

Ueber
Genesis und Entwicklung der Elektrochemie.

Von
DR. EDMUND REITLINGER.

Zwei Vorträge gehalten am 2. und 9. März 1863.

I.

Seit einigen Jahren hat die Entdeckung der Spectralanalyse unter den Gebildeten viel Aufsehen und Theilnahme erregt. Man hält das Salz eines Alkali oder einer alkalischen Erde in die Flamme des Bunsen'schen Gasbrenners und die Zerlegung des Farbenbildes gestattet Schlüsse auf die anwesenden Stoffe. Dem berühmten Bunsen in Heidelberg gelang es auch zwei neue alkalische Metalle, Rubidium und Cäsium mittelst dieser Methode zu finden. Einen dritten neuen Körper: Thallium entdeckte Crookes. Fremy stellte grössere Mengen des letzteren Stoffes dar. Aber nicht blos diese neuen Metalle, sondern alle, auf welche sich der praktische Gebrauch der Bunsen'schen Spectralanalyse erstreckt, sind Metalle der Alkalien und alkalischen Erden, und werden in der Natur nicht für sich bestehend gefunden. Die Entdeckung und Darstellung derselben war daher selbstverständlich die vorausgehende Bedingung, ihre Gegenwart durch Spectralanalyse qualitativ wahrzunehmen. Diese Entdeckung war selbst eine der grössten Geistesthaten der Wissenschaft und es scheint mir zeitgemäss hieran zu erinnern.

Die Chemie Lavoisier's hat wohl die Analyse und Synthese der Oxyde der schwerern Metalle und die der Säuren glücklich vollbracht, und die damals sogenannten Kalke in Metalle und Metalloide, in verbrennbare und Verbrennung unterhaltende Stoffe aufgelöst. Aber die alkalischen Erden und die Alkalien, in ihrem äusseren Verhalten den Kalken ähnlich, fanden in dem geistigen Rahmen des Systemes keinen passenden Platz. Wohl vermuthete schon Lavoisier insbesondere von den alkalischen Erden, sie seien aus Metallen und Sauerstoff zusammengesetzt. Ihre giftige Beschaffenheit und ihre Schwere gestattete dies bei ihnen leichter als bei den Alkalien. Doch selbst dies war blos Hypothese. Dennoch gelang es und zwar gerade bei den Alkalien zuerst, sowohl Alkalien als auch alkalische Erden in Metalle und Sauerstoff zu zersetzen, und so die Lücke des Lavoisier'schen Systemes auszufüllen. Gleichzeitig bewies sich aber auch der Gesichtspunkt des letzteren als zu eng und mit der Entdeckung der erwähnten Metalle fand ein Umschwung statt; eine neue Periode der Chemie und Physik nahm ihren Anfang. Die Kräfte der elektrischen Anziehung und Abstossung, die Kräfte des galvanischen Elementes, der Volta-Säule bewirkten in der Hand des unsterblichen Humphry Davy die Zerlegung der Alkalien und alkalischen Erden. Eine grossartige, auch für das praktische Leben hochwichtige Wissenschaft: die Elektrochemie, zeigte mit der Entdeckung des Ka-

lium, Natrium, des Calcium, Magnium, Strontium, Barium ihre ausserordentliche und unvergängliche Bedeutung für das menschliche Gesamtwissen. So begann jenes so fruchtbare Zusammenwirken der modernen Physik mit der modernen Chemie, eine Allianz, welche von Davy's Entdeckungen bis zu Bunsen's neuesten Erfolgen eine lange Reihe von Triumphen aufzuweisen hat. Und noch ist ihr Siegeslauf nicht beendet.

II.

Es war 1800 und Volta hatte seine Säule erfunden. Er hatte den glücklichen Gedanken, die Kraft des einen galvanischen Elementes zu verstärken indem er eine ganze Reihe solcher Elemente verband. Es ist interessant, dass auch die Spectralanalyse ihren schönsten Triumph, die Sonnenchemie durch die von Kirchhof erdachte Nebeneinanderstellung mehrerer Prismen feierte. So wurde das eine Prisma genau in derselben Weise verstärkt, wie in der Säule das eine galvanische Element. Schon die ersten Experimente mit der Säule zeigten, welche ausserordentliche Kraft in derselben schlummerte und wie sie in der Hand des Physikers wunderbare Erfolge versprach. Schritt die Reibungselektricität in Blitz und Donner blendend und erschütternd einher, so trug die still und geräuschlos dahin gleitende Elektricität der Voltasäule eine weltbeherrschende Macht in sich, welche heutzutage die Telegramme von Hemisphäre

zu Hemisphäre tragen. Die eine gleicht der momentan wirkenden, umstürzenden Revolution, die andere der still, aber für ewige Zeiten umgestaltenden Reform. Die volle Wichtigkeit der Erfindung Volta's einsehend, berief ihn der erste Consul Bonaparte 1801 nach Paris. Er wohnte selbst den Experimenten desselben vor einer Commission der Academie der Wissenschaften bei. Kaum hatte man die wissenschaftliche Besprechung geendet, so schlug er vor, durch eine goldene Medaille zu Ehren Volta's die Dankbarkeit der französischen Gelehrten zu zeigen. Es war dies gegen die Geschäftsordnung. Dennoch vortirte man die Medaille mit Acclamation und Napoleon, der nichts halb that, ergänzte dieselbe noch durch eine bedeutende Summe aus der Staatskasse. Nicht minder zeugte von dem Enthusiasmus des grossen Feldherrn, die Gründung zweier elektrischen Preise. Der eine grosse betrug 60.000 Fr. und war für Entdeckungen bestimmt, welche die von Volta oder Franklin erreichen würden. Der zweite für die beste Arbeit auf dem Gebiete des Galvanismus in jedem Jahre, welche Bestimmungen bis zum Sturze Napoleons galten. Der grosse Preis wurde nie vertheilt, und eine Verleihung des zweiten betraf den Gegenstand dieser Vorträge.

III.

Auch in England begrüsst man die Volta-Säule mit der grössten Theilnahme. Ein Brief Volta's

an Banks, den damaligen Präsidenten der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften, theilte sie mit und genau genommen fand sie nur auf diesem Umwege über London die allgemeine Beachtung der Welt. Denn schon damals begründeten nur die zwei Weltstädte Paris und London einen Weltruf, wie im Alterthum Rom und Athen. Noch im Jahre 1800 nahmen Nicholson und Carlisle die Zersetzung des Wassers wahr. An dem einen Pole der Volta-Säule sonderte sich Sauerstoff, am andern Wasserstoff ab. Schon ursprünglich war die Zusammensetzung des Wassers dadurch erkannt worden, dass es sich beim Durchschlagen eines elektrischen Funkens durch ein passendes Gemenge obiger zwei Gase erzeugte. So innig verwoben ist Elektrizität mit allen Fortschritten der Chemie und Physik. War doch selbst Newton's erste Mittheilung an die königliche Societät zu London eine elektrische gewesen.

Die erwähnte Wasserzersetzung vervollkommnete Cruikshank durch Verbesserung der Volta-Säule. Berzelius und Hisinger zerlegten Salzlösungen durch den Voltastrom. Am positiven Pole erhielten sie die Säuren, am negativen entweder die Metalle der Basen oder Wasserstoff. Aber selbst die Wasserzersetzung wurde bestritten, und wirklich erhielt man bei näherer Analyse am einen Pole Spuren von Säuren, am anderen von Alkalien, deren Ursprung man sich nicht erklären konnte. Nicht nur, dass man aus den Experimenten sich keine zusammen-

hängende, zu weiteren Forschungen ermuthigende, klare Ideen zu abstrahiren im Stande war, es drohte die Sache selbst schon geklärte Begriffe neuerdings zu verwirren. Zu jener Zeit war aber an die Royal-institution zu London ein erst zweiundzwanzigjähriger junger Mann, Namens Humphry Davy als Professor berufen worden. Auch dieser begrüßte die Volta'sche Säule mit Enthusiasmus, und schon 1800 schrieb er eine Notiz über dieselbe nieder, welche er prophetisch mit den Worten schliesst: „Ich kann diese Notiz nicht beenden, ohne das dankbarste Gefühl gegen Volta, Nicholson und Carlisle, deren Erfahrungen ein solches merkwürdiges und wichtiges Werkzeug für die Analyse mir in die Hände gegeben haben.“ Er, der damals noch so ziemlich obskur war, stellt sich schon einem Volta gleich. So anticipirt der bedeutende Mann seine künftige Grösse. So fühlt sich der Capitain Buonaparte als künftigen Herrscher Frankreichs, der junge Davy als künftigen Umgestalter der Chemie jahrelang voraus, bevor die Ahnung des Genius zur Thatsache wird.

IV.

Davy wählte von 1800 bis 1806 mit Unterbrechungen, aber ohne je am endlichen Erfolge zu verzagen, immer wieder die chemische Zersetzung durch die Volta'sche Säule, zum Gegenstande seiner Untersuchungen. Seine für den speciellen Fachmann

sehr interessanten Experimente über Zersetzung in zwei Gefässen, die eine thierische oder vegetabilische Materie verbindet, waren jedoch mehr eine Uebung für ihn selbst, als eine nothwendige historische Vorbedingung seiner späteren grossen Entdeckungen. Ich wende mich daher sogleich zu seiner als Bakerian lecture der königl. Societät vorgelesenen Abhandlung „über die chemischen Wirkungen der Elektricität“. Seine daselbst mitgetheilten Experimente zeigen, dass Stoffe, wie Glas, Achat u. dgl., zu den Bechern bei den Wasserzersetzen benützt, selbst theilweise gelöst und dann zersetzt werden. Wenn er zwei umgestürzte Goldkegel mit gut destillirtem Wasser füllte, durch Asbest verband und sodann als Elektroden der Volta-Säule verwendete, so erhielt er eine völlig unzweifelhafte Zersetzung des Wassers in seine Bestandtheile, ohne Säuren oder Basen wahrzunehmen. Dieses Experiment brachte Licht in die Sache und ohne dessen Anstellung hätten wir noch heute keine Elektrometallurgie. Die Einrichtungen von Grossbritannien setzten den siebenundzwanzigjährigen von Haus aus vermögenslosen Gelehrten in die glückliche Lage, Elektroden aus purem Golde anwenden zu können. Und wie hat sich dieses Gold bezahlt gemacht! War es doch die Grundlage der galvanischen Vergoldung, welche mit geringfügigen Kosten den Werken der Kunst von der Uhr am Kamine des reichen Mannes, bis zu den volksthümlichen Monumenten auf den Prachtplätzen grosser

Städte Glanz, Schimmer, Farbe und Ansehen des Goldes zu verleihen gestattet. Und doch war es nach dem äusseren Anschein eine theoretische und keine praktische Untersuchung, wofür Grossbritannien sein Gold in die Hand Davy's, des Sohnes eines Holzschnitzers, legte, und so die moderne Goldmacherei möglich machte. In der Naturwissenschaft wird aber jeder theoretische Satz früher oder später praktisch verwerthet. Möge diese Lehre, die aus Davy's Entdeckungen selbst den Laien, buchstäblich genommen, plastisch vor's Auge tritt, den Nachfolgern Davy's zu Gute kommen.

