren Ursprung nehmen (vergl. Seite 17), und hiernach scheint es, als ob er auch in den Metallkalken einen Gehalt an Sauerstoff vermuthet habe. — Auf seine theoretischen Ansichten über das Sauerstoffgas werde ich weiter unten, bei der Zusammenstellung der verschiedenen Meinungen über diesen Gegenstand, zurückkommen. Beendigen wir zuvor die Berichterstattung über die Erkenntniß der qualitativen Zusammensetzung der Atmosphäre und über die Entdeckung des Sauerstoffs durch die Angabe von Lavoisier's Arbeiten, welche hierher gehören.

In Bezug auf die ersten Untersuchungen Lavoisier's, welche das Verhalten der Luft bei der Verbrennung und Verkalkung zum Gegenstande haben, wurde bereits früher (Seite 145) hervorgehoben, daß Lavoisier bis zu 1774 die Luft nicht als eine Zusammensetzung verschiedener Bestandtheile ansah. In seiner ersten Note von 1772 über die Gewichtszunahme des Phosphors bei der Verbrennung schrieb er diese geradezu einer Absorption von Luft, nicht eines einzelnen Bestandtheils der Luft, zu. — In seinen Opuscules physiques et chymiques (1774) leitet er seine

Lavoisier's Arbeiten über die Constitution der Atmosphäre.

Lavoisier's Arbeit
ten über die Con-
stitution der At-
mosphäre.

Versuche über die Luftabsorption bei der Verkalkung damit ein, daß er sagt, wie er auf die Vermuthung gekommen sei, die Luft des Dunstkreises oder eine in der Luft befindliche elastische Flüssigkeit könne sich mit den Metallen vereinigen; und er schließt die Mittheilung dieser Versuche mit der Bemerkung, die in der Luft verbreitete, bindbare elastische Flüssigkeit möge vielleicht zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten in veränderlicher Menge vorhanden sein. Allein nirgends findet sich damals noch eine genauere Ansicht über diesen etwaigen Bestandtheil der Luft bei ihm ausgesprochen. In derselben Schrift theilte er Versuche über die Verbrennung des Phosphors in abgeschlossener Luft mit; der Raum derselben würde dadurch höchstens um ein Fünftheil vermindert. Lavoisier untersuchte, was die Ursache davon sein möge, daß die Luft nicht ganz absorbiert wird; er glaubte zuerst, der Phosphor brenne nur so lange, als noch Wasser in der Luft aufgelöst sei; Versuche, wo er die Luft während des Verbrennens feucht erhielt, zeigten ihm das Irrige seiner Meinung. Er kam indeß auch wieder nur zu dem Schluß, die atmosphärische Luft oder eine in ihr befindliche elastische Flüssigkeit trete dem Phosphor bei dem Verbrennen zu, ohne über diese letztere zu einer bestimmten Ansicht zu gelangen.

Am 1. August 1774 entdeckte Priestley das Sauerstoffgas; er kam bald darauf nach Paris und machte Lavoisier mit dieser Entdeckung bekannt. Im November desselben Jahres las Lavoisier vor der Pariser Akademie eine Abhandlung sur la calcination de l'étain dans les vaisseaux fermés, und hier äußerte er sich zuerst bestimmter über die Zusammensetzung der Luft aus zwei verschiedenen Gasen. Er sagt hier, die Luft, welche sich mit dem Zinn bei der Calcination verbinde, könne hinsichtlich ihres specifischen Gewichts von der gemeinen Luft nicht sehr verschieden sein, da bei der Verkalkung des Zinns in verschlossenen Retorten (vergleiche Seite 305 im I. Theil) die nach dem Deffnen derselben eindringende gemeine Luft gerade so viel wiege, als das Zinn durch die Verkalkung an Gewicht zugenommen habe. Doch habe er Gründe, zu glauben, der Theil der Luft, welcher bei der Verkalkung an das Zinn trete, sei etwas specifisch schwerer, als die gemeine Luft, die bei der Verkalkung zurückbleibende Luft etwas specifisch leichter. Er sei auf die Muthmaßung gekommen, die gemeine Luft sei zusammengesetzt, und Versuche über die Verkalkung und Reduction des Quecksilbers haben ihn sehr in dieser Meinung bestärkt. Er glaube verkündigen zu können, daß nicht die ganze atmosphärische Luft zum

Athmen tauglich sei, sondern nur der Bestandtheil derselben, welcher bei der Verkalkung der Metalle an diese trete; der andere Bestandtheil sei eine mosette, welche weder das Athmen noch das Verbrennen unterhalten könne.

Lavoisier's Arbeit
ten über die Con-
stitution der At-
mosphäre.

Hier ist mit keinem Worte auf die Mittheilung Bezug genommen, welche ihm Priestley über die Entwicklung eines Gases bei der Reduction des Quecksilberkalkes durch bloße Hitze gemacht hatte. Dies wird noch auffallender, wenn man die Abhandlung durchgeht, welche Lavoisier am 27. Dec. 1775 vor der Akademie sur la nature du principe qui se combine avec les métaux pendant leur calcination las. Hier ist förmlich ein Weg angegeben, auf welchem Lavoisier zu den Resultaten gelangt, die ihm Priestley mitgetheilt hatte; er reducirt Quecksilberkalk mit Kohle, und erhält fixe Luft, wie bei der Reduction anderer Metalle; er reducirt Quecksilberkalk durch bloße Hitze und findet mit Erstaunen, daß die sich entwickelnde Luft (die schon von Priestley als eigenthümlich erkannte Luft) nicht fixe Luft ist, daß sie das Athmen und das Verbrennen ausgezeichnet unterhält; und er schließt, daß sie der Bestandtheil der Atmosphäre sei, welcher das Athmen und Verbrennen unterhält und bei der Calcination der Metalle sich mit ihnen vereinigt.

