

zunahme könne nicht von den Gefäßen u. s. w. herrühren, heißt es dann: *L'augmentation de poids tombe donc uniquement sur la litharge; et c'est un vrai paradoxe chymique, que l'expérience met cependant hors de doute. Mais s'il est facile de constater ce fait, il ne l'est pas autant d'en rendre une raison satisfaisante; il échappe à toutes les idées physiques que nous avons, et ce n'est que du temps, qu'on peut attendre la solution de cette difficulté.*

Ueber den Luftzutritt
bei der Verbrennung
und Verkalkung.

Und doch lagen seit längerer Zeit zahlreiche Beobachtungen vor, welche auf die richtige Erklärung dieser Erscheinung, welche auf eine richtigere Theorie der Verkalkung und der Verbrennung überhaupt nothwendig hätten hinführen müssen, wenn nicht die meisten und bedeutendsten Chemiker bis in die zweite Hälfte des vorigen Jahrhunderts von der seit lange herrschenden Ansicht befangen gewesen wären, die Verbrennung sei eine Zerstörung, ein Körper verbrenne indem er sich auf eine gewisse Art zerlege, in der Verbrennung und der ihr analogen Verkalkung habe eine Analyse statt. Für unmöglich galt damals, daß die Verbrennung ein synthetischer Proceß sein könne, daß in ihr aus dem verbrennlichen Körper sich nichts ausscheide, sondern daß mit ihm im Gegentheil sich etwas verbinde; daß die Verbrennung gerade in der Bildung einer Verbindung bestehe. Dieses Vorurtheil der Chemiker, erzeugt durch die Ansicht früherer Philosophen, daß Verbrennung eine Ausschcheidung der elementaren Feuermaterie sei, ließ alle Beobachtungen unbeachtet bleiben oder falsch deuten, welche darauf hinwiesen, in der Verbrennung gehe eine Verbindung vor sich, und zwar eine Verbindung des verbrennlichen Körpers mit Luft oder einem ihrer Bestandtheile; obgleich viele Thatsachen über die Nothwendigkeit des Zutritts der Luft bei der Verbrennung und Verkalkung seit langer Zeit constatirt waren.

Die Abhängigkeit des Brennens von der Luft, die Verstärkung des Feuers durch Zuführung von Luft, ist seit den ältesten Zeiten bekannt. Von den früheren Meinungen, welche man sich über die Wirkung der Luft bei der Verbrennung und der Verkalkung bildete, wollen wir hier nur einige anführen, die in Bezug auf eigentliche chemische Thatsachen geäußert wurden. Geber schreibt vor, die Verkalkung des Quecksilbers in einem offenen Gefäße vorzunehmen, damit die Feuchtigkeit des Metalls entweichen könne (Seite 104), und ebenso glaubt Albertus Magnus, der Zusatz von Glas zu einem Metalle verhindere die Verkalkung, indem

Frühere Ansichten.

es das Entweichen eines Dunstes aus dem Metalle abhalte (Seite 104 f.). Frühere Ansichten.
 Hier ist also schon die Ansicht ausgesprochen, daß sich die Luft bei der Verbrennung und Verkalkung passiv verhalte, daß sie nur zur Aufnahme eines Stoffes diene, welcher aus dem verbrennlichen Körper bei der Verbrennung entweiche.

Diese Ansicht erhielt sich lange, bis in das 18. Jahrhundert, obgleich schon in dem 17. verschiedene richtigere Erklärungen und ausgezeichnete Beobachtungen über das Verhalten der Luft bei der Verbrennung veröffentlicht wurden. Rey, Hooke und Mayow gaben die ersteren, Boyle zog aus geschickter angestellten Versuchen weniger richtige Folgerungen.