Mit den erwähnten Goldelektroden errang also Davy den Satz: dass chemisch-reines Wasser sich durch Elektrizität einzig und allein in Sauerstoff- und Wasserstoffgas zersetzt. Er hatte aber auch die zersetzende Wirksamkeit kennen gelernt, welche der Voltastrom für chemische Verbindungen überhaupt besitzt; und so zerlegte er verschiedene Salzlösungen und machte gleichzeitig Versuche über die durch Berührung zweier Stoffe entstehende Elektrizität. Aus der Vergleichung beider zieht er den Schluss, dass, eben die Stoffe, die sich chemisch verbinden, bei ihrer Berührung entgegengesetzt-elektrische Zustände geben. Nach Beccaria haften zwei in entgegengesetzten elektrischen Zuständen befindliche Glasscheiben aneinander. Nach Analogie dieser That- sache dachte sich Davy die Wirkung des einen che-

mischen Moleküls gegen das andere in einer chemischen Verbindung. Er stellte sich also elektrische und chemische Anziehung als identisch vor, mit dem einzigen Unterschiede, dass die erstere in endlichen Massen, die letztere in unendlich kleinen Theilchen sich äussert. Die Zersetzung dachte er sich als eine elektrische Wirkung der Elektroden auf die mit verschiedener elektrischer Beschaffenheit begabten Bestandtheile der chemischen Verbindungen.

Selbst das bei chemischen Processen auftretende Licht und die dabei entwickelte Wärme benützte Davy zur Unterstützung seiner Hypothese, da nämlich entgegengesetzt-electrisirte Körper bei ihrer Annäherung im ausgleichenden Funken Licht und Wärme erzeugen. Seine allgemeine, durchgreifende Anschauung und die schon gelungene Zersetzung einer Reihe von Stoffen veranlasste ihn zur Hoffnung, dass die Analyse durch den Voltastrom von Wichtigkeit für die organische Chemie sein würde. Er weist ausdrücklich auf die Zersetzung der Neutralsalze hin, als wahrscheinliche Veranlassung zu Anwendungen in den Gewerben. Geologisch glaubt er die Wirksamkeit Volta'scher Ströme so hoch anschlagen zu sollen, dass durch sie Steine und Felsen zerbröckelt wurden. Endlich ruft er die Erfahrung in Erinnerung, dass im Voltakreise Ammoniak und zersetzbare Säuren nur in sehr concentrirtem Zustande eine Zersetzung erleiden. Hieran knüpft er die sichere Hoffnung, dass die neue Art von Zerlegung zur Ent-

deckung der wahren Elemente der Körper führen werde, wenn man die Materie, auf die man wirkt, in einem gewissen Zustande der Concentration nimmt und die Elektrizität hinlänglich verstärkt. Denn, wenn die chemische Verbindung eine elektrische Anziehung im Kleinen ist, argumentirt er, so mag die natürliche elektrische Energie (Kraft) der Elemente noch so stark sein, ihre Grenze hat sie doch gewiss, die Kraft aber unserer künstlichen, elektrischen Vorrichtungen, namentlich der Voltasäule, mit der wir ihr entgegen zu wirken und sie aufzuheben vermögen, lässt sich dagegen ohne Grenzen vermehren und ins Unbestimmte steigern, und so wird mit Sicherheit durch das Unendliche das Endliche besiegt!

V.

Diese kühn concipirte, wahrhaft geniale Vermuthung war ein Jahr später schon auf die glänzendste Weise in Erfüllung gegangen und am 19. November 1807 hielt er seine zweite Bakerian lecture bereits nach Entdeckung der Metalle der Alkalien, der zwei wunderbaren und wichtigen Stoffe: Kalium und Natrium. Die Abhandlung führt den Titel: „Ueber einige neue Erscheinungen chemischer mittelst Elektrizität hervorgebrachter Veränderungen, insbesondere über die Zerlegung der fixen Alkalien und die Darstellung neuer Substanzen, welche ihre

Basen ausmachen, so wie über die allgemeine Beschaffenheit alkalischer Körper.“

Wir wollen ihren Inhalt mittheilen.

Alle Körper, die sich in der ersterwähnten Versuchsreihe über Lösungen nach dem negativen Pol begeben, waren entweder geradezu brennbare Körper, oder enthielten wenigstens einen Ueberschuss brennbaren Stoffes, so z. B. die Metalle, die Metalloxyde, Ammoniak. Sollten nun, frug sich Davy, nicht auch die anderen Körper, die sich nach dem negativen Pole begeben, nämlich die Alkalien und alkalischen Erden von derselben Beschaffenheit sein? Mit anderen Worten: sollten sie nicht, statt einfache Körper zu sein, brennbare Stoffe enthalten. Indem er diesen Gedanken mit dem genialen der beliebig vergrößerten Voltasäule verband und daher alle Elemente der Royal institution combinirte, versuchte er sein Glück mit Kali. Da trockenes Kali ein Nichtleiter ist, nahm er geschmolzenes Kali, und seine Hoffnungen wurden verwirklicht.

Am positiven Pole entwich Gas, am negativen entwickelte sich eine Substanz, die sich an der Luft sogleich entzündete. Deutlichere Resultate, als bei äusserer Erwärmung des Kali, erhielt er bei Anwendung eines Kunstgriffes. Er befeuchtete das Kali mit Wasser. Durch dessen Erwärmung lieferte ihm der geschlossene Strom selbst das von ihm gewünschte, im Stromkreis eingeschaltete geschmolzene Kali. Er bemerkte nun helle, quecksilberähnliche, geschmol-

zene Kügelchen und diese waren es, die an der Luft lebhaft mit violetter Flamme verbrannten. Unter Steinöl konnte man sie vor Verbrennung schützen und bei späterer Abkühlung sah man schon dem Augenscheine nach ein neues Metall.

Einen ebenso glücklichen Erfolg erhielt Davy bei Natron, welches einen neuen Stoff mit silberähnlichem Glanze lieferte. Augenschein und chemische Betrachtungen vereinigten sich zur Ueberzeugung, dass zwei neue Metalle gefunden waren, die mit Sauerstoff verbunden die Alkalien geben. Interessant ist es, dass diese metallische Beschaffenheit der neuen Stoffe dem berühmten und sonst so genauen Forscher Gay-Lussac, eine merkwürdige psychologische Täuschung bereitete. Als er nämlich die neuen Producte zum ersten Male sah, rief er aus: das sind Metalle; hierauf fasste er sie an und fuhr fort: auch ihrem Gewichte nach. Und doch sind diese Körper mit Metallglanz leichter als Wasser. Dies lässt aber ihre Einordnung unter die Metalle nicht bezweifeln. Sind ja auch die anderen Metalle in dieser Hinsicht äusserst verschieden, obwohl sämmtlich schwerer. Auch den Schmelzpunkt haben diese Stoffe unter dem Siedepunkt des Wassers. Wohl sind sie Metalle, aber höchst merkwürdige, mit bis dahin unerhörten Eigenschaften ausgestattete. Wirft man ein Stückchen vom Metalle Kalium auf Wasser oder selbst auf Eis — mit prasselnder, violetter Flamme verbrennt es und widerlegt so den Ausspruch des Lu-

kretius: „neque flamma creari in — fluminibus solita'st *). „Neque,“ fährt Lukretius fort, „in igni gignier algor**),“ während man heutzutage nicht nur Wasser, sondern selbst Quecksilber in einem, vom Feuer umspielten Platintiegel zum Gefrieren zu bringen vermag. So verschwinden vor der modernen Naturwissenschaft die Unmöglichkeiten des Alterthums.

Auch Natrium verbrennt auf Wasser oder Eis zu seinem Oxyde, doch nur dann mit heller, gelber Flamme, wenn es durch irgend ein Hinderniss an seinem Platze festgehalten wird. Davy selbst sagt in poetischer Begeisterung vom Experimente überhaupt: „Nicht unpassend mag man das Experiment mit der Fessel in der Mythe vergleichen, welche dem Proteus „Natur“ angelegt ward, um ihn zu nöthigen, dass er seine erschreckenden und missgestalteten Formen ablege und sich in seiner schönen, regelmässigen und göttlichen Gestalt enthülle.“ Auf welche Experimente passt dies nun besser, als auf seine eigenen, die zeigten, dass das unscheinbare Kalkgewand der Alkalien und alkalischen Erden herrliche, glänzende Metalle verbarg, welche mit so prachtvollen und verschieden gefärbten Flammen, wie die gelbe Natriumflamme und die violette Kaliumflamme verbrennen.

*) „weder pflegt sich die Flamme in Fluthen zu bilden, Lucr. de rer. nat. lib. III. v. 622—23.

**) „noch im Feuer Eis erzeugt zu werden.“ l. c. v. 623.

VI.

