ANNALEN DER PHYSIK.

JAHRGANG 1802, ZWEITES STÜCK.

I.

SCHREIBEN

des Herrn Dr. MARTINUS VAN MARUM
an Herrn ALEX. VOLTA,
Professor zu Pavia,

über

*die Versuche mit der electrischen Säule,
welche er und der Prof. PFAFF in dem Teyler-
schen Laboratorium zu Harlem im Nov.
1801 angestellt haben. *)*

Mein Herr!

Herr Pfaff, der auf seiner Rückreise von Paris nach Kiel den 8ten November hier eingetroffen ist, hat mir Ihren Brief vom 22sten October zugestellt, worin Sie mir den Vorschlag thun, mit ihm, mittelst der bekannten Apparate des Teylerschen Museums, einige Versuche im Großen über die Me-

*) Aus der Handschrift des Hrn. Dr. van Marum
übersetzt vom Herausgeber.

Annal. d. Physik. B. 10. St. 2. J. 1802. St. 2.

I

taß-*Electricität* der von Ihnen erfundenen Säule zu unternehmen, welche einige Physiker sehr eigentlich eine *galvanische Säule* nennen. Ich habe mich dazu sogleich bereitwillig erklärt; Ihr Vorschlag war mir gerade in diesem Augenblicke um so angenehmer, da ich selbst seit einigen Tagen meine Untersuchungen über die *Electricität* Ihrer Säule nach einem Plane wieder aufgenommen hatte, den ich mir, einer von mir entworfenen *Theorie* Ihrer Säule gemäß, (welche ich auch Herrn P f a f f mittheilte,) vorgezeichnet hatte. Zwar war ich, nach dem, was ich selbst im Juli an einer Säule von großer Oberfläche bemerkte, und was Sie mir in Ihrem Briefe vom 29ten August von Ihren Versuchen mitzutheilen die Güte gehabt haben, beinahe völlig überzeugt, daß die Wirksamkeit der Säule lediglich electrisch ist; doch wich meine Theorie dieser Wirkungen von der Ihrigen ab, welche mir Herr P f a f f, Ihrem Auftrage gemäß, mittheilte. Um mit den Apparaten, welche unter meiner Direction stehn, auch jetzt, wie bisher, so viel als möglich zur Beförderung der Wissenschaft beizutragen, lud ich Herrn P f a f f, nachdem ich mich von seinem Eifer und seiner Kenntniß überzeugt hatte, auf Ihre Empfehlung ein, hier einige Tage zuzubringen, um mit mir, mit Hülfe der Apparate des Teylerschen Museums, und durch Versuche, die wir so viel als möglich ins Große treiben wollten, Ihre und meine Theorie in allen Beziehungen zu prüfen. Wir haben zehn volle Tage hierauf zugebracht. Das Anfertigen

einiger neuen Apparate, welche wir für nöthig hielten, und ein anderer Umstand, veranlaßten eine Unterbrechung von 3 Tagen. Wir endigten unsre Versuche am 20sten; und da Herr Pfaff Tags darauf abreiste, so eile ich, Ihnen sogleich die Resultate unsrer Untersuchungen mitzutheilen.

Ich fange mit der Beschreibung des Versuchs an, den Sie mir vorzüglich empfohlen haben, d. h., mit der *Ladung einer sehr grossen Batterie durch eine einzige sehr kurze Berührung mit der Säule*. Wir bedienten uns dazu eines Theils der grossen Teylerschen Batterie von 100 Flaschen, jede zu $5\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung, welche Sie in der zweiten Fortsetzung meiner Versuche mit der Teylerschen Electrirmaschine beschrieben finden *) Da wir besorgten, die Dicke des Glases, die im Durchschnitte ungefähr 1 Linie beträgt, könne die Ladung durch eine Electricität von so geringer Spannung, (*tension*), als die Ihrer Säule ist, verhindern, so versuchten wir zuerst, eine einzige der Batteriefaschen, und da dieses vollkommen gelang, noch 25 andere, einzeln durch die Säule zu laden. Nur eine einzige lud sich nicht gehörig, wahrscheinlich weil ihr Glas zu dick war.

Von diesen 25 Flaschen, die sich einzeln gehörig luden, verbanden wir zuerst 4 zu einer Batterie. Unsre Säule bestand aus 200 metallischen Platten-

*) *Seconde Continuation etc.*, p. 194. — Auch in den *Annales*, I, 68. d. H.

paaren, Silber, (holländischen 3-Guldenstücken, die ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser haben,) und Zink, und ihre Spannungen wurden durch ein sehr sorgfältig gearbeitetes Electrometer Bennet's untersucht, dessen Gang wir sehr regelmässig fanden. Eine einzige, noch so kurze Berührung reichte hin, um die Batterie von 4 Flaschen, mittelst der *ganzen Säule*, bis zu der nämlichen Spannung zu laden, welche die Säule hatte, und welche die Goldblättchen des Bennetschen Electrometers bis auf $\frac{1}{8}$ Zoll aus einander trieb. Wir setzten darauf eine Batterie von 9, dann von 16 Flaschen zusammen, und da beide gleichfalls durch eine einzige sehr kurze Berührung mit der Säule, bis zu einerlei Spannung mit ihr geladen wurden, vergrößerten wir die Batterie bis auf 25 Flaschen, welche zusammen $137\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung enthielten. Auch hier reichte eine einzige möglichst kurze Berührung mit der Säule hin, sie genau bis zu derselben Spannung, welche die Goldblättchen des Electrometers um $\frac{1}{8}$ Zoll aus einander trieb, zu laden. — Da nach diesen Versuchen 25 Flaschen, jede von $5\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung, sich gerade so, wie eine einzelne solche Flasche durch eine noch so kurze Berührung mit Ihrer Säule luden; so läßt sich kaum zweifeln, daß dieses auch mit der ganzen Teylerschen Batterie von 550 Quadratfuß Belegung, der Fall seyn werde. Wir würden dieses auch in der That versucht haben, wenn uns nicht der große Zeitaufwand bei einem solchen Versuche in der jetzigen

