

vom Phlogiston an, wie denn seine Meinung über die Zusammensetzung der Metalle sich überhaupt der der Alchemisten nähert (vergl. S. 101). Was nach Boerhave bei der Verbrennung vor sich geht, darauf werde ich weiter unten zurückkommen, wo ich über die verschiedenen Ansichten, weshalb Luftzutritt bei der Verbrennung nöthig ist, zu berichten habe.

Solche Aussprüche gegen Stahl's Lehre von der Zusammensetzung der Metalle und gegen seine Phlogistontheorie fanden damals keine Anhänger; alle bedeutenderen Chemiker während der ersten drei Viertel des 18. Jahrhunderts erkannten diese Theorie als wahr an, und unbestreitbar ist für sie, daß sie einen großen Fortschritt in der Fähigkeit, chemische Erscheinungen unter allgemeineren Gesichtspunkten zu betrachten, in sich schloß, daß sie die damals am besten studirten Erscheinungen sehr genügend erklärte. Keine Verminderung ihrer Autorität bewirkten die Zweifel, welche ausgezeichnete Gelehrte aus anderen Zweigen der Naturforschung gegen die Existenz des Phlogistons aussprachen. Der bedeutendste unter diesen ist Buffon, welcher in dem zweiten Supplementbände zu seiner *Histoire naturelle* (1774) geradezu erklärte, das Phlogiston existire mehr in den Systemen der Chemiker, als in der Natur, es sei keine einfache Substanz, sondern eine Verbindung von Luft und Feuer, und die Begriffe, welche man über dieses, ohne genügenden Grund angenommene, Princip aufstelle, seien dunkel und unvollständig. Macquer, welcher damals in Frankreich der bedeutendste Repräsentant der phlogistischen Theorie war, ließ diese Schmähung nicht ungestraft; Buffon ist gemeint, wenn Macquer in seinem Wörterbuche (1778) — da, wo er über die Ursache der Kausticität handelt, und im Allgemeinen den Grundsatz aufstellt, die Existenz einer Substanz lasse sich erweisen, ohne daß man sie zu isoliren und in einer Flasche eingeschlossen vorzuzeigen nöthig habe, und aus der bloßen Nichtdarstellbarkeit dürfe auf die Nichtexistenz keinesweges geschlossen werden, — bemerkt, diese elende Art, das Dasein einer Substanz zu bezweifeln, sei doch von einem gewissen Mann gebraucht worden, welcher sich in große chemische Untersuchungen mengen wolle, ohne von dieser Wissenschaft etwas zu verstehen. Höflicher und ausführlicher antwortet dann Macquer noch an Buffon da, wo er die Lehre vom Phlogiston selbst auseinandersetzt, und er sucht hier die Annahme dieser Substanz durch die schon von Stahl gegebenen Gründe zu rechtfertigen.

Buffon's Einwürfe
gegen die Phlo-
gistontheorie.

In großer Anzahl lagen indeß zu dieser Zeit schon Beobachtungen vor, deren nachmalige Bestätigung, Erweiterung und richtige Deutung plötzlich die Phlogistontheorie stürzte. Diese Beobachtungen gingen darauf, daß die Metalle bei ihrer Calcination schwerer werden, obgleich sie nach der phlogistischen Lehre dabei einen Bestandtheil, das Phlogiston, verlieren sollen; sie lehrten zugleich den Einfluß kennen, welchen die Luft bei der Verkalkung und Verbrennung ausübt. Gehen wir von diesen zahlreichen Beobachtungen zuerst diejenigen durch, welche die Thatsache der Gewichtszunahme bei der Verkalkung außer Zweifel setzten, aber gar nicht oder unrichtig erklärten, und betrachten wir nachher abgesondert diejenigen, welche mit der Auffindung der richtigen Erklärung in mehr oder weniger nahem Zusammenhange stehen.