Kaum hatte Davy in solcher Weise die Alkalien enträthselt, so war ihm auch schon klar, dass die alkalischen Erden ebenso wie die Alkalien zusammengesetzt sind und bald gab die fortgesetzte Forschung ihm Recht. Zugleich sah er in diesem schönen Erfolge die Bestätigung seiner früher aufgestellten Hypothese, von der Identität elektrischer und chemischer Anziehung. Es war daher nur natürlich, dass ihn die höchste, sich offen äussernde Freude beim Anblick der ersten Kalikügelchen erfüllte. Warum soll die Frucht eines erregten Nachdenkens nur stille Befriedigung erwecken, wie es das Vorurtheil will und nicht nervenerschütternde Freude, wie es in der That bei den grossen Entdeckern der Fall ist? Als Gay Lussac, der scheinbar ruhige, eine grosse Entdeckung gemacht hatte, sah ihn sein Assistent, der zufällig durchs Schlüsselloch blickte, in den grossen Holzschuhen, die er der Laboratoriumskälte wegen trug, lebhaft herumtanzen. Als Newton seine Gravitationslehre am Monde bewahrheitet fand, wandte er sich vor Aufregung zitternd an einen Freund, seine Rechnung zu wiederholen, da er dazu unfähig war. So war auch Davy tief, freudig erregt, von seiner grossen Entdeckung der Metalle der Alkalien und alkalischen Erden, wie es uns sein Vetter und damaliger Assistent Edmund Davy überliefert hat. Kurze Zeit darauf ergriff ihn,

wahrscheinlich in Folge zu grosser Anstrengung, ein Fieber. Ohne darauf zu achten, eilte er, seine grossen Entdeckungen zusammen zu stellen, und hielt am 19. November 1807 noch die betreffende Bakerian lecture. So lange hatte der Geist den Körper besiegt, nun siegte der Leib — seine Krankheit wurde ein typhöses Fieber und sechs Wochen schwebte er zwischen Leben und Tod. Seine Krankheit steigerte noch die Theilnahme für ihn, und so ward er in London nicht nur ein Gegenstand höchster Bewunderung, sondern auch allgemeiner Sympathie. Seine Genesung wurde vom Publicum als ein glückliches Ereigniss für das Land betrachtet, eine Werthschätzung des Gelehrten, die ebenso ehrenvoll für sein Vaterland, wie für ihn selbst ist.

Nirgend aber wird das Genie mit seinen Leistungen mehr geschätzt und anerkannt, als in Frankreich. Liebt ja auch kein Land mehr, wie dieses, den „Ruhm“. Es schätzt „la gloire“ höher als Freiheit und Leben. Der Ruhm ist aber das Kind des Genius. Von dieser richtigen Erkenntniss geleitet, verlässt den Franzosen unter keinen Umständen seine Achtung vor dem „Genie“. Mag er im Kriege mit einem Lande sein, wie damals mit England, wie zwei Jahre früher mit Preussen, er krönt den Berliner Elektriker Hermann, den Londoner Elektriker Davy mit seinen „galvanischen Preisen“.

Also trotz des englisch-französischen Krieges belohnte im December 1807 die Pariser Akademie

Davy's elektrochemische Leistungen mit dem kleineren Preise von 3000 Fres., „da ja die aufgeklärten Menschen aller Länder nur eine Familie ausmachen“, wie das schöne Wort der Akademie lautete. Interessant ist hierbei, dass die Akademie nicht jene Arbeit, welche die grossen Entdeckungen selbst enthielt, gekrönt hat, sondern jene, welche dieselben prophezeit hatte, freilich nachdem die Prophezeiung schon in Erfüllung gegangen war. Auch darf man allerdings der Vermuthung Raum geben, dass die Entscheidung der Akademie ebenso sehr aus der Begierde, durch die ungewöhnliche That Ruhm zu erhalten, als aus der vorgeblichen Brüderlichkeit und Gerechtigkeit entsprang. Sich so durch Belohnung ihrer Verdienste zum Protektor bekriegter oder besiegtter Nationen zu machen, ist selbst ein Triumph der Eitelkeit. Wir stehen um so weniger an, dies zu bemerken, da ja doch die französische Belohnung noch hinter der Gerechtigkeit zurückblieb. Hätte doch der grosse elektrische Napoleonpreis von 60.000 Francs und nicht der kleine Davy gebührt. Seine Leistungen sind denen Volta's und Franklin's gleich, wie es jener Preis verlangt.

In der That blieben auch England und Frankreich nicht bei der ersten Anerkennung stehen. Davy wurde eines der 8 auswärtigen Mitglieder des Pariser Institutes, eine Auszeichnung, deren Ankündigung selbst Humboldt zu seinen freudigsten Momenten zählte; ferner wurde er englischer Baronet

und Präsident der königlichen Gesellschaft der Wissenschaften zu London. Verweilen wir noch ein wenig beim Leben und Charakter dieses grossen Mannes, bevor wir in der Geschichte der von ihm gegründeten Wissenschaft, der Elektrochemie, fortfahren.

VII.

Humphry Davy ward 1778 zu Penzance in Cornwall geboren. Sein Vater war Holzschnitzer. In der Schule war er gleichzeitig von Liebe zur Poesie und zu allen Wissenschaften beseelt. Sein Bruder veröffentlichte einen Plan aus seiner Schulzeit, nach welchem er das Gesamtgebiet menschlicher Wissenschaften in bestimmter Reihenfolge durchzustudieren beabsichtigt hatte. Mit 17 Jahren ward er Gehilfe des Chirurgen und Apothekers von Penzance. Privatstudien und der anregende Umgang mit einem Sohne des berühmten Watt befähigten ihn, einige interessante Originalexperimente zu machen, welche zu einer Correspondenz zwischen ihm und Dr. Beddoes Veranlassung gaben. Der Letztere übertrug in Folge dessen dem erst zwanzigjährigen Davy die chemische Leitung seiner pneumatischen Anstalt, deren Bestimmung war, die noch nicht lange entdeckten Gase: Sauerstoff, Wasserstoff, Stickoxydul u. s. f. zu Heilzwecken anzuwenden. Dort fand Davy Gelegenheit, indem er selbst unter höchster Lebensgefahr Gase einathmete, die Entdeckung von

der eigenthümlich berauschenden Wirkung des Stickoxyduls zu machen. Eine Abhandlung über diesen Gegenstand erregte Aufsehen in der gelehrten Welt Englands. Eine andere Abhandlung suchte den vom Grafen Rumford aufgestellten, heute allgemein anerkannten Satz: dass Wärme Bewegung sei, durch neue Experimente zu unterstützen. Durch diese Abhandlung ward Graf Rumford, der Gründer der Royal institution, bestimmt, ihn obwohl erst 22 Jahre alt, an diese Anstalt zu berufen, wo er die schon erzählten, grossen elektrochemischen Leistungen vollbrachte. Seine Sicherheitslampe, seine Magnetisirung des weichen Eisens durch den Voltastrom, seine neue Methode, den Schiffsbeschlag zu schützen u. s. f., zeigen den unermesslichen Reichthum seines wissenschaftlichen Genius. Aber selbst eine so grosse wissenschaftliche Thätigkeit vermochte weder seine Phantasie zu erschöpfen, noch seine geistigen Bedürfnisse zu befriedigen. Zu allen Zeiten seines Lebens fand er auch noch Musse, der poetischen Begeisterung seines Gemüthes Ausdruck zu geben. Er bildet selbst den besten Beleg für folgende, von ihm aufgestellte Behauptungen: „Grosse Anlagen haben ohne ein sehr lebhaftes Gefühl niemals etwas geleistet. Die schnelle Aufeinanderfolge und Ordnung der Ideen, die Association dieser Ideen und die eben so schnelle Vergleichung derselben nach ihren verschiedenen Analogien, nebst den Thatsachen die sich gleichmässig während des Fortganges der

Erfindung darbieten, stehen nur solchen Köpfen zu Gebote, welche die Einwirkung starker und mannigfaltiger Triebfedern empfinden; Triebfedern, deren eine die andere umwandelt, eine sich mit der anderen mischt, und jenen fieberhaft erregten Zustand hervorruft, in welchem der Genuss des Daseins, das Bewusstsein des Lebens besteht.“

Ein solcher Moment fieberhafter Erregung mag auch dem erst siebzehnjährigen Jüngling die Kraft gegeben haben, in einem schwungvollen Gedichte: „die Söhne des Genius“, das Los jener bevorzugten Geister, die nach den höchsten Zielen streben und deren Lohn ein unsterblicher Name ist, mit passenden und beredten Worten zu schildern. War es doch auch von Jugend an sein eigenes, nie aus den Augen verlorenes, vom glücklichen Erfolge gekröntes Ziel, zu diesen Geistern zu gehören. Mit den im Meere sich jagenden Wellen vergleicht er am Schlusse dieses Gedichtes die unbekant Untergehenden; mit der lauten Brandung an der Küste den flüchtigen Ruhm jener, denen die Menge nur im Augenblicke zujauchzt —

Doch wie der Urzeit hoher Fels im Meer
Verachtend trotzt dem wilden Wogenstreit,
So steh'n des Genius Söhne hoch und hehr,
Und sind unsterblich, Kinder and'rer Zeit.
Ja solche gibt es, deren Aetherseelen
Des ew'gen Tages Schönheit in sich saugen,
Nicht achtend Sorgen, die auf Erden quälen —
So wie den Mond nicht achten Adlernaugen.

Und ihrer ist des Nachruhms heil'ge Gier,
Die einzig und allein ihr Herz entzündet,
Und ihrer ist des Lorbeers stolze Zier,
Von der die Muse allen Zeiten kündet!*)

Und obwohl Davy nach den ersten Jahren des Kampfes und Sieges zu London, mit Recht sagen konnte:

„der Arbeit Thau hat meine Stirn benetzt“ **),
war doch der poetische Anhauch, den die erste Blüthe des Davy'schen Geistes gezeigt hatte, nicht verschwunden. Mit tief gefühlten Versen begrüßte er die Heimath, die er damals widersah. Allerdings ein Wiedersehen voll von Erinnerungen:

„Hier wo das Mondenlicht im Haine zittert,
Ergoss sich mein Gefühl in's erste Lied,
Hier lernte mein entflammter Geist erforschen
Die mystischen Gesetze, deren Kraft
Die ewig sich bewegenden Atome
Empoträgt zur Belebung***).“

Und so fehlte auch den reifen Früchten seines Geistes der poetische Hauch nicht, der ihn von der Jugend bis zum Grabe begleitete.

Es war daher nicht zu verwundern, dass seine Vorträge an der Royal institution, deren Bestimmung

*) Memoirs of the life of Sir Humphry Davy Bart. by his brother John Davy. London 1836. v. I. p. 36.