Rey*) wurde zur Untersuchung dieses Gegenstandes durch eine Anfrage eines gewissen Brun, Apothekers zu Bergerac, veranlaßt. Dieser theilte dem Erstern mit, er habe bei einer sechsständigen Calcination von 2 Pfund 12 Loth des feinsten englischen Zinns eine Gewichtszunahme von 14 Loth gefunden, bei der gleichen Behandlung von 6 Pfund Blei aber habe dieses um 12 Loth an Gewicht abgenommen; welche Erscheinungen den ihm bekannten Gelehrten unerklärlich seien. Rey beantwortete diese Anfrage in seinen *Essays sur la recherche de la cause, pour laquelle l'Estain et le Plomb augmentent de poids, quand on les calcine* (1630). Dieses Buch ist in 28 Abschnitte getheilt, von welchen die ersten 15 Theoreme behandeln, deren Feststellung nöthig ist, um das vorgelegte Problem zu lösen; dieses letztere geschieht in dem 16., welcher Folgerungen aus den 15 vorhergehenden enthält; in den 12 letzten widerlegt Rey die seiner Ansicht entgegengesetzten Meinungen. In dem 1. Abschnitt zeigt er, daß alles Materielle unter dem Himmel Schwere habe; in dem 2., daß es in der Natur überhaupt nichts absolut Leichtes gebe; in dem 3., daß somit eine natürliche Bewegung von der Erde weg nicht zu denken sei. In dem 5. Abschnitt spricht er davon, daß auch Luft und Feuer schwer seien (vergl. den

Rey's Ansichten
über die Verkalkung

*) Jean Rey war gegen das Ende des 16. Jahrhunderts zu Bugues (Departement der Dordogne) geboren. Er war Arzt, beschäftigte sich aber auch vorzüglich viel mit physikalischen und chemischen Studien, denen er nur in den letzten Jahren seines Lebens durch häusliche Unfälle und die Verfolgung eines Criminalprocesses entzogen wurde. Er starb 1645; von seinen *Essays*, welche im Ganzen nur wenig bekannt wurden, veranstaltete 1777 Sobet einen neuen Abdruck.

Rey's Ansichten
über die Verkalkung.

Abschnitt über Gase in diesem Theil); in dem 6., daß die Schwere so fest mit allen Körpern vereinigt sei, daß diese auch noch ihr ursprüngliches Gewicht behalten, wenn sie mit einander in Verbindung treten. Der 7. Abschnitt handelt von der Verwandlung des Wassers in Luft (Dampf); der 8. lehrt, daß kein Körper absolut schwer ist, sondern immer nur in Bezug auf einen andern, zu welchem er hingezogen wird. Im 9. Abschnitt bespricht er, daß die Luft schwerer werden kann durch Zutritt einer Materie, welche schwerer ist, als sie selbst; im 10. und 11., daß dies auch geschehen kann durch Compression oder durch Abscheidung der minder schweren Theile der Luft; der 12., 13. und 14. Abschnitt handeln von der Wirkung des Feuers auf die Körper und namentlich auf das Wasser und die Luft; in dem 15. zeigt Rey, wie die Luft an Gewicht abnehmen kann. In dem 16. Abschnitt beantwortet er dann die Frage, warum Blei und Zinn beim Verkalken an Gewicht zunehmen: *A cette demande doncques, appuyé sur les fondements jà posez, je responds et soustiens glorieusement que ce surcroît de poids vient de l'air, qui dans le vase a esté espessi, appesanti, et rendu aucunement adhesif par la vehemente et longuement continue chaleur du fourneau, lequel air se mesle avec la chaux et s'attache à ses plus menus parties.* Rey leitet also die Gewichtszunahme von dem Zutritte der Luft an den Metallkalk ab, nicht an das Metall selbst; er erkennt nicht, daß der Metallkalk nichts Anderes als eine Verbindung von Metall mit Luft ist. Seinem eigenen Gleichniß zufolge, macht die Luft den Kalk schwerer, wie Sand an Gewicht zunimmt, wenn sich Wasser daran hängt. Wie er in dem 17. Abschnitt seines Buches zeigt, kann nicht das Lebloswerden oder Sterben der Metalle, was Cardan (Seite 119) geglaubt hatte, die Ursache der Gewichtszunahme sein; auch nicht die Ausscheidung der Lufttheilchen, was Scaliger (Seite 120), und nicht eine Art Ruß, was Casalpinius angenommen hatte, wie er im 18. und 19. Abschnitt darthut. Im 20. bis 24. Abschnitt legt er dar, daß die Gewichtszunahme nicht von dem Gefäße, nicht von Kohlendämpfen, nicht von einem flüchtigen Salze der Kohlen, nicht von einem flüchtigen mercurialischen Salze, nicht von der Absorption von Feuchtigkeit herrühren könne; alle diese Meinungen, zeigt er im 25. Abschnitt, werden durch den einfachen Versuch, daß Antimon, mit einem Brennglase calcinirt, gleichfalls Gewichtszunahme zeigt, widerlegt. Weßhalb das Zinn bei der Verkalkung nicht in's Unendliche an Gewicht

