

nahme von Tiegelmateriale in die Schmelze analytisch nachgeprüft. Das Ausgangsmateriale enthielt 3,13% Al_2O_3 . Nach 20 min Schmelzdauer war der Al_2O_3 -Gehalt auf 19,9% angewachsen. Das entspricht ungefähr der Auflösung einer knapp $\frac{1}{2}$ mm dicken Schicht der Tiegelmwandung. Bei kürzeren Schmelzdauern wird, vor allem bei nicht ganz so stark angreifendem Materiale, der Angriff zu vernachlässigen sein. Bei 5 min Schmelzdauer wurden unter denselben Bedingungen 4,6% Al_2O_3 aufgenommen.

Die Ursachen für die Widerstandsfähigkeit gegen Silicatschmelzen.

Die angeführten Versuche zeigen einwandfrei, daß für die Verschlackung die chemische Zusammensetzung des Tiegelmateriale von wesentlich geringerer Bedeutung ist als die physikalische Beschaffenheit, insbesondere die Entwicklung der Oberfläche. Die chemisch so verschieden sich verhaltenden Stoffe wie Tonerde, Spinell und Zirkonoxyd zeigen die gleiche Widerstandsfähigkeit gegenüber den Schlacken und Oxyden, wenn sie nur genügend weitgehend verdichtet werden. Da heterogene Reaktionen sich nur an Oberflächen abspielen, ist durch die Vernichtung der inneren Oberfläche die Möglichkeit des Reaktionen Eintrittes weitgehend herabgesetzt.

Folgender von N. Planz³⁾ angestellter Versuch zeigt, daß auch bei reinen Stoffen weitgehendste Verdichtung im festen Zustand möglich ist: Lockere pulver-

³⁾ N. Planz, eingehende Veröffentlichung folgt.

förmige „Magnesia pro analysi“ von Merck mit etwas konzentrierter MgCl_2 -Lösung (pro analysi) zu einem Teig geknetet und getrocknet, brennt sich in dem oben erwähnten Oxydofen zu einer porzellanartig dichten Masse, deren Scherben nicht mehr ansaugt. Dieselben Vorgänge zeigen sich auch beim Nachbrennen der oben erwähnten Tiegel. Die innere Oberfläche des Scherbens ist durch Rekristallisation vermindert worden. Unter dem Mikroskop sind Korundkristalle von etwa 10 μ Größe deutlich erkennbar.

Zusammenfassung:

Durch Sintern von hochschmelzenden Tiegelmateriale (Al_2O_3 , ZrO_2 , $\text{MgO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$) kurz unterhalb des Schmelzpunktes lassen sich diese so weit verdichten, daß sie von Silicatschmelzen nur noch wenig angegriffen werden. Dies rührt daher, daß bei Einwirkung von Silicatschmelzen auf solche Tiegelmateriale die Reaktionsgeschwindigkeit bedeutend stärker von der Art der Oberflächenausbildung des Tiegelscherbens als von seiner und der Schmelze chemischen Zusammensetzung abhängig ist. —

Der Gesellschaft von Freunden der Aachener Hochschule sei für die Bewilligung von Mitteln für die Durchführung dieser Arbeit bestens gedankt, desgleichen nochmals der Notgemeinschaft der deutschen Wissenschaft für die Bewilligung von Mitteln zum Bau des Hochtemperaturofens. [A. 28.]

Berzelius und wir.

Ein Gedenkwort zu Berzelius' 150stem Geburtstag.

Von Prof. Dr. P. WALDEN, Rostock.

(Vorgetragen am 28. Oktober 1929 vor der Rheinischen Gesellschaft für Geschichte der Naturwissenschaften, Medizin und Technik in Leverkusen, I. G. Farbenindustrie.)

(Eingeg. 2. November 1929.)

(Fortsetzung und Schluß aus Heft 17, S. 354.)

E. Literarische Arbeiten.

Doch Berzelius war nicht allein der große Experimentator, Entdecker und Begriffsbildner, er war auch der ungewöhnlich fruchtbare chemische Schriftsteller. Diese Richtung seiner geistigen Tätigkeit kann nicht hoch genug bewertet werden, sie trug mit dazu bei, daß die naturwissenschaftlichen Zeitgenossen der damaligen Kulturwelt in den Bannkreis seiner Wirkung eingeschlossen wurden, und daß die exakte Chemie ein Gemeingut aller werden konnte. Es ist zuerst sein Briefwechsel mit den berühmtesten Gelehrten seiner Zeit zu nennen, diese Zeit dauerte von 1804 bis 1847 und gebar eine chemische Wissenschaft! In 13 Bänden mit zusammen etwa 4000 Druckseiten liegt dieser Briefwechsel als eine Sammlung menschlicher und wissenschaftsgeschichtlicher Dokumente aus einer großen Periode der Chemie vor uns³⁷⁾. „Menschliche Dokumente!“ sagten wir, denn solch ein Briefwechsel, wie der in zwei dicken Bänden veröffentlichte zwischen Berzelius und Wöhler, bringt Wissenschaftsgeschichte und eine heitere Philosophie des Eigenlebens. Wir stellen uns die Großen gewöhnlich in Heldenposen auf hohen Postamenten vor: in diesen Briefen erscheinen