Jahreszeit, wo die ganze Batterie in ein heizbares Zimmer hätte müssen hinüber geschafft werden, davon abgehalten hätte; um so mehr, da Herr Pfaff in einigen Tagen Harlem wieder verlassen mußte, und uns noch eine große Zahl von Versuchen übrig war, die wir für wichtiger hielten. Liegt Ihnen indess etwas daran, daß wir wirklich die ganze Teylersche Batterie auf diese Art zu laden versuchen, so bin ich gern dazu in einer schicklichern Jahreszeit erbötig.

Wir untersuchten nun, wie unsere Batterie von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung durch *Theile* derselben Säule geladen werden würde. Es war zu dem Ende an die Zinkplatte jedes zwanzigsten Plattenpaares ein Häkchen angelöthet, an das wir den isolirten Draht, mittelst dessen wir die Säule mit der Batterie in Berührung brachten, mit Bequemlichkeit anbringen konnten. Da erst am 40sten Plattenpaare, von unten herauf gerechnet, eine Divergenz des Bennetschen Electrometers bestimmt wahrzunehmen war, (sie betrug 1 Linie,) so war es hier, wo wir die Säule mit der Batterie auf die erwähnte Art zuerst in eine augenblickliche Berührung setzten. Die Batterie fand sich dadurch wieder bis zu derselben Spannung wie die Säule, (von 1 Linie Divergenz,) geladen. Darauf wurde die Batterie mit dem 60sten, 80sten, 100sten, 120sten, 140sten, 160sten und 180sten Plattenpaare auf einen Augenblick eben so in Verbindung gesetzt; und immer fand sich die Batterie dadurch bis zu derselben Spannung gela-

den, welche das Electrometer an dem Plattenpaare zeigte, mit dem wir die Batterie in augenblickliche Berührung gesetzt hatten.

Da in jedem der metallischen Plattenpaare unserer Säule, das Silber unten, der Zink oben lag, so hatte die Säule die *positive* Electricität oben, und theilte diese der innern Belegung der Batterie mit, welches stets mit den obern Enden der Theile der Säule, die wir anwandten, in Berührung gebracht wurde. Wir kehrten darauf die Säule um, so daß das Silber der einzelnen metallischen Plattenpaare oben, der Zink unten war, und wiederholten nun die vorigen Versuche mit der ganzen Säule, und in verschiedenen Höhen derselben. Auch so wurde stets die Batterie durch eine einzige Berührung bis zu der Spannung des Plattenpaars, mit dem wir sie in Verbindung gesetzt hatten, gebracht.

Wir schritten nun zu den *Schlägen* oder den *Sensationen*, welche die in verschiedenen Höhen der Säule geladene Batterie, beim Entladen bewirkt. Dazu bedienten wir uns zweier Leiter aus Kupfer, 2 Zoll im Durchmesser, die wir mit angefeuchteten Händen faßten. Als die Batterie am 20sten Plattenpaare geladen war, empfanden wir den Uebergang des Stroms aus dem Leiter in die Hand und aus der Hand in den Leiter sehr deutlich. Mein Freund van den Ende, der hier wohnt und sich sehr eifrig mit Physik beschäftigt, fühlte den Strom bis in die Handwurzel. Als die Batterie ferner mit 40, 60, 80, 100, 120, 140, 160, 180 und 200

Plattenpaaren geladen, und auf dieselbe Art wie zuvor entladen wurde, vermehrte sich die Wirkung der Entladung auf unsern Körper in dem Maasse, wie die Plattenpaare zunahmen. Bei 40 Paaren fühlten wir wahre Schläge, (*Secouffes*,) in den Handwurzeln; bei 60 Paaren waren die Schläge in den Ellenbogen sehr merklich; durch die ganze Säule von 200 Paaren geladen, gingen die Schläge mit vieler Heftigkeit bis in die Schultern. — Doch waren die Erschütterungsschläge der Batterie minder stark, als die des Theils der Säule, welcher die Ladung hergegeben hatte. Wir schätzten den Schlag einer von allen 200 Plattenpaaren der Säule geladenen Batterie, dem einer Säule von 100 Plattenpaaren gleich, und so überhaupt den Entladungsschlag der Batterie ungefähr immer so stark, als den einer Säule von halb so viel Platten, als die, womit die Batterie geladen worden war. Es wäre etwas sehr Ueberflüssiges, Sie von den Ursachen dieser Ungleichheit des Schlags der Batterie und der Säule bei Ladungen von gleicher Spannung unterhalten zu wollen, da diese Ursachen sich jedem, der die Electricität studirt hat, sogleich darbieten.

