

## Jöns Jacob Berzelius

\* 20. August 1779

V 7. August 1848

Berzelius wurde am in Wäfersunda bei Linköping geboren. Im Alter von neun Jahren wurde er Waise und verdiente seinen Lebensunterhalt in der Landwirtschaft und durch Erteilung von Unterricht. Auch während seines Studiums der Medizin und Chemie in Uppsala mußte er nebenbei arbeiten. Im Jahre 1802 wurde er Adjunkt für Medizin und Botanik am Chirurgischen Institut in Stockholm. Er wohnte im Hause des Berkwerksbesitzers Hisinger, mit dem er 1802 herausfand, daß beim Durchgang des elektrischen Stroms die Alkalisalze in Säure und Base zerlegt werden. Ein Jahr später entdeckten beide das Element Cer - gleichzeitig mit M. H. Klaproth. Im Jahre 1807 wurde Berzelius zum Professor ernannt und drei Jahre später erhielt er die Professur für Chemie und Pharmazie an dem neu errichteten karolingischen Medico-Chirurgischen Institut in Stockholm. Dort gründete er zusammen mit anderen Ärzten die Schwedische Gesellschaft der Ärzte. Die Schwedische Akademie der Wissenschaften wählte ihn zu ihrem Präsidenten und ernannte ihn 1818 zu ihrem ständigen Präsidenten. Im gleichen Jahr wurde er geadelt und 1835 in den Freihermstand erhoben. Er starb am 7. August 1848.

Berzelius gehörte neben Gay-Lussac, Dalton, Liebig, Wöhler zu den bedeutendsten Naturforschern seiner Zeit. Er vereinigte die Entwicklungen seit Lavoisiers Zeiten zu einem die gesamte Chemie umfassenden System. Die experimentellen Methoden und Instrumente vervollkommnete er so, daß sie über mehrere Generationen hinweg und teilweise bis ins 20. Jahrhundert benutzt wurden. Er entdeckte Thor und Selen, stellte Silicium, Zirkon, Tantal zuerst in reiner Form dar.

Berzelius widmete sich zunächst der Erforschung der chemischen Proportionen in Verbindungen. Er befaßte sich dabei mit der Entwicklung der bis dahin wenig beachteten Stöchiometrie. Sein Landsmann T. Bergman hatte beobachtet, daß sich bei der doppelten Umsetzung der chemisch neutralen Salze wiederum neutrale Salze bilden, ohne die Ursache dafür zu erkennen. Dies gelang K. F. Wenzel aufgrund exakter Untersuchungen. J. B. Richter hatte dann Bergmans und Wenzels Befunde in eine mathematische Form gebracht.

Als Ergebnis seiner historischen Studien stellte Berzelius sich die Aufgabe, die Verhältnisse, nach denen sich die Körper verbinden, genauestes zu bestimmen. Er analysierte die Oxide und Sulfide zahlreicher Elemente und stellte fest, daß in den Salzen die Quantität Sauerstoff der Säure und der Base in einem ganzzahligen einfachen Verhältnis zueinander stehen, wie es J. L. Proust in seinem Gesetz der konstanten Proportionen bereits 1807 formuliert hatte. Für Berzelius war das Ergebnis zugleich eine Bestätigung der Atomhypothese John Daltons aus dem Jahre 1803. Zur Untermauerung berechnete Berzelius das relative Atomgewicht von 45 Elementen, die er 1818 in seiner Atomgewichtstabelle veröffentlichte. Ihr fügte er noch im gleichen Jahr eine Tabelle über die prozentuale Zusammensetzung von 2000 chemischen Verbindungen und deren Atomgewicht hinzu! Die chemischen Zeichen, die Dalton aufgrund seiner Atomtheorie entwickelt hatte, Kreise, Striche, Punkte, ersetzte Berzelius durch Buchstaben und Zahlen, wie sie bis auf einige Modifikationen noch heute verwendet werden. Sie sollten die Wiedergabe chemischer Proportionen erleichtern und die relative Anzahl der Volumina der jeden Körper bildenden Bestandteile angeben; sie sollen schließlich das numerische Resultat einer Analyse ebenso einfach ausdrücken, wie es in der Mechanik mittels algebraischer Formeln geschah.

