Kerze, Tram und Blitz

Rudolf Cantz

Vor 125 Jahren, in den Winterferien 1860/61, hielt der damals längst berühmte englische Forscher Michael Faraday eine Vorlesungsreihe für Mädchen und Knaben: Lectures on the Chemical History of a Candle. Deren Inhalt kam durch seinen Physiker-Kollegen William Crookes nach Stenogrammen zur Druckwiedergabe (*Faraday* 1860). Faraday hatte damals an Hand mitgebrachter Anschauungsmaterialien und vieler Experimente das Verfertigen von Kerzen, die Vorgänge in und unterhalb der Kerzenflamme, die Gestalt der letzteren, die in der atmosphärischen Luft gegebenen Voraussetzungen, sowie die Verbrennungsprodukte dargestellt. Einen weiten Umkreis von Versuchen und Zusammenhängen hatte er mit einbezogen: Bewegungsformen der Luft bei verschiedenartigen Flammenvorgängen, Gewichts- und Volumen-Verhältnisse, chemische Grundstoffe, Sauerstoff-Darstellung durch Elektrolyse von Wasser usw. ...

Werfen wir zunächst einen Blick auf den Stand der Chemie in der damaligen Zeit. Man kannte eine größere Anzahl von «Grundstoffen», die in jeweils spezifischer Weise in «Verbindungen» enthalten sein oder zum Zusammentreten zu solchen veranlaßt werden konnten. Man nannte diese Grundstoffe die «Elemente» der Chemie, indem man einen alten Ausdruck übernahm, dessen eigentliche Bedeutung mißverständlich geworden war. Die Tendenz oder Möglichkeit bestimmter Elemente, Verbindungen miteinander zu bilden, bezeichnete man als «chemische Verwandtschaft», später als Affinität zueinander, und faßte sie dann als energetische Messgröße. Für die Elemente konnte man feststellen, daß deren Masse invariant durch alle chemischen Umsetzungen hindurchging, und so wurden sie überhaupt als etwas immer Erhaltenbleibendes verstanden. Mit den Massenverhältnissen in den Verbindungen befaßte sich dann die Stöchiometrie. Erst im Todesjahr Faradays 1869 war die Forschung so weit, daß – unabhängig voneinander – D. Iwan Mendelejew und Lothar Meyer das «Periodensystem der chemischen Elemente» aufstellen konnten, welches eine weitgehend übersichtliche Ordnung von Element-Eigenschaften erkennen läßt. Der praktische und auch der forschende Chemiker der damaligen Zeit hatten sich mit den einzelnen speziellen Grundstoff-Eigenschaften, ihren Bindungsverhältnissen und den bei den Umsetzungen sich abspielenden thermodynamischen Prozessen zu beschäftigen: «Klassische Chemie».

Ein halbes Jahrhundert später waren sehr andere Anschauungsweisen entstanden. Die physikalische Untersuchung von Materie-Eigenschaften hatte die Fundamente der Chemie ergriffen. Das Suchen nach Atomen hatte bis zu räumlichen Modell-Vorstellungen geführt mit elektrisch positiven Kernen und diese Kerne umgebenden elektrisch negativen Körperchen, den Elektronen. Im heutigen naturwissenschaftlichen Unterricht lernen schon die Schüler, daß – wo wir «mit unseren groben Augen» kompaktes Material irgendwelcher Art sehen – «in Wirklichkeit» fast leerer Raum sei, und daß nur diese winzig kleinen Kerne mit den zugehörigen Elektronen durch Anziehungs- und Abstoßungs-Kräfte in bestimmten gegenseitigen Abständen gehalten werden. Und diese Kräfte werden im wesentlichen als elektrische gefaßt. Die moderne Molekül- und Festkörperphysik beschäftigten sich inzwischen mit den komplizierten Methoden zum Berechnen ihres Zusammenwirkens. Wie für die Soliditäts-, Fließ- oder Gas-Eigenschaften sucht man jetzt für alle Aggregatzustände die Erklärung chemischer Verhaltensmöglichkeiten in den Konfigurationen der Elektronenumgebung der Atomkerne. Die Elektrophysik der Atome hat damit – prinzipiell, aber auch schon weit in die Praxis hinein –

die Chemie sozusagen vereinnahmt. Und unsere Kerzenflamme ist jetzt vom konsequenten Theoretiker «elektrisch» zu interpretieren.

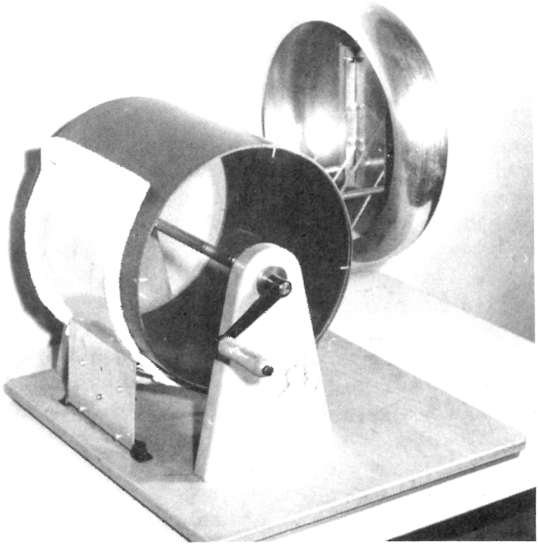

Bild 1 Reibungs-Elektrisiermaschine. Ein PVC-Rohrstück von ca. 30 cm Durchmesser, um eine Kurbelachse montiert, wird mittels eines Reibzeugs (Polyester-Gewebe auf Schaumgummirücken) elektrisiert und gibt seine negative Ladung über einen das Rohr beinahe berührenden blechernen Kamm an eine hochisolierte Konduktorplatte mit stark verrundetem Rand ab. Das federnd angedrückte Reibzeug kann geerdet werden.
Hersteller: Berufsbildendes Gemeinschaftswerk an der Freien Waldorfschule Kassel.

Auch mit Experimenten lassen sich Beziehungen der Kerzenflamme zur Elektrizität demonstrieren. Wir benutzen dazu z. B. eine Reibungs-Elektrisiermaschine mit plattenförmigem Konduktor *(Bild 1)*. Dem letzteren stellen wir eine zweite gleiche Platte gegenüber; diese und das Reibzeug der Maschine werden mit Erde verbunden. Zwischen die etwa 10 bis 12 cm voneinander entfernten Platten bringen wir eine Kerze. Solange diese noch nicht angezündet ist, können wir mit wenigen Umdrehungen der Kurbel eine hohe Aufladung des aus den Platten gebildeten Kondensators zustandebringen. Dies zeigt sich beim Annähern eines Entladebügels an der vom Funken durchschlagenen Entfernung. Nach vollständiger Entladung durch eigentliches Berühren beider Platten zugleich mit dem Bügel zünden wir bei stillstehender Maschine die Kerze an und warten die Ausbildung einer guten Flammen-Form und -Höhe ab *(Bild 2)*. Dann drehen wir die Kurbel der Elektrisiermaschine und beobachten zunächst die Veränderung der Flammenform, welche nach den Platten zu in die Breite gezogen und weniger hoch wird *(Bild 3)*. Ein darauf folgender Versuch mit dem Entladebügel ergibt einen nun viel wenigerweit überschlagenden, viel kleineren Funken als beim Versuch ohne Flamme. Die letztere hat also eine entsprechend hohe Aufladung des Kondensators verhindert. – Nach nochmals vollständiger Entladung mit dem Bügel legen wir nun ein