³⁷⁾ Von den deutschen Chemikern, mit welchen Berzelius eine ausgedehnte Korrespondenz geführt hat, nennen wir nur die folgenden: E. Mitscherlich (von 1819 bis 1847), Fr. Wöhler (2 Bände umfassend, von 1823 bis 1847), Just. Liebig (von 1831 bis 1845, herausgeg. v. J. Carrière, II. Aufl., 1898), C. F. Rammelsberg (von 1838 bis 1847, Ausgabe der Schwed. Akad., 1928), Gustav Magnus (herausgegeben von E. Hjelt, 1900).

sie als warmblütige, liebe Menschen, die auch Alltagsgegenstände und sogar sich selbst mit heiterem Spott behandeln. So z. B., wenn Wöhler (25. Mai 1831) dem Meister ein Familienereignis anzeigt: „Als ich Ihnen vor einigen Jahren (d. h. 1828) die Hervorbringung von künstlichem Harnstoff geschrieben hatte und Sie mir darauf antworteten, Sie hofften zu erleben, daß ich noch einmal einen kleinen Menschen machen würde, traute ich mir nicht soviel zu oder glaubte wenigstens die Zeit zu solchen Versuchen noch sehr fern. Ich bin selbst überrascht und verwundert, daß ich die Freude habe, Ihnen sagen zu können, sie ist schon da. Am ersten Pfingstfeiertage kam meine liebe Frau Franziska mit einem gesunden Knaben glücklich nieder.“ Als aber nach einigen Jahren schon der drittmalige Familienzuwachs zu vermelden ist, da schreibt Wöhler: „Es ist unbegreiflich, wozu man es alles in so kurzer Zeit bringen kann. Ich hätte übrigens nun an den drei Kindern genug . . .“³⁸⁾. Umgekehrt berichtet der 56jährige Meister von seinem etwas verspäteten Entschluß zu heiraten und sagt: „Es ist klar, daß ich nun verliebt bin wie eine Küsterkatze“³⁹⁾. An seinem 60. Geburtstag (20. August 1839) schreibt er an Wöhler: „Ich sehe voraus also, daß ich mich aus einem experimentierenden Chemiker in einen redigierenden allmählich verwandele und mich wie ein alter Kutscher über das Klatschen der Peitschen von anderen Kutschern freue!“ Oder es werden wissenschaftliche Auswüchse gezeißelt, wie z. B. durch den köstlichen

³⁸⁾ Brief an Berzelius vom 26. April 1835.

³⁹⁾ Brief an Wöhler vom 16. Juli 1835.

Spott Wöhlers (als der französische Dr. S. C. H. Windler) über die Substitutionstheorie (1840), oder wenn er von dem Besuche eines Kollegen berichtet und sagt: „Dem guten Fischer . . . habe ich gesagt, ich werde jetzt ein Journal für schlechte Versuche herausgeben, ob er mir nicht Beiträge liefern wolle?“ (8. Mai 1830.) Oder erfaßt uns nicht ein heiteres Mitleid, wenn wir die Schilderung Wöhlers lesen: „Poggendorff (der bekannte Physiker und Herausgeber der Annalen der Physik und Chemie) bäumt sich und krümmt sich wie ein Wurm, um eine deutsche Nomenklatur für die Schwefelsalze zu finden“⁴⁰⁾.

Und wie treffend kennzeichnet Berzelius einen jungen Chemiker, der in seinen Erstlingsarbeiten das hohe Roß reitet, er sagt von ihm: „ . . . er behandelt Liebig wie eine Prise Schnupftabak!“⁴¹⁾. Wie drastisch und plastisch schildert wiederum Berzelius den Eindruck der Entdeckung des Mercaptans: „Eine . . . kuriose Entdeckung ist die Zeisesche Schwefelschmiere, die er Mercaptan genannt hat und die er in einer Schrift von 72 Seiten behandelt, welche man mit demselben Gefühle liest, als wenn man auf Schlitten durch Sand fährt“⁴²⁾. Interessant ist auch die folgende kleine Episode, welche die Fixigkeit der Zeitungsberichterstattung im Auslande und das Interesse für deutsche Erfindungen illustriert. Im Juli 1846 bringen die schwedischen Zeitungen einen Artikel unter dem schönen Titel: „Wasserdichtes Schießpulver“, entdeckt von Schönbein. Darauf fragt Berzelius bei Wöhler an: „Ist es ganz einfach ein Humbug?“ Wöhler in Göttingen weiß nichts von dieser Entdeckung, verspricht aber, Näheres in Erfahrung zu bringen. Einer seiner ehemaligen Schüler fährt nun nach Basel zu Schönbein. Dieser zeigt vertrauensvoll seine Ozonversuche und auch die Effekte seiner neuerfindenen Schießbaumwolle. Beim Verbrennen bleibt ein kaum merklicher Rest: „Heimlich versuchte ich das mit dem Finger aufgetippte durch die Zunge, es schmeckte stark — wenn ich nicht irre — salpeterähnlich.“ (Nennt man das heute nicht „Fabrikspionage“?) „Lustig war mir's, zu sehen, wie der heitere Erfinder (nachdem er die gewaltige Sprengwirkung demonstriert hatte) zwischen den stauenden Schützen und den Zuschauern mit der Behaglichkeit eines Mannes, der soeben das Pulver erfunden hat, umherging“⁴³⁾.