**) Memoirs of the life of Sir Humphry Davy Bart. by his brother John Davy. London 1836. V. I. p. 110.

***) l. c.

die Verbreitung der Naturwissenschaft unter den höheren Ständen Englands ist, sowohl durch die Wärme ihrer Sprache, als durch die Schönheit ihrer Form hinreissend wirkten. Wie sehr er den Zweck dieser Vorträge erreicht hatte, kann insbesondere folgende Begebenheit zeigen, die selbst wieder zu einem höchst interessanten Vortrage Gelegenheit gab.

Mit einer für damals schon sehr grossen Säule war es Davy gelungen, die Alkalien in Sauerstoffgas und glänzende Metalle umzuwandeln. Er hatte, wie erwähnt, genial erschlossen: Die natürliche und daher begrenzte Grösse der die Stoffe verbindenden elektrischen Kräfte muss durch immerwährende Steigerung der künstlichen, in der Voltasäule wohnenden zerlegenden elektrischen Kräfte überboten werden. Er war daher auch mit obiger Säule noch nicht zufrieden, und dehnte seine Wünsche auf eine Säule von 2000 Elementen aus. Er setzte dies in seinen Vorträgen an der Royal institution auseinander, und eröffnete hierauf eine Subscription. Diese war sogleich gedeckt. „Mancher eifrige Freund der Wissenschaft fand keine Gelegenheit mehr, seine Liberalität zu bethätigen“, erzählt er selbst. Mit der so erhaltenen Säule von 2000 Elementen entdeckte er den zwischen Kohlenspitzen entstehenden herrlichen Lichtbogen, der unter dem Namen „elektrisches Licht“ dem Publicum bekannt ist. Er dient heutzutage gleichzeitig als glänzende Theatersonne und als rettendes Zeichen auf Leuchthürmen, und wird gewiss

noch weitere Anwendung finden. Mit Recht konnte Davy im nächsten Vortrage an der Royal institution behaupten: „die Freigebigkeit weniger Personen hat zulänglichere und reichere Mittel herbeigeschafft, als welche die Regierung einer mit uns wetteifernden Nation (der französischen) gewährte; und ich glaube wir haben dieselbe auch in Verwendung dieser Mittel übertroffen. Hoffentlich werden wir des Vorrangs bei dieser Art von Wettstreit niemals verlustig werden, hoffentlich wird die unserer Wissenschaft gewidmete Thätigkeit stets der freiwillige Ausfluss der Anstrengungen von Personen sein, von denen unterstützt zu werden eine Ehre ist — und die sich selbst dadurch ehren.“ Nach solchem Eingange setzte Davy in einem begeisterten Vortrage auseinander, dass die Quelle von England's Macht und Grösse vorzüglich in der Pflege und Unterstützung der Naturwissenschaft bestehe. „Nicht durch auswärtige Eroberungen seid Ihr vorzüglich so gross geworden, sondern durch Eroberungen in eurem eigenen Lande auf dem Gebiete der Naturwissenschaft“ ruft Davy seinen Landsleuten zu.

Der Patriot kann sich hier des Wunsches nicht enthalten, Oesterreich möge mit Frankreich und England in diesen friedlichen Eroberungen wetteifern, ja beide vorgeschrittene Länder in denselben noch zu überragen streben. Niemand kann heutzutage an der Wichtigkeit eines solchen Zieles zweifeln — warum sollte dessen Erreichung unmöglich sein? Sie wird

gelingen, wenn sich englische Privattheilnahme und französische Regierungsunterstützung bei uns zu dem Einen Ziele verbinden, und so auch auf diesem Gebiete den kaiserlichen Wahlspruch „viribus unitis“ verwirklichen.

VIII.

Nicht bald hat ein historisches Werk so allgemeines Aufsehen erregt, wie die „Geschichte der Civilisation in England“ von dem erst kürzlich in der Blüthe seiner Jahre verstorbenen Thomas Buckle. Die Methode der inductiven Naturforschung wird hier mit Ernst und Consequenz auf die Geschichte angewandt, es wird nach den Gesetzen der Menschheitsentwicklung in der echten Manier Bacon's gefragt. Und auf diesem Wege erhält Buckle die Antwort: dass Entdeckungen und Erfindungen den eigentlichen dauernden Fortschritt der Menschheit bilden, für welchen daher Naturforscher wichtiger sind als Staatsmänner und Feldherren. Der dramatische Pomp der Geschichte ist also nach Buckle ihrem wahren Endzwecke eher hinderlich, als förderlich. Und eben dieser Buckle ist es, der es den modernen englischen Naturforschern zum lebhaftesten Vorwurfe macht, die Wissenschaft von der Poesie zu trennen und sie nicht nur als verschieden, sondern selbst als feindlich zu betrachten; ein Vorwurf, der im Munde des Naturforschers der Ge-

schichte doppeltes Gewicht erhält. Er preist die göttliche und prophetische Kraft, welche im Dichter liegt. Er erinnert daran, dass das Dichten selbst ein Theil des Denkens ist, schon darum, weil die Gemüthsbewegungen ein Bestandtheil des Geistes sind. Verachtet daher der Mann der Wissenschaft die Vortheile der Poesie, so hat er nur die Hälfte seiner Waffen, sein Rüsthaus ist nicht gefüllt. Eroberungen mag er machen, seine natürliche Stärke kann den Mängeln seiner Ausrüstung abhelfen. Aber sein Erfolg würde vollkommener und rascher sein, wenn er passend ausgestattet und zum Kampfe vorbereitet wäre. Als das wirksamste Mittel, die heutzutage zahllos aufgespeicherte Menge von Einzelthatsachen besser zu benutzen, betrachtet Buckle: der Phantasie mehr Einfluss zu gestatten und den Geist der Dichtung bei dem Geist der Wissenschaft einzubürgern. Nach Buckle's Meinung war es kein zufälliges und nichtssagendes Ereigniss, dass Shakespeare Newton voranging. Shakespeare und die Dichter säten die Saat, die Newton und die Denker ernteten. Ja, die Phantasie zu cultiviren, hält Buckle geradezu für eine Pflicht des Naturforschers, die er seiner Wissenschaft schuldig ist. Diese wird durch eine solche Erweiterung ihrer Mittel bereichert und gestärkt. Buckle meint, der Schotte Black habe schon damit der Menschheit eine nicht leicht zu hoch geschätzte Wohlthat erwiesen, dass er das Beispiel eines grossen Naturforschers gab, der seiner

Phantasie freien Spielraum liess. Wenn Buckle schon Black in solcher Weise rühmt, so hätte er in Davy geradezu sein Ideal eines Naturforschers begeistert anerkennen müssen. Aber Buckle starb ohne die englische Naturforschung in ihrer welt-historischen Bedeutung ebenso gewürdigt zu haben, wie er es bei der schottischen so meisterhaft that. Den erst Vierzigjährigen raffte zu grosse geistige Anstrengung in ein frühes Grab.

Wirft man nur einen Blick auf die Geschichte naturwissenschaftlicher Entdeckungen und Erfindungen, so scheint der grösste Theil ihrer Geistesheroen, Buckle's eben mitgetheilte Ansichten zu bestätigen. Wie Plato, bevor er sich der strengen Reflexion zuwandte, in seinen Jugend Dramen schrieb: so thaten auch die originellsten und epochemachendsten französischen Physiker: Ampère, Malus und Andere. Wer wird den Biographien Arago's Kunstwerth absprechen, oder läugnen, dass Franklin, Priestley, Forster und Lichtenberg eben so ausgezeichnete Schriftsteller als Forscher waren?

Umgekehrt kann man aber den Dichter Aeschylus einen Forscher nennen, der schon die moderne Naturwissenschaft und Geschichtsschreibung geahnt hat. Seinen „Prometheus“ kann man als Lobgesang auf die Erforschung der Natur betrachten. Völlig im Geiste Buckle's schildert Prometheus den Gang der Civilisation von der Sternbeobachtung am hellen Himmel bis zur Erzschürfung im dunkeln Berge

V. 447 u. ff. Hier erzählt er: wie die Menschen anfänglich mit offenen Augen blind waren, bis er (der naturforschende Drang der Menschen) ihnen eröffnete der Gestirne Auf- und Niedergang; der Wissenschaften beste dann erschloss, die Zahlenkunst; hierauf sie lehrte der Schrift Gebrauch, der Thiere Nacken zuerst in's Joch spannte, dem Pflug zu dienen; Geschirr anlegte dem zügfrohen Ross; der Segler meerdurchirrende, leinbeschwingte Fahrzeuge zuerst erdachte; den Kranken segensvolle Arznei mischte und ferner die Schätze die im Erdschoss verborgen ruhn, Erz, Eisen, Gold und Silber entdeckte; ja „in kurzem Ausspruch Alles engumfasst vernimm: es schuf Prometheus alle Kunst den Sterblichen.“ Dafür erduldet er aber auch das Leid des Erfinders. Die Willkühr des Zeus gab ihn, an steile Felsenwand angeschmiedet, unsagbarer Marter preis. Dennoch schliesst er aus dem zu seiner Zeit Erfindenen auf weitere Erfindungen der Menschheit und weissagt V. 909 u. ff. auch Zeus werde schmähhlichen Falls hinstürzen, denn einen Ringer rüstet gegen sich er aus, der eine Flamme, mächt'ger als der Blitz, ersinnt und Tosen lauter dröhnend als sein Donnerhall und auch des Oceanes Dreizack, Poseidon's Herscherspeer, zu Nichte macht. Ob er damit Elektrizität, Donnerbüchse und Dampfschiff prophezeit haben könne, bleibe unerörtert; nur das sei noch erwähnt, dass ihm selbst die Identität der Arier, also der Griechen und Perser, dieses

unser Jahrhundert zierende Ergebniss der vergleichenden Sprachforschung vorgeschwebt hat. In den Persern V. 167 u. ff. erblickt Atossa im Traum zwei Frau'ngestalten, die eine in schöner Perserkleidung wohlgeschmückt, die andere in Dorertracht — desselben Stamms Geschwister. Der Genius ist eben in allen wahrhaft grossen Männern derselbe. Zeit und Raum geben ihm nur äusserliche Unterschiede. Buddha lehrt schon die Entstehungsart der Himmelskörper durch Trübung und Condensirung des Urweltnebels, ähnlich wie Kant und Laplace, und betrachtet offenbar im „Sansara“ schon alle Erscheinungen der Natur, wie die moderne Physik, als unaufhörlich wechselnde Bewegungsformen unter steter Erhaltung der Kraft. Aber auch die rohe Willkühr bleibt dieselbe — trotz Raum und Zeit. Das Schicksal des gefesselten Prometheus wiederholt sich in Galilei, der zum Widerruf gezwungen und in Salomon de Caus, der für seine Erfindung der Dampfmaschine in's Irrenhaus gesperrt wird.

