

V. *Ueber die Elektricität der elastischen Flüssigkeiten und eine der Ursachen der atmosphärischen Elektricität; von Hrn. Pouillet.*

(Aus den Ann. de chim. et de physiq. XXXV. 401.)

Seit der Entdeckung Franklin's über die Elektricität der Atmosphäre hat man viele Beobachtungen über die von dieser Elektricität bedingten Erscheinungen angestellt. Man hat bewiesen, daß die Gewitterwolken sehr elektrisch sind, theils positiv, theils negativ, daß die gemeinen Wolken fast beständig die eine oder die andere Elektricität besitzen, aber in zu schwacher Ladung, um Explosionen, wie der Blitz, zu erzeugen, endlich, daß selbst die Luft, bei heiterem, wolkenlosem Himmel eine gewisse elektrische Intensität besitzt, die in dem Maße zuzunehmen scheint, als man sich in höhere Regionen erhebt.

Bei den Gewittern unserer Gegenden, und noch mehr bei den weit heftigeren unter den Wendekreisen, werden große Quantitäten von atmosphärischer Elektricität vereinigt und gegenseitig zerstört; denn der Blitz ist bekanntlich eine Vereinigung der entgegengesetzten Elektricitäten. Im Laufe eines Jahres muß sich also in der Atmosphäre eben so viel Elektricität erzeugen, als bei Gewittern und andern elektrischen Erscheinungen zerstört wird. Ueber die Entstehung und Bildung dieser ungeheuern Menge von Elektricität sind unzählige Hypothesen aufgestellt; aber unter allen scheint nur die von Volta einigen Grund zu haben. Volta nimmt an, daß die Körper

bei Aenderung ihres Aggregatzustandes elektrisch werden, und daß so der Wasserdampf, der sich unaufhörlich von dem Lande und Meere erhebt, bloß durch den Uebergang des Wassers in die Gasform seine Elektricität erhalte. Diese Meinung hat geringen Widerpruch gefunden; um sie also gegenwärtig zu widerlegen, sind sicher recht klare und entscheidende Versuche nöthig.

Bei Wiederholung der Versuche, durch welche die geschicktesten Beobachter zu beweisen geglaubt haben, daß Aggregatsänderungen der Körper mit Elektricitätsentwicklungen begleitet seyen, habe ich um so schwächere Anzeigen von Elektricität erhalten, je sorgfältiger ich die fremden Ursachen entfernt hatte. Wenn ich z. B. ganz reines Wasser entweder langsam oder schnell auf einem Körper verdampfen ließ, der sich nicht mit dem Wasser oder dessen Bestandtheilen verbinden konnte, war es mir unmöglich, auch nur eine Spur von Elektricität zu sammeln.

Zahlreiche Beobachtungen mit verschiedenen Körpern haben mir gezeigt, daß es niemals die Aenderung des Aggregatzustandes ist, durch welchen Elektricität erzeugt wird, sondern immer eine chemische, mehr oder weniger starke Action zwischen den Elementen dieser Körper und den Gefäßen; denn bei Hinderung dieser chemischen Actionen waren alle Spuren von Elektricität verschwunden. Da also die atmosphärische Elektricität nicht aus der von Volta angeführten Quelle herkommen kann, so hat mich dies einigermassen bestärkt, ihr einen andern Ur-

sprung nachzuweisen, an den ich schon seit langer Zeit gedacht hatte.

Es schien mir, daß die Vegetationsphänomene nicht ohne Entwicklung von Elektrizität geschehen könnten, eine Ansicht, die sich mir durch den Versuch auf eine schlagende Weise bestätigt hat.

Ehe ich indeß über die vegetabilischen Actionen Versuche anstellte, welche nothwendig sehr fein und verwickelt seyn mußten, hielt ich es für nöthig, daß ich die elektrischen Eigenschaften der Gase im Moment ihrer Vereinigung untersuchte. Dadurch zerfällt diese Abhandlung in zwei Theile; der erste handelt von der Elektrizität der gasförmigen Verbindungen, und der zweite von der bei der Vegetation entwickelten Elektrizität.

