

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.)

Mit herzlichen Dankesgefühlen bin ich der Einladung hierher gefolgt, mit besonderer Freude habe ich die Gelegenheit wahrgenommen, gerade im Rahmen der „Rheinischen Gesellschaft für Geschichte der Naturwissenschaften, Medizin und Technik“, sowie im Kreise von so vielen Männern mit anerkannt hohem geistigen Potential sprechen zu können, denn es gilt, das Lebensbild und Wirkungsfeld eines Mannes kurz zu überschauen, der fern von hier tätig und trotzdem heimisch am deutschen Rhein war¹⁾, der ein Lehrer deutscher chemischer Meister wurde und einst wie heute als ein Vorbild und Erzieher der Jugend gelten kann. Berzelius als Chemiker und Persönlichkeit, seine Beziehungen zu den großen Zeitgenossen, seine Leistungen als Zeiterscheinungen und in ihrer überzeitlichen Wirkung gewertet, sind ein reizvoller Gegenstand für eine entwicklungsgeschichtliche Rückschau. Indem er selbst den Weg von der Medizin zur Chemie nahm und in seinem Schaffen von der praktisch-technischen Anwendung zur reinen, mineralogischen, Tier- und Pflanzenchemie fortschritt, erlebte und zeigte er an seinem Beispiel die geistige Verbundenheit der Naturwissenschaften, der Medizin und der Technik, und indem er von dem Mineralreich ausging, gelangte er, harmonisch fortschreitend, zu den Problemen des Lebens und den im lebenden Organismus sich offenbarenden Kräften.

I. Jugend- und Studentenjahre (1779—1802).

Am 20. August (und nicht am 29. August²⁾) des Jahres 1779³⁾ wird in einem kleinen schwedischen Kirchspielsdorf (Väfersunda) dem Lehrer Mag. Samuel Berzelius ein Sohn geboren, der den Taufnamen Jöns Jakob erhält. Es ist ein altes Bauerngeschlecht (Samuel B. war der Urenkel des Bauern Jöns Hä-

kansson), dem der kleine Jakob entsproß. Nach vier Jahren stirbt der Vater an Schwindsucht, die Mutter aber verheiratet sich wieder, und zwar mit dem Witwer und Vater von fünf Kindern, Anders Ekmarck, der als Pfarrer an der deutschen Gemeinde in Norrköping wirkt. Bald stirbt auch die Mutter und der kleine Jakob ist verwaist. Die Erziehung ruht nun in den Händen teils des Stiefvaters, teils eines Hauslehrers; das Haus des Stiefvaters beherbergt mittlerweile acht Kinder, und die Sorge wächst! Als 14jähriger kommt (1793) unser Jakob in die unterste Klasse des Linköpinger Gymnasiums, er strengt sich nicht sonderlich an, rückt aber regelmäßig in den Klassen vor, bis er schließlich der Sechste wurde — „weiter habe ich es nicht gebracht“, schrieb nachher Berzelius selbst. In den Ferien nimmt er Hauslehrerstellen in Bauernhäusern an, um sich etwas Geld zu verdienen. Er verrichtet Knechtarbeiten und ist froh, wenn er als Honorar für eine solche sechsmonatige Hauslehrerstelle „vier Reichstaler und ein Paar wollene Strümpfe“ erhält. In dem Gymnasium fesselt ihn besonders die Naturgeschichte, er ist bald mehr in Wald und Feld als in der Schule. Trotz allem beendete er das Gymnasium, und das Zeugnis, mit dem er zur Universität entlassen wird, besagt, daß er „ein junger Mann von guten Naturanlagen, aber schlechten Sitten und von zweifelhaften Hoffnungen sei“.

Ende September 1796 kommt nun der 17jährige nach Upsala, macht sein Studentenexamen und wird im März 1797 als Student der Medizin eingeschrieben. Die Geldmittel sind knapp, ein Stipendium ist nicht frei, und so lernt er vorerst Französisch, Deutsch und Englisch, um durch Privatstundengeben sich auf der Universität überhaupt halten zu können. Endlich, im Herbst 1798, erhält er das ersehnte Stipendium (66 Reichstaler 32 Schilling) und macht sein medizinisch-philosophisches Examen. Der künftige Meister in der Chemie hatte damals von der Chemie so wenig begriffen, daß der Professor nach einem langen und sarkastischen Tentamen erklärt, er werde ihn durchfallen lassen, wenn die Prüfung in den anderen Fächern nicht gut wäre. Das Examen in der Physik verläuft aber gut und rettet den Prüfling.

