

MITTHEILUNGEN

DER

NATURFORSCHENDEN GESELLSCHAFT

IN ZÜRICH.

N^o 1.

Januar 1847.

Alb. Mousson, über die Electricität der Dampfbildung.

(Vorgetragen an dem Jubiläum der naturforschenden Gesellschaft,
den 30. Nov. 1846.)

Kein Gebiet der Physik hat so ungewöhnliche und auffallende Erscheinungen aufzuweisen, als das der Electricität. Bei jedem Schritte stösst man auf Thatsachen, die auf keine Weise vorhergesehen wurden und mit unsern angenommenen Begriffen von Kraft und Wirkung, mit unsern Vorstellungen über das Verhältniss der Kräfte zu der Materie in Widerspruch zu stehen scheinen. In keinem Gebiete auch ist die eigentliche Erklärung des Beobachteten so wenig weit gediehen, und muss man sich so oft begnügen, die verschiedenartigen Erscheinungen nach bloss äussern Merkmalen in Verbindung zu setzen.

Der eine Grund des Rückstandes, in welchem die Theorie der Electricitätserscheinungen, verglichen mit andern Theilen der Physik, wie z. B. mit der Lehre vom Lichte, steht, liegt in der grossen Ausdehnung, welche dieses Gebiet seit 60 Jahren gewonnen hat, nachdem es Jahrhunderte durch auf die einzige Thatsache der Anziehung einiger geriebener Substanzen beschränkt gewesen war, -- eine Ausdehnung, deren mannigfache Erwerbungen von der Theorie nicht gehörig verarbeitet und bemeistert werden konnten.

Ein anderer Grund aber liegt ohne Zweifel in dem wunderbaren Wesen des electricischen Agens selbst, welches bald als eine furchtbare, alles zerstörende Kraft hervorbricht, bald als eine in langer Zeit nur schaffende Macht sich beurkundet, bald endlich vollkommen vernichtet scheint, bis geringfügige Umstände es unvermuthet ins Leben rufen. Die Art aber wie es entwickelt, fortgepflanzt, angehäuft, vernichtet wird, bleibt in der Regel unserm Blicke entzogen, oft sogar bleiben wir im Zweifel, in welchem Körper und in welchen Bedingungen des Versuches der Ursprung desselben zu suchen ist.

Aber ungeachtet dieses Rückstandes der Theorie, wodurch der Physiker veranlasst wird, jedem andern Wege ausser dem des Experimentes zu entsagen, bewährt sich auf keinem Gebiete das sichere Fortschreiten der Wissenschaft so bestimmt, als auf dem der Electricität und sieht man deutlicher, aus dem sich mehrenden Chaos von Thatsachen, allgemeinere Gesichtspunkte und feste Grundsätze sich hervorarbeiten.

Einen auffallenden Beweis dafür liefert der Gang unserer Kenntnisse über die Erregung der Electricität. Lange Zeit hielt man sie für eine ganz ausnahmsweise Eigenschaft weniger Körper, des Glases, des Siegellackes, des Schwefels, wenn man dieselben einer bestimmten Behandlung, der Reibung, unterwarf. Dann wurde gefunden, dass auch andere mechanische Behandlungen, das Spalten, Brechen, Zerreiben, das Pressen, die blosse Erschütterung einen Körper, unter günstigen Umständen, wirksam machen können. Es wurde entdeckt, dass die Erwärmung und Erkältung der Körper, dass jeder chemische Prozess, bestehe er in einer Verbindung oder Zersetzung, dass die blosse Bewegung in der Nähe eines Magneten oder unter dem Einflusse der Erde genügen,

das räthselhafte Agens in Bewegung zu setzen, und zwar in allen Substanzen mit nur stufenweisen Abweichungen. So gelangte man endlich zur Ueberzeugung, dass die Electricität, weit entfernt eine besondere Eigentümlichkeit weniger Stoffe und weniger Behandlungen zu sein, so zu sagen alle Veränderungen begleite, welche mit den Körpern, unter Bewegung ihrer Theilchen, vorgenommen werden können, dass sie daher das allgemeinste und mächtigste der in der Physik bekannten imponderabeln Agentien sei.

