ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1819, SIEBENTES STÜCK.

I.

Ueber die electricſchen Wirkungen ſo viel wie möglich ausgetrockneter Papierſäulen,

von dem

Medicinalrath und Leibarzt Dr. JÄGER in Stuttgard.

(Geſchrieben im December 1818.)

Man hat behauptet, es werde in der ſogenannten *trockenen electricſchen Säule* das electricſche Fluidum der Electromotoren lediglich mittelſt eines kleinen Antheils Feuchtigkeit, welcher den Zwischenleitern (den Papieren) anhänge, durch dieſe Zwischenleiter hindurchgeleitet. Dieſe Behauptung gründet ſich theils auf die Analogie der trockenen mit der naſſen Säule, bei welcher die Theorie eine ſolche Hindurch-

Annal. d. Phyſik, B. 62. St. 3. J. 1819. St. 7.

Q

leitung voraussetzt, theils auf Versuche, nach denen die trockene Säule alle electriche Wirkksamkeit verlieren soll, so bald ihre Papiere völlig ausgetrocknet werden.

Ich wende mich hier zuerst zu diesen Versuchen, um ihnen dasjenige entgegen zu stellen, was ich über das Verhalten der möglichst ausgetrockneten Papier säule gefunden habe, und werde dann erst auf jene Analogie kommen.

Ob irgend ein zusammengesetzter Körper, der wie das Papier, der organischen Natur entnommen ist, *absolut trocken* dargestellt werden könne, ohne daß man seine Mischung zerstöre? ist schwer auszumitteln. Das scheinbar trockene Papier der von mir gebrauchten Säulen aus Scheiben von zusammengeleimtem Gold- und Silberpapier, verlor nach vierjähriger Aufbewahrung in einem trocknen Schranke meines Zimmers, welches während der Winterszeit stets geheizt war, noch eine Menge von Feuchtigkeit, die auf 7 bis 8 Procent des Gewichts der Scheiben stieg, durch eine Erhitzung, welche noch keine Spur von Verkohlung hervorbrachte. Ueberdem ist das trockne Papier eine so sehr hygroskopische Substanz, daß, wenn ich eine Papier säule, die durch Erhitzung getrocknet worden war, in einen eingeschlossenen Luftraum zugleich mit einem Fischbein-Hygrometer brachte, dieses immer beträchtlich gegen den Punkt der Trockenheit stieg, und also die Säule sich mit der Luft und dem Fischbein in die vorhandene Feuchtigkeit theilte. Doch

habe ich durch wiederholte genaue Abwägungen gefunden, daß eine durch Erhitzung getrocknete Säule, so lange sie bemerklich wärmer als die umgebende Luft ist, kein wahrnehmbares Gewicht von Feuchtigkeit aus dieser einschluckt.

Die Mittel, deren ich mich bedient habe, um meinen Papier Säulen den höchsten Grad von möglicher Trockenheit zu geben, scheinen mir wenigstens eben so wirksam gewesen zu seyn, als die von andern bei ihren Versuchen angewendeten. Sie bestanden in Folgendem:

Ich legte auf den Boden einer stark geheizten Ofenröhre einen Bogen trockenes Papier, und breitete die zu Errichtung der Säule bestimmten (seit 4 Jahren auf obige Art aufbewahrten) Scheiben von Metallpapier auf diesem Bogen aus. Wenn er nach einigen Stunden, während derer der Ofen fortgeheizt wurde, durch einige bräunliche Färbung die anfangende Verkohlung zu erkennen gab, brachte ich die heißen Scheiben schnell auf eine gute Waage, und merkte ihr Gewicht an, als das Maximum, welches sie bei den Versuchen haben durften. Aus ihnen errichtete ich, mittelst Seidenschnüre und zweier metallener Endplättchen, (welche Zuthaten ebenfalls erst erhitzt und gewogen wurden) eine Säule, die dann wieder mehrere Stunden lang in die heiße Ofenröhre gelegt wurde, bis das Gewicht ihrer Scheiben dem obigen Maximo gleich, oder noch um einige Gran unter dasselbe herunter gekom-