Niemand jedoch, weder in alter noch in neuer Zeit dürfte Buckle's Meinung besser bestätigen, als Humphry Davy. Wenn man dessen Leistungen und Geisteseigenschaften vergleicht, glaubt man den lebendigen Beweis für Buckle's Ansichten und deren Erläuterung vor sich zu haben. Welche wunderbaren Erfolge hat doch Davy in der exacten Naturforschung errungen, und wie huldigte er gleichzeitig der Poesie fort und fort? Ja, als Krankheit ihn dem

Laboratorium entzog und er in Italien und den Alpen seine verlorene Gesundheit suchte, ruhte sein Geist nicht. Er schuf noch zwei Werke: „Salmonia oder neun Angeltage“ und „Trost auf Reisen oder die letzten Tage eines Naturforschers“. Beide sind in Dialogform verfasst und sieht man näher zu, so ist deren Bedeutung eine mehr poetische als wissenschaftliche. Im „Trost auf Reisen“ ist die Schilderung des echten Naturforschers besonders bemerkenswerth. Dieser wird als der moderne Geistesverwandte des griechischen Philosophen bezeichnet und von ihm gefordert, dass er an Tiefe der Forschung und Grösse des Gesichtskreises ein Mathematiker, an Fleiss und Begeisterung ein Alchymist sei. Ueberhaupt beleuchtet der „Trost auf Reisen“ das Verhältniss der Naturwissenschaft zu Religion und Philosophie mit solchem Schwunge, dass man mit Recht sagen kann, Davy begann mit lyrischer und endete mit philosophischer Dichtung.

War daher Davy der wahre Naturforscher nach dem Herzen Buckle's, so war dagegen aber Buckle der erste wahre Historiker nach Sinn und Meinung Davy's. Dies kann man in der That behaupten. Findet man doch im „Trost auf Reisen“ folgende Stelle: „Im Allgemeinen betrachtet man das herrliche Gebäude der civilisirten Gesellschaft, als das Werk der im Laufe der Jahrhundert angehäuften Arbeit, Geistesfähigkeit und Unternehmungslust der Menschen ohne näher zu unterscheiden, was den

verschiedenen Zweigen menschlichen Fleisses und Wissens zuzuschreiben sei und gewöhnlich schreibt man den Politikern, Staatsmännern, Kriegern einen viel grösseren Antheil an dem Werke zu, als ihnen wirklich gebührt. Der Anfang der Civilisation ist die Entdeckung irgend eines nützlichen Handwerkes, durch welches Eigenthum, Annehmlichkeit und Genuss erlangt wird. Der Wunsch, diese Güter zu bewahren, führt die Menschen zu Gesetzen und gesellschaftlichen Einrichtungen. Die Entdeckung besonderer Industriezweige gibt dann einzelnen Nationen eine Ueberlegenheit, welche sie aus Machtliebe zur Unterdrückung anderer Nationen gebrauchen. Schliesslich nehmen diese die Entdeckungen und Sitten ihrer Unterdrücker an. So ist in der That sowohl Ursprung als auch Fortschritt und Verbesserung der bürgerlichen Gesellschaft auf mechanische und chemische Erfindungen gegründet“. Werkennt hier Buckle's System und kann läugnen, dass dessen Geschichte der Civilisation in England“ nur die geniale Ausführung eines schon von Davy gehegten Gedankens ist?

So hat Davy die grösste Revolution der modernen Geschichtsschreibung, die Buckle'sche geahnt, er, von dem seine Zeitgenossen einstimmig behaupteten: „er habe die Chemie revolutionirt“. Diese Ausdrucksweise führte auf einer Reise Davy's zu einem pikanten Missverständniss. Er wurde nämlich an einem der continentalen Höfe vorgestellt und hier-

bei wurde einem hohen Herrn, der sich nach seinen Verdiensten erkundigte, mit jenem stereotypen Ausspruche geantwortet: „er habe die Chemie revolutionirt“. „Da wird er bei uns keine persona grata sein,“ erwiederte der hohe Herr, „man liebt hier die Revolutionäre nicht“.

Trotzdem Davy der Gründer der „Elektrochemie“ war, so dürften wir doch in den Augen Vieler schon zu lange bei seiner Person verweilt haben. Hierzu glaubten wir aber durch den Umstand, dass diese Vorträge in der Hauptstadt Oesterreichs gehalten werden, geradezu verpflichtet zu sein. Während unser Vaterland und seine Bewohner von Ausländern meistens nicht einmal mit Gerechtigkeit beurtheilt werden, spricht Davy in den erwähnten zwei letzten Werken voll Liebe und Bewunderung von Land und Leuten in Oesterreich, das er wiederholt zum Ziele seiner Reisen wählte. Der neunte und letzte Dialog der Salmonia spielt am Traunfall und schildert begeistert dieses „Paradies des poetisch gesinnten Anglers“. In seinem „Trost auf Reisen“ sagt Davy: „Ich kenne kein schöneres Land als das sogenannte Alpenland Oesterreichs. Die Verschiedenheit der Scenerie, das Grün der Wiesen und Bäume, die Tiefe der Thäler, die Höhe der Berge, die Klarheit und Grösse der Seen geben ihm, wie ich meine, einen entschiedenen Vorrang selbst vor der Schweiz; und die Bewohner sind weit angenehmer; verschieden in Tracht und Sitten haben sie alle dieselbe Einfachheit des Cha-

rakters und sind alle ausgezeichnet durch Liebe zum Vaterlande, Treue gegen den Souverain, Ehrlichkeit und mit äusserst wenigen Ausnahmen, durch Höflichkeit und Zuvorkommenheit gegen Fremde“. Ist es daher nicht Pflicht der Dankbarkeit, dass wir Oesterreicher den unsterblichen, für die ganze Menschheit wichtigen Verdiensten, des englischen Naturforschers Davy's besondere Theilnahme widmen?

IX.

Die von Davy auf das strengste bewiesene elektrochemische Zersetzung des Wassers und anderer Körper, unterscheidet sich von der Zerlegung, welche Wärme, Affinität und andere Naturkräfte bewirken, besonders durch den höchst merkwürdigen Umstand, dass die Zerlegungsproducte räumlich getrennt auftreten, dass, während z. B. das zwischen beiden Polen befindliche Wasser völlig unverändert scheint, am einen Pole Wasserstoff-, am anderen Sauerstofftheilchen frei werden. Dieser Umstand wurde nun zuerst von Grothuss in scharfsinniger und zugleich anschaulicher Weise erklärt. Grothuss betrachtet ein Wassermolekül als zusammengesetzt aus einem Sauerstoff- und zwei Wasserstoffatomen. Im Augenblicke, wo der Voltastrom zu wirken beginnt, äussert sich an sämtlichen Wassermolekülen elektrische Polarität. Die elektronegativen Sauerstoffatome wenden sich dem positiven Pole, die elektropositiven Wasserstoffatome dem negativen Pole zu. So lagert sich

zwischen dem einen und dem anderen Pole eine Reihe von Wassertheilchen, die mit entgegengesetzt elektrischen Seiten aneinander grenzen. Im Augenblicke, wo das durch die Anziehung des positiven Poles seiner Verbindung entrissene Sauerstoffatom den gasförmigen Zustand annimmt, stösst der freigewordene Wasserstoff vermöge seines elektrischen Zustandes, den gleichnamigen Wasserstoff des Nachbartheilchens ab, und bildet mit dessen Sauerstoff Wasser. So macht es aber wieder mit dem nächsten Theilchen der durch diesen Vorgang frei gewordene Wasserstoff u. s. f., bis zuletzt der an dem zweiten Pole befindliche Wasserstoff frei wird und dort entweicht. Dieser Vorgang gleicht dem bekannten, wo eine Elfenbeinkugel eine Reihe gleicher, neben einander aufgehängter Elfenbeinkugeln trifft. Indem jede der nächsten die Bewegung überträgt, scheinen alle mittleren Kugeln zu ruhen, und nur die letzte, die keine Gelegenheit zur Uebertragung hat, fliegt mit der gleichen Kraft fort, wie die erste ankam. Wie beim Wasser, so hat man sich den Vorgang auch in allen anderen Fällen zu denken.

Es muss also neben Davy auch noch Grotthuss als Gründer der Lehre von der chemischen Zersetzung betrachtet werden. Aber nur deshalb werden überhaupt Körper nach Davy durch elektrische Kräfte zerlegt, weil sie auch durch elektrische Kräfte zwischen kleinsten Theilchen, die man in diesem Falle chemische nennt, vereinigt sind. So

baute Davy auf elektrochemische Thatsachen ein System der Chemie, ja man kann sagen der Materie, das ihn bei allen späteren Forschungen in Chemie und Elektrizität leitete. Er dachte sich die sichtbare Aeusserung sowohl der gewöhnlichen elektrischen, als auch der mikroelektrischen d. i. chemischen Kräfte durch Berührung geweckt. Natürlich nahm er die Stoffe hierbei als von der Natur verschieden elektrisch vorgebildet an, ohne sich jedoch mit der Präcision späterer Nachfolger auszusprechen. Mit Recht konnte Faraday seine Aussprüche der verschiedensten Auslegung fähig erklären. Unbestreitbar bestand aber gerade darin die ausserordentliche Bedeutung der Elektrochemie für die Chemiker und Physiker am Anfange dieses Jahrhunderts, dass sie auf deren Grundlage nach Davy's Beispiel, ein förmliches System der Materie aufzubauen suchten.

In dieser Hinsicht überragten nun zwei höchst bedeutende Männer alle ihre Mitstrebenden. Es waren dies der Franzose Ampère und der Schwede Berzelius. Der Erstere erwarb sich unsterblichen Ruhm durch die Elektrodynamik, welche ihm ihren Ursprung verdankt. Er legte aber der Erklärung der chemischen Erscheinungen durch elektrische Kräfte eine etwas complicirtere Hypothese unter Zuhülfnahme elektrischer Atmosphären zu Grunde, und da diese Hypothese nie allgemeine Geltung erhielt und durch Berzelius widerlegt sein dürfte, so wollen wir hier nicht näher auf dieselbe eingehen. Dagegen

gab es eine Zeit, wo beinahe alle Chemiker der Hypothese von Berzelius zustimmten. Diese erhielt so eine massgebende Bedeutung für die historische Entwicklung der Chemie. Wir wollen eben deshalb bei ihrer Auseinandersetzung ein wenig verweilen.