Nun erst, in seinem 20sten Lebensjahre, wendet sich Berzelius dem Studium der Chemie zu. Für einen billigen Preis wird ein deutsches Buch („Anfangsgründe der antiphlogistischen Chemie von Girtanner“) erworben; mit Leichtigkeit wird dasselbe durchstudiert und im Frühjahr 1799 meldet er sich zur Teilnahme an den praktischen Arbeiten im chemischen Laboratorium. Der Professor der Chemie empfängt ihn „mit einem Ausdruck von Verwunderung und Verdruß“ und mit der Frage, ob er „den Unterschied zwischen Laboratorium und Küche kenne“. — Nun, endlich kommt der Tag, wo der 20jährige chemisch zu arbeiten beginnt.

¹⁾ Berzelius hat diese Stätten dreimal besucht: 1828 nach der Teilnahme an der Naturforscherversammlung in Berlin, 1835 zur Tagung der Naturforscher in Bonn und 1845 (kurz vor seinem Tode) auf der Rückreise von Karlsbad. Jedesmal hat er Wohnung genommen bei dem Bonner technologisch-geologischen Chemiker Bischof.

²⁾ Es ist keineswegs ein schmeichelhaftes Zeugnis für den allgemeinen Stand der historischen Kenntnisse, wenn in den führenden Nachschlagewerken (z. B. Kleiner Brockhaus, Großer Meyer, VI. Aufl.), in historisch-geographischen Kalendern, „Tagen der Technik“ usw. übereinstimmend das Geburtsdatum falsch angegeben wird: Nicht am 29. August, sondern am 20. August ist er geboren. Aus diesen Quellen schöpfend, hat denn auch die Tagespresse ihre Berzelius-Betrachtungen zum falschen Termin (29. August) erscheinen lassen. — Autobiographisches Material von Berzelius, herausgegeben von H. G. Söderbaum, findet sich in Kahlbaums Monographien aus der Geschichte der Chemie, VII. Heft, Leipzig 1903; ferner: Söderbaum, Berzelius' Werden und Wachsen, ebenda III. Heft, 1899.

³⁾ Fast genau fünfzig Jahre später (7. September 1829) erblickte Aug. Kekulé das Licht der Welt!

Zwei Jahre lang nimmt er an den allgemeinen Laborübungen teil, wobei er zu Hause in seinem Studentenzimmer mit einem kleinen dunklen Kämmerchen und einem Herd fleißig weiterexperimentiert. Doch dabei wird die Medizin nicht vernachlässigt; seit 1799 beginnt er das Studium der Anatomie; in den Sommerferien (1799 und 1800) wird er Armenarzt in einem Badeort, dank der Fürsprache des ersten Leibarztes *Sven Hedin* (ein dem deutschen Herzen und Ohr wohlbekannter Name der Gegenwart!). Derselbe *Sven Hedin* verschafft ihm ein chirurgisches Stipendium, damit er noch das Herbstsemester 1801 in Upsala verbringen kann. Endlich, am 1. Mai 1802, verteidigt er in Upsala seine Doktordissertation, liest seine „*Lectiones praecursoriae*“ und hat nun alle Pflichten für die Erwerbung des medizinischen Doktorgrades erfüllt. (Die Promotion zum Doktor der Medizin erfolgte 1804.) Wiederum ist es *Sven Hedin*, auf dessen Veranlassung das Königl. Collegium medicum den knapp 23jährigen Doctor medicinae zum Adjunkten der Medizin und Pharmazie am Chirurgischen Institut in Stockholm ermächtigt, — doch dieses Amt ist ohne Gehalt! Damit schließt der erste und schwerste Lebensabschnitt von Berzelius. Es ist dies die Geschichte einer Jugend, wie sie schon oft war und auch heute wohlbekannt ist.

II. Berzelius' Mannes- und Forscherjahre (1802—1848).

Der weitere Verlauf seines Lebens in Stockholm wurde anfangs noch überschattet von den bangen Sorgen um die Existenzmittel, doch schon durchbrachen helle Ruhmesstrahlen die schweren Wolken seines Daseins! Es wird vielerlei begonnen, und zwar als Kompagniegeschäft: zuerst werden mit einem Chemiker „chemische Vorlesungen“ durch Subskription arrangiert, sie bringen wohl viel Arbeit, aber keinen Gewinn (1802/03); dann wird zusammen mit einem Arzt eine Anstalt für künstliche Mineralwässer betrieben, daran schließt sich die Errichtung einer Essigfabrik — das finanzielle Endergebnis für Berzelius sind Schuldverpflichtungen, an deren Tilgung er zehn Jahre lang zu tragen hatte. Gleichzeitig mit diesen technischen Versuchen gingen aber wissenschaftliche Arbeiten, welche die künftige Ruhmesbahn eröffneten. Bereits 1802 hatte Berzelius gemeinsam mit seinem Gönner, dem Bergwerksdirektor *W. v. Hisinger*, elektrochemische Untersuchungen ausgeführt, die im Februar 1803 deutsch (in *Gehlen's Journal der Chemie*) veröffentlicht wurden. Diese Abhandlung enthält die Grundlagen für Berzelius' später entwickelte elektrochemische (dualistische) Theorie.