men war. Eine solche Säule schien mir, wenn sie in einen möglichst trocken Luftraum gebracht und während der Versuche darin erhalten wurde, so trocken zu seyn, als man sie überhaupt darzustellen vermag. Um dieses zu bewerkstelligen, befestigte ich die eine der Endplatten der Säule, welche dazu eingerichtet war, auf dem Blechboden eines mit feiner Linnen - Gaze umzogenen, mit der Säule gleich hohen Drahtgitters, welches überall um etwa $\frac{1}{2}$ Zoll von der Peripherie der Säule abstand, und stellte dieses Gitter sammt der Säule in die Mitte einer wasserdichten weitem Blechkapsel. Der ganze Zwischenraum zwischen der innern Wand der letztern und dem Gazeüberzuge des Drahtgitters wurde nun mit gröblich gestoßenem, frisch geglühetem und noch heißem salzsaurem Kalke angefüllt. (Kapsel und Gitter waren vorher stark und lange erhitzt worden, und die ganze Operation wurde auf dem sehr heißen Stubenofen vorgenommen). Hierauf bedeckte ich die Kapsel mit ihrem gut anschließenden Deckel, welcher nach oben convex war, und durch dessen Centrum eine in ihm eingekittete, gut isolirende Glasröhre lothrecht hindurchging. In dieser Glasröhre stieg in die Kapsel ein Messingdraht frei herab, der blos von einem mit Siegellack eingekitteten und damit überzogenen Korkscheibchen fest gehalten wurde, und durch ein an seinem untern Ende befestigten Spiraldraht beim Schließen des Deckels gerade auf die Mitte der obern Endplatte der Säule drückte, um zu diesem Ende als Conduktor zu die-

nen. Die Fuge des Deckels mit der Kapfel wurde mit Wollenfäden, die in Barsteinfirniß getränkt waren, umwickelt, und dann mit demselben Firniß mehrmals überstrichen. In der Kapfel befand sich ein nicht mit salzsaurem Kalk angefüllter Raum, den zwei Blechstreifen bildeten, welche von dem obern Rande der Kapfel lothrecht auf ihren Boden hinab-liefen und sich an zwei ähnliche Streifen anschloß-ten, die sich in dem Drahtgitter befanden. Dieser Raum war zur Aufnahme eines Fischbein-Hygro-meters und eines kleinen Thermometers bestimmt, deren Skalen in ein oben auf dem Deckel befindli-ches Käßtchen von Blech hineinreichten, und durch eine an der vordern Seite des letztern eingekittete Glascheibe beobachtet werden konnten. Der in der Breite dieses Raums befindliche Theil des Drahtgit-ters war nicht mit Gaze überzogen.

Nachdem dieser Apparat sammt dem Ofen sich in einigen Stunden bis auf etwa 12° R. abgekühlt hat-te, zeigte das Hygrometeter, welches beim Hinein-bringen auf 40° Feuchtigkeit gestanden hatte, den Punkt der höchsten Trockenheit, und bei diesem blieb es jedes Mal stehen, selbst bei einem über 6 Wochen lang fortgesetzten Versuche. Nur bei sehr hohen Temperaturen stieg es um etwa $\frac{1}{2}$ ° über den Punkt der höchsten Trockenheit gegen den der Feuchtigkeit hinauf, und bei sehr niedrigen kam es um etwa 1° unter den erstern herunter, welches oh-ne Zweifel eine thermometrische Wirkung ist.