Schon Geber scheint bemerkt zu haben, daß Blei und Zinn bei ihrer Verwandlung in Kalke schwerer werden; er drückt aber seine Wahrnehmung nur undeutlich aus. Er sagt in der *Summa perfectionis magisterii* von dem Blei, aus ihm lasse sich Silber gewinnen, und zeigt hiermit höchstwahrscheinlich seine Kenntniß an, daß das gewöhnliche Blei bei der Cupellation, welche er vorzugsweise als *artificium* oder *magisterium* (Kunst- oder Meisterstück) bezeichnet, etwas Silber giebt. *Ex plumbo per nostrum artificium de facili argentum formamus*, drückt er sich aus; *non conservat proprium pondus in transmutatione, sed mutatur in novum pondus*; und von dem Zinn sagt er: *pondus acquirit in magisterio*. — Später wurde diese Gewichtszunahme wenig beachtet, bei den übrigen Chemikern aus dem Zeitalter der Alchemie finden wir keine Angaben darüber; nur Paul Eck von Sulzbach, dessen *Clavis philosophorum*, dem Datum der darin näher angegebenen Experimente zufolge, um 1490 ausgearbeitet wurde, spricht hier bestimmt davon, daß die Metalle bei der Verkalkung schwerer werden, und beschreibt seine über diesen Gegenstand an Quecksilber und Quecksilberamalgame, die er verkalkte, angestellten Versuche.

Um so mehr Beobachtungen liegen aus dem 16. und 17. Jahrhundert über diesen Gegenstand vor. Cardanus nach seiner Schrift: *de rerum subtilitate* (1553), hatte die Gewichtszunahme bei der Verkalkung des Bleies wahrgenommen, und erklärte sie durch die Entweichung der himmlischen Wärme (der Feuermaterie, vergl. unten über das negative Gewicht des Phlogistons), welche dem regulinischen Metalle sein Leben gegeben habe

Uebergang zu dem
Entzwey der Phlo-
gistontheorie. —
Beobachtung der
Gewichtszunahme
bei der Verkalkung.

Geber.

Paul Eck.

Cardanus.

Beobachtung der
Gewichtszunahme
bei der Verkalkung.
Scaliger.

(vergl. Seite 105). — Scaliger *) hingegen erklärte dieselbe Beobachtung durch die Verzehrung der in dem Metall eingeschlossen gewesenen Lufttheilchen, wodurch der Kalk specifisch schwerer werden müsse, was er mit der Zunahme der absoluten Schwere verwechselte. Diese Erklärung finden wir später bei Kunkel und bei Stahl's Schülern wieder (vergl. unten Kunkel's und Juncker's Ansichten). Viele Beobachtungen über diesen Gegenstand wurden an dem Antimon gemacht; so bemerkte

Hamerus Poppius.

schon Hamerus Poppius, ein deutscher Arzt, in seiner *Basilica Antimonii, sive expositio naturae Antimonii* (1618), daß das Gewicht desselben bei dem Verkalken mittelst des Brennspiegels eher zu- als abnimmt; licet copiosus fumus multum de antimonio dissipari arguat, tamen antimonii pondus post calcinationem auctum potius quam diminutum deprehenditur. — Ausführlicher besprach dieses Verhalten Lefèvre in seinem *Traité de chymie* (1660), und bestimmte genauer die Gewichtszunahme, welche an dem Antimon in dem Focus eines Brennglases stattfindet, und die er sich als auf der Fixirung von Lichtmaterie beruhend vorstellte.

Lefèvre.

Tachenius.

— Tachenius stellte (1666) in seinem *Hippocrates chemicus* fest, daß das Blei, wenn es zu Mennige gebrannt wird, um Ein Zehntel an Gewicht zunimmt, bei der Reduction aber das frühere Gewicht wieder zeigt, und er schrieb diese Gewichtszunahme bei der Verkalkung auf Rechnung einer Säure, welche in der Holzflamme enthalten sei und von dem Bleikalk abсорбirt werde. — Der französische Akademiker Duclous stellte 1667 Versuche über die Zunahme des Gewichts an, welche das metallische Antimon in dem Focus eines Brennspiegels zeigt; er fand den Kalk um Ein Zehntel schwerer als das angewandte Metall, und glaubte diese Erscheinung durch die Annahme erklären zu können, der Kalk verbinde sich mit schwefligen Theilchen, welche in der Luft enthalten seien.

Duclous.

Erklärung durch
Annahme einer
vonberaubten
Feuermaterie.

Die eben mitgetheilten Erklärungen blieben ohne wesentlichen Einfluß auf die theoretischen Ansichten, welche man später über das Phänomen der

*) Julius Cäsar Scaliger, ein bekannter Polyhistor des 16. Jahrhunderts, war 1484 zu Niva am Gardasee geboren. Nachdem er in seinen früheren Jahren abwechselnd in Kriegsdiensten gestanden und zwischendurch mit Philosophie und Medicin sich beschäftigt hatte, ließ er sich 1532 zu Agen in Frankreich (Departement des Lot und der Garonne) nieder, wo er 1558 starb. Gegen Cardanus schrieb er seine *Exercitationes exotericas adversus Cardanum de subtilitate*; von seinen Schriften schlägt sonst noch in die Chemie ein seine *Doctrina vera Alchymiae atque artis metallica*.