Beide Reihen von Versuchen glaubten wir nun bis auf einen Punkt verfolgt zu haben, daß sie nichts zu wünschen übrig ließen. Wir setzten daher jetzt neben unsere Batterie von 25 grossen Flaschen die *kleine Teyler'sche Electrifikationsmaschine*, welche eine Scheibe von 31 Zoll Durchmesser, und die neue Einrichtung hat, die ich 1791 in einem Briefe an

Herrn Ingenhousfs beschrieben habe,) um zu versuchen, wie viel Berührungen des Leiters dieser Maschine nöthig seyn möchten, um die Batterie bis zu derselben Spannung, als mit der Säule, zu laden. Dieser Versuch erforderte eine besondere Vorsicht, damit nicht die Berührung mit dem Conductor, der Batterie mehr Electricität mittheilte, als die Maschine während dieser Berührung hergab. Hätten wir Batterie und Conductor ohne weitere Vorsicht mittelst eines starken isolirten Drahts, (dessen eines Ende das Innere der Batterie wohl berühren, und dessen anderes Ende dem Leiter der Maschine isolirt genähert werden muß,) in eine augenblickliche Berührung setzen wollen, so würde der Draht einen starken Funken erhalten, und dieser der Batterie eine zu große Menge von Electricität mitgetheilt haben, die sich im Leiter während einer gewissen Zeit, z. B. während einer Umdrehung der Scheibe, angehäuft hätte, während hier die Frage war, wie viel Electricität durch die Wirkung der Maschine *während* einer einzigen Berührung, der Batterie mitgetheilt werde. Um dieses mit einiger Genauigkeit zu finden, setzte ich den Leiter der Maschine mit dem Fußboden in leitende Verbindung, indem ich ihn mit ei-

*) Man findet diesen Brief im *Journal de Physique*, Juin 1791, Vol. 38, p. 447, [übersetzt in Gren's *Journal der Physik*, 1791, B. 4, S. 1,] und in meiner *Seconde continuation des expériences faites avec la machine Teylerienne*, p. 292. v. M.

dem Finger berührte, und übte mich darauf, den Finger in demselben Augenblicke fortzuziehen, als ich den erwähnten starken Draht mit dem Leiter in Berührung brachte. Nachdem ich darin eine solche Fertigkeit erlangt hatte, daß wir sicher waren, der Batterie werde durch eine Berührung des Leiters mit dem Drahte nicht mehr Electricität zugeführt, als die, welche die Maschine gerade während des Augenblicks der Berührung hergab; beobachteten wir, ob eine einzige solche Berührung die Batterie schon bis auf einen Grad lade, den das Electrometer anzeige, und da das nicht der Fall war, wie viel solcher Berührungen erfordert würden, um der Batterie eine eben so starke Ladung zu geben, als sie durch eine einzige Berührung von der Säule erhalten hatte. Bei wiederholten Versuchen schienen uns 6 Berührungen des Leiters, die Batterie bis zu derselben Spannung zu laden, als eine einzige Berührung der Säule.

Nun habe ich aber in meiner Beschreibung dieser Maschine durch entscheidende Versuche dargethan, (*Seconde continuat.*, p. 326, und *Journal de Phys.*, Vol. 38, p. 455,) daß die Kraft dieser Maschine ungefähr halb so groß ist, als die, welche die große Teylersche Maschine in ihrem anfänglichen Zustande hatte; woraus folgt, daß eine Ihrer Säulen aus 200 metallischen Plattenpaaren, um eine Batterie bis zu erwähnter Spannung zu laden, *dreimal so viel* electrifches Fluidum hergebe, als die große Teylersche Maschine in ihrem ersten Zustan-

de von 1785 bis 1789 darzureichen vermochte. Seitdem hat die große Maschine, durch die Reibzeuge von neuer Einrichtung, die ich 1790 anbringen ließ, und durch Gebrauch des Kienmayer'schen Amalgama, für das Laden der Batterie eine fünffache Stärke wie zuvor erhalten, wie sich aus Versuchen im März 1790 zeigte, da ich damahls die große Batterie von 550 Quadratfuß Belegung wiederholt durch 90 Umdrehungen der Scheiben bis zum höchsten Grade, den das Glas zu ertragen vermochte, lud. *) Folglich steht die Kraft Ihrer Säule von 200 Plattenpaaren, große Batterien zu laden, zu der Kraft der großen Teyler'schen Electrirmaschine in ihrem jetzigen Zustande, Batterien bis zu derselben Spannung zu laden, im Verhältnisse von 5 : 5. Die Jahreszeit verhinderte mich, beide jetzt durch einen Versuch direct mit einander zu vergleichen, da das Teyler'sche Museum sich nicht heitzen läßt, und leider auf einem sehr feuchten Boden steht. Ich muß daher einen solchen directen Versuch bis zum Frühjahre verschieben, wo bei der Trockenheit der Luft, sich die der Wirkung der Maschine so hinderliche Feuchtigkeit größtentheils verliert.

Zuletzt verglichen wir noch die Empfindungen oder *Schläge*, welche die Batterie beim Entladen

*) *Seconde continuat.*, pag. 216, und mein Brief an Herrn Landriani im *Journ. de Phys.*, Vol. 38, pag. 109, [überetzt in *Gren's Journ. der Physik*, B. 2, S. 167.]

giebt, wenn sie durch Berührung mit dem Leiter der Electrirmaschine und durch Berührung mit der Säule bis zu gleichen Spannungen geladen ist. Genaue und wiederholte Versuche zeigten zwischen beiden schlechterdings keine bemerkbare Verschiedenheit.

