



WORKS.

DR. LUDWIG BECK

DIE GESCHICHTE
DES EISENS
BAND 6

DAS 18. JAHRHUNDERT, TEIL 2

Die Geschichte des Eisens

*Band 6: Das 18. Jahrhundert,
Teil 2*

DR. LUDWIG BECK

*Die Geschichte des Eisens, Band 6, Dr. Ludwig Beck
Jazzybee Verlag Jürgen Beck
86450 Altenmünster, Loschberg 9
Deutschland*

ISBN: 9783849661960

*Quelle: Beck, Ludwig: Die Geschichte des Eisens. Bd. 3:
Das XVIII. Jahrhundert. Braunschweig, 1897, S. VI. In:
Deutsches Textarchiv
<https://www.deutschestextarchiv.de/beck_eisen03_1897/12>, abgerufen am 18.03.2022. Der Text wurde lizenziert unter der Creative Commons-Lizenz CC-BY-SA-4.0. Näheres zur Lizenz und zur Weiterverwendung der darunter lizenzierten Werke unter <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.de>. Der Originaltext aus o.a. Quelle wurde so weit angepasst, dass wichtige Begriffe und Wörter der Rechtschreibung des Jahres 2022 entsprechen. Etwaige Seitenverweise beziehen sich auf die Originalausgabe und stimmen in aller Regel nicht mit der vorliegenden Edition überein.*

*www.jazzybee-verlag.de
admin@jazzybee-verlag.de*

INHALT:

Lavoisier und die antiphlogistische Chemie.

Die Eisenbereitung im letzten Viertel des 18. Jahrhunderts.
Luppenfeuer.

Puddelprozess. Feineisenfeuer.

Hochofenbetrieb Ende des 18. Jahrhunderts.

Eisengießerei und schmiedbarer Guss Ende des 18.
Jahrhunderts.

Stahl Ende des 18. Jahrhunderts.

Verarbeitung von Eisen und Stahl.

Die gewerblichen Verhältnisse.

BESONDERER TEIL. DIE GESCHICHTE DER
EISENINDUSTRIE IN DEN EINZELNEN LÄNDERN.

Deutschland.

Österreich.

Bayern, Württemberg, Baden.

Nassau und das Siegerland.

Hessen und Thüringen.

Der Harz.

Sachsen.

Preußen.

Westfalen und die Rheinlande.

Belgien.

Das Herzogtum Lothringen (bis 1766).

Frankreich.

Italien.

Spanien.

England.

Schweden.

Russland.

Amerika.

Lavoisier und die antiphlogistische Chemie.

Vandermonde, Berthollet und Monge.

Ein weittragender Umschwung in den Grundanschauungen über die chemischen Vorgänge vollzog sich im letzten Viertel des 18. Jahrhunderts. Die Lehre vom Phlogiston beherrschte noch die Chemie und kaum einen praktischen Zweig derselben in dem Maße, wie die Metallurgie, während doch keiner so augenscheinlich auf das Widersinnige der Grundannahme, dass die Verkalkung das Austreten einer Substanz, also eine Trennung, die Reduktion aber das Eintreten eines Stoffes, des Phlogiston, also eine Verbindung sei, hinführen musste. Man sollte glauben, jeder metallurgische Vorgang hätte die Unrichtigkeit der Annahme erweisen müssen, sobald man nur einmal die Wage zur Hand nahm, sobald man die Frage stellte, findet eine Gewichtszu- oder -abnahme statt? Die Treibarbeit war doch beispielsweise ein so einfacher und so bekannter Prozess. Wie deutlich lag es vor Augen, dass bei der Umwandlung des metallischen Bleies in Glätte eine Gewichtsvermehrung statt hat, dass also doch etwas hinzutreten und nichts austreten musste. Aber solche Gewalt hatte die Theorie über die Geister, dass man das Mittel, welches allein hierüber Aufschluss geben konnte, die Wage, geflissentlich anzuwenden vermied, und die Gewichtszunahme, wenn man sie anerkennen musste, als etwas Zufälliges hinzustellen versuchte.

Als man dann die sich immer mehr häufenden Tatsachen, dass bei der Verbrennung stets eine Gewichtszunahme, bei der Reduktion eine Gewichtsabnahme statt hatte, nicht länger übersehen konnte und sie anerkennen musste,

suchte man durch geschraubte Erklärungen von dem Wesen und der Natur des Brennbareren die Theorie zu retten, bis endlich der morsche Bau unter dem Druck des Belastungsmaterials zusammenbrach.

Die unhaltbare Phlogistontheorie gestürzt zu haben, ist das unbestreitbare Verdienst des französischen Chemikers Lavoisier, dessen Waffe die Wage war, und der aus seinen grundlegenden Beobachtungen und Entdeckungen auch gleich die richtigen weitgehenden Schlussfolgerungen zu ziehen vermochte.

Die entscheidende Entdeckung des Sauerstoffs, die richtige Erklärung der Verbrennungsprozesse, der Sturz der Lehre vom Phlogiston bilden den wichtigsten Abschnitt in der Geschichte der Chemie und gehören zu denjenigen Errungenschaften, die, wie die Erfindung der Dampfmaschine auf mechanischem Gebiet, weltbewegend gewirkt haben. Auch auf die Chemie des Eisens und die Eisenindustrie ist dieses Ereignis von der allergrößten Tragweite geworden und ist es deshalb unsere Pflicht, die Entstehungsgeschichte der Entdeckung Lavoisiers kurz zu schildern.

Wie jede Erfindung, ist sie nicht unvermittelt auf die Welt gekommen, auch nicht nur in dem Kopfe eines Menschen entstanden. Einer der ersten, der das Fundament der Phlogistonlehre, ohne es zu ahnen, untergrub, war der englische Chemiker Black. Joseph Black, 1728 zu Bordeaux von englischen Eltern geboren, später Professor der Chemie in Glasgow und danach in Edinburgh, starb im Jahre 1799. Ausgezeichnet als Mensch und Gelehrter, hat er in verschiedener Weise an der Kulturentwicklung des vorigen Jahrhunderts mitgearbeitet, nicht nur durch seine Arbeiten, sondern auch durch die Anregung, die er anderen gab und unter diesen besonders dem großen James Watt, dessen Lehrer, Berater und treuer Freund er gewesen ist, solange er lebte. Der Ausgangspunkt dieses Freundschaftsverhältnisses bildeten Blacks Vorlesungen