Verband ich nun bei einer Temperatur unter

20° R. den Conductor der Säule leitend mit einem Electroscop, so konnte ich nie eine Spur von Electricität wahrnehmen. Wenn ich aber die Kapfel in die geheizte Ofenröhre brachte, und das in dem Kästchen des Deckels befindliche Thermometer auf 35 bis 40° R. stieg, so setzte nun der Conductor das Bohnenbergerische Electroscop mit der dem obern Säulenpole entsprechenden Electricität in Bewegung. Dauerte die Erwärmung steigend länger fort, so machte dieser Conductor auch die Goldblättchen des Bennetschen Electroscops divergiren, und bei 40 bis 45° zeigte er an Voltas Strohhalm-Electrometer schon mehr als die halbe Spannung, welche der Säule nach der Anzahl ihrer Metallpaare zukam. Stieg aber die Wärme auf 55 bis 60° R. an dem innern Thermometer, und hielt sie so lange an, daß ich vermuthen konnte, die ganze eingeschlossene Säule sey gleichförmig erhitzt, (wozu oft eine Stunde und mehr Zeit erforderlich ist), so erreichte das Electrometer nicht nur allmählig die der Größe der Säule entsprechende Spannung, sondern übertraf sie noch beständig um einen beträchtlichen aliquoten Theil, so daß eine Säule von 1000 Scheiben, welche in ihrem nicht getrockneten Zustande nie mehr als 10° E. zeigt, bei diesem Hitzegrad vollständig 12° E. gab.

Entladet man den Conductor der erhitzten Säule durch vorübergehende Berührung, so stellt sich, wenn die Erhitzung dieselbe bleibt, seine Electricität wiederum her, jedoch weit langsamer, als unter ähnlichen Umständen die Electricität einer nicht ge-

trockneten und nicht erhitzten Säule. Eben so kann man mit dem Conduktor einer erhitzten Säule einen gewöhnlichen, mit Harz gefirnishten Condensator laden, aber nur bei weitem langsamer als mit einer nicht getrockneten und nicht erhitzten Säule.

Die Intensität der electricischen Spannung stellt übrigens bei der erhitzten getrockneten Säule, wie bei der gewöhnlichen, in geradem Verhältnisse mit der Anzahl der Electromotoren; das Quantum der gleichzeitig entwickelten Electricität aber mit der Fläche der Metallschichten, also mit dem Quadrat des Durchmessers der Säule. Indessen schien mir die Geschwindigkeit der Electricitäts-Entwicklung bei Säulen von gleichen Durchmessern auch noch von der Dicken-Dimension der zwischen den Metallbelegen befindlichen Papierschichten abhängig zu seyn. Ich fand nämlich als ich getrocknete Säulen aus Papier, dessen eine Seite mit falschem Golde, die andere mit falschem Silber belegt war *), (deren Scheiben also nur eine einzelne Papierdicke zwischen den Metallen hatten), untersuchte, daß sich in ihnen die Electricität bei gleicher Erhitzung weit schneller wieder herstellte, als in gewöhnlichen Säulen aus zusammengeleimtem Gold- und Silberpapier, in welchen

*) Diese Säulen würden am bequemsten für diese Untersuchungen seyn, wenn nicht häufig eine unmittelbare Berührung zwischen den beiden Metallbelegen durch die Poren der einfachen dünnen Papierschichten hindurch Statt fände; wodurch manche Scheiben natürlich unwirksam werden.

sich zwei Papierlagen und eine Lage Leinwand zwischen den Metallen befinden.

Höhere Grade der Erhitzung, bis zu 70° und 80° R. habe ich durch Umschütten der Kapfel mit sehr heißem Flussande, und auf andre Weise hervorgebracht. Es schien mir die Geschwindigkeit der Wiederladung des Säulenpols, wenn er ableitend berührt worden war, dabei noch beträchtlich zuzunehmen, aber die Intensität der Spannung stieg nicht über den Grad hinaus, welchen sie bei etwa 60° R. erreicht hatte.

Diese Versuche sind nicht etwa nur ein Mal, und nicht etwa nur mit Einer Säule angestellt, sondern, wie dies zum Theil schon aus den bisherigen Angaben erhellt, sehr mannigfaltig abgeändert worden, und ihr Resultat ist beständig dasselbe gewesen. Auch erhielt sich die Eigenschaft der auf diese Art getrockneten Säulen, durch Erhitzung electrisch zu werden, mehrere Monate lang, während welcher Zeit sehr häufige Versuche in den verschiedensten Temperaturen mit ihnen angestellt wurden.