So glaubten wir nun diesen Versuch so weit und mit so vieler Genauigkeit, als immer zu wünschen war, verfolgt zu haben. Da die Wirkungen der Ladungen einer so ansehnlichen Batterie durch Ihre Säule, und durch eine kräftige Electrirmaschine, in allen Beziehungen vollkommen dieselben sind, so schmeicheln wir uns durch einen Versuch im Großen die Identität des strömenden Fluidums, welches durch Ihre Säule, und des Fluidums, das durch eine Electrirmaschine in Bewegung gesetzt wird, auf eine so entscheidende Art dargethan zu haben, daß niemand, er sey denn durch Vorurtheile oder von der gegentheiligen Meinung geblendet, hinfüro an der Identität der Strömungen in diesen beiden Apparaten zweifeln kann. Wir schmeicheln uns daher dem *Galvanismus*, als der Annahme eines eigenthümlichen Fluidums, das in Ihrem Apparate wirksam seyn sollte, den Todesstoß gegeben zu haben: denn unfre Versuche, verbunden mit den Ihrigen, scheinen mir die Wirkung eines eigenthümlichen, sogenannten *galvanischen* Fluidums, auch in allen andern sogenannten *galvanischen* Versuchen sehr zweifelhaft zu machen, oder vielmehr zu widerlegen. Denn giebt man zu, daß die

Wirkung Ihrer Säule, welche durch den Contact zweier sich berührender Metalle erzeugt wird, im Großen untersucht, (wie wir es gethan haben,) augenscheinlich *rein-electrisch* ist; so haben wir, da sich alle andern sogenannten *galvanischen* Versuche gleichfalls durch die Wirkung zweier verschiedner Metalle oder anderer Körper, deren man sich in ihnen bedient, erklären lassen, keinen Grund, in ihnen die Wirkung einem eigenthümlichen Fluidum zuzuschreiben, dessen Existenz man allzu leicht angenommen hat.

Es ist daher zu hoffen, daß einige Aerzte bald von ihren allzu gewagten Theorien über die Wirkung eines Fluidums, *Galvanique* genannt, auf den menschlichen und überhaupt auf den thierischen Körper, zurückkommen werden, da diese Theorien, hätte man ihnen zufolge neue Heilmittel angewandt, wahrscheinlich in Krankheiten von schädlichen Folgen gewesen seyn würden. — Da die Wirkungen der Säule, welche mit vollem Rechte Ihren Namen trägt, im Großen untersucht, *rein-electrisch* sind, so scheint mir überdies die wahre Benennung derselben die: *electrische Säule*, (*Colonne electrique*,) zu seyn, und ich hoffe, daß sich die Physiker vereinigen werden, Ihren Apparat hinfüro, zur Ehre seines Erfinders, die *electrische Säule Volta's* zu nennen.

Sie sehn hieraus, mein Herr! daß ich von der Meinung ganz zurückgekommen bin, die ich Ihnen in meinem Briefe vom 9ten Juni, bei Ueberfendung

des Programms unrer Societät, äufserte. Damahls schrieb ich Ihnen: „Ich zweifle sehr, dafs die Erscheinungen der Säule lediglich von dem gestörten electricischen Gleichgewichte abhängen,“ — und mein Zweifel veranlafste die batavische Societät der Wissenschaften, am 23ten Mai dieses Jahres folgende Preisfrage aufzugeben: „Läfst sich Volta's Säule aus den bekannten Gesetzen oder Eigenschaften der Electricität hinlänglich erklären, oder müfs man daraus auf die Existenz eines eigenthümlichen, vom electricischen verschiednen Fluidums schliessen?“ Der Versuch dreier Mitglieder des National-Instituts, Fourcroy's, Vauquelin's und Thenard's, der in der Notiz von den Arbeiten der mathematischen und physikalischen Klasse während des zweiten Trimesters des J. 9 beschrieben wird, schien mir damahls imposant zu seyn, und machte mich geneigt, ein eigenthümliches Fluidum anzunehmen, das in Ihrer Säule mitwirke, weil ich das Resultat dieses Versuchs mir nicht anders zu erklären wufste. Was ich indefs im Juli und August sah, erregte mir schon grofse Zweifel gegen diese Annahme, und, was ich jetzt wieder beobachtet habe, macht, dafs ich sie ganz verwerfe.

Die Versuche, welche ich so eben beschrieben habe, beweisen überdies noch im Grofsen, und auf eine sehr entscheidende Art, einen andern Hauptpunkt in der Theorie Ihrer Säule, nämlich: *dafs der Strom, den Ihre Säule erregt, eine unglaubliche Geschwindigkeit hat*, die alle unfre Begriffe über-

steigt. Dieses zeigt sich nämlich besonders dadurch, daß eine so große Batterie, von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung, durch eine einzige, möglichst kurze, (kaum $\frac{1}{10}$ einer Sekunde dauernde) Berührung mit dem Verbindungsdrahte Ihrer Säule, bis zu einerlei Spannung mit der Säule selbst geladen wurde. Nach diesem Versuche darf man sich gewiß nicht länger verwundern, daß Ihr Apparat durch seine ununterbrochne Wirksamkeit, Wirkungen hervorbringt, dergleichen man durch gewöhnliche Electrirmaschinen nie erhalten hat; z. B. die so schnelle Zersetzung des Wassers. Keine der bekannten Electrirmaschinen, nur die große Teyler'sche ausgenommen, vermag einen stetig wirkenden Strom zu erzeugen, der dem Ihrer Säule einigermaßen nahe käme. Aus diesem Grunde hat man in ihr ein mächtiges Mittel, mehrere Wirkungen hervorzubringen, die viel zum Fortgange der Physik beitragen können.