über die von ihm entdeckte Lehre von der latenten Wärme. Eine andere Arbeit „über die Kaustizität des Kalkes“ war es, mit der er der Lehre vom Phlogiston einen Stoß in das Herz versetzte. Nach der herrschenden Ansicht beruhte die Kaustizität des Kalkes auf der Aufnahme von Feuermaterie beim Brennen. Diese Feuermaterie konnte der gebrannte Kalk an andere Alkalien abgeben, welche dadurch selbst ätzend wurden, während der Kalk seine ätzende Kraft verlor. Diese einfache, einleuchtende Theorie gehörte zu den Fundamentalsätzen der phlogistischen Schule. Black wies aber nach, dass sie falsch sei und von der Verbindung mit einer Feuermaterie nicht die Rede sein kann. Er wies nach, dass die milden Alkalien nicht einfache Substanzen, sondern Verbindungen seien und dass die Kaustizität ihnen nicht mitgeteilt würde durch Verbindung mit einer Substanz, der Feuermaterie, sondern durch Entziehung einer Substanz, der Kohlensäure, welche er als „fixe Luft“ bezeichnete. Er wies ferner nach, dass nichtätzender Kalk an Gewicht verliert, wenn er zu ätzendem wird und schloss daraus, dass der erstere den letzteren als Bestandteil in sich enthalte. Er zeigte, dass die Alkalien in dem nicht ätzenden Zustande mit Säuren aufbrausen und eine Luftart von sich geben, welche ganz dieselbe ist, wie die aus nichtätzendem Kalk durch Glühen ausgetriebene; diese fixe Luft muss deshalb den zweiten Bestandteil der milden Alkalien bilden. Er stellte fest, dass die alkalischen Körper in einfacherem Zustande ätzend sind und erst durch Verbindung mit fixer Luft diese Eigenschaft verlieren und dass die Ätzendmachung der Alkalien durch Kalk darauf beruht, dass die fixe Luft von den ersteren an den letzteren tritt.

Diese Entdeckung Blacks musste zur Erschütterung der Lehre vom Phlogiston beitragen, nicht nur durch die nachgewiesene Tatsache, sondern auch besonders durch die Methode, indem Black Gewichtsermittlungen als maßgebend ansah, und bei der Erklärung qualitativer

Erscheinungen die quantitativen Verhältnisse als entscheidend gelten ließ. Er stellte damit zugleich fest, dass ein schwererer Körper nicht ein Bestandteil eines leichteren sein kann, ein Satz, der in seinen Konsequenzen die Phlogistontheorie zu Fall bringen musste. Durch Blacks Untersuchung der fixen Luft wurde das Studium der gasförmigen Körper, der Luftarten, angeregt und damit der richtige Weg eingeschlagen, der zur Erkenntnis des Wesens der Verbrennung führen musste. Ein Landsmann Blacks, Henry Cavendish (geb. 1731, gest. 1810), war es, der sich eingehend mit dem Studium der Luftarten beschäftigte. Bis zur Mitte des vorigen Jahrhunderts hatte noch allgemein die naive Anschauung geherrscht, dass alle Luft von einerlei Art sei und dass ihre scheinbare Verschiedenheit nur auf Beimengungen irgendeines Stoffes beruhe. Cavendish wies 1762 zuerst nach, dass es Luftarten gibt, welche von der gewöhnlichen Luft wesentlich verschieden sind und wies dies nach an der fixen Luft (Kohlensäure) und der brennbaren Luft (dem Wasserstoffgas). Er untersuchte und beschrieb diese Gasarten genau und richtig, ermittelte ihre spezifischen Gewichte, wenn auch mangelhaft, wies nach, dass sich die Kohlensäure mit verschiedenen Alkalien in verschiedenem Mengenverhältnis verbindet und bestimmte die quantitative Zusammensetzung verschiedener kohlenaurer Salze; er fand, dass Wasserstoff brenne, aber die Verbrennung und die Atmung ebenso wenig unterhalte, wie die Kohlensäure. Trotz alledem blieb Cavendish noch fest auf dem Boden der Stahlschen Lehre stehen und nahm sogar an, in dem Wasserstoffgas das Phlogiston selbst entdeckt zu haben, denn es wurde ja aus den Metallen, welche nach dieser Lehre Verbindungen von Metallkalken mit Phlogiston waren, durch verdünnte Schwefelsäure abgeschieden. Diese Lehre von der Identität des Phlogiston mit dem Wasserstoff fand damals willige Annahme. Um diese Zeit hatte sich Priestley, Geistlicher durch Beruf,

Chemiker durch Genie, mit Eifer auf das Studium der Gase geworfen.

Joseph Priestley war 1733 als Sohn eines Kaufmanns in dem Dorfe Fieldhead bei Leeds in Yorkshire geboren. Er sollte dem Beruf des Vaters folgen, aber eine Leidenschaft zum Studium veranlasste ihn, im 19. Jahre sich der Theologie zu widmen. Er studierte drei Jahre auf der Akademie zu Daventry und sog da den seiner zarten, liebenswürdigen Natur widersprechenden Geist der Unduldsamkeit und starren Eigensinns in geistlichen Dingen ein, der ihm in seinem späteren Leben so viele Kümernisse bereitete. Er war Dissenter im strengsten Sinne des Wortes. Früh erwachte seine Liebe zu den Naturwissenschaften. Zuerst waren es die Erscheinungen der Elektrizität, denen er seine ganze freie Zeit widmete. Als Frucht seiner Studien erschien 1767 seine Geschichte der Elektrizitätslehre, ein damals auch in Frankreich und Deutschland hochgeschätztes Werk, welches ihm in England die Mitgliedschaft der königlichen Gesellschaft und in Schottland das Diplom eines Doktors der Rechte der Universität Edinburgh einbrachte; ferner erhielt er eine Predigerstelle in Leeds. Diese gab er auf, als ihn 1773 ein reicher Adliger, Graf Shelburne, später Marquis von Lansdowne, anstellte, hauptsächlich als Reisebegleiter. Dieses Verhältnis dauerte bis 1780 und in diese Zeit fallen seine berühmtesten Entdeckungen auf chemischem Gebiet. Obgleich er von Lord Shelburne, mit dem er sich auch durch seine beständigen theologischen Streitigkeiten entfremdet hatte, noch unterstützt wurde, kam er doch in so bedrängte Verhältnisse, dass seine Freunde, die Mitglieder der oben erwähnten Vollmond-Gesellschaft, zu der namentlich Boulton und Watt gehörten, eine Subskription für ihn eröffneten, aus deren Erträgnis sie ihm ein Haus bauten und ihm eine Rente zuwendeten. Später erhielt er auch, besonders durch Boultons Bemühungen, die Stelle eines Predigers der

dissentierenden Gemeinde in Birmingham. Aber auch hier verwickelte er sich wieder in zahlreiche theologische und politische Streitigkeiten. Er schwärmte für die Französische Revolution und trug dies oft in sehr unpassender Weise zur Schau. Der Hass des aufgehetzten Pöbels von Birmingham kam 1791 am Jahrestage der Zerstörung der Bastille, welchen er in seinem Hause festlich begehen wollte, zum Ausbruch. Sein Haus wurde überfallen, geplündert und niedergebrannt, ebenso seine Kirche in Birmingham und die Wohnungen einiger seiner Freunde. Priestley rettete mit knapper Not das nackte Leben. Die Franzosen lohnten ihm sein Martyrium für ihre heilige Sache, indem sie ihn zum lebenslänglichen Mitgliede des Konvents erwählten, aber in England fand er keine bleibende Stätte mehr, so dass er 1794 nach Amerika auswanderte, wo er sich an den Quellen des Susquehanna in Northumberland niederließ, bis zu seinem Tode 1804 mit der Abfassung chemischer und mehr noch theologischer Schriften unablässig beschäftigt.