I. Von der Elektrizität der gasförmigen Verbindungen.

Die erste Entdeckung von einer Elektrizitätsentwicklung durch chemische Actionen fällt ins Jahr 1781. Damals war der berühmte Volta zu Paris. Unter den wichtigen Erfindungen, die seinem Namen sich angeschlossen, war die des *Condensators* die neueste, und sie erregte damals ein lebhaftes Interesse. Es konnte nicht fehlen, daß dieses Instrument von der Akademie der Wissenschaften gut aufgenommen wurde, und wirklich hatten zwei ihrer berühmtesten Mitglieder, die HH. Lavoisier und Laplace, kaum Kenntniß von demselben genommen, als sie auch schon den Gebrauch und den ungemeinen Nutzen desselben durch eine große Entdeckung darthaten. Gemeinschaftlich mit Volta zeigten sie nämlich zuerst, daß sich bei den chemischen Actionen Elektrici-

tät erregen und mittelst des Condensators sammeln und merklich machen lasse. Seitdem wurden diese Versuche, die ein neues Feld eröffneten, mit verschiedenem Erfolge wiederholt. Volta sagt in seinen Werken, daß es ihm niemals fehlgeschlagen sey, bei der Verdampfung des Wassers und der Verbrennung von Kohle Elektricität zu erhalten. Saussure dagegen, von dem wir so genaue und merkwürdige Versuche über die Bildung des Dampfes besitzen, ist es nie gelungen, Elektricität bei der Verbrennung zu bekommen. Und eben so wenig hat Humphry Davy bei der Verbrennung des Eisens oder der Kohle in Sauerstoffgas oder gemeiner Luft irgend eine Spur von Elektricität entdecken können. In neuerer Zeit haben andere Physiker wiederum Versuche über die Elektricität der Flamme vorgenommen; allein die von ihnen aufgestellten Hypothesen konnten nicht zur Wahrheit führen *).

Die Hauptthatfache, welche ich aufgefunden habe, erklärt diese Widersprüche und Irrthümer sehr einfach. Als ich diese Versuche vornahm, beschäftigte ich mich zunächst mit der Verbrennung der Kohle, und dabei sah ich anfänglich mit Erstaunen, daß bald positive, bald negative Elektricität, zuweilen aber auch nicht eine Spur von beiden auftritt. Diese schwankenden und gar entgegengesetzten Resultate scheinen anfangs nicht das Geringste schließen zu lassen; denkt man aber ein wenig nach, so ergibt sich, daß die Verbrennung dennoch Elektricität liefern

*) Ann. de chim. et de phys. XXV. 373 und XXVII. 5. (Dies. Ann. LXXVIII. 191.)

müsse, da man diese sonst niemals beobachten würde. Ueberdies ist es gewiss, daß hierbei beide Elektricitäten auftreten, da man bald die positive, bald die negative bekommt. Nimmt man nun an, es werde die eine Elektricität von der Kohle, und die andere von dem Sauerstoffe oder der Kohlensäure genommen, so wird das sicherste Mittel zur Erlangung von regelmässigen und beständigen Resultaten darin bestehen, daß man diese Elektricitäten im Momente ihrer Bildung isolirt und zu dem Ende den brennenden Körper so viel wie möglich von dem verbrannten Körper trennt.

Wenn man den Versuch dem gemäß einrichtet, so verschwinden alle Widersprüche. Man kann nach Belieben die Elektricität der Kohle und die der Kohlensäure sammeln, und die Erscheinungen sind durchaus ähnlich und von grosser Intensität. Nach manchen Proben bin ich bei der folgenden Einrichtung stehen geblieben. Um die Elektricität der Kohlensäure zu erhalten, reicht es hin, eine einzige Kohle von ziemlich grossem Durchmesser zu nehmen, aus ihr einen Cylinder mit fast ebenen Grundflächen zu schnitzen, und diesen senkrecht aufzustellen, ungefähr 6 bis 8 Centimeter unterhalb einer Messingplatte, die auf einer der Platten des Condensators ruht. Wenn man dann die Kohle mit dem Boden in Verbindung setzt und sie oben anzündet, ohne daß das Feuer die Seitenflächen erreicht, so erhebt sich eine Säule von Kohlensäure, welche die Messingplatte trifft, und dadurch wird der Condensator in wenig Augenblicken geladen. Die Elektricität, welche er von der Kohlensäure erhält, ist beständig positiv. Wenn man dagegen die Kohle, statt sie aufrecht zu stellen, beinahe horizontal

hält, so daß die erzeugte Kohlenäure sich nur, längs der alsdann senkrecht stehenden Grundfläche der Kohle erheben kann, so erhält man keine merkliche Wirkung mehr. Eben so erhält man nur ungewisse Resultate, wenn man, bei verticaler Stellung der Kohle, neben der obern Fläche auch ihre Seitenfläche anzündet.