Diese letztere Ueberlegung spornte mich an, mich zu bemühen, die Kraft ihrer Säule zu verstärken. Gleich anfangs hatte ich darauf gedacht, die Säule besser zu isoliren, als das gewöhnlich geschieht. Ich stelle sie zu dem Ende auf eine dicke Scheibe von Gummilack, und halte sie in ihrer senkrechten Lage durch 2 Zoll lange, horizontale Siegelackstangen, die an cylindrische Holzstäbe befestigt sind. In 4 hölzerne Pfosten, welche um die Säule in einiger Entfernung stehn, sind von 4 zu 4 Zollen,

runde Löcher horizontal gebohrt, und durch diese gehen die cylindrischen Holzstäbe gedrängt, welches den Vortheil gewährt, daß dasselbe Gestell, da es lediglich aus den 4 Pfosten mit zwei viereckten 12zölligen Brettern, eins oben, das andere unten, besteht, zum Isoliren von Säulen von sehr verschiedenem Durchmesser zu brauchen ist. Der guten Isolirung meiner Säulen in diesem Gestelle schreibe ich es größtentheils zu, daß sie wirksamer sind, als die Säulen der meisten andern Physiker, so viel ich davon gelesen oder gehört habe. Selbst Herr Pfaff war über die mächtige Wirkung der ersten Säule verwundert, welche wir aus holländischen 3-Guldenstücken, aus Zinkplatten von gleicher Größe, nämlich $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, und aus Tuchscheiben aufbauten, die in einer gesättigten Salmiakauflösung getränkt waren. Wir sahen einmahl, daß eine Säule von 60 Schichtungen einen Eisendraht, der im Handel mit No. 16 bezeichnet wird und $\frac{1}{40}$ Zoll im Durchmesser hat, an seinem Ende eine Linie lang zum Rothglühen brachte und schmolz. Um darzuthun, daß Isolirung zum größten Effecte der Säule nothwendig ist, brachten wir an der Seite einen Streifen nasser Pappe an, und sogleich war die Wirkung beträchtlich vermindert. Der Erschütterungsschlag einer auf die angegebne Art isolirten Säule von 200 Plattenpaaren afficirt den ganzen Körper, und ist so heftig, daß ihn nicht leicht jemand zum zweiten Mahle verlangt. Von den andern mächtigen Wirkungen dieser Säule sage ich

nichts, um Sie desto umständlicher von den Wirkungen einer Säule von gröfserer Oberfläche, die wir aufbaueten, zu unterhalten.

Sobald ich im *Moniteur* vom 5ten Messidor dieses Jahres, die Versuche von Fourcroy, Vauquelin und Thenard über die Schmelzung von Eisendraht durch eine Säule aus Kupfer- und Zinkplatten von gröfser Oberfläche, gelesen hatte, liefs ich mir 32 Kupferplatten und eben so viel Zinkplatten, in Quadratform von 5 Zoll Seite und $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien Dicke, verfertigen, um, nach ihrem Beispiele, durch genaues Aneinanderlegen von je 4 und 4 Platten, daraus eine 10 Zoll breite Säule von 8 metallischen Plattenpaaren zusammensetzen zu können. Diese wurde zuerst aufgerichtet, und dann aus einander genommen, um daraus eine 5 Zoll breite Säule von 32 Plattenpaaren aufzubauen. Damit diese Platten sich durchgängig gehörig berühren möchten, war ihre Oberfläche mit Sorgfalt ge- ebnet worden. Das Tuch zu beiden Säulen hatten wir mit einerlei gesättigter Salmiakauflösung getränkt. Die Wirkung der 5 Zoll breiten Säule von 32 Plattenpaaren übertraf die der 10 Zoll breiten Säule von 8 Schichtungen bei weitem. Es glückte mir im vergangen August, vom Eisendrahte No. 16, der $\frac{1}{2}\frac{1}{6}$ Zoll im Durchmesser hat, mit ersterer 5 Zoll gänzlich zu Kügelchen zu schmelzen, und 7 Zoll zum Rothglühen zu bringen.

Diese auferordentliche Wirkung der 5 Zoll breiten Säule bestimmte mich, sie bis auf 50 Plattenpaare

paare zu vermehren; allein der Erfolg entsprach meiner Erwartung nicht. Sie leistete jetzt weniger als zuvor. Da ich dieses anfangs darin suchte, daß die hinzugekommenen Platten nicht mit gleicher Sorgfalt als die übrigen geebnet worden waren, ließ ich dieses nachhohlen und noch 20 Plattenpaare dazu machen. Diese Säule von 70 Schichtungen war fertig, als Herr Pfaff zu mir kam. Um mit ihm die Wirkung Ihrer Säule möglichst im Großen zu untersuchen, ließ ich während seines hiesigen Aufenthalts die Zahl der Plattenpaare noch vermehren. Wir errichteten daraus die erste Säule am 20ten November. Als sie aus 25 Plattenpaaren bestand, schmolz sie vom Eisendrahte No. 16 eine Länge von 4 Zoll; da wir sie aber bis auf 50 Plattenpaare vermehrt hatten, und nun ihre Wirkungen wieder untersuchten, zeigten sich diese schwächer als an der halb so hohen Säule. Wir waren schon zuvor darauf aufmerksam geworden, daß die Pappscheiben, deren wir uns zu diesem Versuche bedienten, mit der Salmiakauflösung recht gut angefeuchtet seyn müssen, um die volle Wirkung einer Säule zu erhalten, und trafen daher jetzt leicht den wahren Grund: daß nämlich der zu große Druck des obern Theils der Säule auf den untern, aus den Pappscheiben dieses Theils die Feuchtigkeit zu stark ausgepreßt, und sie zu trocken gemacht hatte: denn als wir die obere Hälfte der Säule abhoben, zeigte sich in der That, daß die untere nicht mehr halb so stark wirkte, als ehe wir die übrigen 25 Plattenpaare

darauf gelegt hatten, indess diese obere Hälfte der Säule allein dieselbe Wirksamkeit im Drahtschmelzen, wie zuvor die untere zeigte.