Einige Jahre hindurch bezeichnete Lavoisier das Sauerstoffgas gewöhnlich als die Luft, welche Priestley dephlogistisirte genannt habe, ohne diesen als Entdecker zu nennen. In den Memoiren der Pariser Akademie für 1782 findet sich aber eine Abhandlung über die Anwendung des Sauerstoffgases zur Vermehrung der Hitze, und hierin sagt Lavoisier: »Man wird sich erinnern, daß ich in der Dstersitzung 1775 dem Publikum die Entdeckung einer neuen Luftart ankündigte, die ich einige Monate vorher mit Herrn Trudaine gemacht hatte, eine Luftart, welche damals noch ganz unbekannt war und die wir durch Reduction des Mercurius praecipitatus per se erhalten hatten. Herr Priestley, der diese Luftart beinahe zu gleicher Zeit mit mir entdeckte, und ich glaube selbst noch wohl vor mir, nennt sie dephlogistisirte Luft« *).

*) Priestley äußert sich über Lavoisier's Ansprüche in seiner letzten Schrift: The doctrine of Phlogiston established etc. (1800), bei Gelegenheit einer andern Reclamation: Now that I am on the subject of the right of discoveries, I will, as the Spaniards say, leave no ink of this kind in my inkhorn, hoping it will be the last time that I shall have any occasion to trouble the public about it. Mr. Lavoisier says (Elements

Lavoisier's Arbeiten über die Constitution der Atmosphäre.

Von 1775 an betrachtete Lavoisier die atmosphärische Luft als aus Sauerstoffgas und Stickgas zusammengesetzt, und diese Ansicht über die Atmosphäre kann seit dieser Zeit als von den bedeutendsten Repräsentanten aller Parteien in der Chemie anerkannt betrachtet werden, so verschieden auch damals noch die Meinungen über den eigentlichen Unterschied zwischen Sauerstoffgas und Stickgas waren. Wir können somit die Berichterstattung über die Erkenntniß der qualitativen Zusammensetzung der gemeinen Luft hier schließen (was die Kohlensäure in ihr angeht, werde ich bei der Geschichte dieses Körpers über den Nachweis desselben in der Luft das Genauere mittheilen). Wir wollen jetzt noch Einiges über die Darstellung, Benennung und Anwendung der Bestandtheile der Luft, über ihr quantitatives Vorkommen in der Atmosphäre und über die theoretischen Ansichten in Betreff derselben durchgehen.

Bereitung des Sauerstoffs.

Den Sauerstoff, dessen Dasein in der Atmosphäre durch Mayow gemuthmaßt, durch Priestley, Scheele und Lavoisier bewiesen wurde, und dessen isolirte Darstellung die beiden Ersteren entdeckten, nachdem ihn schon Hales 1727 aus Mennige (vergl. Seite 140), Priestley 1771 aus Salpeter (vergl. Seite 199), und Bayen 1774 aus Quecksilberoxyd (vergl. Seite 145 f.) entwickelt hatten, ohne seine Eigenthümlichkeit zu erkennen — den Sauerstoff bereitete Priestley 1774 aus Quecksilberoxyd und aus Mennige, später (wie er 1775) aus Salpeter und (wie er

of chemistry, English translation, p. 36): »This species of air (meaning dephlogisticated) was discovered almost at the same time by Mr. Priestley, Mr. Scheele and myself.« The case was this: Having made the discovery some time before I was in Paris in 1774, I mentioned it at the table of Mr. Lavoisier, when most of the philosophical people in the city were present; saying that it was a kind of air in which a candle burned much better than in common air, but I had not then given it any name. At this all the company, et Mr. et Madame Lavoisier as much as any, expressed great surprise; I told them I had gotten it from praecipitate per se and also from red lead. Speaking French very imperfectly and being little acquainted with the terms of chemistry, I said plomb rouge, which was not understood till M. Macquer said: »I must mean minium.« — Mr. Scheele's discovery was certainly independent of mine, though I believe not made quite so early.

1779 veröffentlichte) aus Braunstein. Scheele gab (1777) als Mittel, ihn zu erhalten, die Dryde edler Metalle, Salpeter und Braunstein an; der letztere gebe sie beim Erhitzen für sich und auch mit Schwefelsäure. Lavoisier bereitete sie gleichfalls aus diesen Substanzen; aus chlorsaurem Kali erhielt es zuerst Berthollet 1785.

Daß das Sauerstoffgas das Verbrennen ausgezeichnet unterhält, ließ es zuerst von Priestley als eine eigenthümliche Luftart erkannt werden; Priestley schlug auch bereits (1775) vor, es zur Hervorbringung sehr hoher Temperaturen anzuwenden; Lavoisier beschrieb in den Memoiren der Pariser Akademie für 1782 einen Apparat zu diesem Zweck, und in denen für 1783 eine große Menge damit angestellter Versuche.