Gewichtszunahme bei der Verkalkung hegte. Um die Mitte des 17ten Jahrhunderts macht sich eine andere Vorstellung dafür geltend, man betrachtet nämlich jene Erscheinung als auf dem Zutritt ponderabler Feuermaterie beruhend. Diese letztere Ansicht zählt so bedeutende Autoritäten zu ihren Anhängern, daß wir bei ihrer Betrachtung etwas weitläufiger verweilen müssen.

Erklärung durch
Annahme einer
ponderablen
Feuermaterie.

Becher, welcher zuerst die phlogistische Vorstellung für die Verkalkung der Metalle gab, daß sie hierbei das allgemeine Princip des Brennbarseins verlieren, ließ sich in dieser seiner Ansicht nicht irre machen durch die ihm wohlbekannte Thatsache, daß die Metalle bei der Verkalkung, wo sie einen solchen Verlust erleiden sollen, doch nicht leichter werden, sondern im Gegentheil an Gewicht zunehmen; er erklärte vielmehr das letztere als einen Proceß der Verkalkung nur begleitende, dafür nicht wesentliche, Erscheinung, welche auf der Vereinigung des Kalkes mit wägbarer Feuermaterie beruhe. In seiner *Physica subterranea* (1669) fährt er, nachdem er die Verbrennung als eine Zertheilung des verbrennlichen Körpers (Seite 108) betrachtet hat, folgendermaßen fort: *Nunc a disjunctione continuitatis ad alterum progrediamur, nempe alterationem gravitatis, quae proxime continuitatem seu quantitatem sequitur. Hanc vero igne alterari certissimum est, nam stannum, licet per se in cineres redigatur, gravius tamen fit, et antimonium, speculo caustico calcinatum, licet multas particulas evaporet, gravius tamen fit. Et capellas, si probe cum injecto metallo ponderes, licet multum metalli videatur evaporare, si tamen eas postea ponderes, invenies notabiliter graviore existere, quam antea in toto cum metallis et omnibus additis erant. Hanc gravitatem igne causatam, Peripatetici non libenter audiunt; qui imaginariis tantum qualitatibus, et nudis vocabulis, ignis potentiam tribuunt, substantiamque esse negant; at si non sit substantia, quomodo corpora reddet graviora? — Clarum ergo erit, metalla igne tractata, sine ulla alia additione, graviora reddi, id est, in gravitate mutari. Hoc vero solo coctionis vocabulo fieri, sine corpusculorum interpositione et interventu, absurdum et durum est. — Statuendum ergo, ab igne particulas prodire, quae in corpora agunt, et in iis pro subjecti tamen varietate figuntur, unde major gravitas. Und allgemein: Practici, omnia corpora reverberii igne tractata rufescere et graviora reddi, cernunt; merito et coloris et gravitatis causam igneis particulis, subjecto reverberii igne tractato inhaerentibus, adscribent.*

Becher.

Erläuterung durch
Annahme einer
ponderabilen
Feuermaterie.
Boyle.