Im Jahre 1803 entdeckt er (wiederum gemeinsam mit *Hisinger*) ein neues chemisches Element, das Cerium, das zur selben Zeit in Berlin von *Klaproth*, dem damals größten analytischen Chemiker Europas, entdeckt wird! Damit tritt der bisher unbekannte Mediziner *Jakob Berzelius* in die Reihen der chemischen Forscher und in Wettbewerb mit den größten Chemikern seiner Zeit! Der Vierundzwanzigjährige ist schon eine Berühmtheit! Bereits 1806 wird er zum Lektor der Chemie, 1807 definitiv zum Professor an der Chirurgischen Schule (seit 1810 Karolinisches medico-chirurgisches Institut) in Stockholm ernannt. 1808 wird er bereits Mitglied, 1810 Präsident der schwedischen Akademie der Wissenschaften. Es beginnt nunmehr eine wissenschaftliche Tätigkeit, die — man möchte sagen — von Jahr zu Jahr lawinenartig anwächst. Sie steigert sich nicht nur an Umfang, sondern auch an Tiefe und an wissenschaftlichem Dauer-

wert. Er schreibt als einer der ersten 1806 ein Lehrbuch der chemischen Physiologie (oder physiologischen Chemie) und prägt erstmalig den Namen „organische Chemie“. Im Jahre 1808 beginnt er die Herausgabe eines Lehrbuches der Chemie, das für Generationen vorbildlich wurde. In den Jahren 1807—1812 führt er seine bahnbrechenden Untersuchungen über das relative Gewicht der Atome aus und begründet die Gesetze (von den bestimmten und einfachen Verhältnissen), nach denen die Atome in der anorganischen und organischen Natur sich verbinden.

Ein indisches Märchen erzählt von einem außerordentlichen Mann, aus dessen Munde immer Rosensträube fielen, wenn er lächelte. Wir möchten Berzelius als einen Wundermann bezeichnen, der in jedem Stoffe neue wissenschaftliche Schätze fand, wenn er ihn nur mit seinen Händen berührte und mit der Fackel seines Scharfsinns durchleuchtete! Eine Schenkung macht ihn z. B. zum Besitzer einer Mineraliensammlung. Um die letztere zu ordnen, beginnt er selbst noch Mineralogie zu studieren. Dieses genügt, um ihn zu veranlassen, ein neues System der Mineralogie, das nach der chemischen Zusammensetzung aufgebaut ist, zu schaffen (1814). Dabei tritt nun die Forderung nach einer einfachen und anschaulichen Darstellungsweise dieser Zusammensetzung eindringlich entgegen. Das Problem wird genial gelöst durch sein eigenes chemisches Zeichensystem, d. h. durch die Schaffung der noch heute gültigen chemischen Symbole!

Im Laboratorium von *Joh. Gottl. Gahn* (Entdecker des Mangans, 1774) erlernt er die Lötrohranalyse. Ein grundlegendes Buch über die Lötrohranalyse (1820) ist das sichtbare Ergebnis dieser Beschäftigung.

Doch Berzelius ist ja auch berühmt als ein Meister im Entdecken neuer Elemente. Das Cerium (1803) hatten wir bereits erwähnt. Im Jahre 1808 wurde von ihm (und *Pontin*) erstmalig die Kalk- und Baryterde elektrolytisch zerlegt, indem Barium- und Calciumamalgam erhalten wurde, sein Laboratorium ward die Geburtsstätte noch mancher neuer Elemente. — Im Jahre 1817 wurde dort das Metall Lithium entdeckt. Im nächsten Jahre entdeckte er selbst das Selen (1818), dann stellt er das Element Silicium dar (1823), weiterhin folgen das Zirkon und das Tantal (1824). Im Jahre 1828 folgt die Entdeckung der Thorerde, 1830 wird das Metall Vanadin (durch *Sefström*) entdeckt und untersucht (Berzelius).

Dazwischen unterrichtet Berzelius in seinem kleinen Laboratorium eine Reihe von jungen deutschen Chemikern (wir kommen noch darauf zurück), beginnt (1821) die Herausgabe seiner berühmten „Jahresberichte“ und seines vielbändigen klassischen „Lehrbuches der Chemie“, in der deutschen Übersetzung seit 1825 in *Friedr. Wöhlers* Bearbeitung (damals als Lehrer an der Gewerbeschule in Berlin), untersucht anorganische und organische Körper (z. B. Fluorverbindungen, Sulfo- und Thiosäuren, Phosphorschwefelverbindungen, Platinmetalle, Tellur- und Uranverbindungen); er entdeckt die Brenztraubensäure (1830—1835), stellt synthetisch die Glycerinweinsäure dar (1846) und kommt damit der Synthese der Fette nah, untersucht die Farbstoffe der roten Beeren und Blätter (1837), das Chlorophyll (1838), die Galle (1839—1841), setzt seine Atomgewichtsbestimmungen fort (1828—1847, Brom, Jod, Mangan, Calcium, Magnesium usw.), erledigt