Füglich kann man sich wundern, wie das Dasein einer so verbreiteten und durchgreifenden Kraft so lange Zeit verborgen bleiben konnte? — Die Antwort liegt aber nahe: Immer entstehen zwei Electricitäten zu gleicher Zeit, welche man durch die Bezeichnungen positive und negative unterscheidet und die ein stetes Bestreben zeigen, sich wieder zu vereinigen und aufzuheben. Sind die Umstände bei der Erregung nicht so, dass beide augenblicklich von einander entfernt oder durch schlechtleitende Substanzen geschieden werden, was nur unter besonders günstigen Verhältnissen der Fall ist, so erfolgt die Wiedervereinigung, ohne dass irgend ein Zeichen die vorhergegangene Ausscheidung verriethe.

Die Wiedervereinigung schnell und unmittelbar in möglichst hohem Grade zu hindern, ist also die Grundbedingung für alle Production von Electricität. Aber, obschon man diese Bedingung kennt und die Versuche darnach einrichtet, obschon man in manchen Fällen wirklich bedeutende Mengen derselben erhält, gelingt dennoch eine vollständige Aufsammlung niemals und meist hat man Grund zu vermuthen, dass die benutzbare Menge nur ein kleiner Bruchtheil der ganzen entwickelten Menge sei. Hat doch Faraday erwiesen, dass die Electricität

aus der Zersetzung weniger Tropfen Wassers, zur Erzeugung des stärksten Gewitters genügend wäre.

Die Richtigkeit der vorstehenden allgemeinen Bemerkungen tritt klar hervor, wenn wir die Geschichte eines besondern Falles der electricischen Erregung im Einzelnen durchgehen. Ich wähle dazu die Erregung durch Dampfbildung, weil sie vorzüglich geeignet ist, die Schwierigkeiten solcher Untersuchungen ins Licht zu setzen und weil sie mir überdiess die Gelegenheit darbietet, die Gesellschaft mit einer neuen Electricirmaschine bekannt zu machen, deren Wirkungen diejenigen aller bisher gebrauchten bedeutend übersteigt.

Volta, dessen Namen mit den meisten wichtigeren Entdeckungen auf dem Gebiete der Electricität verbunden ist, scheint zuerst (1778) den Gedanken gehegt zu haben, durch Umwandlung fester und flüssiger Körper in luftförmige Electricität hervorzubringen. Doch unternahm er den Versuch erst 1781 in Verbindung mit Lavoisier und Laplace, nachdem er diese Gelehrten mit der Erfindung des Condensators, eines zur Erkennung schwacher Electricitäten dienenden Instrumentes, bekannt gemacht hatte. Auf einem gut-isolirten Eisenbleche, welches mit einem Condensator communicirte, wurden Kohlen verbrannt, aus Eisenfeile und Schwefelsäure Wasserstoff entwickelt, endlich Wasser verdunstet. Die ersten Versuche fielen sehr unbestimmt aus, später aber gelang es sowohl den französischen Physikern als auch Volta in den Fällen der Kohlensäure und Wasserstoffentwicklung, wenigstens bei Versuchen mit grössern Mengen, eine entschieden negative Electricität des Gefässes zu erhalten, was, nach der damals herrschenden Annahme eines einzigen Fluidums, daraus erklärt

wurde, dass die aufsteigenden Gase, ausser der Wärme, Electricität zu ihrer Bildung bedürften, die sie dem Gefässe entzögen und dasselbe negativ zurückliessen.