Eine vorzügliche Autorität gewann diese Ansicht an Boyle, welcher sich hauptsächlich in seinen Abhandlungen: *Experimenta nova, quibus ostenditur, posse partes ignis et flammae reddi stabiles ponderabilesque* und *Detecta penetrabilitas vitri a ponderabilibus partibus flammae* (1673) dafür aussprach. Boyle bezweifelt hier, daß die Verkalkung lediglich als auf der Ausscheidung eines Bestandtheils des Metalls beruhend angesehen werden könne, welchen man mitunter (wie z. B. Geber, Seite 104, Agricola (Seite 105) und Libavius (Seite 106 dieses Theils) als Feuchtigkeit bezeichnet habe, und daß der zurückbleibende Kalk nichts weiter als der erdige Bestandtheil, nur ein *Educt*, des Metalls sei. *Cum enim passim supponatur, drückt sich Boyle aus, in calcinatione magnam partem corporis dispelli, nec nisi terram, cui Chymici jungunt sal fixum, restitare; cumque ipsi Philosophi Mechanici (horum quippe duo vel tres de calcinatione sunt locuti) sentiant, multum dissipari ignis violentia, partes radicales, dum humiditate sua magis radicali et fixa privantur, in particulas siccas fragilesque converti: cum, inquam, haec placita foveantur circa calcinationem, videtur equidem, non rite ea formata esse, nec obtinere universim, quando quidem applicari minimum nequeunt metallis istis, in quae peracta experimenta nostra fuere. Etenim ex eis apparet ullam quantitatem, dignam notatu, humidarum fugaciumque partium in calcinatione fuisse dissipatam, sed id omnino et manifeste admodum apparet, hac operatione metalla plus acquisivisse ponderis, quam deperdidisse; adeo ut praecipuum metalli pondus remaneret integrum, tantum abest ut esset vel elementaris terra, juxta sensum Peripateticum (die Aristotelische elementare Erde), vel compositum terrae et salis fixi, ut Chymici passim de calce plumbi sentiunt. Diese Gewichtsvermehrung könne nur von dem Zutritt der wägbaren Feuermaterie herrühren, meint nun Boyle; unde potest hoc absolutae gravitatis incrementum, in metallis merae flammae expositis a nobis observatum, deduci, nisi ex partibus quibusdam ponderabilibus flammae? Und auf ebenderseiben Ursache, meint er in seiner Abhandlung *of the mechanical origin and production of fixedness* (1675), beruhe die Bildung des Quecksilberoxyds, des Mercurii praecipitati per se; auch in diese Zusammensetzung gehen nach ihm Theilchen aus dem Feuer, die er hier mit salzartigen vergleicht, ein: I have not been without suspicions, that in philosophical strictness this praecipitate may not be made per se, but*

that some penetrating igneous particles, especially salines, may have associated themselves with the mercurial corpuscles.

Erklärung durch
Annahme einer
vonderartigen
Feuermaterie.
N. Lemery.

Zu gleicher Zeit mit Boyle gab N. Lemery in seinem Cours de chymie (1675) eine ganz übereinstimmende Erklärung für die Gewichtszunahme der Metalle, zunächst des Bleies, bei der Verkalkung. Er sagt: Il arrive un effet dans la calcination du plomb et dans celles de plusieurs autres matières, lequel merite bien, qu'on y fasse quelque reflexion; c'est que quoyque par l'action du feu il se dissipe des parties sulphureuses ou volatiles du plomb, qui le doivent faire diminuer en pesanteur; néanmoins après une longue calcination on trouve qu'au lieu de peser moins qu'il ne faisoit, il pese d'avantage. — Quelques-uns, tachant d'expliquer ce phénomène, disent que tandis que la violence de la flamme ouvre et divise les parties de la chaux du plomb, l'acide des bois ou des autres matières qui brûlent, s'insinue dans les pores de cette chaux; mais cette raison n'aura pas de lieu quand on considerera, que cette augmentation se fait aussi-bien lors qu'on calcine le plomb avec le charbon seul, qu'avec le bois; car le charbon ne contient qu'un sel fixe, qui demeure dans les cendres, et qui ne monte point. — Il vaut donc mieux rapporter cet effet à ce que les pores du plomb sont disposez, en sorte que les corpuscules du feu s'y étant insinuez, ils demeurent liez et aglutine dans les parties pliantes et embarrassantes du métal sans en pouvoir sortir; et ils en augmentent le poids. — Si l'on revivifie (reducit) cette chaux de plomb par la fusion, les parties se rapprochent et expriment les petits corps ignées qui étaient interceptez; le plomb alors demeure moins pesant, qu'il n'estoit avant qu'on l'eust reduit en chaux, à cause de la perte qui s'est faite des parties sulphureuses. — Dieselbe Ansicht entwickelte Lemery noch ausführlicher in den Memoiren der Pariser Akademie für 1709; er gab hier an, daß Blei, Zinn, Spießglanz und Quecksilber diese Gewichtszunahme bei der Verkalkung zeigen, und suchte nochmals zu beweisen, daß die Ursache nicht in der Durchdringung des Kalkes durch eine Säure aus der Flamme liegen könne, denn auch in solchen Gefäßen nehme das Metall bei der Verkalkung an Gewicht zu, welche für die stärksten Säuren undurchdringlich seien. Nur die Feuermaterie sei so fein, daß sie hier hindurchgehen könne, um sich mit dem Kalk zu vereinigen; zudem trete auch bei der Verkalkung durch Concentration der Sonnenstrahlen

Erklärung durch
Annahme einer
ponderablen
Feuermaterie.

eine solche Gewichtszunahme ein, wo doch an eine Säure gar nicht zu denken sei.