Um nun die Elektricität zu erhalten, welche die Kohle selbst bei der Verbrennung annimmt, so genügt es, sie mit ihrer unteren Basis geradezu auf die Platte des Condensators zu setzen, ihre obere Basis anzuzünden und das Feuer durch einen mäßigen Luftstrom zu unterhalten. In wenig Augenblicken ist der Condensator geladen, und zwar erhält er beständig negative Elektricität von der Kohle. Wenn die Kohle den Condensator nur in einigen Punkten berührt, oder, wenn sie auf ihrer ganzen Oberfläche brennt, erhält man kein Resultat mehr; ohne Zweifel, weil im ersten Falle die wenigen Berührungspunkte nur eine zu geringe Menge Elektricität hindurchlassen, und im zweiten Falle dadurch, daß die Kohlenäure, die im Momente ihrer Bildung positiv elektrisch ist, die Seitenfläche der Kohle, die negativ ist, berührt, und so die beiden entgegengesetzten Elektricitäten wieder vereinigt werden.

Um die Wirkung rascher und stärker zu bekommen, kann man mehrere Kohlencylinder von gleicher Höhe nehmen und sie aufrecht, nahe bei einander, auf eine Messingplatte von ziemlicher Größe setzen. Dann, wenn man alle oberen Grundflächen angezündet hat, bekommt man eine breite Säule von Kohlenäure, die sich erhebt, und die man, in der Höhe von

einigen Zollen oder selbst von einem Fusse, mit einer zweiten, mit dem Condensator in Verbindung stehenden Messingplatte auffängt. Bei dieser Einrichtung geht der Versuch sehr rasch; in wenigen Secunden hat man in der Platte, die mit der Kohlensäure communicirt, eine starke Ladung von positiver Elektricität. Will man dagegen die Elektricität der Kohle haben, so legt man die Platte, auf der alle Cylinder angezündet und senkrecht stehen, auf den Condensator, Nach einigen Secunden nimmt der Condensator eine reichliche Menge negativer Elektricität an. Wenn die Verbrennung durch einen Strom von Sauerstoffgas unterhalten wird, entwickelt sich die Elektricität noch rascher und nimmt eine stärkere Spannung an. Aber in allen diesen Fällen, man mag nun mit kleinen oder grossen Kohlenflächen arbeiten, die Verbrennung sich selbst überlassen oder durch einen Strom von Luft oder Sauerstoffgas mehr oder weniger lebhaft unterhalten, ist die wesentliche Bedingung, um stets sichere und gleichmässige Zeichen von Elektricität zu erhalten, die: das man nur die horizontale Fläche der Kohle anzünde, so das sich die Kohlensäure in einem Momente erzeugt und erhebt und keinen andern Körper berührt, bevor sie die Messingplatte erreicht, an die sie ihre Elektricität abgeben soll. Diese Bedingung ist so unumgänglich, das wenn man z. B. einen Strom von Sauerstoffgas gegen die Seite eines auf dem Condensator senkrecht stehenden Kohlencylinders richtet, so das sich unter einer sehr lebhaften Verbrennung bald eine tiefe Grube bildet, es dennoch, ungeachtet dieser raschen Verbrennung, unmöglich ist, merkliche Quantitäten von Elektricität zu sam-

meln, oder wenn man Spuren erhält, sind sie bald positiv, bald negativ.

Hiernach braucht man nur zu wissen, daß Lavoisier, Laplace, Volta und Saussure ihre Versuche mit einer Kohlenpfanne angestellt haben, um sich das Widersprechende und Ungewisse ihrer Resultate zu erklären.

Nachdem diese Schwierigkeiten gehoben waren, konnte zur Hauptaufgabe, welche ich im Auge hatte, nämlich die: ob durch Aenderungen des Aggregatzustandes oder durch chemische Verwandtschaften Elektricität erzeugt werde, übergegangen werden. Volta meinte, was allgemein angenommen wurde, daß die Kohle, beim Uebergange vom starren in den gasigen Zustand, positive Elektricität abfordere und den zurückbleibenden starren Theilen die negative Elektricität übrig lasse, welche man in diesen entdeckte. Anderweitige Versuche über die Elektricität bei chemischen Verbindungen führten mich dagegen zu der Annahme, daß, wenn die beiden sich verbindenden Elemente Elektricität entwickeln, eins derselben die positive, und das andere die negative entwickeln werde, und daß umgekehrt, wenn sie sich trennen, jedes derselben die verlorne Elektricität wieder annehmen müsse. Um diese Frage zu lösen und den wahren Ursprung der chemischen Elektricität kennen zu lernen, war es nöthig, Verbindungen zu bilden, die nicht von einer Aenderung des Aggregatzustandes begleitet waren. Unter allen, die sich hierzu eignen, wählte ich zunächst die von Sauerstoff und Wasserstoff, weil sie unter den erforderlichen Bedingungen am leichtesten darzustellen sind.