Denselben Vorgang nahmen die genannten Physiker bei der Bildung des Wasserdampfes an, obgleich, genau betrachtet, die Versuche über die Verdunstung entweder gar keine oder sehr veränderliche Electricitäten geliefert hatten. Die Abweichungen wurden der ungünstigen Witterung, welche die Isolation der Instrumente hinderte, oder andern unbekanntem Einflüssen zugeschrieben. Nur als Volta Wasser auf glühenden Kohlen heftig verzischen liess, erhielt er sicherere und stärkere Zeichen von negat. El. In allen diesen Fällen vermisst man aber eine genaue Sonderung der auf den Versuch einwirkenden Umstände.

Saussüre, hierin, wie in allen seinen Arbeiten, einer vorurtheilsfreien Methode folgend, unternahm (1785), mit Rücksicht auf den Ursprung der atmosphärischen Electricität, eine Reihe von Versuchen über die Verdampfung, welche leider unvollendet blieb. Er verwarf dabei den Condensator, weil er dessen Angaben nicht traute, und hielt sich an ein empfindliches Korkkugel-Electrometer, welches mit dem isolirten Verdunstungsgefässe in Verbindung gesetzt wurde.

Gleich anfangs zeigte sich der Widerspruch, dass die Dampfentwicklung, beim Einsenken eines Stückes glühenden Eisens in kaltes Wasser, das Gefäss posit., beim einfachen Kochen hingegen es negat. machte. Saussüre suchte den Grund dieser Verschiedenheit in der verschiedenen Hitze des Eisens, nämlich in der Oxydation, welche dadurch im ersten Falle, nicht aber im zweiten stärker hervorgebracht wurde. In der That machte die rasche Verdunstung kleiner Wassermengen, welche man auf heisse Silber- oder Porzellanschalen fallen liess, dieselben

beständig negativ, während das nämliche Verfahren angreifbare Eisen- und Kupfergefäße vorherrschend positiv electrisch werden liess. Die positiv. El. schien hiernach von einer Complication des Versuches durch eine Oxydation des Metalles, die negativ. El. von der Verdampfung selbst herzurühren. Doch verschweigt Saussüre in gewohnter Offenheit nicht, dass es ihm weder gelungen ist, wie Volta es ankündigte, die bei dem starken Oxydationsprozesse der Verbrennung entstehende negativ. El. nachzuweisen, noch bei der Verdampfung die positive, so lange das Wasser unter der Siedehitze verdunstete, selbst nicht bei verdunstenden Flächen von 6 Quadratfussen Ausdehnung.

Aus Voltas Theorie folgte übrigens, dass bei Wiederverdichtung der aufsteigenden Dämpfe, die gebundene Electricität wieder frei werden und die umgebende Luft oder andere Körper positiv machen sollte. Daraus erklärte sich dann auf das einfachste der positive Normalzustand der Atmosphäre und die entschiedene Steigerung desselben, einerseits mit der Höhe und Kälte der Luftschichten, anderseits mit der Menge der als Nebel und Wolken ausgeschiedenen Dünste. Es war daher ein wichtiger Prüfstein der Theorie, auch die positive Electricität des sich verdichtenden Dampfes nachzuweisen.

Die Versuche, welche Saussüre anstellte, indem er die Dämpfe von starkkochendem Wasser gegen einen isolirten kalten Metallschirm schlagen liess, ergaben aber entweder gar keine Electricität, wenn der Schirm nicht oder sehr stark erkältet wurde, oder eine der Theorie widersprechende negativ. El., wenn die Erkältung eine nur mässige war. Wie in ähnlichen Versuchen, welche später (1810) Grotthuss anstellte, kann hier die Oxydation der Gefäße, in welchen die Verdunstung vor sich ging, mit im Spiele gewesen sein, doch will der letztere Phy-

siker auch mit einem Porzellengefäss das nämliche Resultat erhalten haben. Hingegen war Volta, wie er in seinen meteorologischen Briefen umständlich auseinandersetzt (1787 — 1788), glücklicher. Er fand eine Bestätigung seiner Ansichten theils in Versuchen von Bennet, in welchen der aufsteigende Dampf mittelst eines Papiertrichters aufgefangen wurde, theils in solchen, die er selbst über die Electricität der obern Luft eines Zimmers anstellte, in welchem grosse Wassermengen verdunsteten.