zunehme, bespricht er im 26. Abschnitt, und erklärt dies dadurch, daß der Kalk einer Sättigung mit Luft fähig sei. *L'air espaisi s'attache à la chaux, et va adhérent peu à peu jusqu'aux plus minces de ses parties; ainsi son poids augmente du commencement jusqu'à la fin. Mais quand tout en est affublé, elle n'en sçaurait prendre davantage. Ne continuez plus vostre calcination sous cet espoir; vous perdriez vostre peine.* Nachdem er nun noch im 27. Abschnitt erörtert hat, warum andere (nicht metallische) Kalke und Asche nicht an Gewicht zunehmen, fragt er sich im 28., in Bezug auf Brun's Beobachtung (Seite 131), ob das Blei gleichfalls diese Gewichtszunahme bei der Verkalkung zeige. Er bejaht diese Frage, auf vielfache Erfahrungen gestützt, und vermuthet, in Brun's Versuche mit entgegengesetztem Erfolge möge das angewandte Blei unrein gewesen sein.

Rey's Ansichten
über die Verkalkung.

Ich habe über dieses Werk von Rey hier vollständigere Angaben mitgetheilt, weil es ein Muster ausgezeichnete Untersuchung aus der damaligen Zeit ist, und die erste Annäherung zur bessern Erklärung einer Erscheinung, deren richtiges Verständniß später auf das ganze System der Chemie reformirend einwirkte.

Rey hatte den Einfluß der Luft ausschließlich auf die Verkalkung in Erwägung gezogen; bald nach ihm gab Hooke*) eine Erklärung für die Mitwirkung der Luft bei der Verbrennung überhaupt. In seiner *Micrographia* (1665) theilte er die Grundzüge einer Verbrennungstheorie mit, welche indeß so allgemein gehalten ist, daß man daraus weder die Richtigkeit seiner Kenntnisse, was die wichtigsten Einzelheiten angeht, noch die Versuche, auf welche hin er sich seine Ansichten gebildet haben mag, mit Sicherheit beurtheilen kann. Nach Hooke befindet sich in der Luft eine gewisse Substanz, welche mit der im Salpeter fixirten ähnlich, wo nicht identisch, ist. Diese Substanz hat die Eigenschaft, alle verbrennlichen Körper aufzulösen, aber nur, wenn ihre Temperatur hinlänglich erhöht ist. Diese Auflösung geht alsdann mit solcher Geschwindigkeit vor sich, daß Feuer entsteht, welches seiner Meinung nach eine bloße Bewegungserscheinung ist. Das Product der Auflösung kann luftförmig oder

Hooke's Ansichten

*) Robert Hooke war 1635 auf der Insel Wight geboren. Er bezog 1653 die Universität Oxford, und wurde hier mit Boyle bekannt, welchem er bei seinen chemischen Untersuchungen behülfslich war. 1662 wurde er Mitglied der Royal Society, und 1667 Secretär dieser Gesellschaft. Er starb 1702.

Hooke's Ansichten.

flüssig oder fest sein. In dem Salpeter ist jenes Lösungsmittel stark fixirt, so daß in einem gewissen Raume dieses Körpers ungleich mehr davon enthalten ist, als in einem gleichen Raume Luft. Die Verbrennung hört in einem geschlossenen Raume bald auf, sobald nämlich die hierin enthaltene Menge von Lösungsmittel mit verbrennlichem Stoffe gesättigt ist; die Verbrennung aber dauert fort und kann lebhafter gemacht werden bei freiem Zutritt oder vermehrter Zuführung von Luft, d. h. von neuem Lösungsmittel. Hooke versprach, diese Theorie bald weitläufiger zu entwickeln, was indeß nicht geschehen ist. Seine Andeutungen scheinen weniger eine richtige Vorstellung davon, wie die Luft bei der Verbrennung wirkt, einzuschließen, als einer späteren, namentlich in Stahl's Schule eifrig vertretenen, Ansicht vorzugreifen, nach welcher die Luft bei der Verbrennung sich nur passiv verhält, nur zur Aufnahme (nach Hooke zur Auflösung) des Brennbarern dient.

Mayow's Ansichten.