Daß nur der Sauerstoff in der Atmosphäre zur Unterhaltung des Verbrennens beiträgt, bewies besonders Lavoisier (vergl. die Geschichte der Verbrennungstheorien in diesem Theile). Daß der Sauerstoff das Athmen vollkommener unterhält, als die gemeine Luft, fand Priestley 1775, welcher schon vorher das von Black gefundene Resultat, daß sich bei dem Athmen fixe Luft bildet, bestätigt hatte. Priestley erklärte die Erscheinung, daß die Luft durch das Athmen unfähig gemacht wird, diesen Proceß weiter zu unterhalten, durch die Annahme, es verbinde sich hierbei, wie bei der Verbrennung, Phlogiston mit dem Sauerstoff in der Luft, welcher letztere nur eine gewisse Menge von Phlogiston aufzunehmen im Stande sei; er behauptete (1776), daß der Sauerstoff dem Blute durch seine Action in der Lunge auf dasselbe die röthere Farbe ertheile. Die Bildung der fixen Luft bei dem Athmen bewies auch Scheele 1777. Von demselben Jahre datirt Lavoisier's Abhandlung sur la respiration des animaux et sur les changements qui arrivent à l'air en passant par leur poulmon. Lavoisier zeigte hier, daß der Sauerstoff der atmosphärischen Luft bei dem Athmen in ein nahe gleiches Volum fixer Luft verwandelt werde; er glaubte, in zweierlei Weise lasse sich dies erklären, entweder nehme der Sauerstoff in der Lunge Kohlenstoff aus dem Blute auf und verwandle sich in fixe Luft (diese Umwandlung gehe in der Lunge vor sich), oder der Sauerstoff werde in der Lunge von dem Blute absorbirt, während zugleich ein entsprechendes Volum Kohlenensäure aus dem Blute sich entwickle (die Bildung der Kohlenensäure finde nicht ausschließlich in der Lunge Statt). Lavoisier hielt das Letztere für wahrscheinlicher, daß nämlich der Sauerstoff nicht

Anwendung zur
Wärmerzeugung.

Ansichten über das
Athmen.

Lavoisier's Ansicht
ten über das Ath-
men.

sogleich aus der Lunge als Kohlensäure wieder austrete, sondern von dem Blute aufgenommen werde und seinem Kreislauf folge, und zwar, weil das Blut nach seinem Durchgange durch die Lunge eine hochrothe Farbe habe, welche eine Aufnahme von Sauerstoff nachweise; das Blut werde durch die Vereinigung mit Sauerstoff röther, sowie auch Eisen, Quecksilber und Blei mit Sauerstoff rothe Verbindungen geben. — In einer Abhandlung über die Wärme, welche Lavoisier und La Place 1783 publicirten, sprachen sie ihre Ansicht aus, daß die thierische Wärme, wenigstens größtentheils, von der Wärmeentwicklung herrühre, welche durch die Umwandlung des Sauerstoffs in fixe Luft bei dem Athmen erzeugt werde. Lavoisier vereinigte sich sodann mit Seguin zu Versuchen über die Respiration und Perspiration; in einer vor der Pariser Akademie 1790 gelesenen Abhandlung betrachtete er die Wärmeerzeugung in dem Thierkörper als nur durch eine langsame Verbrennung hervorgebracht; er entwickelte hier bereits, wie in dem Körper des Menschen in kalten Gegenden mehr Wärme erzeugt werden müsse, als in warmen, damit die Temperatur derselben immer gleich bleibe, und wie dieses dadurch bewerkstelligt werde, daß die kältere Luft dichter sei, und also mehr Sauerstoff in derselben Zeit in die Lungen aufgenommen werde. — Die Arbeiten Lavoisier's und Seguin's eröffnen die Ansichten und Discussionen über die Respiration, welche als neuere und noch gegenwärtig die Naturforscher beschäftigende außer unserem Kreise der Berichterstattung liegen.

Entwicklung des
Sauerstoff's durch
Pflanzen.

Priestley fand 1771, daß fixe Luft durch in ihr befindliche grüne Pflanzen die Fähigkeit erhält, die Verbrennung und das Athmen zu unterhalten, daß diese Veränderung jedoch nur bei dem Tageslichte vor sich geht. Die Entwicklung von Sauerstoffgas aus grünenden Pflanzen untersuchten zunächst hauptsächlich Ingenhouß (1779) und Senebier (1782).

Ueber den Sauer-
stoffgehalt der At-
mosphäre.

In welchen Mengenverhältnissen die beiden Bestandtheile der Luft in ihr enthalten sind, wurde sogleich nach der Erkenntniß der qualitativen Zusammensetzung der Atmosphäre mit Eifer untersucht. Schon vor der Entdeckung des Sauerstoffgases, 1772, fand Priestley, daß das Salpetergas sich um so stärker mit Luft verdichtet, je weniger die letztere bereits durch Athmen und Verbrennen verdorben ist, und er schlug das erstere Gas bereits damals vor, um die Güte der atmosphärischen Luft zu prüfen. Er versicherte, mittelst

desselben einen Unterschied in der Reinheit der Luft in seinem Laboratorium, wo mehrere Menschen geathmet hatten, und der Luft außerhalb desselben nachgewiesen zu haben. Nach der Entdeckung des Sauerstoffgases bestimmten die Menge desselben in der Atmosphäre zuerst hauptsächlich Fontana *) (*Descrizioni ed usi di alcuni stromenti per misurare la salubrità dell' aria*, 1774) und Landriani (*Ricerche fisiche intorno alla salubrità dell' aria*, 1775). Beide bedienten sich des Salpetergases als Prüfungsmittels; Instrumente zu diesem Zwecke erhielten von Landriani die Bezeichnung Eudiometer, das mit Salpetergas wurde als das Fontana'sche unterschieden. Nach den Resultaten, welche man zu jener Zeit erhielt, setzte man die in der Luft enthaltene Sauerstoffmenge zu 25 bis 18 Volumprocenten fest. Landriani versicherte, das Eudiometer gebe ihm immer den Sauerstoffgehalt so an, wie es die tägliche Erfahrung erwarten lasse, bei gesundem Wetter sei mehr, bei ungesundem weniger Sauerstoffgas in ihr enthalten; und an verschiedenen Orten fand man die Güte der Luft so verschieden, daß Magelhaens 1777 äußerte, es sei jetzt ein wesentliches Erforderniß, die Luft an einem Orte auf ihren Sauerstoffgehalt zu prüfen, ehe man eine Niederlassung oder auch nur die Erbauung eines Landhauses ausführe.