Sieht man auf die vielen Widersprüche der vorgeannten, zum Theil sehr complicirten Versuche, so kann man nicht umhin, die experimentelle Begründung der Theorie Voltas, mit Bezug auf den Dampf wenigstens, für sehr ungenügend zu erklären. Er selbst fühlte die Schwächen derselben (1788) bei Anlass einer Discussion mit Tralles über den Ursprung der stets negativen Electricität, welche der letztere in dem feuchten Umkreis der Wasserfälle beobachtet hatte. Um nämlich die Meinung von Tralles, dass diese Electricität nicht von der Verdunstung, sondern von der Reibung der Wassertropfchen an der Luft herrühre, zu widerlegen, untersuchte er, ob pulverige oder feinzerteilte flüssige Körper, durch die Luft oder an einen festen Körper hinfallend, einem Condensator Electricität zuführen. Sie erwies sich wirklich oft bedeutend stark; da sie jedoch mit der Natur der angewandten Körper veränderlich war, während diejenige der Wasserfälle stets die gleiche blieb, so beharrte Volta auf seiner Ansicht, obschon er zugeben musste, dass die Reibung feinzerteilter fester und flüssiger Stoffe eine neue wirksame Quelle der Electricität sei, welche in viele der bisher angestellten Versuche sich eingemischt haben mochte.

Auf dieser ungenügenden Stufe blieb nun der Gegenstand während vieler Jahre. Weitaus die Mehrzahl der Physiker hielt sich an die von Volta aufgestellte Ansicht von dem Latentwerden der posit. El. bei den Gas- und Dampfentwicklungen; trug auch den Saussurischen Versuchen über die Erregung durch die Oxydation der Metalle einige Rechnung, unterliess aber, abgeschreckt durch die Schwierigkeiten der Versuche, eine nähere Prüfung des Einflusses, den andere einwirkende Momente haben konnten.

Erst im Jahr 1825 nahm Poillet die Frage über den Ursprung der ungeheuern Menge posit. El., die sich stets in der Luft befindet, in umfassender Weise und mit Benutzung der neuern Erfahrungen wieder auf. Seine Arbeit, welche durch Vollständigkeit und Gründlichkeit sich auszeichnet, behandelt die vier verschiedenen Fälle der Entwicklung luftförmiger Körper, die im Grossen der Natur eine Rolle spielen können: nämlich die einfache Verdunstung, die von chemischen Zersetzungen begleitete Verdunstung, die Gasentwicklung der Verbrennung endlich, diejenige des Vegetationsprozesses. Mit Rücksicht auf die Dampfbildung, von der hier allein die Rede ist, gelangte er auf das von Volta's Theorie ganz abweichende Ergebniss, dass die einfache Umwandlung einer Flüssigkeit in Dampf ganz unwirksam sei und die beobachteten Entwicklungen von Electricität immer von chemischen Prozessen herrühren, die gleichzeitig, oft kaum bemerkbar, statt fänden.

Wurde nämlich, unter möglichster Beseitigung aller fremdartigen Einflüsse, wie Reibung, Luftbewegung, Nähe brennender Körper u. s. f. reines Wasser, oder reine Essig-, oder Salzsäure in einem auf dem Condensator befindlichen Tiegel von Platina verdampft, so war