seine ungemein rege wissenschaftliche Korrespondenz mit der ganzen gelehrten Welt (1804—1847), hält seine Vorlesungen und Examina als Professor (bis 1829), trägt die Lasten von Ehren- und Staatsämtern, unternimmt wiederholt sehr ausgedehnte Reisen durch Europa (1812 bis 1845), schreibt seine vielen Bücher und redigiert deren Übersetzungen in mehrere Kultursprachen usw. Im Jahre 1832 vollzieht sich in seiner öffentlichen Stellung ein Wandel — er hat 30 Dienstjahre erreicht und wird als Professor pensioniert. Fernerhin lebt er (in seiner bereits 1818 erlangten Stellung als Sekretär der Akademie der Wissenschaften) ganz seinen wissenschaftlichen Neigungen. Nach längerem schweren gichtischen Leiden stirbt er, geistig ungebeugt, am 7. August 1848⁵⁾.

Dieses ist in knappen Zügen der äußere Rahmen, innerhalb dessen das Leben und Wirken des ungewöhnlichen Mannes sich abspielte. — Genie sein heißt, auch als Mensch groß sein⁶⁾. Er begann sein Leben als ein mittelloser, verwaister Lehrerssohn und unbezahlter Armenarzt — er starb als der vermögende Kgl. schwed. Reichsfreiherr Berzelius, um den nicht nur sein Heimatland, sondern die ganze wissenschaftliche Welt trauerte. Er wurde von der Schule mit dem Zeugnis zur Universität entlassen als ein „junger Mann von schlechten Sitten und zweifelhaften Hoffnungen“, — er wirkte als ein Klassiker der Chemie, als ein Erzieher von Generationen, als ein König im Reiche der physikalischen Wissenschaften, er war der Stolz seines schwedischen Heimatlandes. Der dies vollbrachte, war als Kind kränklich, als Mann seit seinem 23. Lebensjahre von schmerzhaften Gichtanfällen schwer heimgesucht worden⁷⁾. Er wurde ein Arbeitsriese dank seinem unbeugsamen Willen und freudigen Drang zum Forschen.

An ihm bestätigt sich das Dichterwort:

„Bewegliche Konsequenz ist das Erste und Letzte
aller Genies!“ (Grillparzer.)

Bei der Vielgestaltigkeit der Leistungen von Berzelius könnte es vielleicht scheinen, als ob dieser große Nordländer mit der geistigen Beweglichkeit eines Südländers wahllos vorgeht, wenn er so vielerlei und vieles schafft. Es dürfte dies nicht zutreffend sein. Man kann beim Analysieren seines Schaffens unschwer eine

⁵⁾ Er liegt begraben auf dem kleinen Friedhof Solnä bei Stockholm. Er starb kinderlos, und seine Gattin überlebte ihn noch 36 Jahre (sie starb 1884).

⁶⁾ Zur Kennzeichnung des Zaubers seiner Persönlichkeit sei folgendes angeführt:

Zwei Jahre vor seinem Tode war Berzelius in Berlin als Gast von Heinr. Rose. Dieser schrieb darüber an Liebig folgendes: „Berzelius hat allgemeinen Enthusiasmus erregt bei allen, mit denen er hier in Berührung gekommen ist . . . Wenn man untersucht, was eigentlich ihm diese allgemeine Liebe zugewandt hat, so ist es vor allen Dingen die Biederkeit seines Charakters, die sich schon bei der ersten Bekanntschaft deutlich ausspricht. Er ist durch und durch ehrlich und keiner unehrlichen Handlung fähig. Er hat von vielen Dingen, von wissenschaftlichen und politischen, eine ganz andere Ansicht als andere und namentlich als ich, aber seine Ansicht entspringt aus Überzeugung und ist deshalb zu achten“ (H. Roses Brief vom 11. Juli 1845). Und als im Jahre 1830 Justus Liebig und Jak. Berzelius auf der Hamburger Naturforschertagung die Bekanntschaft gemacht hatten, schrieb Liebig an Wöhler: „Seine (Berzelius') anspruchslose und lebenswürdige Persönlichkeit hat mich ganz ihm zu eigen gemacht“ (Briefwechsel Liebig-Wöhler, I, 28).

⁷⁾ Zu seiner Krankheit vgl. die Monographie: Wilh. Ebstein, Die Gicht des Chemikers Jacob Berzelius. Stuttgart 1904.

Zwangsläufigkeit desselben erkennen. Er geht vom Schauen und von Versuchen aus, er sammelt Tatsachen und Gesetze, die auf die Atome Bezug haben. Dann forscht er nach den Kräften, die an und zwischen den Atomen wirken. Weiterhin schafft er Symbole oder graphische Ausdrucksmittel für die Atome. Letztens will er neue Begriffe bilden, um von vielem Einzelnen zum Allgemeinen zu gelangen.