Seine großen Verdienste für die Chemie beruhen auf der Entdeckung der meisten wichtigen Gasarten. Waren seine Untersuchungen nicht so gründlich wie die von Black und Cavendish, so waren sie umso vielseitiger. Er hat die Lehre von den Gasen mehr bereichert als irgendein anderer Naturforscher, und seine Methode, gasartige Substanzen zu untersuchen, bildet noch heute die Grundlage solcher Untersuchungen. Er wendete zuerst Quecksilber statt Wasser als Sperrflüssigkeit an, wodurch er imstande war, alle Gasarten, welche vom Wasser absorbiert oder zersetzt werden, zu untersuchen. Wir können hier nur einzelnes von seinen Arbeiten erwähnen.

Die bedeutendste Entdeckung Priestleys war die des Sauerstoffgases, welches er zuerst 1774 aus dem roten Quecksilberoxid durch Erhitzen abschied. Diese Entdeckung bildete die hauptsächlichliche Grundlage für das Lehrgebäude der modernen Chemie. Er erkannte in dem

neuen Gas eine Luftart, welche das Verbrennen und das Atmen länger und lebhafter zu unterhalten vermag als eine gleiche Menge gewöhnlicher Luft; die wichtigen Schlussfolgerungen aus dieser Entdeckung zog aber Priestley selbst nicht, diese zog ein anderer, der Franzose Lavoisier, welcher dadurch der Begründer der modernen Chemie geworden ist.

Antoine Laurent Lavoisier, 1743 zu Paris als Sohn reicher Eltern geboren, erhielt eine vortreffliche Erziehung. Sein Vater regte die Liebe zu den Naturwissenschaften in ihm an; Mathematik und Chemie bildeten sein Hauptstudium. In seinem 21. Jahre erwarb er bereits einen großen Preis, welchen die Regierung für die Lösung der Frage wegen der besten Straßenbeleuchtung einer großen Stadt ausgesetzt hatte. Dies hatte die weitere Folge, dass er schon 1768, erst 25 Jahre alt, zum Mitgliede der Akademie zu Paris ernannt wurde. Seit dieser Zeit widmete er sich ganz dem Studium der Chemie. Um sich die Mittel für die großen Untersuchungen, die ihm vorschwebten, zu sichern, bewarb er sich um die einträgliche Stelle eines Generalpächters, welche er auch erhielt. Durch diese Stellung in das öffentliche Leben eingeführt, wurde ihm oft Gelegenheit geboten, seine Kenntnisse für den Staat und das öffentliche Wohl zu verwerten. So wurde er 1776 an die Spitze der Verwaltung der Salpeter- und Pulverfabrikation gestellt, welche er bis zu seinem Tode vortrefflich und mit anerkanntem Erfolge leitete. Von der Republik wurde er zu den meisten wissenschaftlichen Kommissionen zugezogen, so wurde er beispielsweise 1790 Mitglied der Kommission für die Regulierung des Maß- und Gewichtssystems. 1791 ließ die konstituierende Versammlung einen von ihm abgefassten Bericht über die Steuererhebung unter dem Titel: „*Traité sur la richesse territoriale de la France*“ drucken. Aber weder seine wissenschaftlichen Entdeckungen, noch seine Verdienste für das Vaterland konnten ihn vor der Guillotine retten, auf welche ihn der

Neid und das Misstrauen Robespierres brachten. Unter nichtigem Vorwand wurde ihm der Prozess gemacht, und als einer seiner Freunde den Mut hatte, seine Verdienste um die Wissenschaft vor dem Schreckenstribunal aufzuzählen, antwortete der Gerichtspräsident mit der unsterblichen Rohheit: Nous n'avons plus besoin des savants! So endete Lavoisier im 51. Jahre seines ruhmvollen Lebens auf dem Schafott.

Von den Arbeiten Lavoisiers können wir hier nur insofern sprechen, als sie mit der großen Reform der Chemie in Beziehung stehen; sie zeichnen sich alle durch Originalität und Gründlichkeit aus, was sie aber hoch erhebt über die einzelnen Großtaten anderer Chemiker, das ist der einheitliche Gedanke, der sie erfüllt, der geniale Plan, dem sie alle dienen, nämlich der, der Chemie eine neue, feste Grundlage zu geben durch eine neue, richtige Lehre von der Verbrennung und Verkalkung und von der Rolle, welche der Sauerstoff dabei spielt. Als Mittel zur Ausführung diente ihm die Wage, indem ihm die Gewichtsbestimmungen das Beweismaterial lieferten. In der Ermittlung der Gewichte ging er mit der Sorgfalt und Genauigkeit zu Werke, wie sie die neue Chemie, die Kopp mit Recht das Zeitalter der quantitativen Untersuchungen genannt hat, erforderte.

Den großen Feldzug gegen das Phlogiston begann Lavoisier 1772 mit einer Note, die er bei der Akademie deponierte und welche in der ersten Hälfte des folgenden Jahres eröffnet und gelesen wurde. Er erklärte darin, dass bei der Verkalkung von Metallen ebenso wie bei der Verbrennung von Phosphor und Schwefel eine Gewichtszunahme stattfindet, dass diese von der Absorption einer großen Menge Luft herrührt und dass bei der Reduktion von Metallkalken sich wieder Luft in großer Menge entwickelt. Die Frage, ob ein besonderer Teil der Luft bei der Verkalkung absorbiert werde, hatte Lavoisier noch nicht untersucht. Da teilte ihm Priestley, bei einem

Aufenthalt in Paris 1774, seine Entdeckung des Sauerstoffgases mit und dadurch erlangte erst diese Entdeckung in Lavoisiers Kopf ihre weltgeschichtliche Bedeutung. 1775 erschien die wichtige Schrift Lavoisiers, in der er nachwies, dass es der Sauerstoff sei, welcher die Verbrennung bewirke und dass der Sauerstoff die notwendige Bedingung jedes Verbrennungsprozesses sei. In demselben Aufsatz wies er nach, dass die fixe Luft (Kohlensäure) eine Verbindung von Kohle mit Sauerstoff sei, da bei dem Erhitzen von Kohlen mit Metallkalk regulinisches Metall zurückbleibe und fixe Luft entweiche. Ebenso wies er bereits darauf hin, dass im Salpeter viel Sauerstoff enthalten sein müsse, woraus sich die lebhaften Verbrennungserscheinungen derselben mit Kohlen und anderen Körpern erklärten. Um seine Erklärung der fixen Luft noch klarer zu beweisen, stellte er Verbrennungsversuche mit Diamanten im Inneren eines mit Luft oder Sauerstoffgas gefüllten Glasgefäßes mit Hilfe großer Brenngläser an. Er zeigte, dass bei der Verbrennung nichts anderes als fixe Luft gebildet wird, gerade so, wie wenn man in gleicher Weise Holzkohle verbrennt.