nicht die geringste Spur von Electricität wahrzunehmen, mochte übrigens die Verdampfung bei hoher oder niedriger Hitze vor sich gehen. Dagegen genügte es, ein durch die Flüssigkeit in der Hitze angreifbares Gefäß von Eisen, Kupfer, selbst von unreinem Silber anzuwenden; es genügte, der Flüssigkeit die kleinsten Mengen einer sauern, alkalischen oder salzigen Substanz oder selbst eines Gases beizumengen, um deutliche Anzeigen am Electrometer hervorzurufen. Für diese letztern Fälle stellt Ponillet das durch seine Einfachheit merkwürdige Gesetz auf, dass Wasser, welches sich bei der Verdampfung von Alkalien und Erden trennt, negat. El. mit sich fortreisst und das Gefäß posit. elektrisch zurücklässt; während bei der Trennung von einer Säure oder einem Salze umgekehrt die posit. El. entweicht und die negat. El. zurückbleibt. Da das Wasser in beiden Fällen eine chemisch entgegengesetzte Rolle spielt, so vereinigen sich beide unter den noch allgemeinem Ausdruck, dass bei jeder chemischen Trennung der säurende Körper sich der negat., der alkalische der posit. El. bemächtigt.

Mit diesen, den frühern Ansichten ganz widerstreitenden Resultaten schien übrigens der Schlüssel zu den mancherlei Anomalien, welche die ältern Versuche getrübt hatten, gegeben, da auf die Reinheit der verdampfenden Flüssigkeit keine Rücksicht genommen worden war. Es war ferner in der Verdunstung der unbegrenzten Meeresfläche, namentlich in der heissen Zone, eine Verdunstung, bei welcher Wasser von Salzen sich scheidet, eine ebenso unbegrenzte Quelle für die posit. El. der Atmosphäre aufgefunden. Endlich wurde die Electricität der Dampfbildung mit andern Fällen der Erregung, in denen chemische Zersetzungen anderer Art als Ursache

wirkten, unter einen einzigen gemeinsamen Standpunkt verknüpft und bildete die Ergänzung des entgegengesetzten für die chemische Verbindung geltenden Gesetzes von Becquerel.

Das Ponillet'sche Gesetz wurde, bei dem Vertrauen, das mit Recht den Arbeiten dieses Gelehrten geschenkt wird, bis auf die neueste Zeit ziemlich allgemein als massgebend betrachtet, zumal auch Peltier (1840), bekannt als einer der scharfsinnigsten Experimentatoren, dasselbe bestätigt fand. Nichtsdestoweniger glückte es nur wenigen Physikern, die angekündigten Resultate mit der wünschbaren Bestimmtheit und Stetigkeit zu erhalten, und daraus erklärt sich dann, dass seither immer einzelne gewichtige Stimmen, vornehmlich in Deutschland, sich gegen die Richtigkeit der chemischen Erklärungsweise erhoben. So z. B. hat in neuester Zeit Riess, der zu den Autoritäten auf dem Felde der Electricität gehört, den Versuch angestellt, die nämliche Auflösung von Kochsalz, einmal auf einem flachen Platinbleche, dann in einem tiefen Tiegel des gleichen Metalles verdampfen zu lassen. Im ersten Fall erhielt er keine, im zweiten eine starke negat. El., woraus er dann folgerte, dass nicht die chemische Trennung des Wassers vom Salze, die in beiden Fällen gleich vor sich ging, sondern die Reibung der entweichenden Wassertheilchen an den Metallwänden des Tiegels, die wahre Ursache der Entwicklung sei.

Diess ungefähr war der Stand unserer Kenntnisse, als im Jahr 1840 eine zufällig in England gemachte Erfahrung eine neue Phase eröffnete. Ein Arbeiter war in der Nähe eines stationnären Dampfkessels von 28 Pferdekräften beschäftigt, während aus dessen Sicherheitsventil unter bedeutendem Druck Dampf herauszischte. Als er zufällig die eine Hand in den Dampf hielt, die

andere dem Kessel näherte, erhielt er einen heftigen von einem Funken begleiteten Schlag, der offenbar electrischer Natur war. Da die Erscheinung während mehrerer Tage, bei jeder Annäherung sich wiederholte und ungeachtet der schlechten Isolation des Kessels, so kräftig eintrat, so musste im Innern des letztern eine ungeheure Produktion von Electricität statt finden, im Vergleich wenigstens mit den geringen Spuren, die man bisher bei der Dampfbildung nachgewiesen hatte. Es erregte diese Thatsache begreiflicher Weise das höchste Aufsehen und zog die Aufmerksamkeit der ersten englischen Physiker auf sich.