Dann seien noch die „Jahresberichte“ kurz gestreift. Man vergegenwärtige sich, was das heißt: ein einzelner und außerordentlich beschäftigter Mann berichtete alljährlich, von 1821—1848, in zusammen 27 Bänden mit 12 600 Druckseiten, über alle wissenschaftlichen Erscheinungen des Vorjahres, und zwar über Physik, anorganische Chemie, Pflanzenchemie, Tierchemie, Mineralogie und Geologie. Erscheint nicht der heutigen Generation der engen Spezialisten ein derartiger universeller „Chemiker“ unbegreiflich? Es ist nicht eine trockene Berichterstattung, die Berzelius gibt; es ist ein Abwägen und Aburteilen, ein Loben und ein Tadeln, ohne Ansehen der Person; es ist neben der sachlichen Kritik des fremden auch ein eigenes Schaffen durch neue Begriffe! „Wenn ich meine Darstellungen im Jahresbericht gebe, habe ich weder Freunde noch Feinde“, so schrieb er an Wöhler (Brief vom 7. Oktober 1842). Es war

gleichsam eine Urteilsfällung von einem obersten Richter in der Gelehrtenrepublik. Und dieser Urteilspruch galt viel! Wie oft erwarteten junge und alte Forscher diese Urteile in den Jahresberichten, aus dem Munde von Berzelius, mit bangen Gefühlen, und wie stolz und im Ansehen gestärkt fühlten sich diejenigen, deren Arbeiten eine Billigung oder gar ein Lob erhalten hatten. Man vergleiche nur die Urteile und deren Wirkung anlässlich der heute klassischen Arbeiten von Faraday (über Benzol usw., 1827), von Liebig und Wöhler (über das Benzoyl, 1832), von Bunsen (über das Kakodyl, 1839). Man denke aber auch an die vernichtenden Urteile, die er z. B. über Liebig's Tierphysiologie fällt⁴⁴⁾. Bei einer Rückschau auf jene Zeit müssen wir im allgemeinen die Richtigkeit der Ansicht von Wurtz anerkennen, indem wir Berzelius' Streit, z. B. um die Säuretheorie (gegen Liebig), um die dualistische Theorie (gegen Dumas) usw. im Auge haben: „Dieser große Streit hat seine Früchte getragen, und Berzelius' heftiger Widerstand hat heilsamer gewirkt als Stillschweigen und Ruhe zu wirken vermocht hätten.“

Aus späterer Zeit wüßte ich nur noch einen Mann zu nennen, der das Wissen, den Mut und das Ziel gehabt hat, in ähnlicher Weise wie Altmeister Berzelius durch Referat und kritische Beleuchtung auf das laufende Wachstum der chemischen Wissenschaft erzieherisch und fördernd zu wirken: es war Wilh. Ostwald, der in den ersten Jahrzehnten der „Zeitschrift für physikalische Chemie“ eine solche — sagen wir — geistige „Lichttherapie“ ausübte! — Ob nicht unserer Zeit wieder ein kritischer „Berzelius“ not täte?

Alsdann sei das klassische „Lehrbuch der Chemie“ von Berzelius angeführt. Friedr. Wöhler hat durch zwei Jahrzehnte die deutsche Übersetzung besorgt, und nach dieser wurden Übersetzungen ins Holländische, Französische, Italienische und Spanische herausgegeben. Es war dies ein Monumentalwerk von internationaler Bedeutung, es war das Lehrbuch für Lehrer und Lernende. Die V. deutsche Auflage (1843 bis 1848) erschien in fünf Bänden und umfaßte 4625 Druckseiten. Die geradezu erstaunliche geistige Arbeit, die in diesem Handbuch liegt, kann man nur ermessen, wenn man bedenkt, daß die meisten Tatsachen dieser dicken Bände experimentell nachgeprüft wurden, daß für zahlreiche Stoffe und Körperklassen zuerst hier die wissenschaftlichen Namen geschaffen werden mußten, und daß für neue Erscheinungen erstmalig neue Begriffe ersonnen wurden. Man lese nur den Briefwechsel zwischen Berzelius und Wöhler, um das ungeheure Arbeitsmaß und Verantwortungsgefühl beider während der Drucklegung dieser Auflagen des Handbuchs zu erfassen! —

Eine Zusammenfassung dieser Hauptwerke, allein in deren letzten Auflagen, stellt einen Umfang von 22 000 Druckseiten dar. Und diese literarische Riesenleistung läuft parallel den vorhin geschilderten Experimentalarbeiten von Berzelius. War er nicht ein Arbeits- und Geistesriese?