Die Flamme des Wasserstoffgases hat mir eben so widersprechende Resultate gegeben, wie die Kohle. Innerhalb einiger Minuten gab sie mir abwechselnd positive und negative Elektricität, bald sehr stark, bald sehr schwach, und oft war es auch unmöglich, irgend ein Resultat zu erhalten. Als ich die Ursache dieser Widersprüche aufsuchte, fand ich mehrere, bevor ich die eigentliche und wesentlichste entdeckte. Zunächst bemerkte ich, daß alles, was mich umgab, einen Einfluß auf die Resultate hatte; ein offnes oder geschlossenes Fenster, ein wenig Feuer im Laboratorium, selbst eine angezündete Kerze, eine Volta'sche Säule in Thätigkeit oder eine Elektrisirungsmaschine, deren Scheibe man nur um einen Quadranten umdrehte: alle diese Umstände und noch mehrere andere waren eben so viele Quellen von Abweichungen unter den Resultaten. Alle diese Zufälle hatten indeß eine so einfache Ursache, daß sie mir nicht lange verborgen bleiben konnte. Man weiß, daß sehr warme Gase gute Elektricitätsleiter sind, wie man dies durch einen auffallenden Versuch beweisen kann. Wenn man auf ein gewöhnliches Elektrometer eine sehr kleine Wein-geißlampe stellt und 5 bis 6 Fuß über derselben eine elektrisirte Harzstange oder Glasplatte, oder sonst einen sehr schwach geladenen Körper hält, so wird man augenblicklich die Blättchen stark divergiren sehen, obgleich dieselben Körper mit derselben elektrischen Ladung keine Spur von Divergenz geben, wenn man sie, selbst bis auf den Abstand von einem Zolle, dem Elektrometer ohne Flamme nähert. Dieser Apparat ist mir sehr nützlich geworden, um die kleinsten Spuren von Elektricität zu entdecken, und hat mich

auch alle so eben erwähnten Zufälle verstehen gelehrt. Hat man z. B. die Scheibe einer Elektrifirmaschine in Drehung gesetzt, so wird die Luft des Zimmers elektrifirt, und die Flamme, die sich in diese Luft erhebt, ladet sich augenblicklich mit der gleichnamigen Elektricität und führt sie zum Condensator. Eine Säule in Thätigkeit elektrifirt die Luft wie eine Elektrifirmaschine, und die Flamme des Elektrometers giebt davon den Beweis. Ein Kohlenfeuer oder selbst eine brennende Kerze erzeugen die positiv elektrische Kohlen Säure, und die Flamme des Elektroskops zeigt abermals die Gegenwart dieser Elektricität an. Endlich ist die Luft der Atmosphäre beständig elektrifirt, und wenn sie durch ein offnes Fenster in ein Zimmer dringt und sich daselbst erneut, so kann sie, wie ich mich überzeugt habe, sehr lange ihren elektrischen Zustand behalten und dadurch bei Versuchen mit sehr geringen Elektricitätsmengen große Störungen bewirken. Es giebt indessen Mittel, sich gegen alle diese Fehlerquellen zu schützen, und man kann annehmen, daß sie bei allen jetzt folgenden Versuchen keinen Einfluß auf die Resultate gehabt haben.

Kehren wir zur Verbrennung des Wasserstoffgases zurück. Das Gas strömt aus einem Glasrohre hervor; die Flamme ist vertical und hat auf eine Länge von ungefähr 5 Zoll eine Breite von 4 bis 5 Linien. Die Elektricität wird nicht mehr durch eine Messingplatte zum Condensator geführt, sondern durch einen Platindraht, dessen Ende in eine Schraubenlinie aufgerollt ist. Die Schraube ist vertical, aber ihre Umläufe sind bald so weit, daß sie die Flamme unberührt umhüllen, bald so klein, daß sie von dem Innern der

Flamme völlig eingeschlossen sind. Wenn man die Flamme dem äußeren Umlaufe der Schraube bis auf 10 Millimeter nähert, erhält man Anzeigen von positiver Elektricität. Diese Anzeigen nehmen zu, so wie der Abstand abnimmt. Wenn aber die Flamme den Schraubendraht berührt, werden die Anzeigen schwach und ungewiss. Dasselbe ist der Fall, wenn die Flamme in das Innere der Schraube tritt, parallel deren Axe. Es giebt also rings um die sichtbare Wasserstoffgasflamme eine Atmosphäre von 10 Millimeter Dicke, welche beständig positiv elektrisch ist *).