Auch ohne den beschriebenen etwas umständlichen Apparat kann man sich von der Wahrheit des Gesagten im Allgemeinen leicht auf folgende Weise überzeugen: Man lege eine gewöhnliche Säule aus zusammengeleimtem Gold- und Silberpapier einige Tage oder wenigstens mehrere Stunden lang in die stark geheizte Ofenröhre, wäge sie sodann schnell ab, und lege sie in die Ofenröhre zurück. Läßt man sie mit dieser bis etwa auf 20° R. abkühlen, so wird sie an kei-

nem Electroscopie die mindeste Spur von Electricität zeigen, ungeachtet während der Abkühlung ihr Gewicht durch etwas emgefogene Feuchtigkeit sich vergrößert haben wird. Nun heitze man die Ofenröhre wieder, und lasse die Säule darin liegen, bis sie auf ihr erstes Gewicht zurückgekommen ist, stelle sie mit dem einen Pole auf den Boden der geheizten Röhre, und verbinde den andern freien Pol leitend mit dem Conductor eines Electrometers; jedes Mal wird nun die Säule, so bald sie durchaus eine Temperatur von 50 bis 60 R. angenommen hat, eine etwas höhere Spannung zeigen, als in ihrem nicht getrockneten und nicht erhitzten Zustande. Auch die übrigen im Vorigen angegebenen Versuche lassen sich alle mit ihr anstellen.

Dafs eine an ihrer Oberfläche getrocknete und in trockner Luft befindliche Papierläule eine grössere electriche Spannung zeigt, als unter den gewöhnlichen Umständen, liesse sich vielleicht aus dem geringern Leitungsvermögen der trocknen Seidenschnüre, welche ihre Pole verbinden, und aus der verminderten Zerstreung der Electricität in der trocknen Luft, erklären. Allein damit ist nichts für die Beantwortung der Frage gewonnen, wie bei einer getrockneten Säule, welche in niedrigern Temperaturen keine electriche Spannung mehr zeigt, die Wiederkehr derselben in höhern Temperaturen möglich werde? Wäre es ein, auch in dem Papier der möglichst gut getrockneten Säule noch vorhandener Rückstand von Wasser, was die Durchleitung der

Electricität bis zum freien Säulenpol bewirkt, so müßte man annehmen, ein Minimum von Wasser besitze bei einer Temperatur von weniger als etwa 30 R. dieses Durchleitungs-Vermögen nicht, erhalte es aber, wenn es bis zu 50° R. und mehr erhitzt wird, und behalte es, selbst wenn seine Masse durch Verdunstung bei diesem Temperaturgrade noch bedeutend abnimmt. Diese Annahme enthält schon für sich etwas, wenigstens bis jetzt unbegreifliches, und sie wird widerlegt durch den Umstand, daß die getrocknete und erhitzte Säule einer der vollkommensten Isolatoren ist. Verbindet man, während ihr einer Pol den Boden berührt, den andern freien Pol leitend mit dem Conduktor eines Electrometers, so kann man das letztere durch geriebenes Glas oder Siegellack auf jeden beliebigen Grad laden, ohne daß sich diese mitgetheilte Electricität durch die Säule hindurch in den Boden ergießt, (nur daß, wenn die mitgetheilte Electricität die entgegengesetzte von der an dem freien Pole der noch stark erhitzten Säule entwickelten ist, sich beide natürlich allmählig zerstören). Ja ich konnte selbst, wenn ich die in die Blechkapsel eingeschlossene erhitzte Säule auf eine heiße Glasplatte setzte, den Säulenconduktor und die Kapsel mit entgegengesetzten Electricitäten laden, ohne daß sich diese durch die Säule hindurch mit einander vermischten. Hängt man die heiße Säule mittelst einer trocknen Seidenschnur an dem einen Pol auf, und theilt diesem E. mit, so erscheint am andern Pol sehr langsam die homologe E. von dersel-