F. Berzelius' Einfluß auf die Chemie in Deutschland.

Ein letzter Punkt sei noch erörtert, nämlich die Beziehungen zwischen Berzelius und der deutschen Chemie. Er war in seiner Jugend der Empfangende, als großer Forscher und Lehrer war er

⁴⁰⁾ Brief vom 8. Mai 1826.

⁴¹⁾ Brief an Wöhler vom 28. März 1843.

⁴²⁾ Brief vom 28. März 1834.

⁴³⁾ Wöhlers Brief vom 21. August 1846.

⁴⁴⁾ Jahresber. 23, 575 [1843].

der gebende Teil. Hatte nicht der 20jährige Student Berzelius seine ersten chemischen Kenntnisse aus deutschen Quellen, aus Girtanners Buch „Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie“ und aus Hagens „Lehrbuch der Apothekerkunst“ geschöpft? Wurde nicht der junge Ruhm des Vierundzwanzigjährigen (1803) gerade dadurch begründet, daß er gleichzeitig mit „dem größten Analytiker Europas“, mit Klaproth in Berlin, das Element Cerium entdeckte? Waren es nicht — nach Berzelius' eigenen Worten — die Untersuchungen des deutschen „Bergprobierers“ bzw. „zweiten Arkanisten“ Jerem. Benj. Richter in Breslau, welche den Anstoß zu den klassischen Untersuchungen Berzelius' über die bestimmten Proportionen und Atomgewichte gaben? War es nicht Friedr. Wöhler, der in seltener Freundschaft und Hingabe, von 1825—1847, die deutsche Herausgabe von Berzelius' „Lehrbuch“ und von Berzelius' „Jahresbericht“ bewerkstelligte und damit zum Verständnis der Bedeutung dieser Werke und zur Verbreitung des Ruhmes von Berzelius als Verfasser beitrug?

Doch Berzelius wurde für die deutsche Chemie auch der Spender, der reiche Gaben von bleibendem Wirkungsgrad austeilte. Es ist eigenartig: dieser Große war ein Einsamer im hohen Norden und ohne eine eigene chemische Schule in der Heimat, — er wurde aber für die ganze damalige Welt der Lehrer der Chemie, und zwar durch seine Lehrbücher, Jahresberichte und Briefe. Im besonderen war er es, der eine chemische Schule auch in Deutschland begründete. Dazu bedurfte er der unmittelbaren Mitarbeit auserwählter deutscher Schüler, die nachher als Sendboten und Lehrer den wissenschaftlichen Geist und die Arbeitsmethoden ihres Meisters lebensvoll weiterpflanzten! Berzelius war es beschieden, solche Sonderschüler gerade aus deutschen Landen zu haben, — ihrer waren wenige, doch diese wenigen wogen viele auf. Wir nennen die aus der Geschichte der Chemie bekannten Männer, die unmittelbare Berzelius-Schüler waren: Chr. Gmelin (Tübingen), Eilh. Mitscherlich (1819—1821), Heinrich Rose (1819—1821) und Gustav Rose, Friedr. Wöhler (1823—1824), Gustav Magnus (1827—1828). Für sie alle war die Lehrzeit in Berzelius' Laboratorium und der Umgang mit ihm ein Erlebniskomplex, der das ganze Leben und Wirken nachher beeinflusste. Doch Berzelius übte auch einen mittelbaren Einfluß auf die Gestaltung der deutschen Chemie aus. Diese Wirkung begann im Jahre 1817, als er die Berufung nach Berlin, auf Klaproths Lehrstuhl, erhielt. — Es ist verlockend, sich der Betrachtung hinzugeben, was wohl aus der deutschen Chemie hätte werden können, wenn Berzelius von Berlin aus der chemische praeceptor mundi geworden wäre? Doch lehnte er ab. Indessen wirkte er mittelbar, indem auf seinen Vorschlag Eilh. Mitscherlich (nach der vorherigen Lehrzeit bei Berzelius) den Berliner chemischen Lehrstuhl erhielt.

Man wende nicht ein, daß es wesentlich Meister Liebig war, der die deutsche Chemie schuf. Man denke nur daran, daß die chemische Synthese, dieser glänzende Triumph deutschen Geistes, mit dem Schüler Berzelius', mit Friedr. Wöhler, im Stockholmer Laboratorium begann: hier war es, wo Wöhler 1824 die Synthese der Oxalsäure aus Cyan vollführte, und hier beobachtete er auch (1824) zuerst die Bildung des künstlichen Harnstoffs aus Cyan-

säure und Ammoniak, obgleich er den Vorgang erst 1828 richtig deutete! Man vergesse auch nicht, daß derselbe Friedr. Wöhler, mit Empfehlungen Berzelius' versehen, den Göttinger Lehrstuhl erhielt und von hier aus (1836—1882) fast ein Halbjahrhundert lang im Geiste seines Lehrmeisters wirkte! Man übersehe auch nicht, daß der nachherige Ehrentitel der deutschen Chemie „wissenschaftlich und genau“, durch die quantitative Arbeitsweise eines Heinrich Rose (in Berlin) seinen Ausdruck und seine Auswirkung erhielt, und war dieser „Vater der neueren analytischen Chemie“ nicht ebenfalls ein unmittelbarer Schüler von Berzelius in Stockholm gewesen? Man vergesse nicht den Einfluß Eilh. Mitscherlichs, der als Berzelius-Schüler in Berlin von 1822—1863 an der Universität lehrte.