Da uns dieser Versuch überzeugte, daß sich aus unsern breiten, $1\frac{1}{2}$ bis 2 Linien dicken Platten keine Säule von beträchtlicher Höhe errichten lasse, welche eine der Plattenmenge proportionale Wirksamkeit hätte, weil das Gewicht der Säule die Feuchtigkeit aus den untern Platten allzu sehr auspresst; so versuchten wir, die Säule in mehrere einzelne zu theilen, und diese auf eine leichte und einfache Art so mit einander zu verbinden, daß sie zu allen Versuchen noch bequemer als eine einzige sehr hohe Säule würden. Wir vertheilten zu dem Ende unsere Plattenpaare, 110 an der Zahl, in vier mit einander verbundene Säulen, deren Construction und Verkettung die beigelegte Zeichnung, (Taf. III, Fig. 1,) so deutlich darstellt, daß sie weiter keiner Beschreibung bedürfen. Die Kupferplatte unter den beiden Säulen *C* und *D* ist mit einem hervorstehenden Rande rings umgeben, damit die aus den feuchten Pappscheiben herabträufelnde Salmiakauflösung nicht auf die darunter liegende isolirende Harzplatte fließe und die Isolirung beider Säulen aufhebe. Auch sehen Sie sogleich, daß es überflüssig gewesen wäre, die Säulen *A* und *B* zu isoliren. Um die Wirkung aller vier Säulen zu erhalten, wurde der Communicationsdraht mit den Enden der beiden äußern Säulen *A* und *D* in Berührung gesetzt. Nahmen wir die Kupferplatte fort, welche die Säulen

B und **C** mit einander verband, so konnten wir die Wirkung der Säulen **A** und **B** oder **C** und **D** allein beobachten.

Diese Säulen haben uns folgende Beobachtungen an die Hand gegeben:

1. Die beiden Säulen **A** und **B**, welche zusammen aus 50 Plattenpaaren Kupfer und Zink bestanden, brachten 8 Zoll vom Eisendrahte No. 16 stark zum Glühen, und schmolzen sie größtentheils.

2. Die beiden Säulen **C** und **D**, welche zusammen 60 Plattenpaare enthielten, und deren Kupferscheiben etwas dünner als die der beiden ersten Säulen waren, brachten 6 Zoll Draht zum Rothglühen. Ihre mindere Wirkung erklärten wir uns daraus, daß ihre Pappscheiben nicht gehörig genäht waren.

3. Die vier Säulen vereinigt brachten 32 Zoll von demselben Drahte zum Rothglühen.

4. Da es bei einer so großen Länge eines so dünnen Eisendrahts sehr schwer hält, die obere Platte der Säule, besonders an ihrem Rande, wo die Wirkung gewöhnlich am stärksten ist, mit dem Drahte gehörig zu berühren; so befestigten wir an die Drähte Nadeln, die an ihnen senkrecht herabhängen, und mit deren Spitzen sich die obere Platte an jeder beliebigen Stelle berühren ließ. Auf diese Art schmolz indeß nicht ganz so viel Draht, wie zuvor, obschon der Unterschied nicht sehr merklich war.

5. Wir untersuchten darauf, ob zwischen den ausfahrenden und den einfahrenden Funken eine merkliche Verschiedenheit statt findet, wie einige behauptet haben. Zu dem Ende setzten wir eine Schale mit Quecksilber auf die obere Platte einer der beiden äußern Säulen, verbanden Quecksilber und Platte durch einen Eisendraht, brachten den Communicationsdraht mit der obern Platte der andern äußern Säule in Berührung, und näherten bald die Spitze einer vom andern Ende desselben an dünnem Drahte herabhängenden Nadel, bald dieses minder spitze Ende des Communicationsdrahts selbst, dem Quecksilber. Darauf wurde die Schale mit Quecksilber auf die Endplatte der andern äußern Säule gesetzt, und der Versuch auf dieselbe Art wiederholt; und so wechselten wir mehrere Mal ab, wobei wir abwechselnd Funken erhielten, die aus dem Communicationsdrahte in das Quecksilber gingen, wenn dieses auf der Säule *A* stand, und solche, die aus dem Quecksilber, wenn es über *D* stand, ausfuhren und in das Ende des Communicationsdrahts eingingen; doch konnte weder ich noch mein Freund von den Ende, der mir bei diesem Versuche half, die mindeste Verschiedenheit zwischen den aus dem Communicationsdrahte ausgehenden, (positiven,) und den in ihn eingehenden, (negativen,) Funken wahrnehmen. In beiden Fällen erfolgten gleiche strahlende Funken, die man für electriche Strahlenbüschel hätte halten können, hätten sie sich nicht an beiden Enden der Säule gleich-

mässig gezeigt. Dafs die scheinbaren Strahlen dieser Funken vom Verbrennen des Drahtendes oder der Nadelspitze herrührten, wurde dadurch offenbar, dafs, als wir statt des Eisendrahts Platindraht nahmen, der nicht geschmolzen wird, die Funken an der einen wie an der andern Seite völlig ohne Strahlen erschienen.