Da bei diesem Verbrennungsphänomen positive Elektricität entwickelt wird, so muß sich auch negative Elektricität vorfinden. Versuchen wir es sie zu entdecken. Da sie in keinem Punkte außerhalb der Flamme erscheint, so muß man suchen in das Innere einzudringen und dabei so viel wie möglich die äußere Hülle vermeiden, die immer positive Elektricität liefert. Dazu reicht es hin eine Spirale von kleinem Durchmesser in das Innere der Flamme zu stecken, so daß sie von allen Seiten wohl eingeschlossen sey. Auf diese Art ladet sich wirklich der Condensator abermals, aber positiv. Das Innere der Flamme befindet sich also mit dem Äußeren in einem entgegengesetzten elektrischen Zustande; das Äußere ist immer positiv, das Innere immer negativ. Es folgt daraus, daß es in der Flamme eine Schicht giebt, in der die Elektricität Null ist, und wirklich, wenn man den Schraubendraht

*) Es ist unmöglich diese Elektricität mit der zu verwechseln, die sich beim Contact der verschiedenen Theile des Apparats entwickeln könnte; denn ihre Spannung ist bei weitem größer.

bis ungefähr zur Hälfte des glänzenden Theils der Flamme hineingesteckt hat, verschwinden die elektrischen Wirkungen gänzlich. Dieß ist eine auffallende Aehnlichkeit zwischen der Verbrennung des Wasserstoffs und der der Kohle. Sicher kann in der ganzen Dicke der Schicht, in der wir positive Elektrizität angetroffen haben, die Vereinigung nicht vor sich gehen, da das Wasserstoffgas nicht dahin gelangen kann. Die beobachtete Elektrizität muß also eine mitgetheilte Elektrizität seyn. Und woher anders sollte sie auch kommen, als von der Verbrennung selbst oder vielmehr von dem Sauerstoffe, der am Umfange vorwaltet und den Wasserstoffgasstrom gewissermaßen einhüllt.

Es muß also dieses Sauerstoffgas, indem es sich verbindet, positive Elektrizität entwickeln, und diese sich den benachbarten Luftschichten, die erhitzt genug sind, um als gute Leiter zu dienen, mittheilen. Und eben so muß die negative Elektrizität, die man im Innern der Flamme antrifft, von dem Wasserstoffgase, das daselbst vorwaltet, bei seiner Verbrennung entwickelt werden und sich dem überschüssigen, noch nicht verbundenen Wasserstoffgase mittheilen.

Ist der Vorgang bei den Erscheinungen wirklich von dieser Art, so ist es wahrscheinlich, daß in einem gewissen Abstände oberhalb der Flamme die beiden entgegengesetzten Elektrizitäten nicht mehr erscheinen werden, weil sie sich verbinden konnten; und dieß ist wirklich der Fall, wie es sich zeigt, wenn man versucht, die Elektrizität in einem etwas großen Abstände oberhalb einer verticalen Flamme aufzufangen. Wenn man aber bis zu einem Abstände

von einigen Zollen herabgelit, erhält man andere Resultate; die beiden Elektricitäten ercheinen zwar in gleicher Quantität, sind aber nicht vereinigt, denn wenn man eine aus Zink und Kupfer zusammengelöthete Platte hierher bringt, zieht der Zink - Theil die negative, die Kupferplatte dagegen die positive Elektricität an. Endlich, wenn man das Wasserstoffgas, statt aus einem Glasrohre, aus einem, nicht mit dem Boden, sondern nur mit dem Condensator in Verbindung stehenden Metallrohre, hervorströmen läßt; so bemerkt man, daß dieses Metallrohr, welches nicht die Flamme, sondern nur das Wasserstoffgas berührt, immer positive Elektricität erhält, nur daß es im Gegentheile, wenn es mit dem Boden in Berührung steht, die Elektricität verliert, die es kurz vorher dem Condensator mittheilte, so daß das Product der Verbrennung einen Ueberschuß von positiver Elektricität behält.

Diese Versuche über die Verbrennung des Wasserstoffgases und die der Kohle haben mir die Untersuchung bei andern brennbaren, sowohl starren als gasigen, Substanzen erleichtert. Es würde zu langweilig und vielleicht gar unnütz seyn, die zahlreichen Versuche, die ich mit Alkohol, Aether, Wachs, mit Oelen, Fetten und andern Pflanzenstoffen angestellt habe, in Ausführlichkeit mitzutheilen. Die Flammen aller dieser Körper haben mir genau dieselben Erscheinungen wie die Flamme des Wasserstoffgases gezeigt.

Ich bemerke nur, daß die Flammen der letzteren Art, so wie sie nach H. Davy durch die in ihnen schwebenden Kohlentheilchen ihren lebhaften Glanz erhal-

ten, durch diese auch vorzüglich geeignet werden, die negative Elektricität zu zeigen.