Um dies im einzelnen zu belegen, wollen wir eine eingehende Analyse der Leistungen Berzelius' vornehmen.

III. Analyse seines Lebenswerks.

A. Tatsachen und Gesetzmäßigkeiten. Atomgewichtsbestimmungen, einfache und multiple Proportionen für anorganische und organische Verbindungen.

Es ist der Vorzug gottbegnadeter Menschen, daß ihre Augen Dinge wahrnehmen werden, die von anderen Sterblichen nicht gesehen werden, obwohl sie meist offen daliegen; daß ihre Hände Dinge erfassen und gestalten können, die von den übrigen Menschen als unfassbar und unbrauchbar beiseite geschoben werden; daß aus jedem Geistes- und Arbeitsfeld, an welches sie sinnend und schauend herantreten, neue Frucht hervorsprießt. Berzelius ist solch ein Mensch.

a) Er muß für seine medizinischen Hörer eine „Tierchemie“ verfassen, — aus einem einfachen Grundriß für Studierende wird das Gerüst zu einer neuartigen Wissenschaft, wird eine „chemische Physiologie“, die ihn zur Entdeckung und Untersuchung neuer Bestandteile des lebenden Organismus hinüberleitet. Nehmen wir z. B. nur die Fleischmilchsäure, welche er 1806 bis 1807 entdeckt. Welch eine Folgewirkung in der Physiologie und theoretischen Chemie hat nicht gerade diese Säure gehabt⁸⁾!

β) Und weiterhin: jenes Gebiet der allgemeinen Chemie, das eigentlich Berzelius' Hauptleistung darstellt, ihn vom Jahre 1807 an bis 1847 dauernd beschäftigt und sein experimentelles Geschick am sichtbarsten dokumentiert, die Bestimmung der Atomgewichte und die Begründung des Gesetzes der einfachen und multiplen Proportionen⁹⁾. In seiner Autobiographie lesen wir folgendes: „Ich mußte auch ein Lehrbuch über die eigentlichen Grundlagen der Chemie verfassen (1807 war Berzelius zum Professor an der Chirurgischen Schule in Stockholm ernannt worden), von dem der erste Band gleichfalls 1808 herauskam.“ Und nun folgt weiter der innere Anstoß:

„Als ich dieses (Lehrbuch) ausarbeitete, wurde meine Aufmerksamkeit durch die Richterschen Untersuchungen über die gegenseitige Zerlegung der neutralen Salze unter Beibehaltung der vollen Neutralität in hohem Maße gefesselt . . . Es schien mir sonnenklar, daß das von ihm aufgestellte Naturgesetz richtig sein mußte . . . Ich setzte meine Ansicht im Lehrbuch auseinander (S. 399, 1808) und beschloß dabei, durch richtige Analysen die Berechtigung meiner Überzeugung faktisch darzulegen. Dieses wurde der Grund zu der

⁸⁾ Vgl. z. B. O. Meyerhof, Ber. Dtsch. chem. Ges. 58, 931 [1925].

⁹⁾ Vgl. die Neuherausgabe in Ostwalds Klassikern, Nr. 35. Eine vorbildliche Darstellung der Genesis dieser klassischen Untersuchung hat unlängst H. G. Söderbaum gegeben (vgl. Bugge, Das Buch der großen Chemiker, I, 429—449, 1929).

Richtung meiner wissenschaftlichen Arbeiten während des größten Teils meiner tätigsten Lebensjahre, d. h. meiner Arbeiten über die chemischen Proportionen¹⁰⁾."

Es ist dies ein Schulbeispiel für den gewöhnlichen Verlauf grundlegender neuer Erkenntnisse. Das neue Gesetz (Richter) ist da, aber andere einfachere, in ihrem Verständnis leichter zugängliche Erkenntnisse drängen sich vor, es ist das Lavoisiersche System, das anfänglich alles verwarf, „was es nicht hinreichend erklären konnte und was es erklärte, hielt es nicht selten für einfacher als es war¹⁰⁾ (ib. p. 17). Es mußte ein äußerer starker Anlaß zum Ordnen des Bestandes chemischer Erfahrungen hinzutreten, um im Kopfe eines genialen Nachfahren die unbeachtete, zeitweilig unterbrochene große Gedankenreihe weiter zu entwickeln und durch neue Experimente nachprüfen zu lassen. (Es ist nicht überflüssig, daran zu erinnern, daß auf dem Gebiete der Atomgewichte nach sechs Jahrzehnten sich ein ähnlicher Vorgang abspielte, als Mendelejew 1868 sein Lehrbuch der anorganischen Chemie schreiben sollte und aus dem Zwange des Ordners der Elemente das periodische System entdeckte!)