Zu jener Zeit gab es zwei wissenschaftliche Stätten, wo ein Erlernen des chemischen Forschens möglich war, wo Meister des Forschens begabte Schüler unter ihrer Leitung arbeiten ließen. Diese Stätten waren Paris und Stockholm, sie bedeuten aber der Wesensart nach auch zwei geistige Pole. Die englische Arbeitsweise im Urteil Berzelius' sei durch folgendes veranschaulicht. Im Jahre 1812 machte er eine Reise nach England und besuchte dort Davy, Wollaston, Smithson, Tennant usw. „Von den großen Mitteln, die ihnen zu Gebote standen, wußte ich nichts, dagegen war ihre Methode, zu präzisen analytischen Resultaten zu gelangen, der meinen nicht gewachsen“⁴⁵⁾. Wie offen Berzelius seine Ansichten auch dem großen Davy gegenüber äußerte, ist aus dem Briefwechsel zwischen beiden zu ersehen; er beanstandet z. B. in Davys berühmten „Elements of Chemical Philosophy“ den häufigen Gebrauch des Wortes „about“ und schreibt dann: „C'est encore par l'usage de ce mot que toutes vos déterminations numériques sans exception sont fautives“⁴⁶⁾! Man vergleiche auch das Urteil über die geringe Genauigkeit der Analysen Davys und den Vorwurf, „daß Davy das Resultat derselben nach einer theoretischen Ansicht korrigiert hat“⁴⁷⁾. In Paris herrschte der romanische Typus des Forschers vor, der Typus des beweglichen, phantasievollen, oft deduktiv vorgehenden Forschers; dort wirkten Dulong, Thénard, Gay-Lussac. In Stockholm dagegen war es nur ein Mann, der allerdings viele ersetzen konnte, Berzelius, der den nordisch-germanischen Typus des bedachtsam und genau arbeitenden, induktiv schaffenden Gelehrten verkörperte. Es war nicht so sehr ein Zufall, sondern vielmehr eine geistig verwandte Wesensart und unterbewußte Willensführung, die den nachmaligen „Romantiker“ der chemischen Forschung, Justus Liebig, nach Paris hinlenkte, während der „Klassiker“ Friedr. Wöhler die Stockholmer Schule eines Berzelius erwählte. Wie spiegelte sich in der deutschen Mentalität die französische chemische Schule vor hundert Jahren wider? Einem Reisebericht Friedr. Wöhlers aus Paris vom Jahre 1833 entnehmen wir die folgenden unmittelbaren Eindrücke: „Übrigens bei dieser Gelegenheit (d. h. nach dem Besuch bei Dumas u. a.) . . . habe ich gesehen, daß die Franzosen keinen Begriff von skrupulöser Genauigkeit bei quantitativen Bestimmungen haben. Sie scheinen im allgemeinen weder auf absolute Reinheit und Isoliertheit der Substanz hinreichend zu achten, noch

⁴⁵⁾ Berzelius' Autobiogr., S. 59.

⁴⁶⁾ Jac. Berzelius, Bref I, 2, p. 37, Upsala 1912.

⁴⁷⁾ Gilberts, Ann. Physik Chem. 48, 327 [1814].

haben sie eine richtige Idee von genauem Wiegen. Auch sind ihre Waagen miserabel. Sie machen eigentlich nur Approximationen und das übrige ist Kalkül⁴⁸⁾. Wöhler hatte Gay-Lussac, Thénard, Chevreul, Dumas, Ampère, Arago, Dulong, Pelouze und andere französische Gelehrte besucht.

Worin bestand die Eigenart der Berzelius-Schule?

Berzelius schuf aus sich seine Arbeitsmethode. Er war genial im Erfinden und Konstruieren neuer Apparate, denn diese waren einfach und zweckdienlich. Er war als Experimentator groß, denn er zwang seine Apparate zu den genauesten Versuchsergebnissen, — er war ein Erzieher des wissenschaftlichen Gewissens, das keine willkürliche Abänderung und Abrundung der Messungsergebnisse duldet. Er verkörperte durch seine Person den wissenschaftlichen Forscher, der seine Arbeit mit Freude und Konsequenz, ohne Ehrgeiz oder praktischen Vorteil, vollführt. Er zeigte, daß eine Einsamkeit der Arbeit zu einer Gemeinsamkeit der geistigen Interessen und Ideen, zu einer Weltverbundenheit der Chemiker führt.