Hooke's Ansichten finden sich erweitert bei Mayow*) wieder. Dieser bezeichnet in seinem Tractatus de sal-nitro et spiritu nitro-aëreo (1669) das Auflösungsmittel, welches Hooke in der Luft und in dem Salpeter annahm und als das die Verbrennung wesentlich Bedingende ansah, als spiritus nitro-aëreus, an das zweifache Vorkommen desselben, in der Luft und in dem Salpeter, erinnernd (vergl. die Ansichten über die Atmosphäre in diesem Theile). Er nahm an, jede Verbrennung sei durch den Zutritt dieses spiritus bedingt; das Erlöschen der Flamme im geschlossenen Raum finde nicht deßhalb statt, weil die vorhandene Luft mit Dämpfen aus dem brennenden Körper übersättigt werde, sondern es trete ein, wenn der in der vorhandenen Luft enthaltene spiritus nitro-aëreus absorbiert sei. Daß ein Körper brenne, dazu gehöre nicht nur, daß er brennbare Theile (Mayow bezeichnete diese noch als particulas sulphureas) enthalte, sondern auch, daß diese bei ihrem Austreten den spiri-

*) John Mayow war 1645 in der Grafschaft Cornwall geboren. Er studierte anfänglich die Rechte, später die Arzneiwissenschaft zu Orford, und ließ sich als praktischer Arzt in Bath nieder, wo er 1679 starb. Von ihm erschienen 1668 Tractatus duo, de respiratione prior, alter de rhachitide, und 1669 Tractatus quinque medico-physici, 1) de sale nitro et spiritu nitri aëreo, 2) de respiratione, 3) de respiratione fetus in utero et ovo, 4) de motu musculari et spiritibus animalibus, 5) de rhachitide. Gesammelt wurden seine Schriften 1681 als opera omnia medico-physica. (Eine deutsche Uebersetzung durch J. Köllner erschien 1799.)

tus nitro-aëreus vorfinden: ad materiae cujusque sulphureae accen-Mayow's Ansichten. sionem requiritur, ut particulae igneo-aëreae ab aëre aut a nitro, ei prius admixto, suppeditentur. Die Feuererscheinung beruht darauf, daß die particulae nitro-aëreae bei dem Verbrennen, wo sie gebunden werden, in eine heftige Bewegung gerathen: ut particulae nitro-aëreae formam ignis induant, necessarium esse videtur, ut istae cum sale fixo, aut re aliqua alia strictius combinentur; quo eadem violenter et cum impetu elastico a conjuge sua abruptae, in motum velocissimum concitentur. Die Verbrennung beruht in der Wechselwirkung der schwefligen Partikeln des verbrennlichen Körpers auf die salpetrigen Partikeln der Luft (doch scheinen ihm in dem Feuer, welches durch einen Brennspiegel erzeugt werden kann, die schwefligen Theilchen zu fehlen): Ignis nihil aliud est, quam particularum nitro-aërearum, sulphurearumque, mutuo se commoventium, fermentatio maxime impetuosa. Auch die Verkalkung betrachtet Mayow als eine Wirkung des spiritus nitro-aëreus, und hier spricht er ganz bestimmt aus, daß der Verkalkungsproceß in einer Verbindung dieses spiritus mit dem Metalle beruhe; auch die Gewichtszunahme bei der Verkalkung schreibt er dieser Verbindung zu (richtiger als Rey, welcher sie auf Rechnung einer Absorption der Luft durch den, schon gebildeten, Kalk schrieb): Neque illud praetereundum est, quod Antimonium, radiis solaribus calcinatum, haud parum in pondere augetur, uti experientia compertum est; quippe vix concipi potest, unde augmentum illud antimonii nisi a particulis nitro-aëreis ignisque ei inter calcinandum infixis procedat.

Eine ganz ähnliche Theorie stellte 1671 Willis auf, zunächst zur Willis' Ansichten. Erklärung der thierischen Wärme aus dem Athmungsproceß (vergl. den Abschnitt über die Erkenntniß der atmosphärischen Luft in diesem Theile), aber so gedrängt, daß seine Worte hier wohl eine Stelle verdienen. In seiner Exercitatio de sanguinis incalescentia sive accensione sagt er: Ut flamma accendatur maneatque accensa, libero, et indiscontinuo aëris accessu opus est; idque non solum, ut effluvia vaporosa, flammae suffocationem minantia, foras convehantur et perpetim decedant, attamen longe potius, ut pabulum nitrosum, propter cujusvis rei incendium necessario requisitum, ab aëre suppeditetur: Enimvero omnis ignis sublunaris, ac potissimum flamma, omnino conflatur a particulis sulphureis, e corpore combustibili confertim erum-

Willis' Ansichten. *pentibus, atque nitrosis, quae ubique in aëre scatent, iis in occursum datis.* Hier ist also eine Art gemischter Theorie, ähnlich wie sie später bei dem Streite zwischen der phlogistischen und der antiphlogistischen Theorie aufgestellt wurde; Willis schreibt die Verbrennung theilweise auf Rechnung des Austretens eines brennbaren Principis aus dem verbrennlichen Körper, theilweise auf Rechnung einer activen Mitwirkung eines Bestandtheils der Atmosphäre. Daß darin salpetrige Theilchen seien, beweist er wie *Mayow*.