Diese klassischen Untersuchungen sind aber auch ein Beispiel dafür, daß vorgefaßte Meinungen keineswegs auf Irrwege zu führen brauchen. Bewundernswert ist die Macht der vorgefaßten Meinung von der unbedingten Richtigkeit der Richterschen Gesetze, denn die ersten Versuche Berzelius' waren nicht günstig. Die Schwierigkeiten mehrten sich — bald war die Wahl der Salze nicht glücklich, bald waren die Methoden unzulänglich und die Genauigkeit der Wägunsergebnisse nicht ausreichend, anfangs erhielt er bei der Anwendung des Richterschen Gesetzes „nur abweichende Ergebnisse“, „... ich unterbrach, an der Möglichkeit, mein Ziel zu erreichen, verzweifelnd, meine Versuche, begann sie wieder mit neuerwacher Hoffnung, die aufs neue betrogen wurde, bis schließlich eine Erleuchtung kam. Wenn das Gemüt von einer gewissen Idee erfüllt ist, die die Gedanken mächtig in Anspruch nimmt, gibt es keine Zerstreuung. In Gesellschaften, auf Spaziergängen und wo ich auch war, verglich ich die mir nun so bekannten Zahlen aus dem Gedächtnis¹¹⁾."

Und mit Ehrfurcht blicken wir noch heute auf die „Arbeitsintensität und Arbeitsextensität“, denn schon 1814 erscheint die erste ausführlichere Atomgewichtstabelle (vgl. das „Mineralsystem“, Beilagen 1814), welche 1818 (III. Band seines schwedischen „Lehrbuches“, s. a. „Versuch über die chemische Theorie...“, 1820) ergänzt wird bzw. für etwa 45 Elemente nahezu auf eigene Bestimmungen fußende Atomgewichte bringt. Gleichzeitig gibt er die prozentische Zusammensetzung (bzw. die Molekulargewichte) von allen damals bekannten, etwa 2000 Verbindungen.

Als Experimentator wurde er ein Reformator und Neuschöpfer der chemischen Analysen und Arbeitsmethoden. Wie heute der Bunsenbrenner, so war einst die Berzelius-Lampe (Spirituslampe) ein unerläßliches Instrument der chemischen und pharmazeutischen Laboratorien; seine Glasgeräte für chemische Arbeiten, seine selbstgedrechselten Holzstative wurden vorbildlich, seine

selbstgefertigten Kautschukröhren (als Verbindungsstücke für Glasapparate) waren eine Neuerung, die bis zur Gegenwart im Gebrauch ist, und das Filtrierpapier (als „schwedisches“ noch heute bekannt) wurde durch ihn zum unerläßlichen Hilfsmittel chemischer Tätigkeit; ebenso der Gebrauch der Platingeräte¹²⁾.

Neue zweckmäßige und genaue Trennungsmethoden, genaue Wägungsverfahren, Anwendung der Flußsäure bei der Silicatanalyse, Darstellung von komplexen Fluorsalzen, deren Verwendung zur Isolierung von seltenen Elementen durch Einwirkung von metallischem Kalium (1823—1824), Trennung der Metalle mittels der Verflüchtigung von Chloriden usw. waren Folgeerscheinungen dieser Untersuchungen.

Es gab wohl kein Element, das er nicht eingehend untersucht, dessen neue Verbindungen er nicht dargestellt und auf das Gesetz der multiplen Proportionen hin geprüft hätte, — kurz, es ist geradezu erstaunlich, was er allein geleistet, wie genau er gearbeitet und unter welchen bescheidenen Verhältnissen er diese bewundernswerten Ergebnisse erzielt hat. Weder vor ihm, noch zu seinen Lebzeiten sind ähnlich exakte Untersuchungen ausgeführt worden¹³⁾. Diese Zahlenwerte waren ja nicht allein grundlegend für chemische Zwecke, sondern griffen hinüber auch in die „chemische Philosophie“. Es war dies die Zeit, wo Prout in England (1815) die Hypothese von der Einheit der Materie bzw. der Ganzzahligkeit der Atomgewichte mit Wasserstoff = 1 aufgestellt und Th. Thomson (1820) diese Hypothese als das Grundgesetz der Chemie proklamiert hatte. Berzelius wies experimentell nach, daß, obgleich einzelne Elemente tatsächlich dieser Auffassung entsprechen, andere Elemente, wie z. B. Chlor und Blei, keinesfalls mit der Proutschen Annahme übereinstimmen.

Es muß hervorgehoben werden, daß Berzelius den Wasserstoff als Bezugseinheit ablehnt, da er z. B. nur selten anorganische Verbindungen eingeht; er wählt daher den Sauerstoff als Basis für die Atomgewichte (O = 100), da „der Sauerstoff alle Vorteile vereinigt; er ist sozusagen der Mittelpunkt, um den sich die ganze Chemie dreht“. (Bekanntlich bedurfte es vieler Jahrzehnte, bis endlich im 20. Jahrhundert der Sauerstoff als Basis mit O = 16 allgemein angenommen wurde.