Wichtiger noch war seine Arbeit über die Verbrennung des Phosphors, welche er 1777 publizierte, denn er konnte dabei zugleich nachweisen, dass bei der Verbrennung in einem abgemessenen Volumen Luft nur ein Fünftel absorbiert wurde, während vier Fünftel einer Luftart zurückblieb, welche weder die Verbrennung noch die Atmung unterhalten konnte. Er suchte daraus zu beweisen, dass die atmosphärische Luft ein Gemisch aus zwei verschiedenen Gasarten sei. In demselben Jahre 1777 bewies er die Zusammensetzung der Schwefelsäure. Dass bei der Verbrennung von Schwefel schweflige Säure entstehe, war längst bekannt, dass dies durch Verbindung von Schwefel mit einer gewissen Menge Sauerstoff geschehe, war für Lavoisier leicht nachzuweisen. Erhitzt

man Quecksilber mit konzentrierter Schwefelsäure, so entwickelt sich ebenfalls schweflige Säure, indem die Schwefelsäure einen Teil ihres Sauerstoffs an das Quecksilber abtritt. Dieser vom Quecksilber aufgenommene Sauerstoff entweicht aber wieder bei stärkerem Erhitzen. Auf diese Weise konnte Lavoisier Schwefelsäure direkt in schweflige Säure und Sauerstoff zerlegen und den Beweis liefern, dass die Schwefelsäure nur eine höhere Oxidationsstufe des Schwefels sei. — Aus diesen Tatsachen konnte Lavoisier auch erklären, wie der Zerfall des Schwefelkieses und des Schwefeleisens in Eisenvitriol vor sich geht.

An der Entdeckung der Oxidationsstufen des Stickstoffs haben Lavoisier, Cavendish und Priestley zugleich Anteil. Lavoisier wies in derselben Weise, wie bei der Schwefelsäure, nach, dass die Salpetersäure aus Sauerstoff und einem anderen Gase, dem Salpetergas, bestände. Was das Salpetergas sei, wies Cavendish nach, indem er aus einem Gemenge von Sauerstoff und Stickstoff durch fortgesetztes Durchschlagen elektrischer Funken Salpetersäure erzeugt hatte. Priestley wies die untersalpetrige Säure als eine besondere Oxidationsstufe des Salpetergases nach.

So erklärte dann Lavoisier 1778 das als Lebensluft oder reine Luft bezeichnete Gas für den Säurebildner und legte ihm dem entsprechend 1781 den Namen Oxygen (Sauerstoff) bei.

Lavoisier wandte sich nun wieder den Metallkalken oder Oxiden zu. Er stützte sich auf Bergmans Arbeit, welcher durch die Ausfällung eines Metalls aus einer Lösung durch ein anderes Metall die Menge des Phlogistons zu bestimmen gesucht hatte. Lavoisier erkannte klar, dass man so zwar nicht das Phlogiston, aber wohl den Sauerstoff der Metallkalke bestimmen könne. Seine Resultate waren aber wegen der Ungenauigkeit der Versuche ebenso mangelhaft, wie die Bergmans. Die Sauerstoffverbindung

des Eisens suchte er direkt durch Verbrennen darzustellen; da er aber nicht beachtete, dass das Eisen verschiedene Sauerstoffverbindungen bildet, so waren auch diese Resultate nicht genau.

Aufgrund seiner Versuche stellte Lavoisier 1782 eine Verwandtschaftstafel der Metalle zum Sauerstoff auf, die aber ebenso unzulänglich war wie Bergmans Verwandtschaftstafel des Phlogiston.

Um diese Zeit machte Cavendish seine wichtigen Untersuchungen über die Verbrennungsprodukte der Gase, welche ihn zu der höchst wichtigen Entdeckung der Zusammensetzung des Wassers führten. 1783 erhielt Lavoisier von Cavendishs Entdeckung, dass sich bei der Verbrennung des Wasserstoffs Wasser bilde, Kenntnis. Sogleich wurde es ihm klar, dass Wasser eine Verbindung von Wasserstoff und Sauerstoff sein müsse. Er machte Cavendishs Verbrennungsversuche nach und bestimmte die Zusammensetzung aus der Menge der verbrauchten Gase. Er zerlegte das Wasser, indem er Dämpfe über glühendes Eisen leitete, mit welchen sich der Sauerstoff verband und der abgeschiedene Wasserstoff aufgefangen wurde.

Durch diese wichtige Entdeckung beantwortete sich die schwierige Frage, woher die Metalle bei der Auflösung in Säuren ihren Sauerstoff hernähmen, und woher der Wasserstoff, der sich dabei entwickelte, stamme, leicht, und Lavoisier konnte nun (1785) mit Bestimmtheit aussprechen, dass sich die Säuren nie direkt mit einem Metall, sondern immer nur mit einem Oxid desselben verbinden und dass die Oxidation des Metalls entweder auf Kosten des Sauerstoffgehaltes der Säure oder des Wassers vor sich geht.

So war Lavoisiers Theorie zu einem vollkommenen Gebäude angewachsen, das die Blicke aller Chemiker anzog, wenn auch anfangs nur einzelne einzutreten wagten. Die Phlogistontheorie war Lavoisiers Angriffen nicht gewachsen. Seine Abhandlungen über die

Verbrennung (1778) und über das Phlogiston (1783) waren unwiderleglich, denn sie beruhten auf Wahrheit. Vom Jahre 1785 an fand seine Lehre Anerkennung, und bedeutende Chemiker schlossen sich ihr an.

Durch Lavoisier entstand zunächst in Frankreich die antiphlogistische Schule, aus welcher eine Reihe der berühmtesten Forscher auf dem Gebiete der Chemie hervorgegangen sind und diese französische Schule oder la chimie Française, wie sie ihre Anhänger mit Stolz nannten, war für mehrere Jahrzehnte tonangebend und führend in Europa. Dabei unterstützte die Französische Republik die junge Wissenschaft der Zukunft, welche wie sie selbst und fast zu gleicher Zeit auf französischem Boden durch eine Revolution gegen das Alte erstanden war, auf das eifrigste.

Lavoisiers Arbeiten sind von unermesslicher Tragweite für die Chemie und für alle Naturwissenschaften, für die Industrie und die Kultur geworden. Die quantitative Untersuchungsweise gab ihr eine Sicherheit und eine Beweiskraft, die der Chemie vorher gefehlt hatte und die sie mit einem Male zu einer gleichberechtigten Wissenschaft neben die Physik stellte, der sie bis dahin unterstellt gewesen war. Die selbständige Weiterentwicklung dieser beiden verwandten Zweige der Naturwissenschaft hat in der segensreichsten Weise beide gefördert.

Welche Folgen Lavoisiers Lehre zunächst für die Chemie hatte, können wir nur andeuten.