Boyle's Versuche. Diese richtigeren Erklärungen machten damals keinen Eindruck auf die Chemiker, zum Theil deswegen, weil aus Versuchen, die mit jenen Erklärungsweisen im engsten Zusammenhange standen, die bedeutendsten Autoritäten ganz andere Folgerungen zogen. So hatte namentlich Boyle Beobachtungen angestellt, welche den Einfluß der Luft auf die Verbrennung und Verkalkung klar darlegten, allein seine vorgefaßte Ansicht über ponderable Feuermaterie ließ ihn das Wichtigste seiner Resultate geradezu verkennen. Die Abhandlungen Boyle's, welche hierauf Bezug haben, wurden schon oben (Seite 122) angeführt. In seinen Versuchen zeigte sich, daß Luft während der Verkalkung absorbiert wird, allein Boyle dachte nicht daran, das Gewicht dieser verschwundenen Luft als die Ursache der Gewichtsvermehrung, die bei der Verkalkung eintritt, anzusehen. Er stellte verschiedene Experimente an, wo er Zinn und Blei über Spirituslampen verkalkte; in einem derselben füllte er eine Unze Blei in eine Retorte, deren Hals er luftdicht verschloß, und erhitzte längere Zeit über der Spirituslampe; *eventus hic erat, quod, postquam metallum illud in flamma detentum fuerat per bihorium, sigillato retortae apice fracto, aër externus cum strepitu in eam irruit (indicio sane, vas omnino fuisse integrum), nosque insignem quantitatem plumbi invenimus; septem quippe fuerunt scrupula et amplius in calcem subcaesiam versa, quae una cum metalli residuo iterum appensa cum essent, deprehensum a nobis fuit, lucrum granorum sex hac operatione factum fuisse.* Allein Boyle sah in diesem Einströmen von Luft nur den Beweis, daß die Retorte luftdicht verschlossen war, daß die Gewichtszunahme also nur von dem Zutritte der Feuermaterie verursacht sein könne; dasselbe Experiment, welches er anstellte, gab hundert Jahre später die Grundlage einer neuen Theorie der Verkalkung ab, nachdem Lavoisier hinzugesügt hatte, das Gewicht der Retorte mit dem Blei vor dem

Verkalken, nach dem Verkalken vor dem Deffnen der Retorte und nach demselben zu bestimmen, was Boyle versäumt hatte, und diese Versäumniß allein konnte ihn auf seiner falschen Ansicht bestehen lassen. Boyle erkannte nicht, wie die Luft bei der Verbrennung eigentlich wirkt; obgleich er wohl wußte, daß ohne Zutritt von Luft keine Verbrennung möglich ist, was er besonders in seinen *New experiments touching the relation betwixt flame and air* (1672) darthat, wo er zeigte, daß in dem luftleeren Raum keine Verbrennung, selbst des Schwefels nicht, stattfindet; obgleich er bemerkt hatte, daß das Blei sich nur da verkalkt, wo es mit der Luft in Berührung ist, von welcher er deßhalb glaubte, sie enthalte einen besondern, von ihm als salinisch bezeichneten Bestandtheil, der zur Verkalkung des Bleies wesentlich mitwirke (vergl. atmosphärische Luft). Uebrigens ist Boyle der Erste, welcher richtig erkannte, daß die Metallkalke (der schweren Metalle) specifischer leichter sind, als die Metalle, aus welchen sie entstehen; eine Wahrheit, welche von mehreren seiner Vorgänger und Nachfolger außer Acht gelassen wurde, indem diese dem verkalkten Metalle ein größeres specifisches Gewicht als dem regulinischen zuschrieben, und die Zunahme des specifischen mit der Zunahme des absoluten Gewichts verwechselten (vergl. Seite 120, 126 und 128). In Bezug auf das eben besprochene Experiment über die Verkalkung des Bleies in einer Retorte sagt Boyle: *Adjiciam, me septem illa calcis scrupula examinasse, in aëre et aqua ponderando, ac deprehendisse, ut exspectabam, quod, quamquam gravitas metalli absoluta per flammae particulas firmiter ipsi adhaerentes fuerit adaucta, hoc tamen plumbi et extinctae flammae aggregatum multum gravitatis suae specificae amiserat.*