6. Diese Versuche gewährten uns eine sehr schöne Erscheinung, welche die Aufmerksamkeit aller Liebhaber verdient, die sich durch physikalische Versuche interessante Schauspiele verschaffen wollen. Wenn wir das Quecksilber mit dem dünnen Drahte ohne Nadel berührten, so verbrannte das Ende dieses Drahts mit einer solchen Heftigkeit, dafs sich rings umher Funken verbreiteten, in tausenden von sichtlichen Strahlen, welche sehr schöne Sonnen, mehrere Zoll im Durchmesser, bildeten. Wenn wir dabei das Ende des Drahts langsam herabwärts bewegten, so konnten wir dieses schöne Schauspiel beliebig fortsetzen. Es stellt sich auch einigermassen ein, wenn man das Quecksilber mit einer Nadel berührt, ist dann aber von anderer Dauer, weil es, so wie die Nadelspitze abgeschmolzen ist, aufhört. Wir stellten diesen Versuch mit Drähten von No. 16, $\frac{1}{210}$ Zoll, von No. 11, $\frac{1}{150}$, und von No. 7, $\frac{1}{100}$ Zoll im Durchmesser, an. No. 11 gab an diesem Tage die grössten und glänzendsten Sonnen. Bei minderer Kraft der Säule gelingt der Versuch besser mit No. 16.

7. Nahmen wir Drähte, die zu dick waren, um geschmolzen zu werden, so oxydirte jeder Funke das Quecksilber an der Oberfläche, wo das Oxyd Flecke von mehr als einer Linie im Durchmesser bildete.

8. Das äussere Ende eines *Platindrahts*, von ungefähr $\frac{1}{8}$ Zoll Durchmesser, wurde zu einem Kugeln geschmolzen.

9. Die Funken, welche aus dem Ende des Communicationsdrahts ausfuhren, hatten mehr als $\frac{1}{8}$ Zoll im Durchmesser, wenn der Communicationsdraht nicht zu dünn war.

Nachdem diese Versuche die grosse Kraft unserer Säule dargethan hatten, untersuchten wir auch *a.* ihre *Spannungen*, *b.* die *Erschütterungsschläge*, welche sie ertheilte, und *c.* die *Ladungen*, die sie einer Batterie zuführte.

a. Die *Spannungen* dieser Säule und ihrer einzelnen Theile, wir mochten sie durch bloße Berührung mit dem empfindlichsten Electrometer, das ich befaß, oder mittelst des Condensators und eines minder empfindlichen Electrometers untersuchen, zeigten sich immer vollkommen gleich mit den Spannungen gleich vieler Plattenpaare einer Säule aus Silber und Zink von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser.

b. Die *Schläge* von gleich viel Schichtungen dieser beiden Säulen waren so ganz übereinstimmend, daß kaum irgend eine Verschiedenheit zwischen ihnen wahrzunehmen war.

c. Diese breite Säule lud unsere Batterie von $137\frac{1}{2}$ Quadratfuß Belegung, durch eine einzige Berührung genau bis zu derselben Spannung, bis zu welcher die vorige schmalere Säule sie bei gleich viel Schichtungen geladen hatte, und die Entladungsschläge der Batterie waren in beiden Fällen völlig dieselben.

Diese vergleichenden Versuche mit unsern beiden Säulen von $1\frac{1}{2}$ und von 5 Zoll Breite, zeigten uns, wie Sie sehn, was die Spannungen betrifft, mehr im Großen, dasselbe, was Sie schon an minder hohen Säulen bemerkt hatten: dass nämlich in Säulen von gleich viel Plattenpaaren, aber sehr verschiedenem Durchmesser, die Spannungen vollkommen dieselben sind, und dass eine Batterie von zwei solchen Säulen völlig gleich geladen wird. Wie ist es aber zu erklären, dass zwei Säulen, deren Spannungen so ganz gleich sind, und welche große Batterien so ganz gleichmäfsig laden, im Schmelzen der Metalle eine so verschiedene Wirkksamkeit äußern?

Um sich darüber gehörige Begriffe zu machen, muss man die Wirkungen isolirter und nicht-isolirter, (geschlossener,) Säulen wohl von einander unterscheiden. In einer nicht-isolirten Säule geht ein beständiger Strom von dem einen Ende der Säule zu dem andern durch den Leiter oder die Kette von Leitern, welche die beiden Enden der Säule in Verbindung setzt, und es in der isolirten Säule kein solches Strömen statu finden kann. Diese Unterscheidung zeigt sogleich, dass Gleichheit der

Spannung in isolirten, (nicht-geschlossnen,) Säulen nicht berechnen könne, eine Gleichheit des Stroms in beiden Säulen, wenn sie nicht isolirt sind, (im geschlossnen Zustande,) zu erwarten. Vielmehr muß man umgekehrt schliessen, daß, wenn der Strom in einer breiten nicht-isolirten Säule weniger Widerstand zu überwinden fände, als in einer schmälern, dieser Strom sich in der That wirklicher zeigen werde, wegen seiner beträchtlicheren Geschwindigkeit, die in dem Verhältnisse größer seyn muß, in welchem er weniger Widerstand zu überwinden hat. Nun aber zeigt die große Wirkung, welche eine breite Säule im Schmelzen von Metalldraht äußert, offenbar, daß die Geschwindigkeit ihres Stroms in der That viel größer ist, als die Geschwindigkeit des Stroms in einer Säule von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser; denn es ist aus den Versuchen mit Batterien bekannt, daß das Schmelzen des Drahts durch electriche Ströme von der Geschwindigkeit derselben abhängt, oder, (was auf eins heraus kommt,) von der Menge des electricen Fluidums, welche Entladungen in gleichen Zeittheilen durch den Draht hindurch führen. Es kommt daher nur darauf an, die Umstände oder Ursachen auszumitteln, unter welchen oder durch welche der Strom, den breite Säulen erregen, eine größere Geschwindigkeit erhält. Sollten diese aber wirklich allein darauf beruhen, daß die feuchten Stoffe, welche sich zwischen je zwei Plattenpaaren befinden und nur schlechte Leiter sind, in breiten Säulen, wegen ih-

rer größern Berührungsfläche, dem electrischen Strome einen geringern Widerstand, als in schmälern Säulen leisten, wie Sie dieses, nach dem, was Herr P f a f f mir darüber sagt, erklären?