Die Lehre von der Affinität, die man bisher nur qualitativ aufgefasst hatte, bekam durch die quantitative Untersuchung erst festen Halt und erhöhte Bedeutung. Mit der Überzeugung von der Unveränderlichkeit des Gewichtes der Materie bekam die quantitative Analyse erst ihre richtige Stellung und Bedeutung. Durch die quantitative Analyse lernte man die wirkliche Zusammensetzung zahlloser Körper kennen, die man vorher gar nicht darauf untersucht hatte. Aber indem man

sich nicht damit begnügte, die quantitative Zusammensetzung einer Einheitsmenge zu finden, sondern ebenso danach suchte, wie viele der verschiedenen Bestandteile sich mit dem gleichen Gewicht einer bestimmten Substanz verbinden und in der weiteren Folge, eine wie große Menge einer Substanz nötig ist, um eine gewisse Menge einer anderen Substanz in Verbindungen zu ersetzen, kam man auf den Begriff des Äquivalents und legte damit die Grundlage der Stöchiometrie. Man fand, nachdem man die Äquivalentzahlen ermittelt hatte, dass die chemischen Verbindungen nicht nur in konstanten, sondern auch in einfachen Gewichtsverhältnissen statthaben. Die quantitative Analyse führte ferner zur Auffindung des Gesetzes der multiplen Proportionen. Mit der Erkenntnis dieser Gesetze erhebt sich die chemische Wissenschaft über den empirischen Standpunkt empor zur Wissenschaft. Indem man sich nicht mit der Gewichtsermittlung begnügte, sondern bei den gasförmigen Körpern auch die Volumenveränderungen beobachtete und deren Gesetzmäßigkeit erkannte, gelangte man zur Entdeckung des Zusammenhangs zwischen spezifischem Gewicht und Äquivalentgewicht bei den gasförmigen Körpern. Und diese Entdeckung führte wieder zur Bestimmung des Atomgewichtes.

Dass eine ganz andere Vorstellung von den Elementen mit der neuen Lehre aufkam, bedarf kaum der Erwähnung. Für sie war ein Element der Stoff, der sich chemisch nicht weiter zerlegen lässt.

So entsprang aus Lavoisiers Untersuchungen, Entdeckungen und Schlussfolgerungen der ganze Reichtum der modernen Chemie.

Wie Schuppen fiel es nun auch den Metallurgen von den Augen. Wie einfach und natürlich erschienen jetzt die Vorgänge, deren Erklärung die Phlogistontheorie mehr verdunkelt als aufgeklärt hatte. Oxidation und Reduktion sind ja die Grundlage fast aller metallurgischen

Operationen. Diese waren durch die neue Lehre auf das einfachste erklärt. Jetzt erst kam die Luft, die man zwar als Luftzug oder Gebläsewind auch vordem nie entbehren konnte, der die Theorie aber immer nur eine zufällige, nebensächliche Bedeutung zuerkannt hatte, zu ihrem Recht. Jetzt erst fiel der Schleier des Geheimnisses, der die Konstitution der verschiedenen Eisensorten verhüllt hatte. Der „flüchtige Schwefel“, das „brennliche Wesen“, das „Phlogiston“ und wie man es sonst noch genannt hatte, es enthüllte sich einfach als Kohlenstoff; ein Stoff, der uns überall umgibt, den wir mit uns herumtragen, der unserem Körper Wärme und Leben verleiht und den man doch erst so spät erkannt hat!

Die Entdeckung, dass ein verschiedener Gehalt an Kohlenstoff die Verschiedenheit der Eisenarten, des Gusseisens, Stahls und Schmiedeeisens bedingt, war die unmittelbare Folge der Lehre und der Untersuchungsweise Lavoisiers. War sie doch, wie wir gesehen haben, durch bedeutende Chemiker, namentlich durch Reaumur, Bergman und Rinman so vorbereitet, dass uns für die Erklärung ihrer chemischen Untersuchungen und Beobachtungen oft nur das eine erlösende Wort gefehlt hat.

Dem ungeachtet ist die vortreffliche Arbeit, in welcher die drei Naturforscher Monge, Vandermonde und Berthollet im Jahre 1786 zuerst den Nachweis geliefert haben, dass es der Kohlenstoff sei, welcher die Verschiedenheit der Eisensorten, die Umwandlung des Schmiedeeisens in Stahl durch die Zementation u. s. w. bedinge, ein Ereignis für die Geschichte des Eisens. Sie ermittelten, dass in allen Eisensorten Kohlenstoff enthalten ist, dass davon aber das Schmiedeeisen nur sehr wenig, der Stahl mehr und das Gusseisen am meisten enthält.

Bergman hatte bereits auf die Wichtigkeit der längst bekannten Tatsache, dass man durch Zusammenschmelzen von Schmiedeeisen mit Kohle unter verschiedenen Bedingungen die verschiedenen Modifikationen des Eisens

darstellen könne, hingewiesen. Da er aber eine unrichtige Vorstellung von dem Wesen der Kohle hatte, fand er die richtige Erklärung nicht. Er nannte das Reißbleif (Garschaum, Kies) im Eisen „eine Verbindung des in einem gewissen Grade gestärkten Eisens mit dem gröberem Brennbaren desselben“. Scheele hatte schon 1779 die kohlenartige Natur des Graphits im Roheisen nachgewiesen und man fing bereits an, demselben eine wesentliche Rolle in der Zusammensetzung des grauen Roheisens zuzuschreiben; so namentlich auch Monge in Frankreich 1786.

Der Sturz der Phlogistontheorie durch Lavoisier, der Nachweis, dass Luft und Wasser zusammengesetzte Körper, sowie dass alle chemischen Stoffe wägbare sind, die Erklärung der Verbrennung und Verkalkung, die große Rolle, welche der Sauerstoff bei den wichtigsten chemischen Prozessen spielt, führten in ihren weiteren Folgen auch zu einer richtigen Erklärung der Konstitution des Eisens und der Ursache der Verschiedenheit seiner verschiedenen Modifikationen als Schmiedeeisen, Stahl und Gusseisen. Bis dahin hatte man diese Verschiedenheit durch das brennbare Wesen oder das Phlogiston erklärt. Nachdem die neue, sogenannte „antiphlogistische“ Schule nachgewiesen hatte, dass es kein Phlogiston gebe, musste man nach einer anderen Erklärung suchen. Diese lieferten die französischen Chemiker und Physiker Vandermonde, Berthollet und Monge in einer klassischen Abhandlung über das Eisen in seinem verschiedenen metallischen Zustände, welche im Jahre 1786 in den Memoiren der Akademie der Wissenschaften in Paris erschien. Diese Schrift bildet die Grundlage für die Lehre von der Zusammensetzung des Eisens.

Wie früher erwähnt, hatten Reaumur und Bergman die Natur der verschiedenen Eisensorten so gründlich studiert und so richtig erkannt und beschrieben, dass sie von der vollen Wahrheit nur die falsche Theorie trennte. Es fehlte

für den die Eigenschaften bedingenden Bestandteil nur die richtige Bezeichnung als Kohlenstoff. Diese sprachen die genannten Chemiker zuerst bestimmt aus. Sie stellen sich in allem übrigen ganz auf den Boden der Untersuchungen von Reaumur und Bergman, gestehen dies rückhaltlos ein und sagen selbst, sie übersetzten eigentlich nur deren Resultate in eine neue Sprache.