Scheele wandte andere Mittel an, den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre zu bestimmen. Er entfernte ihn (Abhandlung über Luft und Feuer, 1777) mittelst einer Auflösung von Schwefelleber, mittelst langsam oder schnell verbrennenden Phosphors, mittelst Eisenoxydul, welches aus Eisenvitriol frisch gefällt und in Wasser suspendirt war; er fand so die Luftverminderung (den Sauerstoffgehalt) zu 25 bis 33 Volumprocenten. — Während des Jahres 1778 stellte er fortwährend Versuche über den Sauerstoffgehalt der Luft an, und wandte jetzt als eudiometrisches Mittel eine

*) Felix Fontana, geboren 1730 zu Bomarolo bei Roveredo in Tyrol, studirte auf den Schulen zu Roveredo und Verona, und dann auf den Universitäten zu Padua und Bologna. Er wurde Professor der Physik an der Universität zu Pisa, und später als Professor der Mathematik und Director des Naturalienkabinetts nach Florenz berufen. Er starb 1805. Von ihm erschienen noch: *Opuscoli scientifici* (1783); *Recherches physiques sur la nature de l'air nitreux et de l'air dephlogistique* (1776); *Traité sur le venin de la vipère, sur les poisons américains, sur le laurier cerise et sur quelques autres poisons végétaux* (1781); und einzelne Abhandlungen in den *Memorie di matematica e fisica della* (zu Verona gegründeten) *Società italiana*, den Abhandlungen der Turiner Akademie, den *Philosophical transactions*, den *Annales de Chimie*, dem *Journal de Physique* u. a.

Mischung aus Eisenfeile, Schwefel und Luft an; als Resultat glaubte er erhalten zu haben, daß die Luft $\frac{1}{33}$ oder etwa 27 Volumprocente Sauerstoff enthalte.

Lavoisier äußert in seiner Abhandlung über den Sauerstoffgehalt der Salpetersäure (1776), daß die Luft $\frac{1}{4}$ ihres Volums (25 Procente) Sauerstoff enthalte. In seinen Versuchen über die Bildung der Phosphorsäure (1777) ergab sich ihm zwar bei der Verbrennung des Phosphors in gemeiner Luft immer nur eine Verminderung um $\frac{1}{5}$ ihres Volums, allein er beharrte doch bei seiner frühern Annahme. In seiner Abhandlung über das Athmen (gleichfalls 1777) giebt er den Sauerstoffgehalt zu $\frac{1}{5}$, in der über die Verbrennung von Kerzen in der Luft (in demselben Jahre) wieder zu $\frac{1}{4}$ an. In Versuchen, welche er mittelst des Salpetergaseudiometers anstellte, erhielt er übereinstimmend 25 Volumprocente Sauerstoffgas aus der Luft. In einer Abhandlung, welche die *Mémoires de l'Académie royale de médecine pour les années 1782 et 1783* (1787 publicirt) enthalten, und die über die Veränderungen der Luft unter dem Einflusse vieler Menschen handelt, giebt Lavoisier das normale Verhältniß zu 27 bis 28 Volume Sauerstoff auf 73 bis 72 Volume Stickgas an. In der obern Luft aus einem Krankenzimmer in einem großen Hospital fand er $18\frac{1}{2}$ Volumprocente, in der aus einem Theater bei gefülltem Hause 21 Volumprocente Sauerstoffgas.

So blieb noch immer eine große Unsicherheit hinsichtlich des normalen Sauerstoffgehalts der Luft, und sehr verschieden ausfallende Angaben konnten nicht als falsche zurückgewiesen werden. So erklärte man sich die gesündere Lage der Seestädte nach Versuchen von Ingenhouß, welche für die Seeluft einen beträchtlich höhern Gehalt an Sauerstoff ergaben, als für die des Binnenlandes, und das Ungefunde der Krankenzimmer nach Versuchen von Sigaud de la Fond, welcher stets in dieser weniger Sauerstoff, als in der gemeinen Luft fand; so wunderte man sich sehr, daß das gelbe Fieber auf Martinique zu einer Zeit herrschen konnte, wo doch nach eines Engländers Davidson Versuchen die Luft dort 67 Volumprocente Lebensluft enthielt. Solche Resultate ergab das damals vorzugsweise angewandte Salpetergaseudiometer; die Fehlerquellen desselben untersuchte gründlich zuerst Cavendish (1783), und stellte fest, daß die bisher gefundenen Differenzen in der Zusammensetzung der Luft nur in Versuchsfehlern ihren Grund hatten, und daß das Verhältniß der Bestand-

theile der Atmosphäre constant ist. Er schloß aus seinen Beobachtungen, die Luft enthalte 20,84 Volumprocente Sauerstoffgas. Daß das Zusammensetzungsverhältniß der Luft constant sei, wurde bald bestätigt, wenn auch einzelne Chemiker den Sauerstoffgehalt etwas abweichend von Cavendish's Resultate fanden.