Aus der Gesammtheit aller dieser Versuche geht der allgemeine Satz hervor, daß bei der Verbrennung die sich verbindenden Sauerstofftheilchen positive Elektricität entwickeln, die sich den benachbarten noch nicht verbundenen Theilchen mittheilt, und daß dagegen der brennbare Körper negative Elektricität entwickelt, die gleichfalls allen brennbaren Theilchen in der Umgebung mitgetheilt wird.

II. Von der durch die Pflanzen erregten Elektricität.

Nachdem ich mich, so viel wie möglich, von der Wahrheit und Wichtigkeit des eben ausgesprochenen Satzes überzeugt hatte, sah ich, daß es möglich sey, ihn auf die in der Natur vorkommenden Verbindungen anzuwenden, und vor allen auf die, welche die Blätter der Pflanzen unauslöschlich mit der Luft der Atmosphäre eingehen. Man weiß durch die Versuche von Priestley, Ingenhousz, Sennebier, und vor allem durch die so genauen und sinnreichen Versuche von Theodor von Saussure, daß die verschiedenen Theile der Pflanzen auf die atmosphärische Luft einwirken; daß sie bald auf Kosten des Sauerstoffs eine ziemliche Menge Kohlensäure bilden und unmerklich entwickeln, bald reines Sauerstoffgas aushauchen, herrührend von Verbindungen, die im Innern der Pflanzen vor sich gehen.

Ist es nun wahr, daß die Kohlensäure im Momente ihrer Bildung allemal positiv elektrisirt ist, so folgt daraus, daß die Pflanzen, vermöge der Aushauchung dieser Säure, eine mehr oder weniger beträcht-

liche Menge positive Elektrizität in der Luft erzeugen müssen. Dies zu erweisen, war der Hauptzweck meiner Untersuchungen. Seit dem März habe ich in meinem Laboratorium eine ziemlich beträchtliche Anzahl von Versuchen angestellt, um zu beweisen, daß wirklich der Vegetationsproceß eine reiche Quelle von Elektrizität und folglich eine mächtige Ursache zur Erzeugung der in der Atmosphäre ist. Meine Versuche sind auf folgende Art angestellt worden.

Zwölf Glaschalen von 8 bis 10 Zoll Durchmesser wurden auswendig, aber nur gegen die Ränder hin, auf einer Breite von 1 bis 2 Zoll mit einer Schicht Lackfirniß überzogen. Man setzte sie in zwei Reihen neben einander, entweder blos auf einen Tisch von trockenem Holze, oder auf einen mit Lackfirniß überzogenen Tisch. Man füllte sie mit Gartenerde und verband sie mit einander durch Metalldräthe, die von dem Innern der einen, über die Ränder hinweggehend, zum Innern der andern ging. Dadurch bildete das Innere aller zwölf Schalen nebst dem in ihnen enthaltenen Erdreiche nur einen einzigen leitenden Körper. Nimmt man nun an, es werde durch irgend eine Ursache diesem Systeme Elektrizität mitgetheilt, so vertheilt sie sich in die zwölf Schalen, ohne in den Boden oder auf die Außenfläche der Schalen übergehen zu können, da sie daran durch die Firnißschicht an den Rändern gehindert wird. (Statt aber Elektrizität zu geben, die vielleicht schwer zu entfernen seyn würde, nehme man einen Condensator, setze die obere Platte desselben durch einen Messingdraht mit einer der Schalen in Verbindung, und verbinde eben so die untere Platte mit dem Boden. Diese

Verbindungen werden so bewerkstelligt, daß sie sich mehrere Stunden und selbst mehrere Tage hindurch erhalten können. Alsdann pflanzt man in die Erde der Schalen den Samen dessen Wirkung man studiren will, z. B. Weizenkörner. Nun fängt das Experiment an, das Laboratorium bleibt völlig geschlossen und man bringe weder Feuer noch Licht noch irgend einen elektrisirten Körper hinein.

Im März, als trockene Nord- und Ostwinde herrschten, waren die Vorsichtsmaßregeln hinreichend, und ich beobachtete die folgenden Erscheinungen. Während der beiden ersten Tage trocknete die Erde an der Oberfläche aus, die Körner schwellen auf, und der Keim stieg aus seiner Hülle ungefähr eine Linie lang heraus, ohne jedoch oberhalb der dünnen Erdschicht zu erscheinen, die das Korn bedeckte. Der Condensator, mehrmals untersucht, zeigte keine Spur von Elektrizität. Am dritten Tage stiegen die Keime zur Erde heraus, und fingen an ihre Spitzen zu erheben, wobei sie dieselben gegen das Fenster neigten, welches mit keinem Fensterladen versehen war. Als ich nun den Condensator brauchte, sah ich zum ersten Male eine Divergenz der Blätter. Die rasche Thätigkeit, welche der wachsende Keim auf das Sauerstoffgas der Luft ausübt, entwickelt also Elektrizität. Diese Elektrizität war negativ in den Schalen, mithin positiv in den entwichenen Gasen. Der Apparat wurde auf seinen natürlichen Zustand zurückgeführt, aber schon nach einigen Stunden war er wieder geladen. Ich war begierig, die nächtlichen Wirkungen zu beobachten, da man weiß, daß während der Nacht die Pflanzen im Allgemeinen sich anders gegen die