Man denke sich das kleine chemische Theilchen nach Analogie eines Turmalines mit elektrischen Polen versehen, dabei aber die elektrische Intensität des einen Poles z. B. des positiven grösser, als die des anderen, z. B. des negativen. So stellte sich Berzelius das chemische Element vor. Das Element, wo er den positiven Pol intensiver voraussetzt, nennt er elektropositiv; das Element, wo er den negativen intensiver annimmt, nennt er elektro-negativ. Die elektro-positiven gehen mit dem Voltaströme von der positiven nach der negativen Seite, die elektro-negativen von der negativen an die positive. Berzelius findet durch einige einfache Versuche die Annahme bewiesen, dass die Atome die eine oder die andere Elektrizität vorherrschend besitzen. Lässt man nämlich zwischen den einander gegenüberstehenden Knöpfen zweier Conductoren, von denen der eine Elektrizität von der Scheibe, der andere von dem Reibzeuge einer Elektrisirmaschine aufnimmt, den Rauch einer Kaliumflamme aufsteigen, so wird er vom negativen angezogen und auf diesem niedergeschlagen. Ist dagegen der brennende Körper Phosphor, so besteht der Rauch aus einem stark elektro-negativen Körper, der Phosphorsäure, und wird von dem posi-

tiven Knöpfe angezogen und auf diesem niedergeschlagen. Diese Versuche wurden von dem Engländer Brande angegeben, und auf dieselben gründete Berzelius seine polaren Atome, also überhaupt sein elektrisches System der Chemie.

Die Natursysteme, welche Davy und Berzelius aufgestellt haben, und welche die elektro-chemische Periode in der historischen Entwicklung der Weltanschauung bezeichnen, waren demnach auf die Identität der chemischen und elektrischen Kräfte gebaut. Diese elektro-chemische Identitäts-Philosophie feierte nun ihren höchsten, ihren allgemeinsten Triumph durch Faraday. Wie Voltaire unter Leibnitzens Porträt könnte man unter dieses grossen Forschers Bildniss schreiben: „Même dans son pays il vécut respecté“. Durch Nichts dringt der Menscheng Geist tiefer und zugleich sicherer in die Geheimnisse der Welt ein, als durch numerische Gesetze, deren Uebereinstimmung mit in der Erfahrung ermittelten Zahlen keinem Zufalle, sondern nur einer wirklichen Einsicht zugeschrieben werden kann. Ein solches Gesetz für die Wechselbeziehung elektrischer und chemischer Kräfte lieferte Faraday: das elektrolytische Grundgesetz. Es schien die Identität beider Arten Kräfte zu bestätigen und bildet jedenfalls den Höhepunkt unseres heutigen elektro-chemischen Wissens. Seines Verständnisses wegen wollen wir einen Blick auf die Lehre von den chemischen Aequivalenten und auf die atomistische Theorie der Materie werfen.

X.

Wir haben im Eingange auf den inneren Zusammenhang hingewiesen, welcher zwischen der gegenwärtig Aufsehen erregenden Erfindung der Spectralanalyse, und zwischen der Entdeckung der Metalle der Alkalien und alkalischen Erden durch die elektrochemischen Untersuchungen Davy's obwaltet. Ohne diese letztere war die erstere undenkbar. In ähnlicher Weise war die Entdeckung der chemischen Aequivalente nebst ihrer Consequenz: der atomistischen Theorie erst durch die Kenntniss der Neutralsalze ermöglicht worden. Demjenigen, der sich für Geschichte der Wissenschaft interessirt, gewährt es einen eigenen Reiz, zu verfolgen, wie Entdeckungen unvermuthet die Bedingungen scheinbar sehr entfernt liegender neuer Entdeckungen bilden.

Der Erste nun, der das Gebiet der Neutralsalze in der Chemie absonderte, und zum Gegenstande seiner speciellen Bemühungen machte, war ein höchst begeisterter und eifriger Forscher, Namens Rouelle. Derselbe hat als öffentlicher Lehrer ein ebenso ehrenvolles Andenken, wie Davy hinterlassen. Er war in der Nähe von Caen geboren, und machte bei einem Hufschmied seiner Nachbarschaft in der Feueresse seine ersten chemischen Versuche. Er begab sich später nach Paris, wo er studierte, eine Apotheke eröffnete und um die Mitte des vorigen Jahrhunderts Privatvorlesungen hielt, die sich des grössten Beifalls

erfreuten. Er hatte eine sehr sonderbare Art des Vortrages. Er trat im feinen französischen „habit habillé“, die Perrücke auf dem Kopfe, den Hut unter dem Arme und den Galanteriedegen an der Seite in den Hörsaal. Er fing bedächtig an. Bald ereiferte er sich etwas und warf den Hut von sich. Er erhitzte sich noch mehr und warf seine Perrücke fort, dann seinen Rock sammt Degen, dann seine Weste, dann seine Halsbinde. Nun sah man den wahren Rouelle, den Mann des Laboratoriums, welcher schöne Versuche liebte, sie vortrefflich anzustellen wusste, und mit hinreissender Heftigkeit demonstrierte. Diesen Vorträgen Rouelle's und anderen gleichzeitigen populären Vorlesungen legt Buckle in der erwähnten „Geschichte der Civilisation in England“ historische Bedeutung bei. Er schreibt ihnen einen maassgebenden Einfluss auf die Entwicklung des französischen Nationalgeistes in der zweiten Hälfte des vorigen Jahrhunderts zu.

Zwei Deutsche, Wenzel und Richter waren sodann diejenigen, welche den Salzen Rouelle's mit der Wage in der Hand, das wichtige Gesetz der chemischen Aequivalente abzugewinnen wussten. Von diesen war Wenzel der Sohn eines Buchbinders. Er lernte seines Vaters Handwerk und betrieb es bis in's fünfzehnte Jahr. Da jedoch entwich er aus dem väterlichen Hause und entfloh nach Amsterdam, wo er Pharmazie und Chirurgie studierte. Er und Richter fanden die wichtige Thatsache, dass eine

und dieselbe Menge einer Säure für alle Basen und eine und dieselbe Menge einer Basis für alle Säuren zur Sättigung genügt, welche Sättigung man als Beweis der vollständigen chemischen Verbindung zwischen Säure und Basis betrachten muss. Solche Mengen aber von Säuren und Basen, welche sich chemisch vertreten können, werden eben noch heutzutage Aequivalente genannt. Nur erstreckte man seitdem Begriff und Theorie der Aequivalente auf die Elemente selbst, eine Ausdehnung, welche man Dalton verdankt. Dieser stellte für alle chemischen Elemente Zahlen auf, welche Gewichtsverhältnisse gegen ein bestimmtes zu Grunde gelegtes Element z. B. Wasserstoff bedeuteten. Diese Zahlen oder nicht allzugrosse Mehrheiten derselben, z. B. das drei- oder vierfache waren dann so beschaffen, dass sie die Gewichtsverhältnisse der Elementarbestandtheile aller chemischen Verbindungen ausdrückten. Die merkwürdige Thatsache, welche hierin liegt, führte Dalton zur Vorstellung, dass die Welt aus Atomen bestehe und dass eine endliche, in der Regel kleine Zahl solcher die Elementarbestandtheile chemischer Verbindungen bilde. Ein Gleichniss des alten atomistischen Philosophen Leucipp, möge diese Ansicht erläutern. Die Atome, sagt Leucipp, seien die Buchstaben, durch deren Zusammensetzung die Worte für das grosse Welt drama entstehen. Des Drama's Worte sind die wirklichen Körper der Natur. Nennt man „chemisches Molekül“ die kleinste bestandfähige

Gruppe von Atomen, es seien diese dem Stoffe nach gleich oder ungleich, so findet die atomistische Theorie eine bedeutende Stütze in der Thatsache, dass beinahe ausnahmslos die Gewichte gleich grosser Gas-mengen gleichzeitig die relativen Gewichte ihrer chemischen Molecüle bei gleichem Druck und gleicher Temperatur sind. Wie kann man dies einfacher erklären als indem man überhaupt Atome zu Grunde legt, und die gleiche Anzahl chemischer Molecüle im gleichen Gasvolumen, bei gleichem Druck und gleicher Temperatur voraussetzt? Dadurch wird klar, in welcher einfachen Beziehung die chemischen Moleküle zu Dalton's Atomgewichten stehen. Ja, man könnte sie geradezu, wie dies auch schon von vielen Seiten geschieht, als Grundlage der „chemischen Constanten“ wählen.

Wie aber der gleiche Cubikraum bei Gleichheit von Druck und Temperatur gleich viel chemische Moleküle der verschiedensten Gase enthält, so son-dert die gleiche Quantität Elektrizität, die verschiedensten Stoffe als Elektrolyten durchfliessend, chemisch äquivalente Mengen ab. Dieses wunderbare Gesetz, welches die Atomgewichte mit der Elektrizität verknüpft und gewissermassen neben den chemischen Aequivalenten der Stoffe auch noch ein chemisches Aequivalent der Elektrizität aufzustellen gestattet, nennt man das elektrolytische Grundgesetz. Faraday fand es. Schon im ersten Jahrgange dieser Vereinsschriften gaben wir eine kurze Schilderung

des Lebenslaufes dieses merkwürdigen Mannes. Hier sei nur nochmals erwähnt, dass er bis zu einem Alter von zwanzig Jahren Buchbindergeselle war.