Ueber den Sauerstoffgehalt der Atmosphäre.

Durch Cavendish's Versuche war man auf die Unsicherheit des Salpetergas-eudiometers aufmerksam geworden, und obgleich dieser Gelehrte selbst sich noch desselben bediente, fanden doch jetzt Vorschläge zur Benutzung anderer Hülfsmittel mehr Aufmerksamkeit. Die schon von Scheele angewandten Substanzen zur Sauerstoffabsorption wurden versucht; so schlugen Gutton de Morveau (1788) Schwefelberlösung, Charb (1784), Seguin (1791), Reboul (1792) u. A. rasch verbrennenden, Berthollet (1795) und Gren (1798) langsam verbrennenden Phosphor als eudiometrische Mittel vor; Volta *) benutzte schon 1778 das Wasserstoffgas als solches. Wir übergehen hier die anderen zahlreichen Vorschläge, welche damals noch gemacht wurden, und namentlich die im jetzigen Jahrhundert veröffentlichten; unter den ersteren sind manche, welche erst viel später wieder als neue vorgebracht wurden; so gab schon 1784 ein Spanier Luzuriaga an, sie durch Schütteln mit Bleikörnern vollständig zu zerlegen.

*) Alexander Volta, geboren zu Como 1745, wandte sich früh den Naturwissenschaften und namentlich der Untersuchung der Elektrizität zu. Seine Entdeckungen des Elektrophors (1775), des Condensators (1782), der nach ihm benannten Säule (1800) u. A. machen seinen Namen unsterblich. — Seit 1774 war Volta Professor der Physik zu Pavia; 1801 von Napoleon nach Paris berufen, wurde er von diesem zum Grafen ernannt und in jeder Weise ausgezeichnet. Nach dreißigjährigem Wirken an der Universität zu Pavia gab er seine Lehrstelle auf; zum Senator des damals bestehenden Königreichs Italien ernannt, beschäftigte er sich jetzt weniger mit naturhistorischen Untersuchungen. 1815 wurde ihm das Amt eines Directors der philosophischen Studien zu Pavia übertragen. Seine letzten Jahre verlebte er zu Como, wo er 1826 starb. Seine Schriften, soweit sie für die Chemie speciell Interesse haben, sind: *Proposizioni ed esperienze di aerologia* (1776), und *Lettera sull' aria infiammabile nativa delle paludi* (zuerst 1776 erschienen); chemische Abhandlungen von ihm finden sich noch in Brugnatelli's *Annali di Chimica*. Eine Collezione delle opere del conte Alessandro Volta erschien 1816 in fünf Bänden, durch Vincenzo Antinori besorgt.

Benennungen des
Sauerstoff.

Was die Benennungen des Sauerstoffgases betrifft, so bezeichnete es Priestley (1775) als dephlogistisirte Luft, welchen Namen die meisten Anhänger der Phlogistontheorie, namentlich Macquer, beibehielten. Scheele nannte es in seiner »Abhandlung von Luft und Feuer« (1777) Feuerluft. Condorcet, welcher die geschichtliche Einleitung zu den Memoiren der Pariser Akademie damals schrieb, führte 1775 den Namen air vital, Lebensluft, dafür ein. Andere bezeichneten das Sauerstoffgas als principium sorbile, das absorbirbare Princip der Luft, im Gegensatz zu dem Stickstoff; so namentlich der Britte Lubbock (1784). Lavoisier bezeichnete es anfangs als die Luft, welche Priestley dephlogistisirte nenne, oder durch Umschreibungen, so 1775 als le principe, qui se combine avec les métaux pendant leur calcination; 1777 brauchte er dafür den Namen air eminentement respirable. In einer Abhandlung über die Säuren, 1778, sagte er, er wolle den gemeinsamen Bestandtheil derselben, die sogenannte dephlogistisirte Luft, principe acidifiant, oder, wenn man einen griechischen Ausdruck vorziehen sollte, principe oxygène nennen; doch brauchte er 1780 wieder die Bezeichnung air vital dafür. In einer Abhandlung über die Kohlensäure, welche sich in den Memoiren der Pariser Akademie für 1781 findet, kündigte er wiederum an, er werde die Substanz, welche mit den Metallen Kalke und mit mehreren brennbaren Körpern Säuren bilde, künftig Oxygène nennen, und seit dieser Zeit ist dieser Ausdruck in dem antiphlogistischen Systeme in Gebrauch.

Theoretische An-
sichten über den
Sauerstoff.

Die theoretischen Ansichten über den Sauerstoff waren in der ersten Zeit nach seiner Entdeckung sehr verworren. Priestley glaubte, das Sauerstoffgas enthalte weniger Phlogiston, als die atmosphärische Luft; bei dem Verbrennen und Athmen nehme es Phlogiston auf und werde dadurch bald zu Stickgas, bald zu Kohlensäure, welche beiden letzteren Substanzen viele der damaligen Chemiker für Verbindungen aus Sauerstoff und Phlogiston hielten. Allein er hatte noch eigene Gedanken über die eigentliche Zusammensetzung des Sauerstoffgases; zuerst meinte er, es sei ein Product der Vereinigung von einem erdartigen Körper mit Salpetersäure und wenig Phlogiston; dann, es bestehe aus Salpetersäure, die durch Wärmestoff oder sonst etwas umgeändert sei; nachher, es enthalte wenig Phlogiston, eine, vielleicht eisenartige, Erde und ein Element, welches sowohl in der Salpeter- als in der Schwefelsäure enthalten sei; und zuletzt ver-