Becher's, L e m e r y's und B o y l e's Erklärung der Gewichtszunahme bei der Verkalkung wurde von den meisten Chemikern angenommen; K u n k e l sagt von ihr in seinen »chymischen Anmerkungen, darin gehandelt wird von denen Principiis chymicis« (1677), sie sei die allgemein anerkannte, ohne indeß selbst daran zu glauben (vergl. weiter unten die abweichenden Erklärungen). Eben so äußert sich H o m b e r g in den Memoiren der Pariser Akademie für 1700: Nous avons des exemples incontestables, où la matière du feu s'introduit dans certains corps, y reste long-temps et augmente la pesanteur de ces corps, comme nous voyons dans le regule d'antimoine calciné au miroir ardent; on ne peut pas dire que l'augmentation du poids du regule vienne des sels volatils ou de l'huile du charbon qui se serait introduit dans les interstices du regule, parceque le feu des charbons ne l'a pas touché. On est donc obligé d'admettre ici une introduction des particules du feu, qui restent dans le corps du regule, et qui le rendent plus pesant, qu'il n'était avant la calcination.

Homburg.

Befreiung, daß
das Feuer wä-
bar sei.

Allen diesen Erklärungen liegt die Ansicht zu Grunde, das Feuer sei ein eigenthümlicher, mit Gewicht begabter Körper, eine ponderable Substanz. Diese Ansicht war in dem 16ten Jahrhundert die von vielen Chemikern angenommene; sie leitet sich ab von der Lehre der früheren Philosophen über die vier Elemente, wo auch das Feuer als ein Körper betrachtet wurde, welcher ponderablen Stoffen, wie Wasser und Erde, vergleichbar sei. Die Anhänger dieser Lehre hatten nur früher behauptet, das Feuer sei absolut leicht, habe die der Schwere entgegengesetzte Eigenschaft, ein Bestreben, sich von unserm Weltkörper weg zu entfernen. Zu dieser Meinung kehrten die Chemiker des 18ten Jahrhunderts zurück; die des 17ten hingegen legten dem Feuer Schwere in demselben Sinne, wie der Erde, den Metallen u., bei; sie betrachteten es als einen gegen unsern Weltkörper gravitirenden Stoff. Ausgezeichnete Autoritäten leugneten indeß damals schon, daß das Feuer überhaupt etwas Substanzielles sei, und betrachteten es nur als eine Qualität. B a n H e l m o n t bereits hatte sich um 1640 dagegen ausgesprochen, daß das Feuer ein körperliches Element sei (vergl. Theil II, Seite 273); er bereits erklärte, Brennen sei nicht die Ausscheidung einer

Ban Helmont.

besondern Feuermaterie, sondern nur der glühende Zustand eines dampfförmigen Körpers, und der Dampf sei eine Art Gas (*Flamma est fumus accensus, fumus est corpus Gas*). Dieselben Ansichten, wie van Helmont, entwickelte Newton in seinen *Opticks* (1701); auch nach ihm ist das Feuer nur eine Qualität, keine Substanz. *Is not Fire a body heated so hot, as to emit light copiously? fragt Newton. For what else is a red-hot Iron that Fire? and what else is a burning Coal, than red-hot Wood? Und weiter: Is not Flame a Vapour, fume or exhalation, heated red-hot, that is so hot as to flame? For bodies do not flame, without emitting a copious fume and this fume burns in the flame. — Some bodies heated by motion or fermentation, if the heat grow intense fume copiously, and if the heat be great enough, the fumes will shine, and become flame. Metals in fusion do not flame for want of a copious fume, except spelter (Zink), which fumes copiously and thereby flames. All flaming bodies as Oil, Tallow, Wax, Wood, fossil Coals, Pitch, Sulphur, by flaming waste and vanish into burning smoak; which smoak, if the flame be put out, is very thick and visible, and sometimes smells strongly, but in flame loses its smell by burning, and according to the nature of the smoak the flame is of several colours. — Smoak passing through flame cannot grow red-hot, and red-hot smoak can have no other appearance, than that of flame.*

Vestretung, daß
das Feuer wägbare
sei.