Die British Association beauftragte sogar den besten englischen Analytiker Turner, eine Nachprüfung der

¹²⁾ Als Berzelius seine Analysen und Atomgewichtsbestimmungen begann, gab es in Schweden nur einen einzigen Platintiegel, den er entleihen mußte. Als er starb, hinterließ er in seinem Laboratorium wahre Schätze an Platingeräten. Im Jahre 1827 hatte der russische Finanzminister ihm ein halbes Pfund Platin zu Untersuchungszwecken dargebracht. In Rußland wußte man nichts Rechtes mit diesem Metall anzufangen; so z. B. schmolz man es mit Kupfer zusammen: „Man erhielt ein Metall, das sehr geeignet ist für Kanonen, Zündpfannen und Zündlöcher für Flinten und Pistolen!“ (Brief des Finanzministers.)

¹³⁾ Auf die Frage nach der Arbeitsweise, die zu seinen vorbildlichen Resultaten führte, gab er die folgende Antwort: „Suche die Methode der Analyse aufzufinden, bei welcher die Genauigkeit des Resultats am wenigsten von der Geschicklichkeit des operierenden Chemikers abhängt, und wenn diese ausgewählt ist, so sinne nach, welche unvermeidlichen Umstände vorhanden sind, die das Resultat unrichtig machen und ob es durch sie vergrößert oder verringert wird...“ (Gilberts Ann., N. F., 18, 537 [1814]).

¹⁰⁾ Berzel.-Söderbaum, p. 45 f.; s. a. Berzelius-Blöde, Versuch usw., S. 16 (1820).

¹¹⁾ Bugge, Buch der großen Chemiker, S. 434 f. 1929.

Berzeliuschen Werte durchzuführen. Turner wählte Blei, Silber, Barium und Chlor und gelangte zu Resultaten, die identisch mit Berzelius' Zahlen waren und Prouts Theorie zuwiderliefen (Brit. Assoc. Report 1833, 116).

Die Auswirkung der Berzeliuschen Atomgewichte nahm noch eine dritte Richtung, diese setzte ein mit den „Triaden“ Döbereiners (1817), führte nach einem halben Jahrhundert zu den klassischen Neubestimmungen der Atomgewichte von Stas (1867) und mündete in das periodische System der Elemente von L. Meyer und Mendelejeff (1869) ein. „Die Eigenschaften der Elemente sind periodische Funktionen ihrer Atomgewichte.“

Zu den von Berzelius besonders geförderten Analysenmethoden gehört auch die

γ) Lötrohranalyse. Die Bedeutung der Lötrohranalyse kennzeichnet Berzelius selbst in folgender Weise:

„Die Arbeit, die ich hier dem Publikum übergebe, handelt von einem Gegenstande, der von großer Bedeutung für den praktischen Chemiker, Bergmann und Mineralogen ist. Er macht ein System von chemischen Versuchen aus, die, wie man es in früheren Zeiten nannte, auf trockenem Wege angestellt sind, und dabei mit so kleinen Mengen, daß sie oft nur mikroskopisch sind, aber die Resultate derselben bekommt man augenblicklich, und sie sind entscheidend. — Bei allen analytischen Versuchen von unorganischen Stoffen ist der Gebrauch des Lötrohrs unentbehrlich, weil man mit kleinen, beinahe unwägbaren Quantitäten oft alle Proben anstellen kann, die erforderlich sind, um den Körper zu erkennen, den man untersucht. Oft entdeckt man dabei die Gegenwart von Stoffen, die man weder sucht, noch erwartet. Die Leichtigkeit, mit welcher sich die Bestandteile der Fossilien (d. h. Mineralstoffe) durch Hilfe des Lötrohrs entdecken lassen, macht die Anwendung desselben selbst dem Bergmann notwendig“ . . . auch „von dem Mineralogen kann das Lötrohr nicht entbehrt werden“. Schließlich kann auch der Arzt „mit Lötrohrversuchen die Steinwüchse bestimmen, die sich in den Harnwegen bilden“.

Die Auswirkung dieses Werkes auf die Zeitgenossen und die Nachwelt war sehr groß. Dieses Werk hat ein Menschenalter hindurch als der vorbildliche Leitfaden eine internationale Rolle gespielt; es hat Übersetzungen und Ausgaben in Schweden, Deutschland, Rußland, Frankreich, England, Nordamerika erlebt; es hat viele Nachahmer und Nacharbeiter gehabt. Das Interesse für diese Art der Mineraluntersuchung tritt ja deutlich aus dem Verhalten Goethes bei seiner Zusammenkunft mit Berzelius in Eger hervor¹⁴⁾.