warf er alle diese Meinungen. — Scheele betrachtete das Sauerstoffgas zuerst (1777) als einen Bestandtheil der Wärme (vergl. Seite 201 f.), zugleich aber auch als zusammengesetzt aus einem sauren Princip und Phlogiston; bei der Verbrennung vereinige sich alles hinzutretende Sauerstoffgas mit dem aus dem brennenden Körper entweichenden Phlogiston zu Wärme. Später (1785), nachdem Lavoisier's Fundamentalversuche einer neuen Theorie der Verbrennung ihm bekannt geworden waren, modificirte Scheele seine Ansicht dahin, daß er jetzt in dem Sauerstoffgas auch Wasser als constituirenden Bestandtheil annahm; dieses trete bei dem Verbrennen und dem Verkalken an die verbrennlichen Körper (vergleiche Seite 261 f. im I. Theile). — Bergman meinte zuerst, der Sauerstoff bestehe aus fixer Luft und einem unbekanntem Element, welches große Neigung zur Verbindung mit Phlogiston habe; bei der Verbrennung trete das Phlogiston aus dem verbrennlichen Körper an dieses Element, und die fixe Luft (Kohlensäure), deren Auftreten bei so vielen Verbrennungen beobachtet werde, bleibe übrig. Später entwickelte er eine seltsame Ansicht, worin er Scheele's Theorie mit eigenen Ideen vereinigte; Licht, Wärme, Sauerstoffgas, fixe Luft, Stickgas und Salpetergas sollten nur Verbindungen des Phlogistons mit Salpetersäure in verschiedenen Verhältnissen sein; Salpetersäure könne sich mit wenig Phlogiston vereinigen, so daß die Verbindung wegen eines Wassergehalts nur schwache Stabilität habe, und das sei das Salpetergas; bei mehr Phlogiston und innigerer Vereinigung entstehe die fixe Luft; aus dieser entstehe durch Aufnahme von noch mehr Phlogiston das Stickgas; bei Zutreten von noch mehr entstehe das Sauerstoffgas, welches in Verbindung mit noch mehr Phlogiston Wärme und Licht bilde. — Nach Einigen sollte der Sauerstoff Wasser sein, das mit Feuermaterie verbunden sei, nach Anderen Wasser, welches seines Phlogistons beraubt sei. Es lassen sich unmöglich hier alle Ideen zusammenstellen, welche man damals über das Sauerstoffgas hegte, und welche mit Hartnäckigkeit gegen Lavoisier's von Anfang an aufgestellte Ansicht vertheidigt wurden, das Sauerstoffgas sei ein besonderer, für einfach zu haltender Körper, welcher durch Wärme in Gaszustand versetzt sei. (Wie man den Sauerstoff als einen Bestandtheil besonderer Körperklassen erkannte, ist bereits oben bei der Geschichte der Säuren (Seite 17), Alkalien und Erden (Seite 60) und Dryde (Seite 146 dieses Theiles) angegeben worden.

Theoretische Ansichten über den Sauerstoff.

Nähere Erkennt-
niß des Stick-
stoffs.

Eine ähnliche Confusion, wie in den theoretischen Ansichten über den Sauerstoff, herrschte bei den Phlogistikern darüber, als was das Stickgas zu betrachten sei. Wir sahen oben, daß dieser Stoff—welchen schon *Mayow* (Seite 194) 1669 aus der atmosphärischen Luft durch Absorption der in ihr durch Verbrennung erzeugten Kohlensäure, und *Hawesbee* (S. 196) 1710 aus der Luft durch die Einwirkung glühender Metalle dargestellt hatten — von *Rutherford* (Seite 200) 1772 als eine eigenthümliche Luftart erkannt wurde. *Priestley* und genauer *Scheele* und *Lavoisier* untersuchten sie zunächst; sie fanden sie leichter als gemeine Luft und ermittelten ihr Verhalten zu anderen Körpern. Sie bereiteten das Stickgas aus atmosphärischer Luft durch Absorbirenlassen des Sauerstoffs. *Fourcroy* entdeckte es (1788) in den Schwimmblasen von Fischen und zeigte, daß es ein Bestandtheil aller thierischen Stoffe sei, was namentlich *Berthollet* (1791) bestätigte, welcher auch zur Gewinnung desselben das Erhitzen von thierischen Theilen mit Salpetersäure vorschlug.

Benennungen des
Stickstoffs.

Die Gasart nun, welche mit Sauerstoff die atmosphärische Luft constituirte, nannte *Priestley* (1775) phlogistisirte Luft, *Scheele* (1777) verdorbene Luft. Dst wurde sie auch, wie die Kohlensäure, mit welcher sie die erstickende Eigenschaft theilt, mephitische Luft genannt. Nach der Entdeckung, daß sie in die Zusammensetzung der Salpetersäure eingeht, schlug *Chaptal* dafür den Namen Nitrogène vor; nachdem man sie in dem Ammoniak als Bestandtheil kennen gelernt hatte, wollte sie *Fourcroy* Alcaligène genannt wissen. *Lavoisier* bezeichnete sie anfangs als *mofette atmospherique*, seit der Einführung der neuern Nomenclatur aber (1787) als *Azote*.