Die Anhänger der phlogistischen Theorie deuten den Einfluß, welchen die Luft auf die Verbrennung und Verkalkung ausübt, in einer Weise, die an die Meinungen der frühesten Alchemisten erinnert. Der Ansicht ähnlich, welche sich Geber und Albertus Magnus über den Proceß der Verkalkung und über die Mittel, sie zu verhindern, gebildet hatten (vergl. Seite 104), ist die Vorstellung Becher's über diesen Gegenstand; auch nach ihm verhält sich die Luft bei der Verbrennung passiv, sie nimmt die entweichenden schwefligen Theile des verbrennenden Körpers auf, mit ihrer Ausschließung wird die Bedingung hinweggenommen, unter welcher diese Theile sich ausscheiden können, und so die Verbrennung und Verkalkung verhindert (vergl. Seite 108 f.). — Ebenso weiß

Boyle's Versuche.

Becher's Ansichten.

Stahl's Ansichten. Stahl, daß in verschlossenen und von Luft befreiten Gefäßen gar keine Verkalkung stattfinden kann; *ferrum, regulus antimonii, cuprum, plumbum, ne stannum quidem, in exacte ocluso et pleno vase non comburuntur*, sagt er in seinem Specimen Becherianum, und in seinen »Gedanken und Bedenken von dem Sulphure« hebt er hervor, daß selbst der Körper, welchen er nahe als reines Phlogiston betrachtet, der Kienruß, bei abgehaltener Luft nicht verbrenne. Dies beruht nach ihm darauf, daß der Stoff fehlt, an welchen das Phlogiston treten kann, mit dessen Abscheidung aus dem verbrennlichen Körper die Verbrennung und Verkalkung verknüpft ist; aber Stahl hebt ausdrücklich hervor, daß die Luft hierbei keine Verbindung mit dem verbrennlichen Körper eingeht, denn ob die erstere überhaupt eine chemische Verbindung eingehen könne, sei nicht ausgemacht. Nachdem Stahl in dem Specimen Becherianum von den Körpern gesprochen hat, welche brennbare Verbindungen bilden können, meint er: *aliter sese habet cum aëre, de quo non ita exquisite constat, an revera, sive mixtiones sive compositiones, ingrediatur*. Der Zutritt der Luft bei der Verbrennung sei nothwendig, aber der Antheil, welchen sie daran nehme, sei passiver Art, und könne ebensowohl durch Wasferdampf geleistet werden, mittelst dessen sich gleichfalls die Flamme anfachen lasse: *ita ad flammam formandam absolute opus est aëre, aut ad minimum, aëris instar, elasticæ expansio halitu atque flatu aqueo*. Verbrennung mit Feuererscheinung ist nach Stahl nur ein besonderer Zustand des sich ausscheidenden Phlogistons, wenn sich die kleinsten Theilchen desselben in einer raschen Bewegung befinden, die von Stahl als ein *motus verticillaris* bezeichnet wird. Die Luft wirkt also bei der Verkalkung allgemein, indem sie das entweichende Phlogiston aufnimmt, bei eigentlichen Verbrennungen aber, indem durch sie zugleich den kleinsten Theilchen des Phlogistons der *motus verticillaris* mitgetheilt wird; das drückt Stahl, nach den *Fundamentis chemiæ dogmaticæ et rationalis*, auch so aus: *Aër excitat motum aetheris seu flammæ*, und nur in diesem Sinne heißt die Luft bei ihm auch die Seele des Feuers: *Aër ignis est anima; hinc, sine aëre nihil potest accendi vel inflammari*.

Boerhave's Ansichten.