ben Spannung; nimmt man die letztere durch Berührung hinweg, so bleibt dennoch am ersten Pol die ihm mitgetheilte E. und nimmt man nun auch diese durch Berührung hinweg, so erscheint am zweiten Pol die entgegengesetzte E., welche vorher durch Condensation dort latent gewesen war. Eben so kann man eine geladene leidener Flasche nur theilweise und nie mit einer Explosion durch eine heiße getrocknete Säule hindurch entladen. Als ich den einen Pol einer solchen Säule von 1000 Schichten, mit der äußern Belegung einer stark geladenen Batterie von wenigstens 4 Quadratfuß innerer Belegung verband, und nun einen mit dem andern Säulenpol verbundenen isolirten Leiter dem Conduktor der Batterie näherte, sprangen bloß einige knisternde Funken über; der größte Theil der Ladung war in der Batterie zurückgeblieben, die beiden Säulenpole aber fanden sich mit entgegengesetzten Electricitäten geladen.

Die beiden Pole der getrockneten heißen Säule verhalten sich also offenbar wie die beiden Belege einer Glastafel zu einander. Wie sollte dieses auch anders seyn, da getrocknetes und erhitztes Papier ein sehr guter Isolator ist, dessen man sich so gut als einer dünnen Harzschicht zur Condensation entgegengesetzter Electricitäten, die sich an beiden Flächen desselben anhäufen, bedienen kann? Jeder Scheibe einer solchen Säule, so bald sie trocken und heiß ist, kann man auf ihren beiden Metallflächen entgegengesetzte En. mittheilen, und es ist nicht schwer, sich von ihrer wirklichen Ladung zu über-

zeugen Eine Hindurchleitung der electrificirten Flüssigkeit nach *einer* Richtung findet daher bei einer solchen trocknen und heißen Säule nicht Statt, sondern sie ist ein System von Condensatoren, einer Reihe auf einander geschichteter Franklinischer Tafeln vollkommen ähnlich, in Rücksicht auf die E., welche einem ihrer Pole von außen mitgetheilt wird. Diese durchdringt eine solche Säule von 1000 Schichtungen nur mittelst der successiven Ladung der 1000 Condensatoren, welche die Metallbelege mit den zwischen ihnen befindlichen Papierscheiben bilden; nirgends geht die dem einen Pol mitgetheilte E. wie durch einen Leiter fort in den Schichten, sondern in jeder bindet sie die ihr entgegengesetzte E. und macht dagegen die ihr homologe frei, welche eben so bindend und befreiend auf das nächste Metallbelege durch das Papier hindurch wirkt, bis endlich am andern Pol die der mitgetheilten E. homologe, frei erscheint.

Nun ist schlechterdings kein Grund vorhanden anzunehmen, daß die in den Electromotoren der erhitzten Säule selbst erzeugte Electricität andern Gesetzen folgen sollte, als die einem ihrer Pole von außen zugeführte. Auch sie wird von jedem Paare Metallbelege aus, durch die an beiden Seiten desselben anstoßenden Papierschichten hindurch, bindend auf die entgegengesetzten Electricitäten der nächsten Metallpaare wirken, und so wird sich am freien Pole der erhitzten Säule dasselbe Resultat ergeben müssen, wie wenn dem andern Pol Electricität von außen zu-

geführt worden wäre, nur daß hier, wie ich dies früher gezeigt habe, die Spannung am freien Pole der Summe der Intensitäten der in allen Electromotoren zusammen entwickelten Electricität gleich ist, und daß diese Spannung unerschöpflich ist, weil sich die durch Condensation gebundenen entgegengesetzten Electricitäten in den Papierschichten allmählig wiederum wechselseitig zerstören, und dadurch ein beständig erneuertes Einströmen möglich machen.

Worin besteht nun aber hierbei die Wirkung der Wärme, und warum erfolgt bei der möglichst getrockneten und nicht erhitzten Säule nicht eben dasselbe?