Also Wenzel und Faraday ursprünglich Buchbinder! Wem fallen hier nicht noch die Buchdrucker Franklin und Proudhon ein? Sollte dies Zufall sein? Sollte nicht vielmehr das leicht zugängliche gedruckte Wort seine Zauberkraft bewährt haben? Wie der Magnet Roheisenstücke zu Magneten macht, die wieder neue Magnete schaffen, ohne dass darum der Magnetismus der ersten weckenden Magnete geschwächt oder vermindert wird, so wirkt der Geist, wenn er im gedruckten Worte seine magnetisirenden Ausflüsse von Pol zu Pol versendet. Der zündende Buchstabe mag seine Kraft, die in blasirten Kreisen die Wirkung verfehlt, bei Franklin, Wenzel und Faraday bewährt haben. Diesen letzteren fand als zwanzigjährigen Buchbindergesellen Banks, damals Präsident der königlichen Societät, bei einer selbstverfertigten Elektrisirmaschine aus Pappendeckel. Banks war Entdeckungsreisender, und so entstand das Witzwort: Banks grösste Entdeckung sei Faraday. Er veranlasste ihn Davy's Vorlesungen zu besuchen. Indem Faraday eine freie Ausarbeitung derselben Davy übersandte, gewann er die Hülfe dieses grossen Mannes, welche ihm die wissenschaftliche Laufbahn eröffnete. Davy, neidlos wie jeder echte Genius, wählte ihn zum Assistenten, ja noch mehr, er nahm ihn zu seiner Ausbildung als Begleiter auf

einer Continentalreise mit. So gehört zu Davy's unsterblichen Verdiensten auch noch die Unterstützung seines ihn erreichenden Nachfolgers. Bedenkt man die gewöhnliche Gelehrteneifersucht, so wird man diese indirecte Förderung der von ihm begründeten Elektrochemie Davy nicht gering anrechnen. Obwol Faraday ganze Gebiete, wie die elektrische Induction, den Diamagnetismus der Physik einfügte, so bildet doch das elektrolytische Grundgesetz einen seiner schönsten und bleibendsten Ruhmesansprüche.

Betrachten wir vor Allem die einfache experimentale Begründung des Gesetzes. Faraday liess nämlich während gleicher Zeit einen und denselben elektrischen Strom auf Wasser, Zinnchlorür, borsaures Bleioxyd, Salzsäure und andere Elektrolyten einwirken. Von sämmtlichen Elementen erhielt er ihren chemischen Aequivalenten proportionale Mengen. Berechnete er z. B. aus dem Verhältnisse des abgeschiedenen Zinnes zu dem gleichzeitig entwickelten Wasserstoffe das Aequivalent des Zinnes, so bekam er mit genügender Genauigkeit die chemisch ermittelte Zahl. Es erfordert also die Trennung chemisch äquivalenter Mengen genau die gleiche Quantität Elektrizität. So lautet das Grundgesetz, welches auch für die Elemente der Säule selbst gilt.

Hieraus schliesst nun Faraday, dass stets die gleiche Menge Elektrizität mit chemisch äquivalenten Theilen der Materie verknüpft ist, und ihnen ihre chemische Verbindungskraft verleiht. Eben dieselbe

bestimmte Elektrizität, welche aber äquivalente Mengen verbindet, zersetzt auch solche. Und daher kömmt es, dass die durch Zersetzung einer Verbindung im Volta-Apparate als Strom gewonnene Elektrizität ausser dem Apparate die jener Verbindung äquivalenten Mengen ausscheidet. Spricht man also von Atomen, so führen diese, insoferne sie einander in ihrer chemischen Wirkung äquivalent sind, gleich viel Elektrizität mit sich. Diese bildet eben die Ursache ihrer Verbindung nach dem Gesetze der Aequivalenz. „Wahrhaft gross ist die Harmonie“, ruft Faraday selbst aus, „welche diese Theorie der bestimmten Entwicklung und äquivalirenden bestimmten Wirkung der Elektrizität den innig verknüpften Theorien der bestimmten chemischen Verhältnisse und der elektrochemischen Verwandtschaft verleiht.“

Und diese Harmonie, die hier Faraday erblickte, findet statt für ewige Zeiten. Nur dürfte sie vielleicht nicht die von Faraday geglaubte Beweiskraft für die elektro-chemische Hypothese haben. Die Experimente von Dulong und Petit, von Regnault und Neumann machen es wahrscheinlich, dass alle „chemischen Moleküle“, leicht oder schwer, gross oder klein bei gleicher Temperatur die gleiche lebendige Kraft besitzen. Ferner lässt sich Wärme in Elektrizität, und Elektrizität in Wärme nach dem Gesetze der Kraftäquivalenz umsetzen. Da nun Wärme Bewegung ist, so ist es vermuthlich auch Elektrizität. Es dürfte daher das elektrolytische Grundgesetz keineswegs ein chemisches

Aequivalent der elektrischen Materie, sondern nur die Kraftäquivalenz einer gleichen Menge der Bewegung, welche man Elektrizität nennt, beweisen. So würde das elektrolytische Grundgesetz ohne elektrochemische Hypothese begreiflich. Hiermit verschwände jedoch die von Faraday gefundene Harmonie nicht, sondern würde einen Theil einer noch grösseren und umfassenderen Kräfteharmonie bilden. Dies ist eben das Schöne der Naturwissenschaft, dass jede gefundene Wahrheit für ewig gilt. Nur die Art ihrer Auffassung kann sich ändern, wenn man sie als Theil einer noch höheren Wahrheit erkennt!

XI.

Zur selben Zeit schon, wo Faraday durch das elektrolytische Grundgesetz der elektro-chemischen Theorie ihre höchste Stufe der Vollendung verlieh, schlug die Chemie neue Bahnen ein, deren Resultat die massgebende chemische Rolle der angenommenen elektro-positiven oder negativen Körperbeschaffenheit mehr als zweifelhaft machte. Merkwürdiger Weise war es Faraday selbst, der Vorgänge kennen lehrte, „wo Chlor an die Stelle von Wasserstoff trat.“ Indem Dumas die Substitution von Wasserstoff durch Chlor näher studirte, gründete er die chemische „Substitutions-Theorie“. Laurent entwickelte diese und bildete sie zur „unitären Chemie“ aus. Durch Gerhards „organische Chemie“ endlich schien die „Typentheorie“ an die Stelle der elektrischen Theorie

des Berzelius zu treten. Ohne auf die chemische Frage näher einzugehen, kann man doch so viel als gewiss bezeichnen, dass die grossartige Ausbildung der organischen Chemie in den letzten dreissig Jahren die chemische Alleinherrschaft der elektrischen Theorie auf chemischem Boden erschütterte, ja, dass viele Chemiker ihrer natürlichen Beschaffenheit nach elektro-positive oder negative Körper gänzlich verwerfen. Hierin lag längst für die Physiker die Anforderung, auch ihrerseits auf rein elektrischem Boden die Annahme solcher, ihrer natürlichen Beschaffenheit nach positiver oder negativer Körper zu prüfen. Wohl haben sich auch schon Physiker, wie Magnus und Andere, gegen diese Annahme ausgesprochen. Brande's Versuche jedoch, welchen Berzelius die massgebendste Beweiskraft für diese Annahme beilegte, hat Niemand einem neuerlichen Experimentalstudium unterworfen. Dies war aber um so mehr angezeigt, als auch die englische Societät der Wissenschaften diesen Versuchen die gleiche Beweiskraft wie Berzelius zugeschrieben und dieselben mit der Copley-Medaille gekrönt hatte. Die so gebotene Experimental-Untersuchung „über Brande's elektrochemische Versuche“ wurde nun voriges Jahr von mir in Gemeinschaft mit Herrn Kraus an dem von Ettingshausen geleiteten physikalischen Institute der Wiener-Universität unternommen.

Wir suchten uns so viel als möglich im fortschreitenden Gange unserer Versuche an Brande an-

zuschliessen und begannen daher, wie dieser, mit Experimenten an Flammen, die sich zwischen zwei mit den beiden Conductoren der Elektrisirmaschine verbundenen Metallknöpfen oder Kugeln befanden. Brande hatte die Flammen in die Mitte zwischen beide Kugeln gebracht und hierbei waren Kalium-, Wasserstoff- und andere Flammen als elektropositiv betrachteter Körper zur negativen Kugel hingezogen worden. Phosphor-, Schwefel- und andere Flammen negativer Körper hatte er dagegen zur positiven Kugel hingetrieben gesehen. Herr Kraus und ich begnügten uns nun nicht, das Verhalten der Flammen in der Mitte zwischen beiden Kugeln zu studiren. sondern wir näherten die Flammen der einen oder der anderen Kugel, ja berührten die eine oder andere Kugel mit den Flammen selbst, ohne darum das Drehen der Elektrisirmaschine zu unterbrechen. Da sahen wir bei genügender Annäherung und Verstärkung der Elektrisirung sämtliche Flammen von der positiven Kugel in der Verbindungslinie gegen die negative weggetrieben, um so stärker, je näher wir der positiven Kugel mit den Flammen gekommen waren. Diese glichen dabei den Stichflammen eines Löthrohres, das man sich an der Stelle der positiven Kugel denken musste. Wurden die Flammen dagegen der negativen Kugel genähert, so kehrten sie derselben fortwährend eine Spitze zu, ja in der nächsten Nähe umspielten sie dieselbe. Der positiven Kugel aber wandten sie eine mehr oder weniger ge-

krümmte Wölbung zu. Der Anblick erinnerte auf das lebhafteste in beiden Fällen an die Lichterscheinungen, welche eine mit verdünnten Gasen gefüllte, vom elektrischen Strom durchflossene, sogenannte Geisslerische Röhre zeigt. Diese Analogie musste aber um so stichhaltiger erscheinen, als ja auch die Flammen glühende verdünnte Gase enthalten. Bei Flammen positiver Stoffe war die Erscheinung viel ausgeprägter, als bei Flammen negativer. Bedenkt man, dass die ersteren Stoffe, wie Kalium, Wasserstoff und andere, gute Leiter, letztere, wie Phosphor oder Schwefel, dagegen schlechte Leiter sind, so begreift man diesen Unterschied durch die grössere oder geringere Stärke der elektrischen Entladung. Unsere Experimente veranlassten uns demnach, das Verhalten von Flammen zwischen elektrisirten Kugeln völlig auf die Eigenthümlichkeiten elektrischer Entladungen in Gasen zurück zu führen. Insoferne diese Eigenthümlichkeiten an positiven und negativen Elektroden verschieden sind, bilden sie das Gebiet der Artunterschiede der positiven und negativen Elektrizität. Einen Beweis für die Existenz elektro-positiver und -negativer Körper, wie Brande gewollt hatte, kann man daher in diesen Versuchen nicht sehen.