¹⁴⁾ Es sei an die reizvolle Begegnung zwischen Berzelius und Goethe erinnert; mit Bewunderung und Rührung zugleich erfahren wir, wie der greise und größte deutsche Dichter Joh. W. Goethe sich von dem größten schwedischen Chemiker Berzelius einen Tag lang Lötrohranalysen an seiner (Goethes) Mineraliensammlung vorführen läßt und sich bitterlich beklagt, „daß seine Jahre ihn hinderten, sich im Gebrauch des Instrumentes auszubilden“. So geschehen im Jahre 1822 in einem Hotelzimmer in Eger während eines beiderseitigen Kurgebrauches in Karlsbad und Marienbad. Berzelius nennt Goethe „den berühmten Dichter und Naturforscher Baron von Goethe“. (Vgl. Berzelius-Söderbaum, Kahlbaum-Monograph. VII, S. 80 ff. u. 94). An diese Begegnung schloß sich nachher noch ein wissenschaftlicher Briefwechsel (1822—1823; vgl. Jac. Berzelius Brief, III, 2, S. 134—138. 1920).

δ) Etwa im Jahre 1813 beginnt Berzelius „Mineralogie zu studieren, um“ — wie er bekennt — „meine Sammlung zu ordnen, wobei ich von den am meisten befolgten Systemen Haüys, Werners, Karstens und Hausmanns Kenntnis nahm“. Es scheint ihm „weder in dem einen, noch in dem anderen irgendein durchgreifendes Prinzip herrschend zu sein“ (Autobiogr. S. 65). „Ich versuchte dann, ein rein chemisches Mineralsystem aufzustellen und danach meine Sammlung zu ordnen.“ Gleichzeitig unternimmt er den Nachweis, daß auch die Mineralien (Fossilien) den Gesetzen der chemischen Proportionen gehorchen. Und so entstand 1814 seine Monographie:

„Versuch, durch Anwendung der elektrochemischen Theorie sowie der Lehre über die chemischen Proportionen den Grund zu einem rein wissenschaftlichen System der Mineralogie zu legen“ (Stockholm, 1814). Dieses Werk wird ins Englische, ins Deutsche und Französische übersetzt. Der Empfang in gelehrten Kreisen ist nicht schmeichelhaft, da Berzelius alte Systeme beseitigen und neue Grundsätze einführen will. „Im Journal of the Royal Institution wurde die Arbeit als der vollendetste Unsinn, den man sich vorstellen könne, hingestellt . . .“ Doch 1836 erteilte die Royal Society dem Verfasser des Systems die goldene Copley-Medaille, 1847 gibt Rammeisberg dieses Chemische Mineralsystem neu heraus, und um die Mitte des vorigen Jahrhunderts hat diese chemische Systematik der Mineralien den Sieg errungen! Die Mineralogie hat den Chemiker Berzelius dauernd geehrt; gewisse Mineralien sind nach ihm benannt, z. B. „Berzeliit“ (arsensaures Mineral), „Berzelin“ (Selenkupfer).

ε) Folgerichtig gliederte sich an die quantitative Untersuchung der anorganischen Verbindungen auch die Analyse der organischen Stoffe, die sogenannte Elementaranalyse. Er selbst berichtete darüber an Berthollet (1814): „Je me suis occupé cette dernière année et je m'occupe encore d'un travail d'une bien plus grande importance, savoir des expériences sur les proportions déterminées dans la nature organique. J'ai employé en travail d'environ 12 mois à l'analyse de seulement 14 substances végétales.“ Vierzehn Stoffe (organische Säuren und Kohlenhydrate) brauchten 12 Monate zur Feststellung ihrer Zusammensetzung! Welch ein Fortschritt heute, wo man wohl in 12 Stunden (statt in 12 Monaten) diese Elementaranalysen erledigen kann. Doch ein Berzelius wies dadurch auch das Gesetz der bestimmten Proportionen für die organischen Verbindungen nach, er verbesserte die Analysenmethode (CO₂ und H₂O wurden erstmalig direkt gewogen) und schuf die Bahn für einen Großen in der organischen Analyse und Chemie, für Justus Liebig.

Man vergegenwärtige sich noch einmal, was diese Untersuchungen und Zusammenfassungen eigentlich für die Geistesgeschichte bedeuten: sowohl die natürlichen Mineralien, als auch die organischen Verbindungen des Pflanzen- und Tierreiches sowie die künstlich, im chemischen Laboratorium erzeugten Stoffe sind nach dem gleichen Gesetze zusammengesetzt, d. h. nach bestimmten Proportionen aufgebaut. Erkenntnistheoretisch muß diese Leistung Berzelius als eine Großtat gewertet werden, die in ihrer Auswirkung zu der Ansicht von gleichen Kräften und damit zur Synthese aller Stoffe hinüberleiten mußte.

[A. 170.]

(Fortsetzung folgt.)