Um der Beantwortung dieser Frage näher zu kommen, stellte ich folgende Versuche an: In die Mitte der einen Endplatte einer möglichst getrockneten und noch heißen Säule wurden die an einem Schraubenstift hängenden Strohhälmlchen eines Voltaischen Electrometers angeschraubt; hierauf wurde die Säule mit ihrer andern Endplatte an dem obern Theil eines Drahtgestells fest aufgehangen, so daß die Enden der Strohhälmlchen senkrecht über dem o Punkt eines zu ihnen gehörigen und auf dem Boden des Gestelles besetzten Gradbogens schwebten. Das Ganze wurde dann unter eine mit Quecksilber gesperrte Glasglocke gebracht, in deren Raum in verschiedenen Höhen mehrere Gefäße mit heißem salzsaurem Kalk vertheilt waren. Mittels eines kleinen Hebels aus Metalldraht konnte der untere

freie Säulenpol leicht vorübergehend mit dem Boden verbunden und dadurch entladen werden. Es ist mir nicht gelungen, bei dieser Vorrichtung das in der Glocke befindliche Hygrometer ganz auf den Punkt der höchsten Trockenheit zu bringen, doch näherte es sich diesem bis auf etwa 8 Grad.

Wenn das Ganze bis auf 10 bis 12° R. abgekühlt und der untere Säulenpol entladen worden war, so verfloßen in dieser Temperatur mehrere Stunden, ehe einige Divergenz an den Strohhälmchen bemerklich wurde; allmählig vermehrte sie sich, und nach einigen Tagen kam sie derjenigen, welche der Säule in ihrem gewöhnlichen nicht getrockneten Zustande zukam, ziemlich nahe, doch ohne sie jemals ganz zu erreichen. In höhern Temperaturen ging die Ladung bedeutend schneller vor sich, und bei starker Erwärmung der auf den Ofen gestellten Glocke zeigten sich ganz dieselben Erscheinungen, wie in den obigen Versuchen mit der erhitzten Säule.

Ich glaube hieraus schließen zu dürfen, daß die möglichst getrocknete Säule allerdings auch in niedrigen Temperaturen Electricität entwickelt, aber nur so außerst langsam, daß sie bei dem gewöhnlichen Verfahren, sie einem Electroscope zuzuführen, unbemerklich wird, weil die Ursachen ihrer Zerstreuung hierbei unverhältnißmäßig groß gegen die langsame Zulassung sind. Auf was immer für eine Art man nämlich den freien Pol einer Säule mit dem Strohhälmchen oder mit den Goldblättchen eines Electrocops verbinden mag, nie kann man es vermeiden,

ihn zugleich durch den Conduktor des Instruments mit dem Boden zu verbinden. Kork und Glas und Siegelack isoliren, wie ich an einem andern Orte gezeigt habe, diesen Conduktor nicht absolut, und wo die Säulen-Electricität nur unendlich langsam in ihn einströmt, wird sie durch jene Stoffe hinreichend in den Boden abgeleitet, um alle bemerkbare Anhäufung in dem prüfenden Instrumente unmöglich zu machen. Ich wählte aus diesem Grunde die beschriebene Vorrichtung, in welcher der Conduktor des Electroscoops bloß und allein mit dem Säulenpol selbst in Berührung steht. Eben daher konnte auch in den Versuchen mit der in einer Blechkapsel eingeschlossenen Säule, die Electricität, welche sich in niedrigen Temperaturen äußerst langsam entwickelt, nie bemerklich werden; denn auch hier war der Conduktor des freien Säulenpols bloß durch Kork und Siegelack und Glas von dem Deckel der Kapsel getrennt.