In ähnlicher Weise erklärte Boerhave in seinen *Elementis Chemiæ* (1732) die Nothwendigkeit des Luftzutritts zur Unterhaltung der Verbrennung. Auch nach ihm wirkt hier die Luft nur mechanisch; von allen Seiten sich zudrängend, wirke diese auf den brennbaren Körper so ein, daß alle seine

kleinsten Theilchen in heftige Bewegung und starke Reibung kommen müssen. Boerhave berechnet das Gewicht der Luftsäule, welche auf eine mit verbrennlicher und angezündeter Substanz bedeckte Heerdplatte drückt, und sucht aus dem Flackern des Feuers nachzuweisen, daß diese Luftsäule immer emporgehoben werde und wieder falle, wie ein Hammer auf den Amboß; die hieraus hervorgehende Bewegung und Reibung muß nach ihm so lange mit Feuererscheinung stattfinden, bis alles fein Zertheilbare des brennbaren Körpers zerstört und entfernt ist. — Den Antheil, welchen die Luft an der Verkalkung der Metalle hat, kennt Boerhave, aber er schreibt die Verkalkung der unedlen Metalle an der Luft auf Rechnung gewisser salziger und schwefliger Theile, welche die Metalle angreifen, und an diesen Theilen sei die Luft in verschiedenen Ländern verschieden reich, einen Ueberfluß daran enthalte sie auf den Bermudischen Inseln. *Salibus et sulphuribus scatet aër. Nonne plumbum, cuprum, ferrum, ab aëris contactu motuque, assidue et cito, vertuntur in flores, calcem, scobem? hinc in ferruginem, aeruginem, cerussam abeunt? — — In America aër adeo efficax est rodendo, ut tegulas aedium, lapidea corpora, metalla fere omnia consumat; ut Britanni de aëre Bormudensi uno ore testantur.*

Boerhave's Ansichten.

So blieb die richtige Erklärung, in welcher Weise die Luft an der Verbrennung und Verkalkung Antheil nimmt, verkannt; in falschen Ansichten erschöpfte man sich, und wenn je einmal ein Chemiker eine richtigere Auslegung des Vorganges andeutete, so blieb seine Meinung unbeachtet. Wo nicht geradezu falsche Erklärungen über diesen Gegenstand gegeben sind, da beschränken sich die Schriftsteller bis zu dem letzten Viertel des 18. Jahrhunderts auf die einfache Angabe der Thatsache, daß Luftzutritt zur Verbrennung nothwendig ist. Die Wirkung der Lufttheilchen auf die brennbaren Bestandtheile eines verbrennlichen Körpers ist es z. B. nach Hales, Hales' Ansichten. in seinen *Vegetable Staticks* (1727), was das Feuer hervorbringt, ohne daß indeß das Wie? angegeben wäre: *The action and the reaction of the aerial and sulphureous (phlogistifischen) particles is, in many fermenting mixtures, so great, as to excite a burning heat, and in others a sudden flame; and it is, we see, by the like action and reaction of the same principles, in fuel and the ambient air, that common culinary fires are produced and maintained.*

Es stimmten also die Chemiker in Bezug auf die Constitution der

Metalle und auf die Verkalkung, was zugleich die Theorie der Verbrennung überhaupt in sich einschloß, seit 800 etwa darin überein, daß die Verkalkung der Metalle auf einer Austreibung gewisser Theile beruhe, welche im Anfang bald als schweflige, bald als feuchte bezeichnet werden, bis Stahl die Verkalkung als die Austreibung des Phlogistons hinstellte, und das regulinische Metall als eine Verbindung von Metallkalk und Phlogiston ansehen ließ. Fast allgemein anerkannt wurde sodann nach Stahl, die Luft wirke nur in der Art, daß sie zur Aufnahme des Phlogistons diene, welches, ohne einen solchen es aufnehmenden Körper vorzufinden, nicht aus der verbrennlichen Substanz austreten könne, und nebenbei bringe die Luft noch die feine Zertheilung des Phlogistons und sein Erscheinen im glühenden Zustande hervor. Unbeachtet blieben die Beobachtungen, welche noch eine andere Wirkung der Luft bei der Verkalkung anzudeuten schienen, wie z. B. die Wahrnehmung, welche Hales in seinen *Vegetable Staticks* (1727) mittheilte, daß Blei, welches zu Mennige verkalkt ist, bei starker Hitze eine große Menge Luft entweichen läßt; lediglich nach der Annahme, daß nur soviel Metall sich verkalken kann, als Luft vorhanden ist, um das aus dem Metall in der Hitze entweichende Phlogiston aufzunehmen, wurden die Versuche von Beccaria (1759) erklärt, daß Zinn und Blei, in verschlossenen Gefäßen erhitzt, um so mehr Kalk geben, je größer der übrige leere Raum in den Gefäßen noch war. Keinen Anstoß nahm man an der Erscheinung, daß der Metallkalk, der Bestandtheil, schwerer wiegt, als das Metall, die Verbindung, in welche der erstere eingeht. Das Factum der Gewichtszunahme bei der Verkalkung wurde von den Chemikern immer noch bald mit der Annahme eines Zutritts von Feuermaterie, nach Becher, Boyle und Lemeroy (Seite 121 ff.), oder eines hypothetischen, nicht näher bezeichneten, Stoffs aus der Luft, wie von Boerhave, Hales (Seite 128 und 127), u. A., bald durch Verwechslung des specifischen Gewichts mit dem absoluten, wie von Stahl's Schülern (Seite 128), zu erklären gesucht; nur die von Rey und Mayow angedeutete Erklärung, durch Annahme einer Luftabsorption, fand damals keine Vertreter. Viele Chemiker gegen 1770 bekümmerten sich gar nicht um die Erklärung dieser Erscheinung, welche noch stets nur als eine zufällige, aber jede Verkalkung begleitende, angesehen wurde; alle metallischen Substanzen, meint Baumé in seiner *Chymie experimentale et raisonnée* (1773), haben die Eigenschaft, nach der Verkalkung 10 bis 12 Procent schwerer zu wiegen, und ebenso, wie man diese