Die zahlreichen Untersuchungen Armstrong's, besonders aber Faraday's scheinen die Bedingungen, von denen diese räthselhafte Produktion abhängt, ziemlich vollständig aufgeklärt zu haben. Wirklich lässt sich jeder mit einer innern Feuerung versehene Dampfkessel, der für mittlern oder hohen Druck bestimmt ist, in eine kräftige Electricitätsmaschine (hydro-electrische Maschine) umwandeln. Es genügt denselben auf Glassäulen zu stellen, dann den gespannten Dampf durch eine enge Oeffnung am Ende einer Röhre brausend ausströmen zu lassen, um sowohl aus dem Kessel starke negative, als mit Hülfe von Metallspitzen aus dem Dampfe starke positive Funken zu erhalten.

Was den Ursprung der Electricität betrifft, so kann derselbe nicht in der Verdampfung selbst liegen, da beim vollständigen Oeffnen des Ventils, wodurch die Dampferzeugung sehr vermehrt wird, die Wirkungen ausbleiben; er darf eben so wenig in der Wiederverdichtung des ausströmenden Dampfes gesucht werden, denn die Electricität hört eben so gut auf, wenn man die Verdichtung durch Erkältung der Ausflussröhre bis zum Benetzen der

Gegenstände befördert, als wenn man sie durch Erhitzung derselben vollkommen aufhebt; endlich kann auch die chemische Zersetzung nicht Ursache sein, denn chemisch reines Wasser erweist sich besonders wirksam, während geringe Beimengungen von Säuren, Alkalien und Salzen in gleicher Weise nachtheilig sind. Es bleibt einzig die Reibung als mögliche Ursache, für welche sich dann auch die englischen Physiker einstimmig ausgesprochen haben.

Indem der Dampf nämlich gewaltsam durch die Röhre und die enge Oeffnung ausströmt, erleidet er eine theilweise Erkältung, scheidet Wassertheilchen aus, die an den Röhren- und Oeffnungswänden hingeführt werden, und diese sind es, welche durch ihre Reibung die Electricität entwickeln. Mit dieser Erklärung stimmen alle nähern Umstände der Erscheinung überein. Trennt man z. B. die Abflussröhre vom Kessel durch ein Stück einer isolirenden Glasröhre, so geht der Kessel, da er von dem Orte der Entwicklung geschieden ist, keine Funken mehr. Mengt man dem Wasser salzige oder alkalische Stoffe bei, so schwächen sie die Wirkung, weil sie das Wasser leitend machen, was den geschiedenen Electricitäten die Gelegenheit verschafft, sich während der Reibung selbst wieder auszugleichen. Die Wirkungen ändern bedeutend, je nach der innern Beschaffenheit der Röhrenwände, je nachdem sie glänzend oder oxydirt sind, je nachdem sie aus der einen oder andern Substanz bestehen, wobei hartes Holz am günstigsten wirkt. Es gelingt sogar die Natur der Electricität ganz umzuändern, den Kessel posit., den Dampf negat. zu machen, indem man Theilchen von andern Substanzen, wie z. B. Terpentinöl oder Bleizucker, welche sich bei der Reibung entgegengesetzt als das Wasser verhalten, von dem Strome fortreißen läßt. Ist die Ausflussröhre zu heiss, so findet keine Verdichtung

statt und es fehlen die reibenden Wassertheilchen; ist sie zu kalt, so setzen sich dieselben, statt reibend hinzugleiten, an den Wänden an und benetzen sie. Kurz, es folgt die Erklärung Schritt um Schritt den Umständen der Versuche.