Uebrigens kann man sich das, was diese Versuche nur mit mehrerer Evidenz darthun sollten, auf eine leichtere Weise verdeutlichen. Wenn man nämlich eine möglichst ausgetrocknete Säule zugleich mit dem Ofen, auf welchem sie steht, sich abkühlen läßt, und hierauf ihren freien Pol vorübergehend ableitend berührt, so wird sie, wie oben bemerkt wurde, ein mit diesem in Verbindung gesetztes Electroskop, durchaus nicht afficiren; läßt man sie aber dann mehrere Stunden in der wenig erwärmten Ofenröhre stehen, so zeigt jener Pol wieder ei-

nige Electricität, wird aber sogleich wieder auf lange Zeit unwirksam, wenn man ihn ableitend berührt. Offenbar ist dies blos diejenige Electricität, welche sich in der noch trocknen aber nicht erwärmten Säule langsam entwickelt und in der Endplatte des Pols angesammelt hat; denn einer Verstärkung der Säulenkräfte durch eingesogene Feuchtigkeit, läßt sich unter den angegebenen Umständen die Erscheinung kaum zuschreiben.

Der Wärme kommt demnach nur die Eigenschaft zu, die Geschwindigkeit, mit welcher sich die Säule ladet, zu vergrößern, und diesen Einfluß zeigt sie auch bei jeder gewöhnlichen, nicht geflüßentlich getrockneten Papier säule. Bringt man eine solche aus einem warmen Zimmer in einen kalten und trocknen Luftraum, so theilt sie ihre Electricität auffallend langsamer einem Electrometer mit, und bei einer Kälte, welche sich dem Gefrierpunkt nähert, ist die Retardation der Ladungs-Geschwindigkeit schon so groß, daß man aus den oben angegebenen Gründen nie die der Größe der Säule entsprechende Spannung erhält.

Diese Beschleunigung der Ladung kann aber bei der möglichst getrockneten und erhitzten Säule, bei welcher, dem früher gesagten zu Folge, von einfacher Durchleitung der Electricität nach *einer* Richtung nicht die Rede ist, nur auf einem Vermögen der Wärme beruhen, kraft dessen sie die wechselseitige Zerstörung der entgegengesetzten Electricitäten in den Zwischenleitern zwischen den Electromoto-

ren (in den Papieren) befördern und erleichtern muß. Denn nur hiervon hängt bei einer solchen Säule die Geschwindigkeit des an dem Pol erscheinenden Stroms ab. Vielleicht findet man es unwahrscheinlich, daß durch Erhitzung das Eindringen der entgegengesetzten Electricitäten in das Papier und ihre wechselseitige Neutralisation in demselben befördert werden solle, da doch erhitztes Papier eben so gut isolirt, wie bloß getrocknetes, und daher eben so gut wie dieses als trennende Schichten zwischen den geladenen Platten eines Condensators gebraucht werden kann. Allein warum sollte ein bipolarischer Leiter, wie das Papier, nicht das Vermögen besitzen, an seinen beiden Flächen endliche Quanta von entgegengesetzten Electricitäten für eine beträchtliche Zeit aus einander zu halten, und dennoch zugleich geeignet seyn, so bald diese Electricitäten, wie es in der Säule der Fall ist, jenen Flächen in einem unendlichen nie versiegenden Strom zugeführt werden, eine beständige successive Neutralisation beider an ihrer Gränze zu gestatten *).

*) Man kann sich eine Condensators-Platte (versteht sich, bloß in der angedeuteten Rücksicht), während sie geladen wird, unter dem Bilde eines Schwammes vorstellen, welchem man einen Strom von Wasser zuleitet. Er wird es nach Maaßgabe seiner Capacität einfangen, wenn er aber ein Mal damit geladen ist und die Zuleitung dauert fort, so wird er das übrige Wasser schneller oder langsamer ablaufen lassen. *Jäger.*