Newton.

Durch diese Aussprüche wurde der Glaube an eine Ponderabilität der Flamme, an eine substanzuelle Feuermaterie erschüttert; wir sehen deshalb mehrere Chemiker um 1700 von den Erklärungen, welche in diesem Glauben gegeben worden waren, abgehen. Aber damit wurde ihnen auch fast jede Möglichkeit, die Gewichtszunahme bei der Verkalkung nach damaligen Begriffen genügend zu erklären, genommen. Die Chemiker um 1700 und in den nächstfolgenden Jahren, bis 1770 etwa, welche die Ponderabilität der Feuermaterie nicht anerkennen, lassen sich deshalb gar nicht auf eine theoretische Deutung jener Gewichtszunahme ein und betrachten sie als ganz unwesentlich, oder sie geben dafür Erklärungen der schlechtesten und ungenügendsten Art.

Schon Kunkel sprach sich gegen die Annahme einer wägbaren Feuermaterie aus, deren Zutritt zu den Metallen die Gewichtszunahme bei der Verkalkung derselben verursache. In seinen chymischen Anmerkungen von

Kunkel's Ansicht.

Kunzel's Ansicht
über die Gewichtszunahme bei der
Verkalkung.

denen Principiis chymicis (1677) berührt er auch die Frage, weshalb diese Erscheinung eintrete. »Wie kommt es,« fragt er, »wenn ich einen Regulum Antimonii calcinire, so lange bis er nicht mehr raucht, daß er nach der Calcination immer schwerer wird, öfters auf ein Pfund wohl sechs scrupel, ja wohl eine Unz? Da doch so viel weggeraucht, welches man klärlich siehet, daß wenn alles dieses, was weggeraucht, könnte gefangen werden, man mehr als drei Unzen an Gewicht herausbringen würde?« Er beschreibt nun die Anstellung des Versuches und fährt fort: »Da fragt sich's nun: wo kommt das Gewicht her? Hierauf wird inögemein geantwortet: Die particulae igneae haben sich darein insinuiert.« Ebenso wolle man durch die Calcination des Antimons im Focus eines Brennspiegels beweisen, die Sonne strahle ponderable Materie aus. Er aber erklärt die Sache anders. Poröse Körper seien immer leicht, dichte Körper aber würden von der Luft gedrückt, welche den durch sie eingenommenen Raum zu erfüllen strebe, und daher komme die Schwere dieser dichten Körper. Mit welcher Kraft die Luft strebe, den Raum, den ein solcher Körper einnehme, zu erfüllen, das heiße, wie die Luft einen solchen Körper schwer mache, könne man sehen, wenn man ein Stück Gold oder Silber in der Luft und im Wasser wiege, wo dasselbe leichter erscheine, wenn es der Einwirkung der Luft entzogen sei. Die ponderable Feuermaterie könne nicht die Ursache der Gewichtszunahme bei der Verkalkung sein, sonst müßten Capellen, welche man leer dem Feuer aussetze, gerade so an Gewicht zunehmen, wie solche, auf welchen man Blei abtreibe. Das sei aber nicht der Fall, und daraus sehe man, daß die Gewichtszunahme davon herrühre, daß das Blei die Poren der Capelle, welche bisher voll Luft gewesen seien, ausfülle, und die Capelle somit dichter, d. h. schwerer mache. — Diese Verwechslung der Begriffe zwischen dichteren oder specifisch schwereren und absolut schwereren Körpern, welcher wir schon bei Scaliger (Seite 120) begegneten, kommt auch später noch öfters vor (vergl. unten Juncker's Ansicht).

Stahl's Ansicht.

Stahl sprach sich über die Ursache dieser Gewichtszunahme gar nicht aus; die Gewichtsverhältnisse ganz vernachlässigend, legt er dem Umstande keine Wichtigkeit bei, daß die Metalle, wenn sie ihr Phlogiston verlieren, doch schwerer werden, ebensowenig wie der vermeintlichen Beobachtung, daß man bei der Reduction eines Metallkalkes nie die Quantität Metall wiedererhalte, welche zur Verfertiigung des erstern angewandt worden war, sondern immer weniger. Bei der Verkalkung des Bleies, lehrt er, geht das