Diese letzte Benennung (aus dem α privativum und $\zeta\omega\tau\iota\kappa\acute{o}\varsigma$, das Leben erhaltend, gebildet) wählte *Lavoisier*, um an die erstickende Eigenschaft des fraglichen Gases zu erinnern. Das Wort *Azot* ist indeß in der Chemie schon viel länger gebraucht, aber in einem andern Sinne. Unter *Azot*, *Azoth* oder auch *Azoc* (denn so verschieden wird das Wort geschrieben) verstanden die Alchemisten die hypothetische Substanz, welche sonst *Mercur der Weisen* heißt (vergl. Seite 224 f. im II. Theil); seltener den Körper, welchen man aus dem *Mercur der Weisen* darstellen wollte, den *Stein der Weisen* selbst. Das Wort *Azoth* findet sich in den alchemistischen Schriften seit dem 13. Jahrhundert; es ist ungewiß, woher es stammt.

Nach Einigen soll es ein chaldäisches, oder hebräisches, oder arabisches Benennungen des Stickstoffs. Wort sein, welches ganz dasselbe bedeute, wie Quecksilber, und Libavius führte zur Unterstützung dieser Meinung an, daß die Spanier zu seiner Zeit das Quecksilber manchmal Azogue, offenbar aus Azoc entstanden, genannt hätten, welches Wort von den Arabern ihnen zugekommen sei. Andere leiten es so ab, daß der Mercur der Weisen, als der Erzeuger des Steins der Weisen und somit als Inbegriff alles Heils (vergl. die Geschichte der Alchemie im II. Theil, Seite 182), durch den Anfangsbuchstaben fast aller Alphabete (A) und die letzten Buchstaben des lateinischen, griechischen und hebräischen Alphabets (Z, O, TH) bezeichnet worden sei, um ausdrücklich anzudeuten, daß er alles Andere in sich enthalte. Wieder Andere meinen, das Wort komme aus dem Griechischen, und der Mercur der Weisen sei nach seiner wirklichen Darstellung das *μυστήριον ἄζωτον* (*secretum denudatum*, enthülltes Geheimniß) genannt worden, abgekürzt Azot. — Das Wort wird übrigens in einigen alchemistischen Schriften sehr willkürlich gebraucht; so bedeutet es bei Paracelsus manchmal ein Hülfsmittel gegen Zauberei, welches so kräftig sei, daß man selbst den Teufel damit verjagen könne, und in einer andern Schrift, welche Paracelsus Azoth betitelt hat, soll ihm (nach Aussage der nächsten Nachfolger des Verfassers) der Collectivbegriff der Entstehung, des Falles und der Wiederauferstehung des Menschengeschlechts untergelegt sein. Der Gebrauch des Wortes als eines mit »Mercur der Weisen« gleichbedeutenden war indeß der bei weitem häufigere.

Wir wollen schon an diesem Orte die verschiedenen Ansichten über die Theoretische Ansichten über den Stickstoff. Constitution des Stickstoffs einschalten, obgleich diese wesentlich durch die erst nachher zu besprechende Entdeckung des Stickstoffgehalts in der Salpetersäure (1784) und im Ammoniak (1785) bedingt wurden.

Die früheste Ansicht über die Natur des Stickgases war die, daß es aus atmosphärischer Luft oder aus Sauerstoffluft bestehe, welche mit Phlogiston überladen sei (die atmosphärische Luft selbst hielt man für theilweise phlogistifirtes Sauerstoffgas). Diese Ansicht, welche sich der seither herrschenden anschloß, daß die Luft durch Aufnahme von Phlogiston aus athmenden Thieren oder brennenden Substanzen zur weitem Unterhaltung dieser Prozesse unfähig gemacht werde — sprach Priestley 1774 aus, und die meisten Anhänger der Phlogistontheorie folgten ihm. Die Ver-

Theoretische Ansichten über den Stickstoff.

wirrung, welche über Kohlensäure und Stickgas herrschte (beide bezeichnete man, wie schon bemerkt, als mephitische Luft), trug wesentlich dazu bei, daß diese falsche Annahme sich länger erhielt, als es sonst wohl der Fall gewesen wäre. Gren suchte 1786 zu zeigen, daß ein gewisses Volum Luft bei der Aufnahme von Phlogiston (indem man z. B. Phosphor in ihm verbrenne) nothwendig kleiner werden müsse, da eine Gewichtsverminderung durch Aufnahme des negativ schweren Phlogistons (vergl. Seite 150) mit einer Volumsverminderung verbunden sein müsse. Meist nahm man an, es bilde sich Kohlensäure, wenn mehr Phlogiston, Stickgas, wenn weniger davon sich mit reiner Luft vereinige; so meinte z. B. Watt zu jener Zeit, und damit stimmte Volta's Ansicht überein, wonach der Stickstoff aus der Ueberfättigung der Kohlensäure mit Phlogiston hervorgehen sollte. Cavendish, welcher 1784 fand, daß sich aus der Vereinigung des Stickgases mit dem Sauerstoff Salpetersäure bildet, war der Meinung, nach der phlogistischen Theorie lasse sich die Erscheinung so erklären, daß man den Stickstoff als phlogistisirte Salpetersäure betrachte; wie die Schwefelsäure durch Aufnahme von Phlogiston in schweflige Säure und Schwefel übergehe, welcher letztere sein Phlogiston an freier Luft bei gewöhnlicher Temperatur nicht abgebe, so bilde die Salpetersäure entsprechend durch Verbindung mit Phlogiston salpetrige Säure und Salpetergas und Stickstoff. Auch Bergman und Scheele waren der Ansicht, der Stickstoff sei Salpetersäure, welche durch Aufnahme von Phlogiston luftförmig gemacht worden sei.