Auf welche Art nun eigentlich die Wärme das Ineinandergreifen der engegegengesetzten Electricitäten in dem Papier begünstige? darüber erlaube ich mir kaum etwas zu vermuthen. Geschieht es etwa durch bloße Auflockerung der Textur des Papiers, oder durch verminderte Adhäsion der electricischen Flüssigkeiten an dasselbe, oder wird vielleicht die Expansion der letztern absolut durch Wärme vermehrt? Die letzte Annahme erklärt vielleicht selbst zum Theil die größere Spannung, welche eine stark erhitze getrocknete Säule, in Vergleichung mit einer nicht künstlich getrockneten und nicht erhitzten Säule zeigt (denn die weiter oben versuchte Erklärung dieser Erscheinung halte ich kaum für befriedigend). Sie scheint mir einige Bestätigung zu erhalten durch Versuche, welche ich mit der gewöhnlichen nicht getrockneten Papier Säule unter der Glocke einer guten Luftpumpe anstellte. Ich glaube nämlich hier an dem in den leeren Raum mit dem freien Säulenpol verbundenen Electrometer, immer eine bemerklich größere Divergenz, als in freier Luft erhalten zu haben, ohne eine andere Ursache als vermehrte Expansion der Electricität durch aufgehobenen Druck erweislich machen zu können.

Lassen nun die electricischen Wirkungen der möglichst getrockneten Säule keine andere Erklärung zu, als die im bisherigen entwickelte, so kann die (wenn auch mit Recht behauptete) Analogie zwischen derselben und zwischen der nassen Säule weiter nichts beweisen, als daß in der letztern derselbe

Hergang nach ähnlichen Gesetzen Statt finden müssen. Die Theorie der Hindurchleitung nach *einer* Richtung hat auch durchaus keine innere Nothwendigkeit, sondern es ist vielmehr unlängbar, daß alle Erscheinungen der nassen Voltaischen Säule eben so erklärbar sind, wenn man die nassen Zwischenkörper als bipolarische Leiter ansieht, in welche von den Electromotoren aus entgegengesetzte Electricitäten einströmen, und sich (nur mit unendlich größerer Geschwindigkeit als in der trockenen Säule) wechselseitig zernichten.

Ob übrigens diese kaum meßbare Verschiedenheit der Geschwindigkeit, mit welcher dieser Proceß in der nassen und in der trockenen Säule vor sich geht, bloß durch das größere bipolarische Leitungsvermögen der nassen Zwischenkörper in Vergleichung mit dem der trockenen Papiere, erklärt werden könne, daran möchte man zu zweifeln noch immer Urfach haben. Mir ist es wahrscheinlicher, daß die chemische Einwirkung der Flüssigkeit auf die Metalle schon für sich von Electricitäts-Entwicklung begleitet wird, und daß das Eingreifen dieser Electricität in die durch bloße electromotorische Wirkung (zwischen den sich berührenden Metallen) entstandene, sehr großen Antheil an den auszeichnenden Eigenthümlichkeiten der nassen Säule hat. Zamboni's neuere Entdeckung einer electrifisch-wirksamen Säule aus einem einzelnen Metall und Wasser, bestätigen einer Seits meine frühern Versuche über die

electro-chemische Gegenwirkung zwischen Wasser und einzelnen Metallen, und auf der andern Seite läßt jede Theorie, welche die Verschiedenheit in der Geschwindigkeit der Ladung der nassen und der trocknen Säule bloß auf verschieden großes Leitungsvermögen der nassen und der trocknen Zwischenkörper reduciren will, eine Frage unbeantwortet, welche, obgleich sie schon seit langer Zeit unbeachtet geblieben ist, doch wichtig genug zu seyn scheint, um sie hier noch einmal wiederholen zu dürfen: Wie kommt es, daß eine Voltaische Zink-Kupfer-Säule, deren nasse Zwischenkörper aus zwei Blättern (Papier, Tuch etc.) bestehen, zwischen welche ein am Rande trocknes Gold-Stück (oder auch eine Scheibe aus Silber und selbst aus Kupfer) eingeschoben ist, dadurch ihre Ladungs-Geschwindigkeit so verliert, daß sie nun durchaus wie eine trockne Säule wirkt? und daß sie dagegen die volle Wirksamkeit einer nassen Säule beibehält, wenn man statt der Gold-Stücke zwischen die beiden Blätter der nassen Zwischenkörper eben solche am Rande trockne Zinkscheiben einschiebt?