Mit den bescheidensten Mitteln erreichte er seine grundlegenden Resultate; der Chemiker müsse „mit der Säge bohren“ können, hieß es von ihm. Nicht das Instrument machte damals den großen Chemiker, sondern in des großen Chemikers Hand wandelte sich auch der einfachste Apparat in ein gleichsam vernunftbegabtes Präzisions- und Forschungsinstrument um. Sagte nicht schon Goethe: „Mikroskope und Fernrohre verwirren eigentlich den reinen Menscheninn.“ Und als einst Wilh. Ostwald das primitive Ding — die Waage Berzelius' — betrachtet hatte, da „wurde mir (schreibt er) unvergeßlich klar, wie wenig es auf das Gerät ankommt, und wie viel auf den Mann, der daran sitzt“⁴⁹⁾.

In einem Brief an Liebig — der ihm einen Zögling zur Ausbildung hinsandte — hat Berzelius selbst das Wesen seines Unterrichts folgendermaßen präzisiert: „Bei mir kann er nichts anderes lernen, als wie man mit außerordentlich wenig sich helfen kann. Das hat er bei mir bessere Gelegenheit, als bei jedem anderen Chemiker zu erfahren“⁵⁰⁾. War dies nicht eine außerordentliche Kunst, die gerade für die Jugendzeit der Wissenschaft und Technik, auch der Apparatechnik, von grundlegender Bedeutung wurde? Die geradezu klassische Enge und Einfachheit des Laboratoriums, seiner Ausstattung und seiner Bedienung (durch das historisch gewordene Faktum Anna) ist ja aus Wöhlers Jugenderinnerungen⁵¹⁾ bekannt. War man sich in den Kreisen der deutschen Chemiker dieses Unterschiedes beider Schulen bewußt? Trat er vielleicht in der Arbeitsweise und in den Arbeitsergebnissen zutage, insbesondere wenn wir die beiden großen Vertreter dieser Schulen in Deutschland einander gegenüberstellen? Zur Beantwortung dieser Frage wollen wir wieder die unmittelbaren Äußerungen aus den Briefen zwischen Wöhler und Berzelius anführen. In einem Brief⁵²⁾ schreibt Wöhler über eine gemeinsame Arbeit mit Liebig, daß „alles noch mehr hypothetische Resultate sind und Liebig wohl etwas an dem Fehler der französischen Schule laboriert,

seinen Rechnungen nicht ganz sichere Versuche zugrunde zu legen...“

Darauf erwidert Berzelius, daß tatsächlich Liebig als Motto: „Geschwind und halb schlecht“ gewählt habe⁵³⁾. Nach einem Besuch bei Liebig schreibt Wöhler (1. Dezember 1831) an Berzelius: „Sein organischer Apparat scheint mir ganz vortrefflich zu sein... Aber was die unorganischen Analysen betrifft, z. B. Filtrieren, Gebrauchen der Lampe etc., so sieht man die unvollständigen französischen Methoden hindurch. Er gebrauchte weder ein Filtriergestell, noch gute Filtra, noch gewöhnlich die Lampe. Er wußte es nicht besser, war aber augenblicklich bereit, zu der schwedischen Fahne überzugehen...“ So sah es also noch 1831 in Gießen bei Liebig aus! Dieser Unterschied wird Wöhler wieder bewußt, als er 1836 nach Göttingen übersiedelt. „In vielen Dingen ist das Laboratorium luxuriös ausgerüstet (schreibt er Berzelius), z. B. in Platinsachen, nicht weniger als 25 Tiegel, eine sehr große Platinretorte..., eine sehr große Platinschale, zwei sehr große und massive Platinrohre usw., eine Unzahl von Glaszylindern, Glocken u. dgl. — Dagegen keine Berzelius'sche Spirituslampe, kein Halter, keine Spritzflasche, keine Kautschukröhre, kein Filtrierglas, keine Filtriergestelle, kein richtiger Trichter, — überhaupt nichts, was nur nach Berzelius riecht.“ (Brief vom 27. April 1836). So sah es also noch 1836 in Göttingen aus, und Wöhlers Reformatortätigkeit war genau vorgezeichnet: Ein anderes Zeugnis! Als Liebig seine bekannte Schrift über den Zustand der Chemie in Preußen veröffentlicht hatte (1840), schrieb Mitscherlich an Berzelius, daß er gezwungen gewesen sei, von seiner Tätigkeit öffentlich Rechenschaft zu geben, „und wenn sie sich auch größtenteils darauf beschränkt hat, daß ich Deine Methoden so verbreitet habe, daß sie durch das ganze Land hindurch gekannt und angewandt werden...“ (Brief vom 6. August 1841).

Saubere Einfachheit und größte Genauigkeit, dies waren die Merkmale von Berzelius' Arbeitsweise.