Hierin ist ihre Bescheidenheit zu groß. Vor allem beseitigten sie einen fundamentalen Irrtum Bergmans. Dieser ging von der Annahme aus, dass die brennbare Luft (Wasserstoff), welche sich bei der Auflösung des Eisens in Säuren, namentlich in verdünnter Schwefelsäure entwickle, aus dem Eisen herrühre, also a priori ein wesentlicher Bestandteil des Eisens sei. Vandermonde, Berthollet und Monge wiesen dagegen nach, dass alle brennbare Luft, die sich bei dieser Auflösung bilde, aus dem Wasser herrühre. Es war durch Lavoisier erwiesen, dass sich bei der Lösung der Metalle in Säuren eine entsprechende Menge Wasser zersetze, indem sich das Metall auf Kosten des Sauerstoffs im Wasser oxidiere und nur in oxidiertem Zustande von der Säure gelöst werde. Daraus folgt, dass die Menge des bei der Auflösung sich bildenden Wasserstoffgases der Menge des reinen Eisens in der Substanz entspricht. Diese Mengen waren aber ungleich. Nach Bergmans Versuchen verhielten sie sich bei Stabeisen, Stahl und Roheisen wie 50 : 48 : 40. Es musste also mit dem reinen Eisen, welchem das geschmeidige Eisen am nächsten kommt, ein oder mehrere fremde Stoffe in dem Stahl und dem Roheisen verbunden sein, welche diese geringere Wasserstoffentwicklung bedingen. Diese fremde Substanz war Kohlenstoff. Dass dieser sich mit dem Stabeisen verbindet und dadurch Stahl bildet, ging klar aus der Zementstahlbereitung hervor. Das Zementierpulver, in dem die Schmiedeeisenstäbe geglüht werden, ist Kohle. Es findet nachweislich durch dieses Glühen eine Gewichtszunahme statt. Diese kann nur durch Aufnahme

von Kohlenstoff bedingt sein. Schwere fiel es den französischen Chemikern, die Natur des Roheisens zu erklären, weil sie noch nicht zwischen gebundenem und ungebundenem Kohlenstoff unterschieden oder vielmehr weil sie von gebundenem Kohlenstoff noch nichts wussten und annahmen, aller Kohlenstoff sei als ungebundener Kohlenstoff oder Graphit in dem Eisen enthalten. Dass aber auch bei dem Roheisen der Kohlenstoff den Unterschied zwischen weißem Eisen und grauem Eisen bedinge, schlossen sie daraus, dass man graues Eisen, welches nach ihrer Auffassung viel Kohlenstoff enthielt, erhält, wenn man die Erze mit viel Kohlen schmilzt, dagegen weißes Roheisen, wenn man dasselbe Erz mit wenig Kohle, also bei übersetztem Gang, schmilzt.

Indessen genügt ihnen der Kohlenstoffgehalt nicht, um den großen Unterschied zwischen weißem und grauem Roheisen zu erklären, ebenso genügt er ihnen nicht, um daraus die große Differenz der Wasserstoffmenge, welche aus Roheisen, und der, welche aus Stahl und Stabeisen entwickelt wird, herzuleiten. Um diese Erscheinungen zu erklären, machen sie die alte Theorie Reaumurs, dass das Eisen in Roheisen noch nicht vollkommen metallisiert sei, zu der ihrigen. Sie sagen: „Roheisen muss als ein König angesehen werden, dessen Wiederherstellung (Reduktion) nicht vollendet ist, der also noch einen Teil der Lebensluft in sich hat, mit welcher er im Erze als Kalk gebunden war.“ Sie nehmen also im Roheisen noch eine gewisse Menge Sauerstoff neben dem Kohlenstoff als wesentlichen Bestandteil an. Den Unterschied zwischen weißem und grauem Roheisen erklären sie nur dadurch, dass im weißen Eisen die Wiederherstellung noch unvollkommener ist als im grauen, dass also im weißen Eisen eine größere Menge Sauerstoff neben einer geringeren Menge Kohlenstoff enthalten ist, während das graue Roheisen wenig Sauerstoff und viel Kohlenstoff enthält. Dadurch soll sich die verhältnismäßig geringe Menge Wasserstoff, welche

das weiße Eisen bei der Auflösung in Schwefelsäure entwickelt, erklären. Diese würde sich, nach der Anschauung der Verfasser, aus dem geringen Kohlengehalt nicht herleiten lassen, wohl aber aus der Beimengung von oxidischem Eisen, welches sich ja ohne Wasserstoffentwicklung in der Säure löst. Wenn bei dem Roheisen der Sauerstoffgehalt ein beträchtlicher ist, so ist er zwar bei dem Schmiedeeisen nur ein geringer, aber ganz frei davon scheint ihnen kein Eisen zu sein. So wenig es einen idealen Zustand des weichen Eisens, welches frei von allem Kohlenstoff sein müsste, gibt, so wenig gibt es einen absolut sauerstofffreien. Die Fehler von schlechtem Schmiedeeisen beruhen zum Teil auf einem größeren Sauerstoffgehalt. Der Stahl steht in dieser Beziehung nicht in der Mitte zwischen Roheisen und Schmiedeeisen; der Stahl verlangt vielmehr ein möglichst vollkommen wiederhergestelltes, d. h. sauerstofffreies Eisen zu seinem Grundstoff. Der Unterschied von Stahl und Stabeisen liegt nicht nur im Kohlenstoffgehalt; der Grundstoff des Stahls ist vielmehr von Sauerstoff freier als der des Schmiedeeisens. „Im Brennstuhl ist das Eisen vollkommen wieder hergestellt, aber noch überdies mit Kohlenstoff gebunden, den er aus dem Zement eingeschluckt hat und von dem er eine gewisse Menge enthalten muss, wenn der Stahl von bestimmter Beschaffenheit sein soll. Zwischen Roheisen und Stahl besteht also dieser große Unterschied, dass in jenem das Metall immer schlecht, in diesem aber immer vollkommen wieder hergestellt ist; aber in beiden ist das Eisen an Kohlenstoff gebunden.“

Von dieser Ansicht aus erklären die Verfasser die wichtigsten Prozesse bei der Eisen- und Stahlbereitung. Das Rohschmelzen des Eisens ist die Reduktion der Erze oder die Wiederherstellung zu Metall. Diese ist aber nur unvollkommen, weil das Roheisen zu kurz vor der Form verweilt, hier gleich schmilzt und unter die flüssige

Schlackendecke sinkt, die es vor weiterer Einwirkung schützt.

Die Bereitung des Stahleisens bei dem Frischprozess beruht auf zwei ganz verschiedenen Wirkungen, einer chemischen, dem Frischen, und einer mechanischen, dem Recken.

Bei dem Zementieren erkennt man am deutlichsten den chemischen Vorgang, der in einer Aufnahme von Kohlenstoff besteht. Durch das Brennen ändert sich wirklich die chemische Natur des Eisens, durch das Härten dagegen nicht. Um den Vorgang bei der Zementation nochmals ganz klarzustellen, machten die Verfasser sorgfältige Versuche, bei welchen sie Stabeisenstäbe in reiner, ausgeglühter Holzkohle bei vollständigem Abschluss von Luft und Feuchtigkeit glühten. Sie konnten auf diese Art nachweisen, dass die Veränderung, welche das Stabeisen erleidet, wenn es zu Stahl wird, allein von der Wirkung der Kohle und von keinem luftartigen Wesen, welches die Hitze daraus treibt, kommt und dass die Gewichtszunahme nur der Aufnahme von Kohle zuzuschreiben ist. Die Gewichtszunahme schwankte bei vier Versuchen zwischen $\frac{1}{170}$ bis $\frac{1}{180}$ des Eisengewichtes. Diese Gewichtszunahme ist nach Ansicht der Verfasser aber nicht als absolute Gewichtszunahme, sondern als die Differenz zwischen dem Zuwachs an Gewicht, den die Kohlenstoffaufnahme hervorbringt, und dem Verlust, den die gänzliche Wiederherstellung des Metalls, d. h. die Scheidung des kleinen Anteils von Lebensluft, der immer auch im geschmeidigsten Eisen ist, veranlasst.