Es werden also die Theilchen, welche Träger der Entladung sind, von der positiven Kugel weggetrieben, während sich dagegen die negative Kugel mit leitenden Theilchen umhüllt. Daher wird ein Rauch, der ebenso, wie die erwähnten Flammen

leitet, sich auch in gleicher Weise, wie diese verhalten. Dagegen muss ein isolirender Rauch, dessen Nachbartheilchen besser leiten, als er, durch aerostatischen Gegendruck eine entgegengesetzte Richtung der Bewegung, als jene Flammen, wahrnehmen lassen. Daher liefert das von Brande beobachtete und von Berzelius besonders angeführte Verhalten des Rauches der Flammen auch keinen besseren Beweis für die Existenz elektro-positiver und -negativer Körper, als das der Flammen selbst. Erwähnenswerth ist nur, dass in Folge dieses Verhaltens des Rauches bei geeigneten Flammen die negative Kugel mit Kohle, die positive mit Schwefel beschlagen wird.

Brande betrachtete die Versuche an Flammen und deren Rauch als Grundlagen zum Verständnisse der Elektrolyse. Sollte dies nicht auch der Fall sein, nachdem wir durch ein näheres Studium dieser Versuche eine neue Erklärung derselben fanden? Man setze voraus, dass die Entladungen in tropfbaren Flüssigkeiten dieselben mechanischen Eigenthümlichkeiten besitzen, wie in gasförmigen. Eine der bestbegründeten elektrischen Regeln ist es, dass die Entladung sich zwischen guten und schlechten Leitern im umgekehrten Verhältnisse ihrer Leistungsfähigkeiten theilt. Die ersteren müssen daher in Folge jener Eigenthümlichkeiten von der positiven Elektrode weg an die negative getrieben werden, während die zweiten die entgegengesetzte Richtung durch hydrostatischen Gegendruck einschlagen müssen.

Nun sind Wasserstoff und Metalle gute Leiter, Sauerstoff, Schwefel u. s. f. schlechte Leiter. Man sieht daher, dass man die bekannten Erscheinungen der Elektrolyse durch die an den Flammen entwickelten elektro-mechanischen Thatsachen erklären kann, ohne die Existenz elektro-positiver und -negativer Körper vorauszusetzen.

Ist die eben mitgetheilte elektro-mechanische Hypothese der Elektrolyse aber richtig, so ist die Absonderung der Stoffe an den Elektroden vom Chemismus selbst unabhängig. Dies suchten ich und Herr Kraus einer experimentalen Probe zu unterwerfen. Nach dem Obigen müssten in Oelen suspendirte Körper unter Einfluss elektrischer Entladungen auch an die Pole wandern: Leiter an den negativen Pol, Isolatoren an den positiven. Durch diese Betrachtung angeregt liessen wir in der That die zu Brande's Versuchen verwandten Kugeln in Oliven- oder Terpentinöl tauchen, in welchen Oelen Kork-, Kohlen- oder Schwefelstaub suspendirt war. Sobald man die Elektrisirmaschine drehte, belegte sich die positive Kugel mit Schwefel, die negative mit Kork und Kohle. Ist durch diese Experimente auch die elektro-mechanische Hypothese nicht bewiesen, so dürfte sie durch dieselben doch wahrscheinlich geworden sein, um so mehr, da nur sie zu diesen von Erfolg begleiteten und sie bestätigenden Versuchen geführt hatte. Auch lässt die Analogie zwischen der Elektrolyse des in Alkohol gelösten

Chlorzinkes und ähnlicher Fälle mit dem Experimente, wo Kohlen- und Schwefelpulver in Terpentinöl befindlich ist, nichts zu wünschen übrig.

Clausius, der bekannte geistreiche Ausbildner der mechanischen Wärmetheorie stellte eine eigenthümliche Ansicht über die „Elektricitätsleitung in Flüssigkeiten“ auf. Man nenne das ganze Molekül des Elektrolyten Gesamtmolekül, die Theile desselben aber, die zur positiven oder negativen Elektrode gehen, Theilmoleküle. Clausius denkt sich nun in Folge „der Bewegung, die wir Wärme nennen“ Theilmoleküle zwischen den Gesamtmolekülen in Bewegung, so dass immerwährende Zersetzungen und Wiederezusammensetzungen stattfinden. Diese Theorie unterscheidet sich von der des Grothuss dadurch, dass sie die Zersetzungen und Wiederezusammensetzungen nicht erst von der elektrischen Kraft hervorrufen, sondern nur vermöge deren Einwirkung in bestimmter Richtung ändern lässt. Diese Einwirkung leitet Clausius von der positiven und negativen Beschaffenheit der Körper ab.

Man sieht sogleich, dass die Theilmoleküle, die sich Clausius zwischen Gesamtmolekülen frei und bewegt denkt, völlig in derselben Situation sind, wie die von uns in Terpentinöl suspendirten Pulver. Diese Vorstellung würde daher unsere elektro-mechanische Theorie in bestechend einfacher Weise auf die Elektrolyse chemischer Verbindungen anwenden lassen und: Simplex sigillum veri.

Nach diesem Spruche dürfte auch Folgendes zur Stütze unserer Hypothese dienen. Sie führt den Unterschied elektro-positiver und -negativer Körper auf den ihrer Leitungsfähigkeiten für Elektrizität zurück. Dieser ist aber im Allgemeinen derselbe für Elektrizität und für Wärme, und insbesondere haben Wiedemann und Franz nachgewiesen, dass bei Metallen und Legirungen die Leitungsfähigkeiten für Elektrizität und Wärme proportional sind, also wohl auf einer und derselben körperlichen Verschiedenheit beruhen. Dies eröffnet im Vereine mit unserer Hypothese eine ganz staunenswerthe Perspective zur Vereinfachung der Körpereigenschaften, ein Ziel, welches jeder wahre Naturforscher seiner höchsten Anstrengung werth halten muss.

XII.

Zum Schlusse wollen wir nur noch einen Blick werfen auf den Zusammenhang zwischen Elektrochemie und dem allgemeinsten bis jetzt erkannten Naturprincip. Es wird dies zugleich zeigen, dass eine mechanische Theorie der Elektrochemie eine nothwendige Folge der historischen Entwicklung unserer Weltanschauung ist. Dieses höchste und umfassendste Princip, die schönste Bereicherung, welche unsere Zeit der Naturwissenschaft lieferte, ist das der Erhaltung der Kräfte. Dieses Princip, welches auch philosophisches Interesse hat, lautet: Eben so wie

die vorhandene Materie im Weltall weder mehr noch weniger wird, ebenso gibt es auch keine neu entstehende und verloren gehende Kraft; es bleibt die Summe der Spannkkräfte und der lebendigen Kräfte in der gesammten Natur stets gleich und unverändert. Das Naturgesetz der Kraftäquivalenz, welches Wärme Elektrizität, Magnetismus, Chemismus und selbst organische Vorgänge umfasst, ist weniger eine Folgerung, als eine veränderte Ausdrucksweise dieses Principes. Eine der vorzüglichsten Stützen und zugleich Anwendungen desselben, ist die in der kurzen Zeit ihres Bestehens schon höchst wichtig gewordene mechanische Wärmetheorie. Nicht minder wichtig dürfte aber die Folgerung sein, welche aus demselben mit Nothwendigkeit zu einer mechanischen Theorie der Elektrolyse führt. Schon Helmholtz hat in seiner Schrift über die Erhaltung der Kraft diese Anwendung des Principes angedeutet, die von Thomson, Bosscha und Anderen weiter entwickelt wurde.

Es ist jedoch nicht zu übersehen, dass die Folgerungen aus dem Principe der Erhaltung der Kräfte mehr allgemeiner mechanischer Natur sind und keinen näheren Aufschluss über die Bewegungsarten selbst geben. So führte die mechanische Theorie der Wärme bis jetzt nur bei den Gasen zu einer bestimmten klaren Vorstellung über die Bewegungsart, welche man Wärme nennt. Eine klare Vorstellung für die Bewegungsart bei der Elektrolyse anzubahnen, war

die Aufgabe, die Herrn Kraus und mich bei der oben mitgetheilten Experimentalarbeit und ihren Folgerungen beschäftigte.

Es ist aber unlängbar eben das Princip der Erhaltung der Kräfte, welches ein solches Streben des Elektrikers ermuthigt und ermuntert. Einerseits erhält er durch dieses Prinzip die Gewissheit, dass nur eine mechanische Theorie der elektrischen Erscheinungen den berechtigten Anforderungen der heutigen Wissenschaft entspricht. Andererseits gewährt es ihm noch fernerer Gewinn. Er knüpft daran die sichere Hoffnung, dass, wenn erst die Bewegungsart, die man Elektrizität nennt, in allen Fällen erkannt wurde, auch alle anderen, mit ihr durch Kraftäquivalenz verknüpften Bewegungsarten baldigst enträthselt würden. Es ist offenbar, dass in solcher Weise eine consequent durchgeführte mechanische Theorie der Elektrizität für die Gesamtnaturwissenschaft wieder dieselbe Wichtigkeit erhielte, welche die elektrische Theorie der Chemie während der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts in den unsterblichen Händen eines Davy, Berzelius und Faraday besass.

Eine solche mechanische Theorie der Elektrizität würde in der Elektrochemie einen ihrer wichtigsten, zum Prüfstein ihrer Richtigkeit besonders brauchbaren Theile besitzen. Hat die Elektrochemie ihre Genesis auf chemischem Boden gefunden und mit Annexionen auf benachbarten Gebieten begonnen, so

würde sie sodann als Theil eines auf die Kraftäquivalenz gebauten, die ganze Natur umfassenden Systemes erkannt werden, und in solcher Weise ihre vollendete Entwicklung auf mechanischem Grunde erreichen. So spiegelt sich in Genesis und Entwicklung der Elektrochemie Entstehung und Fortgang der gesammten experimentellen Naturwissenschaft. Diese hat mit chemischen Thatsachen bei den Arabern begonnen, und wird jetzt von den Nachfolgern Newton's in mechanischen Theorien ihrer Vollendung entgegengeführt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1864

Band/Volume: [3](#)

Autor(en)/Author(s): Reitlinger Edmund

Artikel/Article: [Ueber Genesis und Entwicklung der Elektrochemie. 89-143](#)