Als Liebig auch im Namen Wöhlers (1830) eine Notiz über die Wiederholung einer Analyse von Berzelius veröffentlicht hat, schreibt Wöhler entschuldigend: „Seien Sie mir deshalb nicht böse, ich werde in meinem Leben so wenig daran denken, eine Analyse von Ihnen der Berichtigung wegen zu wiederholen, als ich diese Notiz geschrieben habe“ (Briefw. Berzelius-Wöhler, 8. Mai 1830).

Über die Genauigkeit der Arbeitsweise Berzelius' kann man noch heute staunen, da die Technik des Arbeitens und die Kenntnisse über die Fehlerquellen im Laufe des Jahrhunderts weit vorgeschritten sind. Sagte doch auch Dumas⁵⁴⁾: „Jeder Chemiker, welcher sich mit der Revision von Äquivalentgewichten beschäftigt, darf überzeugt sein, daß er, wenn er unter gleichen Umständen wie Berzelius arbeitet, dieselben Zahlen wie er finden müßte. Im anderen Falle hat er nicht genau gearbeitet; die Zahlen, welche der große schwedische Chemiker fand, erwiesen sich, wenn die Umstände bekannt sind, unter denen er sie erhielt, als wahrhaft überraschend genau.“

War denn diese Berzelius'sche Methode der unmittelbaren Beobachtung, genauen Messung und vorsichtigen Deutung

⁴⁸⁾ Briefwechsel Berzelius-Wöhler, I, 536 [1906].

⁴⁹⁾ Lebenslinien I, 222 [1926].

⁵⁰⁾ Brief vom 27. September 1839.

⁵¹⁾ Ber. Dtsch. chem. Ges. 8, 840 [1875].

⁵²⁾ Vom 14. Februar 1830.

⁵³⁾ Brief vom 9. Juli 1830.

⁵⁴⁾ LIEBIGS Ann. 105, 103 f. [1858].

der chemischen Erscheinungen besonders geboten in jener Zeit? so könnte man vielleicht noch fragen. Allerdings, sie war geboten und brachte eine Erlösung der Chemie von den Fesseln der Naturphilosophie. Schrieb doch 1825 Wöhler aus Berlin an Berzelius: Steffens lehrt in Berlin, „daß der Diamant ein zu sich gekommener Quarz“ ist (Brief vom 31. März 1825). Und der Nachfolger Steffens, der große Schelling, hatte er nicht überfüllte Auditorien? Der Philosoph Trendelenburg sagte als Zuhörer, „er glaube, es sei in der vierten Vorlesung etwas vorgekommen, das er verstanden habe, übrigens könne er sich darin irren!“ Wir vermögen dem noch heute nachzufühlen, wenn wir z. B. hören, daß Platin „das Untrennbare unter den Bestimmungen der negativen oder formierenden Potenzen der absoluten wie relativen Kohäsion“ ist!

So stand es im Norden Deutschlands, wie sah es im Süden, etwa in München, aus?

Der berühmte Genfer Botaniker Alphonse de Candolle berichtet folgendes: „noch 1827, als ich als junger Mensch nach München ging, drängten sich die Studenten zu den Vorlesungen Oken's, in welchen der Professor lehrte, daß der Mensch durch die Fluten des Meeres als Embryo an ein Gestade geworfen sei usw.“

Wenn wir heute jene Vergangenheit vor hundert Jahren im Geiste wieder aufleben lassen und alsdann kritisch den Weg näher zur Gegenwart verfolgen, den Weg, der die deutsche Chemie aus den Fesseln der Naturphilosophie hinausgeführt und zu einer gewaltigen chemischen Wissenschaft hinaufgeführt hat, so müssen wir jener beiden fremdländischen Schulen und der aus ihnen hervorgegangen beiden deutschen Meister, eines Wöhler und eines Liebig gedenken. Wir vermögen dann auch den tiefen Sinn der Zweigestaltung dieser Schulen zu bewundern und werden den in der Folgezeit herausgebildeten Typus des deutschen chemischen Forschers als das Ergebnis einer geistigen Synthese der nordisch-klassischen Schule Wöhler (-Berzelius) und der französisch-romantischen Schule eines Liebig würdigen.

IV. Schlußwort.

„Glück zum Genießen der Zeit, die man nur einmal im Leben besitzt und die, wie die Wasserjungfer vier Flügel hat, um desto schneller zu enteilen!“ Diesen schönen Wunsch sandte einst der Meister Berzelius