Berzelius wertete für die Begründung seines Systems noch eine zweite Entwicklungslinie aus, die elektrochemische, die mit den Untersuchungen von L. Galvani und A. Volta begonnen und mit der Darstellung der Alkalimetalle mittels der zerlegenden Kraft des elektrischen Stroms von H. Davy einen Höhepunkt erreicht hatte. Berzelius verband die elektrochemischen Anschauungen eng mit seinen atomi-

stischen. Elektrizität entstände nicht, wie Davy angenommen hatte, durch die Berührung zweier Körper, sondern wäre eine Eigenschaft der Stoffe. Jedem Atom schrieb Berzelius zwei elektrische Pole zu. Stoffe mit überwiegend positiver Elektrizität wanderten bei der Elektrolyse zum negativen Pol und umgekehrt. Die Elektrolyse offenbare also zugleich den elektrischen Zustand der Atome. Im Unterschied zu Davy waren für Berzelius auch die Verbindungen elektrisch nicht neutral, sondern wie die Elemente - dipolar.

Die Verwandtschaft der Elemente sah Berzelius durch deren elektrischen Zustand bestimmt. Er ordnete die elektrochemische Spannungsreihe nach der Stärke der elektrischen Ladung der Elemente. Dem stärksten elektropositiven Element, dem Kalium, stelle er das stärkste elektronegative Element, den Sauerstoff, gegenüber. Wasserstoff als relativ elektroneutrales Element ordnete er in der Mitte der Spannungsreihe an. Er prägte die Begriffe *elektronegativ* und *elektropositiv* und war der Begründer der *Elektronegativitätsskala*. Die Affinität der Stoffe erklärte Berzelius durch die Intensität der Polarität, die durch Erhöhung der Temperaturen gesteigert werden könnte. Bei der Vereinigung zweier Elemente legten sich die Atome mit ihren entgegengesetzten Polen aneinander. Durch den elektrischen Strom würde den Atomen einer Verbindung wieder die ursprüngliche Polarität erteilt, so daß die Verbindung in ihre Bestandteile zerlegt würde. Mit seiner Hypothese konnte Berzelius die wichtigsten Befunde der Chemie seiner Zeit erklären und ein umfassendes - das sog. dualistische - System errichten. Grundlage dieses Systems war die Annahme, daß jeder zusammengesetzte Stoff aus 2 Teilen besteht, dem elektropositiven und dem elektronegativen. Es unterschied Verbindungen erster, zweiter und dritter Ordnung, basische und saure Oxide, Salze und Doppelsalze.

Das dualistische System geriet nach einiger Zeit in unauflösbare Widersprüche. Berzelius Erkenntnis über das Schicksal jeder Theorie half ihm nicht über die schmerzliche Erfahrung hinweg. Er versuchte durch Zusatzhypothesen sein System zu retten und mußte doch zusehen, daß die Chemiker neue Wege einschlugen. In neuem Gewande hat die Berzelius'sche Theorie eine Art „Auferstehung“ gefeiert. Die Arbeiten von W. Kossel und insbesondere die von G. N. Lewis aus dem Jahre 1916 über die elektrische Natur der Ionenbindung, aber eben auch der kovalenten Bindung haben den Kern von Berzelius' Anschauungen bestätigt. Auch auf dem Gebiet der organischen Chemie erzielte Berzelius Fortschritte. Er verbesserte die von Lavoisier und Gay-Lussac entwickelte Elementaranalyse und wies nach, daß die Atomhypothese in Form der Radikale auch für organische Körper zutrifft. Die Untersuchungen von Wöhler und Liebig über die Benzoesäure bestätigten seine Erklärung. Auch das Phänomen der Katalyse beobachtete Berzelius. Ihm widersprach jedoch heftig J. Liebig. Die Aufklärung und Begründung der katalytischen Chemie gelang erst Wilhelm Ostwald Ende des 19. Jahrhunderts.

Ab 1821 gab Berzelius regelmäßig seine Jahresberichte über die Fortschritte der Physik und Medizin heraus, in denen er sämtliche Veröffentlichungen sachlich und kritisch beleuchtete. Sie waren für viele Jahre die wichtigste überregionale Zeitschrift der Chemie. Sie wurde in alle Weltsprachen übersetzt. Ins Deutsche wurden die ersten drei Bände von C. G. Gmelin, die nachfolgenden 24 Bände von Berzelius' Schüler F. Wöhler übersetzt. Die Lehrbücher von Berzelius waren musterhaft; sie erschienen in mehreren Auflagen in stets vervollkommener Bearbeitung und wurden ebenfalls in alle Weltsprachen übersetzt. Als Lehrer war Berzelius beliebt und erfolgreich. Er unterrichtete, indem er mit dem vorgebildeten Schüler gemeinsame Untersuchungen durchführte. Zu seinen erfolgreichsten Mitarbeitern gehörten u.a. F. Wöhler, E. Mitscherlich, C. Gmelin, H. und G. Rose.

Wilhelm Strube