Phlogiston weg, quamvis lithargirium, minium, cineres plumbi, sub Stahl's Ansicht. ipsa sui calcinatione, majus pondus acquirant, quam ipsa prima assumta quantitas plumbi exhibuerat, wie er sich in seinem Specimen Becherianum (1702) ausdrückt. Bei der Reduction tritt das Phlogiston wieder an den Bleikalk; nihilosecius in reductione perit non solum illa portio quasi supernumeraria (um welche das Gewicht bei der Verkalkung zugenommen hatte), sed interit notabile pondus de tota, quoque prima assumta quantitate. Wahrscheinlich trug Stahl Bedenken, Becher's, Boyle's und Lemery's Erklärung durch Annahme einer Fixirung wägbare^r Feuermaterie beizutreten, weil er einsah, daß dieser Zutritt von Feuer mit seiner Hypothese von Ausscheidung des Phlogistons in Gestalt von Feuer sich nicht vereinigen läßt. Bei seinen Schülern sehen wir bald diese Erklärung offen bestritten.

Noch andere Chemiker jener Zeit wichen von Becher's, Boyle's und Lemery's Ansicht über die Ursache der Gewichtszunahme der Metalle bei der Verkalkung ab, und näherten sich dafür der schon von Tachenius gegebenen, von den Späteren aber wieder verworfenen, Erklärung. So z. B. enthalten die Acta et tentamina chymica, in laboratorio Holmiensi peracta von Urban Hiärne (1712) Beobachtungen, welche das Statthaben Hiärne's Ansichten. jener Erscheinung vollkommen bestätigen; diese selbst erklärt Hiärne, wie Tachenius es gethan hatte, durch die Annahme, aus den Kohlen oder dem Holze trete ein acidum pingue et sulphureum an die Kalke und vermehre ihr Gewicht; doch gestand er zu, daß sich die Gewichtszunahme von Kalken, welche durch Brenngläser bereitet seien, so nicht erklären lasse. — Ebenso leitete Hales in seinen Vegetable Staticks (1727) die Gewichtszunahme, welche das Blei zeigt, wenn es zu Mennige gebrannt wird, von dem Zutritt eines Stoffes ab, den er, wie früher Du Clos (Seite 120), unbestimmt als Schwefel bezeichnete. — Am nachdrücklichsten aber erklärte sich Boerhave in seinen Elementis Chymiae (1732) dagegen, diese Erscheinung als auf einer Absorption ponderabler Feuermaterie beruhend zu betrachten; er bewies die Unrichtigkeit dieser Ansicht dadurch, daß er große Massen von Metall kalt und glühend wog und keine Veränderung ihres Gewichts dabei wahrnehmen konnte; er schloß hieraus, die Feuermaterie, die in dem glühenden Metall sich doch in großer Menge angehäuft befinde, sei gewichtlos. Was die Versuche angeht, wo bei der Verkalkung eine Gewichtszunahme beobachtet wurde, so meint Boerhave, dies könne

Boerhave's Ansichten.

Boerhave's Ansichten über die Gewichtszunahme bei der Verkalkung.

wohl davon kommen, daß aus dem eisernen Löffel oder dem irdenen Gefäße, worin das Metall calcinirt worden, ponderable Theilchen dem Kalk zuge- treten seien. Was aber hier eigentlich dem Metalle oder dem Metallkalk sei- ner Ansicht nach beigemischt werde, sagt er nicht, ebensowenig als wo er spä- ter davon spricht, das Feuer wirke nicht nur zerlegend, sondern bewirke auch manchmal Verbindungen: Ignis non est sincerum dissolvens, quod modo educat de rebus illud, quod in iis antea praëxisterat; plurima enim admiscet illo ipso tempore, quo separat alia; quid enim apparet eviden- tius, quam haec rei conditio? dum antimonium, ope ignis coelestis ustulatum, ingentem quidem inde fumorum copiam expellit, interea ta- men simul tam magna copia admiscet, affigitque, huic calci alia cor- puscula, ut moles tantum queat increescere. Si plumbum eodem artifi- cio in minium mutatur, et hic quoque noxius vapor copia incredibili assurgit, calcem tamen factam majori pondere auget notabiliter. Hier ist also ausgesprochen, daß sich dem Kalk etwas in dem Feuer zumischt, aber nicht, was. Anderswo äußert er sich indeß, daß bei der Verkalkung manch- mal wohl salzige Theilchen aus der Luft an das Metall treten können (ver- gleiche unten bei den Ansichten über die Mitwirkung der Luft bei der Ver- kalkung).