seinem Freunde Wöhler. Der größte Genuß der Zeit liegt in einer erfolgreichen Arbeit, die das Leben ausfüllt und vorbildlich wirkt. Berzelius war ein Arbeitsgenie und ein genialer Arbeiter, ein gottbegnadeter chemischer Baumeister. Er gliederte unsere Wissenschaft, indem er die anorganische und organische Chemie, die analytische und mineralogische, die physiologische und Elektrochemie in seinen Bauplan einschloß; er lieferte das Baumaterial, indem er die chemischen Elemente erforschte und deren Zahl durch Neuentdeckungen bereicherte; er legte das Fundament, indem er die Atome nach Maß, Zahl und Gewicht ordnete und durch elektrische Kräfte verband, — mehr denn je einer vor ihm hat er zur Begründung eines Zeitalters der quantitativen Chemie beigetragen; er hinterließ diesem Zeitalter eine neue Zeichensprache, neue wirkungsvolle Begriffe und neue Meister der Chemie, die in seinem Geiste als deutsche Lehrer und Forscher weiterbauten. Schauen wir noch einmal von unserem Gegenwartsstandort rückwärts: einst mußten junge deutsche Chemiker nordwärts zu Meister Berzelius pilgern, um von ihm chemische Arbeit und Wissenschaft zu lernen, — auch heute ziehen wiederum deutsche Chemiker nordwärts, nach der Berzeliusstadt Stockholm, doch sind es Meister der Forschung, die dort die höchste wissenschaftliche Anerkennung (den Nobelpreis) in Empfang nehmen. Wie gewaltig ändernd und fördernd hat doch im Ablauf des Jahrhunderts das Werk und das Vorbild des chemischen Baumeisters Berzelius gewirkt!

Wir unternahmen es, einen Klassiker der Chemie aus vergangenen Zeiten zu schildern, und wir wurden gewahr, daß er moderner war, als manche von uns selbst noch vor einigen Jahrzehnten. Wir preisen diejenigen Forscher groß, die im Spiegel ihrer Zeitgenossen Großes leisteten, — doch Größeres vollbrachte derjenige, dessen Werke die Zeit überdauert und neue Menschen zu neuem großen Tun angeregt haben. Und waren sie auch als Menschen groß, so dienen sie der Nachwelt als Vorbilder und Erzieher, von denen Arbeitsmut und Lebensbejahung ausströmt. Werke und Wirken großer Menschen sind die Brücken, über welche das Leben und der Fortschritt von dem Einst zum Jetzt, von einem Volk zum andern zwangsläufig fluten. [A. 170.]

Über das analytische Auswägen von Aluminiumoxyd.

Von Prof. Dr. Wilhelm Biltz, Hannover.

Von dem wissenschaftlichen Fachausschusse des Bundes Deutscher Fabriken feuerfester Erzeugnisse wird im Berichte Nr. 24¹⁾ darauf aufmerksam gemacht, daß zur Erzielung eines wasserfreien und gewichtskonstanten Aluminiumoxyds eine Glühtemperatur von etwa 1200° nötig sei, also eine viel höhere, als sie vielfach üblich ist und als sie in den Handbüchern genannt zu werden pflegt. Der Fachausschuß zitiert die Vorschrift des Bureau of Standards, nach der eine Mindestglüh-temperatur von 1200° empfohlen wird, aber es sei erlaubt, auf die dieser Vorschrift zugrunde liegende, offenbar nicht überall bekanntgewordene Abhandlung von W. Blum²⁾ hinzuweisen, in der nicht nur diese Frage der analytischen Bestimmung des Aluminiums behandelt wird. Die Arbeitsweise von Blum ist so genau, daß er dabei auf die Unrichtigkeit des 1916 für Aluminium gültigen Atomgewichtes aufmerksam wurde, und

¹⁾ W. Miehr, P. Koch u. I. Kratzert, Ztschr. angew. Chem. 43, 250 [1930].

²⁾ Scient. Papers of the Bureau of Standards 13, 515, 530 [1916].

daß man aus seinen Messungen das gegenwärtig gültige berechnen kann. Durch pyknometrische Messungen, Röntgenmessungen, Prüfung der Wasseraufnahme und Prüfung der Säurelöslichkeit geglühter Tonerde wurde dann ferner vor kurzem in Hannover³⁾ systematisch die Umwandlung der zunächst als γ - Al_2O_3 vorliegenden Tonerdepräparate in α - Al_2O_3 (Korund) nachgeprüft. Das analytische Ergebnis blieb, wie es bei Blum war und wie es der Fachausschuß bestätigt (Erhitzen über 1000°, am besten bis 1200°; Berücksichtigung der etwaigen Gewichtszunahme im Exsikkator), aber es ließ sich einiges über das Ursächliche dieses analytischen Verhaltens der Tonerde ermitteln; die γ -Tonerde ist wesentlich weiträumiger als α - Al_2O_3 ; das Molvolumen der ersteren ergab sich zu 29,8; das des Korunds ist 25,7.

Für den Bedarf des Unterrichtes und der Praxis hat Heinrich Biltz gemeinschaftlich mit mir das uns für die analytische Behandlung der Tonerde zur Zeit am wichtigsten Erscheinende in einem Buche „Ausführung quantitativer Analysen“, S. 61 ff. und S. 211, zusammengestellt, das in Kürze vom Verlage S. Hirzel, Leipzig, herausgegeben werden wird.

³⁾ W. Biltz, A. Lemke u. K. Meisel, Ztschr. anorg. allg. Chem. 186, 373 [1930].