Luft verhalten. Als ich am andern Morgen meinen Apparat untersuchte, gab er mir eine ziemlich starke elektrische Ladung, und zwar hatte die Elektrizität ihre Natur nicht geändert. Von diesem Zeitpunkte an war der Vegetationsprozeß acht Tage lang ziemlich lebhaft, und während der Zeit beobachtete ich fleißig den Condensator, sowohl zu verschiedenen Stunden des Tages, wie auch am Abende nach Sonnenuntergange, eine Stunde später in der Nacht, und frühmorgens oder um Sonnenaufgang. Immer zeigte sich Elektrizität, in größerer oder geringerer Menge, je nach der Zeit, die verflossen war; nach Verlauf von zwölf Stunden betrug die Divergenz der Blätter mehr als einen Zoll, und immer nahm die Erde in den Kapfeln negative Elektrizität.

Nach Verlauf dieser letzten acht Tage trat anderes Wetter ein. Es drang eine große Feuchtigkeit in das Laboratorium, obgleich es auf das Vorsichtigste verschlossen worden war, und von nun an war es unmöglich, die geringste Menge von Elektrizität zu sammeln.

Es standen 12 andere Schalen bereit, in welchen ein anderer Vegetationsprozeß angefangen hatte, und da er sehr lebhaft war, während der frühere wegen der Trockenheit in Stocken gerieth, so glaubte ich, daß dieser neue Vegetationsprozeß mir sehr starke Anzeigen von Elektrizität geben würde; allein, mit aller Sorgfalt konnte ich nicht die geringste Spur erhalten. So durch das Wetter gehindert, blieb mir nur das Mittel übrig, das Laboratorium noch fester zu verschließen und darin mittelst eines absorbirenden Körpers den erforderlichen Grad von Trockenheit

zu erhalten. Es wurden daher mehrere Scheffel Aetzkalk, zu kleinen Stücken zerklopft, in dem sehr großen Gemache vertheilt und mehrere Kilogramme Chlorcalcium, in Untertassen vertheilt, neben die Schalen mit der Vegetation gestellt. Nachdem diese austrocknenden Substanzen fünf bis sechs Tage gewirkt hatten, war die Luft hinlänglich trocken, ungefähr wie früher im Märzmonate im Freien. Nun kamen alle elektrische Erscheinungen, selbst mit großer Intensität, wiederum zum Vorschein, und da ich gegen den Einfluß und den Wechsel der Witterung gesichert war, konnte ich die Versuche so oft anstellen, als nöthig war. Auf diese Art ließ ich zweimal Weizen wachsen, zweimal Kresse, einmal Levkoje und einmal Luzerne. Bei jeder Operation wurde die Entwicklung des Vegetationsprozesses und die der elektrischen Erscheinungen, welche denselben begleiteten, zehn bis zwölf Tage hindurch beobachtet.

Es zeigte sich ein sonderbarer Umstand, der nämlich, daß, wenn man, nach den drei oder vier ersten Tagen des Wachstums, den Condensator, nachdem man mit ihm eine Beobachtung gemacht hatte, entlud und ihn hierauf wieder gebrauchte, er schon innerhalb einer Sekunde geladen war. Es ist aber klar, daß die Sauerstoffmenge, welche sich bei einer schwachenden Vegetation, die nicht mehr als drei oder vier Quadratfuß bedeckt, innerhalb einer Sekunde verbindet oder entwickelt, so gering ist, einen so kleinen Bruchtheil von einem Milligramm ausmacht, daß die dadurch erregte Elektrizität am Condensator nicht merkbar werden kann. Daraus könnte man befürchten, daß diese Elektrizität einen anderen