Was die hydro-electrischen Maschinen vor den gewöhnlichen Maschinen auszeichnet, ist die grosse Menge Electricität von hoher Spannung, die sie erzeugen. Die Funken einer kleinen Maschine von 83 Centim. Länge und 37 Centim. Durchmesser, die 36 Liter Wasser bedarf, haben eine Länge von 12 bis 15 Centim. und es folgen sich 4 bis 5 derselben in der Sekunde *). Grosse Locomotivkessel geben 4- bis 5mal stärkere Wirkungen. In gewisser Hinsicht vereinigen diese Maschinen die Vorzüge der gewöhnlichen Maschinen von hoher Spannung mit denen der galvanischen Apparate, deren Wirkungen vorzüglich auf der Menge des in jedem Augenblick, unter geringer Spannung, entwickelten Fluidums beruhen. Sie dienen in der That von der einen Seite ganz vorzüglich für Wirkungen der Anziehung und Abstossung, der Erschütterung, der Entzündung und für die Ladung von Leidnerflaschen; von der andern hinwieder gestatten sie die Wirkungen des Stromes sehr deutlich zu erhalten, sie lenken die Nadel des Galvanometers bedeutend ab, erwärmen in deutlicher Weise dauernd die Breguet'sche Spirale, magnetisiren merklich kleine, weiche Eisennadeln, zersetzen deutlich das Wasser in seine polarauftretenden Bestandtheile u. s. f.

Neben diesen Vorzügen haben die hydro-electrischen Maschinen Nachteile, welche ihren täglichen Gebrauch

*) Die Maschine des phys. Cabinets in Zürich wurde unter der gütigen Aufsicht des Herrn Armstrong in der Werkstätte der Herren Watson und Comp. in New-Castle verfertigt.

verhindern; sie bedürfen nämlich, um kräftig und sicher zu wirken, einer besondern Sorgfalt und einer besondern Zubereitung. Nicht dass die atmosphärischen Einflüsse sich in dem gleichen Grade geltend machen, wie in den gewöhnlichen Maschinen; im Gegentheile bewirkt die von dem Herde und Kessel ausgehende Wärme stets eine sehr gute Isolation der Glassäulen und hindert, bei Anwendung einer trockenen Kohle zur Feuerung, das Entweichen der Electricität mit dem Strome der verbrannten Luft. Man ist aber genöthigt, um den erforderlichen Dampfdruck von 5 — 6 Atmosphären zu erreichen, die Feuerung während einiger Stunden zu unterhalten; es ist erforderlich das Innere des Kessels von allen Unreinigkeiten zu befreien, indem man den letztern erst mit einer Potaschenlauge in Gang setzt, welche man durch die Röhren und Oeffnungen entweichen lässt, und ihn nachher mit reinem Regenwasser auswascht. Ueberdies thut man gut, einerseits die kleinen Holzröhren in den Ausströmungsöffnungen jedesmal durch einen Feilstrich zu erneuern, da der heisse Dampf ihre Oberfläche erweicht und verändert, anderseits in den Ausflussröhren die theilweise Condensation gehörig zu reguliren, indem man dieselben mit von kaltem Wasser getränkter Baumwolle unwickelt hält. Will man endlich die stärkstmöglichen Wirkungen erhalten, so muss man den Kessel während mehrerer Tage in Thätigkeit erhalten, indem man ihn jeden Tag neu zubereitet und anfüllt. Man sieht, dass die Behandlung einer solchen Maschine keine ganz einfache ist, und eine besondere Kenntniss ihrer Eigenthümlichkeiten, welche nur durch eine längere aufmerksame Benutzung erlangt wird, voraussetzt.