Die Verfasser haben auch Bergmans Messungen der Mengen des Wasserstoffs, welcher sich bei der Lösung von Eisen in verdünnter Schwefelsäure entwickelt, wiederholt und wollen gefunden haben: 1. dass weißes Roheisen immer weniger brennbare Luft gibt als graues, und 2. dass Stahl immer weniger gibt als Stabeisen. Sie fanden ferner,

dass sich bei der Auflösung Wasserstoff mit einem Teil des Kohlenstoffs zu Kohlenwasserstoff verbindet. Da dieser Kohlenwasserstoff ein geringeres Volumen einnimmt als reiner Wasserstoff, so erkläre sich zum Teil auch daraus die geringere Gasentwicklung bei der Auflösung von Stahl als von Roheisen. Die Differenz der Gasvolumina entspricht also nicht unmittelbar der Differenz an Kohlenstoff, sondern man muss, um diesen genau zu bestimmen, erst die Menge des Kohlenwasserstoffs ermitteln.

Dass das Roheisen Kohlenstoff enthalte, gehe nicht nur daraus hervor, dass seine blanke Oberfläche wie bei Stahl, wenn man einen Tropfen Säure darauf bringt, einen schwarzen Fleck gibt, sondern auch daraus, dass Stabeisen durch flüssiges Roheisen in Stahl verwandelt wird. Die Verfasser machten einen Versuch im Tiegel, der dies vollständig bestätigte. Die Kohle löse sich beim Schmelzen des Eisens in diesem auf, wie sich Salz in Wasser löse. Das weiße Roheisen sei leichtflüssiger, weil es noch mehr Lebensluft enthielte. Die Verschiedenheit der Roheisensorten liege also einesteils in der verschiedenen Menge Lebensluft, andernteils in der verschiedenen Menge Kohle, welche sie enthalten. Das Hauptargument, dass das Roheisen im allgemeinen und das weiße Roheisen besonders noch Lebensluft enthalten müsse, ist das, dass letzteres weniger entzündbare Luft bei der Auflösung in Säure entwickelt, obgleich es weniger Kohlenstoff als das graue enthalte. Dass graues Roheisen durch wiederholtes Umschmelzen in ganz geschlossenen Gefäßen stahlartig wird, soll beweisen, dass auch das graue Roheisen Sauerstoff in seiner Masse enthält und dass dieser sich beim Umschmelzen mit Kohlenstoff verbindet. Der Hauptbeweis, dass das Stabeisen noch Lebensluft enthält, ist der, dass Stabeisen beim Zementieren Blasen bildet, welche von dem Austreten der festen Luft (Kohlensäure), die sich aus der Verbindung der Kohle mit der wenigen Lebensluft im Stabeisen gebildet habe, herrührten.

Bei dem Hochofenprozess haben die Kohlen eine mehrfache Aufgabe zu erfüllen: sie erzeugen die Hitze, welche zur Schmelzung nötig ist, sie reduzieren das Erz, indem sie sich mit dessen Sauerstoff verbinden, und endlich löst sich ein Teil davon in dem geschmolzenen Eisen auf. Die Verfasser weisen selbst auf den Widerspruch hin, der darin liegt, dass gerade das Eisen, welches den meisten Kohlenstoff aufgelöst hat, auch die meiste Lebensluft enthält, da man bei der Verwandtschaft beider doch das Gegenteil erwarten sollte. Als Erklärung hierfür dient ihnen das rasche Schmelzen und das kurze Verweilen vor der Form. Dass sich Kohlenstoff mit dem Eisen verbindet, geben die Verfasser zu und es ändere sich die Verwandtschaft des Kohlenstoffs zum Eisen nach den verschiedenen Stufen der Hitze. Bei höherer Hitze nimmt das Eisen mehr Kohlenstoff auf, es wird damit übersättigt und lässt ihn beim Abkühlen wieder fahren. Geschieht dies sehr langsam, so scheidet sich dieser Kohlenstoff zuweilen als Garschaum an der Oberfläche aus, meist bleibt er aber in der Masse zerstreut. Der so ausgeschiedene Kohlenstoff ist Graphit oder Reißblei. Bergman, Scheele, Hjelm und Pelletier haben bewiesen, dass die ausgeschiedenen Graphitblättchen des Eisens nichts anderes sind als Kohlenstoff mit einem gewissen Anteil Eisen verbunden. Die Verfasser haben Graphit mit Hilfe eines starken Brennglases in einem geschlossenen Glasgefäße verbrannt. Es hatte sich dabei Kohlensäure gebildet und auf dem zurückgebliebenen Rest von Graphit fanden sich Kügelchen von geschmolzenem Eisen — Graphit halten sie deshalb für Kohlenstoff, der mit Eisen gesättigt ist, und zwar im Verhältnis von 9/10 zu 1/10. Ihre Beobachtungen führen zu dem Schluss, dass im erkalteten Roheisen und Stahl wahrscheinlich gebundener Kohlenstoff ist, der aber auch wieder bei dem Erkalten austritt und ungebunden darin bleibt, aber nicht als reiner Kohlenstoff, sondern als

Reißblei. Graues Roheisen und weicher Stahl sind demnach keine gleichartigen Stoffe.

Die Resultate der französischen Chemiker, die mit Klarheit und Bestimmtheit vorgetragen sind, stellen einen großen Fortschritt dar. Sie enthalten aber auch einen großen Fehler, das ist die Annahme eines wesentlichen Sauerstoffgehaltes in Roheisen und sogar im Schmiedeeisen. Diese Annahme erklärte allerdings scheinbar vielerlei Erscheinungen in leichter Weise, deshalb wurde sie auch ziemlich allgemein angenommen; sie war aber nur so lange haltbar, als man die Eisensorten keiner genauen chemischen Analyse unterzog. Dieser schweren Aufgabe war man damals noch nicht gewachsen.

Dass diese hochbedeutsame Abhandlung bei allen gebildeten Metallurgen das größte Aufsehen erregte, ist natürlich. Die neuen Ansichten waren in so überzeugender, verständlicher Weise vorgetragen, dass sie allgemeinen Anklang fanden und zunächst kaum einen Widerspruch hervorriefen. Um ihre praktische Bedeutung zu erhöhen und noch klarer vor Augen zu führen, stellte im Jahre 1794 die Königl. Böhmisches Gesellschaft der Wissenschaften die Preisfrage: Worin besteht der Unterschied zwischen Roheisen aus Hohenöfen und geschmeidigem Eisen aus Frischherden und nach welcher Methode lässt sich das letztere am besten und vorteilhaftesten aus dem ersteren bereiten?