Fortdauernde Ver-
färbung der Luft bei
der Verbrennung
und Verkalkung.

Wachsthum der Ge-
wichtsverhältnisse.

Gewichtszunahme irrthümlich bei allen Metallen für nicht wesentlich verschieden hielt, betrachtete man sie auch als unerheblich für die Theorie der Verkalkung. Die Verbrennung und Verkalkung konnten die Chemiker nach ihrer Theorie erklären, und das genügte ihnen als Chemikern; die Gewichtsverhältnisse, welche dabei vorkommen, zu untersuchen, wurde als nicht in ihr Gebiet gehörig betrachtet; den Physikern überließ man es, eine Erklärung dafür zu geben, wie ein Körper ein größeres Gewicht zeigen kann, wenn er einen Bestandtheil verloren hat, wie ein Körper überhaupt wechselndes Gewicht zeigen kann. Für um so unerheblicher galt damals die Beachtung der Gewichtsverhältnisse und die Untersuchung, inwiefern sie mit einer Theorie übereinstimmen, als das Gewicht überhaupt für etwas Veränderliches gehalten wurde; in Bezug auf Verkalkung und Reduction der Metalle namentlich stand lange die Ansicht fest, wenn man ein gegebenes Gewicht Metall calcinire und wieder reducire, so erhalte man in der letzten Operation nie die ganze anfänglich angewandte Quantität Metall wieder. Dies hatten schon N. L e m e r y (Seite 123), S t a h l (Seite 127) u. A. behauptet, und M a c q u e r betrachtete es noch 1778 als eine außer allem Zweifel stehende Thatsache. Mit dieser Ueberzeugung von der Veränderlichkeit des Gewichts mußte aber natürlich auch die verbunden sein, eine genauere Beachtung der Gewichtsverhältnisse könne nicht zur Entscheidung über die Theorie der Verbrennung und Verkalkung hinzugezogen werden; die ersteren Erscheinungen überließen also die Chemiker ganz den Physikern, welche ihrerseits nichts damit zu machen wußten, und erst bei der Bekämpfung der Phlogistontheorie durch einen Gelehrten, wie L a v o i s i e r, der zugleich ein geschickter Chemiker und ein gründlicher Physiker war, suchten die Anhänger des phlogistischen Systems für die Gewichtszunahme bei der Verkalkung physikalische Erklärungen zu geben, welche unglücklich genug ausfielen, wie wir weiter unten ausführlicher sehen werden.

Ueberblicken wir die Ansichten der bedeutendsten Vertreter der Phlogistontheorie um 1770, so finden wir in Bezug auf Verbrennung, Verkalkung und Constitution der Metalle folgende Meinungen besonders beachtet.

Verbrennung und Verkalkung ist Ausscheidung des Phlogistons aus einem verbrennlichen (phlogistonhaltigen) Körper. Das Phlogiston ist ein Grundstoff, der im vollkommen isolirten Zustande nicht darzustellen ist; was man als mehr oder weniger reines Phlogiston betrachtete, werde ich

Die Phlogistontheorie in ihrer Ausbildung um 1770.