Die Ansichten der Antiphlogistiker in Betreff dieses Gegenstandes waren von Anfang an viel klarer. Zwar äußerte Lavoisier 1774 bei Gelegenheit, daß er die Zusammensetzung der gemeinen Luft aus zwei verschiedenen Gasarten besprach, er vermuthete, daß der Bestandtheil der Luft, welcher das Athmen nicht unterhalten könne, selbst sehr zusammengesetzt sei, allein er behandelte ihn doch in seinen folgenden Arbeiten stets als einen einfachen Körper, und in der antiphlogistischen Nomenclatur (1787) wurde er den Elementen zugerechnet.

Angebl. Verw. d. Wassers in Stickgas.

Zweifel an der chemischen Einfachheit des Stickstoffs veranlaßten indess damals bei mehreren Chemikern die Beobachtungen, welche man über eine anscheinende Verwandlung des Wassers in Stickgas gemacht hatte. Priestley hatte 1774 gefunden, daß, wenn man Wasserdämpfe durch eine glühende irdene Röhre leitet, (unreines) Stickgas zum Vorschein kommt. Diese

Versuche wurden vielfach wiederholt; Westrumb folgerte 1785 daraus, das Wasser gehe durch Vereinigung mit Feuermaterie in Stickgas über; ebenso Achard zu derselben Zeit. Auch Trommsdorff 1792, Wieg-
 leb 1796, Wurzer 1798 und Andere glaubten an diese Verwandlung des Wassers in Stickgas, und wollten diese auch beobachtet haben, wenn sie Wasserdämpfe durch glühende Glas- oder Metallröhren streichen ließen, obgleich von Hauch schon 1793 und abermals 1799 zeigte, daß dieser Erfolg nur bei der Anwendung von porösen Röhren, nicht bei der von metallenen oder gläsernen, wenn man auch poröse Thonröhren in diese hineinlegt, stattfindet. Deimann, Paets van Troostwyk und Lauwerenburgh erklärten bereits 1798 die Erscheinung als darauf beruhend, daß Luft in die poröse Röhre von außen eindringe und zwar mehr Stickgas, als die atmosphärische Luft enthalte, weil ihr Sauerstoffgehalt vorher durch die glühenden Kohlen, womit man die poröse Röhre umgebe, vermindert werde. Girtanner suchte hingegen 1800 zu zeigen, die Bildung von Stickgas beruhe darauf, daß die erdige Substanz der Röhre dem Wasser Sauerstoff entziehe; Stickstoff sei aus Wasserstoff und Sauerstoff zusammengesetzt, enthalte aber von dem letztern weniger, als Wasser. Dieser Meinung stimmten nur wenige Chemiker bei, von bemerkenswerthen Autoritäten nur der Mathematiker J. L. Mayer, welcher sich schon früher in gleichem Sinne geäußert hatte und 1800 berechnen wollte, daß 100 Stickstoff aus 79 Sauerstoff und 21 Wasserstoff bestehen. Die holländischen Chemiker zeigten hierauf nochmals 1800 die Ursache der anscheinenden Stickstoffbildung und die Unrichtigkeit der Girtanner'schen Ansicht, und ihr Ausspruch wurde durch den Berthollet's und die Zustimmung fast aller Chemiker bestätigt.

So endigte dieser Streit, in welchem noch die Namen vieler Chemiker figurirten, deren Aufzählung hier zu weitläufig sein würde. Der Stickstoff wurde jetzt fast allgemein für eine chemisch einfache Substanz gehalten, bis H. Davy (1808) bei Versuchen über die Einwirkung des Kaliums auf das Ammoniak zu der Vermuthung kam, der Stickstoff enthalte Sauerstoff. Wenn Davy aber auch diese Vermuthung zu einer Zeit mit ziemlicher Zuversicht aussprach, so bekannte er doch auch bald, daß sie starke Zweifel zulasse, und Versuche, welche er 1809 über die Zerlegung des Stickgases anstellte, gaben kein für diese Vermuthung günstiges Resultat. Doch schien diese mehreren Chemikern ziemlich begründet, namentlich da jetzt in

Angebliche Ver-
 wandlung des
 Wassers in Stick-
 gas.

Theoretische Ansichten
über den Stickstoff.

den fixen Alkalien ein Sauerstoffgehalt nachgewiesen war, den man nun auch in dem Ammoniak der Analogie wegen voraussetzte, und da dieses sich nur in Stickstoff und Wasserstoff zerlegen läßt, so suchte man den Sauerstoffgehalt in dem erstern dieser Bestandtheile, oder in beiden. Auch die Bildung des Ammoniumamalgams (vergl. daselbst) betrachtete man als unzweifelhaft auf einer Reduction des Ammoniaks beruhend, und als einen Beweis für den Sauerstoffgehalt desselben. Berzelius namentlich, auf diese und hauptsächlich noch auf stöchiometrische Betrachtungen gestützt, stellte 1810 die Hypothese auf, Wasserstoff und Stickstoff seien Drydationsstufen eines und desselben metallischen Körpers, des Ammoniums; diese Vermuthung vertauschte er bald mit einer andern, wornach der Stickstoff das erste Dryd eines hypothetischen Körpers, des Nitricums, sein sollte. Ich werde auf diese Ansichten, welche Berzelius selbst um 1820 gegen die jetzt noch herrschende, wonach der Stickstoff ein chemisch einfacher Körper ist, aufgegeben hat, weiter unten bei der Geschichte des Ammoniaks noch einmal zurückkommen.

Wenden wir uns jetzt dazu, wie man den Stickstoff als einen Bestandtheil der Ammoniak- und der Salpetersäureverbindungen erkennen lernte und wie diese Verbindungen selbst bekannt wurden.