Für den ersteren Teil der Frage empfahl die königl. Gesellschaft die angeführte französische Abhandlung, aber mit dem Hinweis, dass die Bestimmung der besten Frischmethode der Hauptgegenstand der Aufgabe sein solle. — Als Termin war der 1. Januar 1796 bestimmt; er wurde aber bis zum 3. März 1797 verlängert. Es liefen acht Abhandlungen ein, von denen drei als die besten befunden und der ausgesetzte Preis unter denselben geteilt wurde. Außerdem wurden aber diese drei Abhandlungen, welche von Professor Lampadius, Hofrat Hermann und K.

Schindler herrührten, auf Kosten der böhmischen Gesellschaft gedruckt. Sie gehören zu den besten hüttenmännischen Schriften aus jener Zeit. Während die beiden letzten Abhandlungen die praktische Lösung der Frage erstreben, ist die erste mehr theoretisch gehalten.

Lampadius kommt darin im Wesentlichen zu demselben Ergebnis wie Vandermonde, Berthollet und Monge. Obgleich er durchaus selbständig experimentiert, findet er doch auch den Sauerstoff als einen wesentlichen Bestandteil des Roheisens, nur nimmt er an, dass derselbe erst durch den Gebläsewind in dasselbe gelange. Lampadius hatte seine Beobachtungen an dem Hochofen des Grafen Einsiedel zu Mückenburg gemacht. Er beschreibt die Vorgänge bei dem Schmelzprozess in einem Hochofen von 32 Fuß Höhe folgendermaßen:

„In dem oberen Teil des Ofens von 10 bis 12 Fuß über der Rast verflüchtigen sich die flüchtigsten Bestandteile, als das Wasser der Erze und der Kohlen, auch fängt schon am Ende die Verflüchtigung des Schwefels, Phosphors und der Luftsäure (Kohlensäure) an; tiefer bis zur Rast dauert die Verjagung dieser Substanzen fort und die Reduktion nimmt ihren Anfang, indem sich der Kohlenstoff der Kohle mit dem Sauerstoff der Erze verbindet und als Luftsäure entweicht. Von hier bis zur Form findet der Anfang der Schmelzung statt, die verschiedenen Erden lösen sich untereinander nebst dem Eisen und Braunsteinkalk, welche noch nicht reduziert sind (auch der Schwefel und die Phosphorsäure, wenn diese noch nicht verflüchtigt sind), auf, indem die Kohle die Reduktion vollendet und anfängt, sich mit dem Eisen zu verbinden. Durch die Verbindung der ersteren untereinander wird die Schlacke und durch die der letzteren das Roheisen erzeugt. (Ist noch unverflüchtigter Schwefel oder Phosphor in der Mischung, so geht auch dieser mit in das Roheisen.) Nunmehr erreicht das Ganze die heftige Wirkung des Gebläses, wo der höchste Grad der Schmelzung stattfindet (wo sich auch der

Braunstein mit dem Eisen verbindet), zugleich aber auch dem reduzierten Eisen aus der immer mit Gewalt zuströmenden Luft Lebensluft mitgeteilt wird. In den oberen Teilen des Ofens konnte diese Verkalkung nicht stattfinden, da sich das Gemenge in einer Säule von Luftsäure und Stickluft befand. Ein Teil dieses verkalkten Eisens geht auch mit in die Schlacke über, welche sich nun vermöge ihres geringeren spezifischen Gewichts absondert. Die Eisen- und Schlackentropfen passieren endlich die Form und fallen noch von neuem auf Kohlen, wo das erstere noch einen Teil Kohlenstoff aufnimmt. Jetzt bedeckt die Schlacke das vollendete Roheisen, welches nun bei dem gehörigen Gange des Hohenofens keine Veränderung mehr erleidet. Im Fall man aber nicht zeitig genug absticht, so dringt der Wind durch die Schlacke und verbrennt noch Eisen, welches die erstere aufnimmt.

Der geringe Anteil von Erden in dem Roheisen ist vorzüglich während der Schmelzung, ich möchte fast sagen, mechanisch hineingekommen.

Demnach besteht das Roheisen hauptsächlich aus: metallischem Eisen, gekohltem Eisen, Sauerstoff und enthält zufällig Erden, Phosphor, Schwefel und Braunstein.

Die Hochofenschlacken bestehen aus verglasten Erden und verkalktem Eisen; sie enthalten zufällig Braunsteinkalk, Phosphorsäure, Schwefelsäure.“

Lampadius nimmt ebenfalls an, dass der Kohlenstoff nicht in der Masse des Eisens aufgelöst, sondern dass er mit einem gewissen Teil Eisen chemisch verbunden als Graphit in dem Roheisen enthalten ist. Nach seinen Untersuchungen hinterließen

100 Teile weißes Roheisen

nach der Auflösung in verdünnter Schwefelsäure

1⁵/₈ Proz.

100 Tle.

weißgraues Roheisen

2³/₄ „

100	„		graues	Roheisen
			$3\frac{7}{8}$ „	
100	„		schwarzgraues	Roheisen
			$4\frac{1}{4}$ „	

gekohltes Eisen.

Lampadius nimmt an, dass dieser Rückstand den ganzen Kohlenstoffgehalt des Eisens enthalte.

Der Frischprozess verläuft nach Lampadius in der Weise, dass: 1. Der Sauerstoff der Luft sich bei einem gewissen Temperaturgrade mit dem gekohlten Eisen in dem Roheisen verbindet und die Kohle in Luftsäure, das damit verbundene Eisen in Eisenkalk verwandelt. Erstere wird verflüchtigt, letztere geht in die Schlacke über. 2. Der in dem Roheisen enthaltene Eisenkalk (Sauerstoff und Eisen) wird abgesondert und in die Schlacke geschmolzen, da verkalktes Eisen viel leichter fließt als reduziertes. 3. Die in dem Roheisen enthaltenen Erden lösen sich mit dem Eisenkalk chemisch auf und gehen in die Schlacke über. 4. Ein geringer Teil gekohltes Eisen geht unverändert mit in die Frischschlacke über, weil es ebenfalls leichtflüssiger ist, wie das Frischeisen, doch ist es gewissermaßen nur mechanisch in demselben enthalten. 5. Weil das Eisen überhaupt eine starke Affinität gegen den Sauerstoff hat, so wird auch noch ein Teil in dem Frischherd verkalkt und geht mit als Bestandteil in die Frischschlacke über. Enthält das Roheisen noch Braunstein, Phosphor oder Schwefel, so werden auch diese oxidiert und verschlackt. Demnach ist die Eisenfrischarbeit ein wirklicher Oxidationsprozess. Der Gewichtsverlust, welchen das Roheisen beim Verfrischen erleidet, entsteht: 1. Durch Verkalkung des Eisens, welches mit dem Kohlenstoff verbunden war. 2. Durch die Absonderung des mit Sauerstoff schon verbundenen Eisens. 3. Durch zufällige Verkalkung von Eisen während der ganzen Arbeit. 4. Durch die Absonderung des