Werfen wir zuletzt noch einen Rückblick auf die Geschichte der Dampfelectricität, so sehen wir die Mei-

nung der Physiker über den Ursprung und Stammort derselben mehrmals sich ändern. Nachdem Volta's Theorie über die Entwicklung und das Latentwerden der Electricität bei der Verdampfung bereits durch die Saussüre'schen und Tralles'schen Beobachtungen eingeschränkt worden, wurde sie durch die Theorie der chemischen Zersetzungen von Ponillet vollständig verdrängt, da letztere auf der sichern Grundlage genauer Versuche zu beruhen schien. Nichtsdestoweniger tritt nun auch diese in den Hintergrund neben dem Einflusse der Reibung, eines Nebenumstandes, den Volta mit Absicht verworfen, den alle spätern Physiker gekannt und in ihren Versuchen beseitigt zu haben geglaubt hatten, über dessen überwiegenden Einfluss sie aber in vollkommner Unwissenheit geblieben waren.

Die Entdeckung solcher festgewordener Irrthümer hätte etwas Demüthigendes für den Gelehrten, wenn nicht die Geschichte der Wissenschaft auf jedem Blatte uns zeigen würde, dass die Wahrheit eben nur durch zahllose Irrthümer sich Bahn bricht und des Zügels spottet, den der entdeckungsgierige Forscher ihr anlegen zu können glaubt. Uebrigens ist es im gegenwärtigen Falle nicht erwiesen, dass die in den Dampfkesseln erkannte Ursache auch in allen frühern Versuchen die einzig wirksame war, dass alle jene über die Zersetzung, die Verbrennung und den Vegetationsprozess aufgestellten einfachen Gesetze blosse Täuschung seien. Im Gegentheil hat man Grund zu vermuthen, dass die durch andere Thatsachen erwiesene Mannigfaltigkeit der electricischen Erregung auch hier sich wiederfinden werde, indem in den einen Versuchen die eine, in den andern eine andere Bedingung der Erregung vorwaltend hervortrat. Darüber wird einzig eine mit Zuziehung der neuesten Erfahrungen unternommene Wiederholung und Ueberarbeitung der frühern

Versuche, welche gegenwärtig noch fehlt, entscheiden können.

Wir schliessen mit einer Bemerkung, die sich natürlich an die frühern Betrachtungen anreihet. Die in den Dampfkesseln wirkende Ursache steht, bei näherer Betrachtung, nicht nur mit den bisherigen Erfahrungen nicht im Widerspruche, sondern begründet in gewisser Hinsicht eine merkwürdige Bestätigung derselben. Denn, wie vordem, erscheint jetzt noch die Reibung — jene leise Erschütterung, welche aus der Berührung aneinander bewegter Körper hervorgeht, — als das kräftigste, ja als das einzige Mittel, Electricität von hoher Spannung, oder grosser Funkenlänge, auf künstlichem Wege hervorzubringen; nur muss der Begriff der Reibung erweitert, nicht mehr bloss auf feste Körper allein beschränkt (wie sie in der gewöhnlichen Electrisirmaschine zur Anwendung kommen), sondern auch auf flüssige Theilchen ausgedehnt werden, welche in den hydroelectrischen Maschinen die Bedingung der Erregung sind. Was aber besonders auffällt, ist das anscheinende Missverhältniss zwischen der thätigen Ursache und ihren bedeutenden Wirkungen, so wie die wunderbare Rolle, welche die Oberfläche der Körper in diesen wie in allen electricischen Erscheinungen spielt, eine Rolle, von der bisher keine auf die strengen Grundsätze der Mechanik gegründete Theorie Rechenschaft zu geben gewusst hat. ... Endlich wollen wir auf den merkwürdigen Umstand aufmerksam machen, dass der Wasserdampf, so wie er die geschmeidigste und nahe die mächtigste mechanische Kraft darstellt, welche dem Menschen zu Gebote steht, nun in einem fernen Gebiete der Wissenschaft das Mittel geworden ist, eine der grössten physischen Kräfte in's Leben zu rufen.