Wie Stahl Bedenken getragen hatte, sich für Boyle's Annahme einer wägbaren Feuermaterie zu erklären, so finden wir auch bei des Erstern Schülern diese Annahme bestritten, nur mit dem Unterschiede, daß Stahl die Gewichtszunahme bei der Verkalkung gar nicht zu erklären versucht, während seine Schüler die größten Unrichtigkeiten zu Tage bringen, um eine Erklärung ohne Zuziehung jener Annahme zu erkünsteln. Weitläufig handelt z. B. diesen Gegenstand Juncker in seinem *Conspectus Chemiae* (1730) ab, und giebt die Erklärung der räthselhaften Erscheinung in der Weise, daß er, wie schon einige Chemiker vor ihm (Scaliger z. B., vergl. Seite 120, und Kunckel, Seite 126), das absolute Gewicht mit dem specifischen verwechselt. Die Schwere der Feuermaterie leugnet Juncker auf die Versuche mit kaltem und glühendem Eisen hin, weil sich hier bei Anhäufung der Feuermaterie keine Gewichtszunahme zeige; daß eine solche bei der Verkalkung sich zeige, schreibt er auf Rechnung einer Condensation der erdigen Theile des Kalkes, welche durch die Einwirkung des Feuers vor sich gehe. Denn um so viel das Metall bei der Calcination an Gewicht zunehme, um so viel nehme es dabei an Volumen ab. Wenn man regulini-

Sunder's An- sichten.

sches Antimon pulvere und ein bestimmtes Volum davon abmesse und dann calcinire, so zeige der Kalk nachher ein kleineres Volum und sei deshalb schwerer; bei der Reduction nehme das Volum wieder zu und die Gewichtszunahme verschwinde wieder; diese letztere beruhe also nur auf einer Verminderung des erfüllten Raumes, ebenso wie Ziegel nach dem Brennen größeres Gewicht und kleinere Dimensionen haben, als vor dem Brennen, und bekannt sei es auch, daß voluminöse Substanzen, wie Wolle und Flaumfedern, um so mehr wiegen, auf einen je kleineren Raum sie zusammengepreßt seien.

Ueber die Aufstellung so grundfalscher Ansichten muß man sich um so mehr wundern, da Boyle schon siebenzig Jahre früher, wie wir gleich berichten werden, auf das Deutlichste gezeigt hatte, daß bei der Verkalkung die absolute Schwere zwar zu-, die specifische aber abnimmt. Aus allen widersprechenden Meinungen, die wir in dem Vorhergehenden zusammengestellt haben, und welche wir später, zur Zeit des Kampfes der phlogistischen Theorie mit einer ihr entgegengesetzten Ansicht, sich noch vermehren sehen, ergibt sich deutlich, welche Schwierigkeit die Erklärung der Gewichtszunahme der Metalle bei der Verkalkung für die Chemiker des 17ten und 18ten Jahrhunderts in sich schloß. Um die Mitte des 18ten Jahrhunderts erklärte man sich diese Erscheinung entweder nach einer der hier aufgezählten falschen Ansichten, wie denn der Pater Ber a u d in seiner von der Akademie zu Bordeaux mit einem Preise gekrönten Dissertation sur la cause de l'augmentation de poids, que certaines matières acquierent dans la calcination (1748) meinte, diese Gewichtszunahme komme von dem Zutreten gewisser fremdartiger Theilchen, welche der Luft (ohne einen wesentlichen Bestandtheil derselben auszumachen) beigemischt seien; oder man erklärte sie mit der Annahme eines negativen Gewichts des Phlogistons, worüber wir unten weitläufiger handeln werden. So weit kam es damit, daß L i l l e t, Ziller's Ansichten. als er in den Memoiren der Pariser Akademie für 1763 die Gewichtszunahme des Bleies bei der Verwandlung in Glätte nochmals constatirt hatte, eine Erklärung dafür nur zu versuchen außer Stande war, und sich mit der Bemerkung begnügte, die Thatsache sei ein sujet d'une recherche curieuse, s'il est possible de saisir un point de Physique aussi delicat. In dem allgemeinen Bericht über die Arbeiten der Akademie, welcher den Memoiren vorangeht, wird aber die Schwierigkeit der Erklärung noch ausdrücklicher hervorgehoben; nachdem daran erinnert worden ist, die Gewichtszunahme

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.