Ursprung habe, von einer fremdartigen Ursache entwickelt worden sey; denkt man aber hierüber nach, so sieht man, daß, da die Erde trocken war, sie auch ein unvollkommener Leiter seyn mußte, und daß die sich in ihr anammelnde Elektricität auch zurückgehalten werden mußte. Diese war es dann, durch welche sich der Condensator lud. Um sich davon zu überzeugen, reichte es hin, mit dem Condensator, successive eine, zwei, drei oder mehrere Schalen zu verbinden, wo man dann sah, daß die Ladung mit der Zahl der Schalen stieg. Endlich brauchte man sie nur lange Zeit hindurch mit dem Boden zu verbinden, wo sie dann den Condensator nicht mehr luden, und ganze Stunden erforderlich waren, bevor sie ihm eine merkliche Elektricität mittheilten. Ohne Zweifel ist es das unvollkommene Leitvermögen der ausgetrockneten Erde, welche es bisher unmöglich machte, irgend eine Verschiedenheit in der Elektricität bei Tage und bei Nacht zu beobachten; obgleich ich darauf viele Sorgfalt verwandte, voraussetzend, daß, wenn die Entwicklung der Kohlensäure den Boden negativ elektrisch mache, die Entwicklung von Sauerstoff dagegen denselben positiv elektrisch machen müsse.

Diese ist auch vielleicht die Ursache der Entstehung einer andern Erscheinung, die ich noch nicht hinlänglich studirt habe, um sie erklären zu können. Innerhalb zwei bis drei Tage hörten die elektrischen Anzeigen zweimal auf und darauf zeigten sie sich in entgegengesetztem Sinne, d. h. die Schalen zeigten positive Elektricität und zwar fortwährend in schwa-

chem Grade während der ganzen übrigen Zeit des Wachsthum.

Faset man diese sämmtlichen Versuche zusammen, so gehen aus ihnen folgende Resultate hervor:

Ersflich, daß die Gase bei ihrer Verbindung unter sich oder mit starren und flüchtigen Körpern Elektrizität entwickeln.

Daß bei diesen Verbindungen der Sauerstoff immer positive Elektrizität entwickelt, der brennbare Körper, wer er auch sey, dagegen negative Elektrizität.

Und umgekehrt, wenn eine Verbindung sich trennt, befindet sich jeder ihrer Bestandtheile in einem entgegengesetzten elektrischen Zustande, da ihm die zuvor von ihm entwickelte Elektrizität fehlt. Diese Wechselfeitigkei zeigt, worin der Zustand des Entstehens von dem des Bestehens eines Körpers verschieden ist.

Es folgt zweitens daraus, daß die Wirkung der Pflanzen auf den Sauerstoff der Luft eine der anhaltendsten und mächtigsten Ursachen der Elektrizität in der Atmosphäre ist. Wenn man einerseits erwägt, daß ein Gramm reiner Kohle, beim Uebergange in Kohlensäure, so viel Elektrizität entwickelt, um eine Leidener Flasche zu laden, und andererseits, daß die Kohle, welche zum Wachstume der Pflanzen verbraucht wird, nicht weniger Elektrizität entwickelt, als die, welche frei verbrennt; so kann man daraus schließen, wie es meine Versuche geradezu zu beweisen scheinen, daß auf einer mit Gewächsen bedeckten Fläche von 100 Quadratmetern in einem Tage

mehr positive Elektricität erregt wird, 'als zur Ladung der stärksten elektrischen Batterie nöthig ist.

Dieser Ursprung der atmosphärischen Elektricität, einmal durch strenge Versuche erwiesen, bleibt nur noch zu untersuchen übrig, was aus ihr fernere wird, nach welchen Gesetzen und durch welche Eigenschaften sie sich in der Luft fortpflanzt, zerstreut, erhebt und in den höhern Regionen der Atmosphäre anhäuft. Ich habe über diesen Gegenstand schon einige Hauptangaben gesammelt und hoffe, daß meine übrigen Beschäftigungen mir erlauben, diese Arbeit fortzusetzen.

VI. Ueber die Elektricität, welche Metalldrähte bei Eintauchung in eine Flamme erhalten; von Hrn. Becquerel.

(Der Acad. d. Wiss. zu Paris am 23. Oct. 1827 mitgetheilt. Ann. de chim. et de phys. XXSVI. 328)

In der vorhergehenden Abhandlung beschäftigt sich Hr. Pouillet mit der bei Verbindung der Gase entwickelten Elektricität. Nach Erwähnung der fruchtlosen Versuche von Saussure und H. Davy, um bei der Verbrennung von Eisen oder Kohle in Sauerstoffgas oder Luft Elektricität zu erhalten, fügt er hinzu: „Kürzlich haben andere Physiker neue Versuche über die Elektricität der Flamme unternommen, aber die von ihnen gemachten Hypothesen, konnten sie nicht zur Wahrheit führen.“ Da dieser Satz, der sich zum Theil auf mich bezieht, glauben