Darüber stellten wir folgenden Versuch an. Wir errichteten zwei 5 Z. breite Säulen, jede von 12 Plattenpaaren. Die eine hatte lauter feuchte Pappstücke von der Gröfse der Metallplatten; in der andern befanden sich nur zwischen jedem Paare Metallplatten drei Pappscheiben von $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser. Die Spannung beider Säulen war zwar dieselbe; alle übrigen Wirkungen zeigten sich aber in der Säule mit den breiten Pappstücken viel stärker, und die stark glänzenden Funken kamen in ihr schon beim 5ten Plattenpaare von unten auf zum Vorscheine, indess in der ganzen andern Säule die Funken wenig oder gar nicht sichtbar waren. Dieses Resultat spricht unstreitig sehr für Ihre Meinung, oder thut doch wenigstens dar, daß die Gröfse der Oberfläche der feuchten Stoffe viel zu der Wirkung einer Säule beiträgt. — Wir vertauschten darauf die Pappstücke von der Gröfse der Metallplatten mit noch größern, welche überall über die Metallplatten hinaus ragten; allein dadurch wurde die Wirksamkeit der Säule nicht vermehrt, eher ein wenig geschwächt. Dieses beweist, daß die breiten feuchten Leiter zwischen den Metallplatten - Paaren nur in so weit besser, als schmälere leiten, oder wenigstens den Effect der Säule erhöhen, als sie mit den Metallplatten in Berührung sind, wie das, zufolge Ihrer

Meinung, zu erwarten war. Auch stimmt unfre Bemerkung, daß die Pappstücke in breiten Säulen recht nass seyn müssen, um gute Wirkung zu thun, sehr gut mit Ihrer Vorstellung überein, da sie, je nasser sie sind, desto besser leiten. Doch sehe ich noch keine hinreichend bewährte Ursache, den großen Unterschied der Wirkungen breiter und schmaler Säulen im Schmelzen und Oxydiren der Metalle lediglich dem Umstande zuzuschreiben, daß die feuchten Stoffe von großer Oberfläche besser als die von kleinerer Oberfläche leiten. Könnte nicht die Größe der Metallplatten selbst, durch ihre größere Capacität, die vielleicht im Verhältnisse ihrer Oberfläche steht, mit zur größern Geschwindigkeit des Stroms beitragen? Ich wünschte sehr, hierüber Ihr Urtheil zu hören.

Die Art, wie breite Säulen sich in den *Erschütterungsschlägen* äußern, weiß ich mit dem, was von anderwärts her bekannt ist, nicht recht zu vereinigen. Ich wiederholte nach Hrn. P f a f f 's Abreise die Versuche darüber mit zwei Säulen, jede aus 20 Plattenpaaren Kupfer und Zink, deren Pappstücke gleichmäßig mit Salmiak getränkt, und die überhaupt in nichts Wesentlichem, als lediglich in der Größe der Oberfläche der einzelnen Platten verschieden waren, indem die der einen $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser, die quadratförmigen der andern 5 Zoll Seite hielten. Die Schläge dieser beiden Säulen wurden von Mehrern sehr oft mit einander verglichen, ohne daß sie die mindeste Verschiedenheit zwischen

den Commotionen hätten wahrnehmen können. Wie läßt sich aber, bei der bekannten Wirkung der Ströme electricischer Entladungen, diese Gleichheit der Erschütterungen durch Ströme, welche im Schmelzen des Metalles eine so ganz verschiedene Wirkfamkeit haben, begreifen? Sind etwa auch die Commotionen electricischer Entladungen nicht in dem Verhältnisse heftiger, in welchem sie sich im Schmelzen der Metalle wirksam zeigen? Sie werden mir durch Erläuterungen über diesen Punkt ein wahres Vergnügen machen.

Um die *größte Wirkung einer breiten Säule* zu erhalten, kömmt es auf mehrere Umstände an; ganz vorzüglich auf den gehörigen Grad von Nässe der Pappstücke, die zwischen jedem Paare Metallplatten liegen. Zu viel Nässe ist eben so schädlich als zu wenig, und es ist sehr schwer, gerade den vortheilhaftesten Grad von Feuchtigkeit zu treffen. — Am besten dient zum Anfeuchten eine *kalte gesättigte Salmiakauflösung*; denn obgleich eine warme Auflösung mehr Salmiak enthält, so zeigte sie sich doch in einem Versuche minder wirksam als jene. Doch scheinen noch andere, bis jetzt unbekannte Umstände, auf die Wirkfamkeit einer breiten Säule gar sehr mit einzuwirken, und sie mehr oder minder unbeständig zu machen. Ich habe mir vorgesetzt, darüber genauere Untersuchungen anzustellen, um es desto sicherer dahin zu bringen, durch Vergrößerung Ihrer Säule die Kraft derselben

zu erhöhen. So wie es mir geglückt ist, im Teylerfchen Museum die kräftigste Electrirmaschine, die existirt, zu erhalten, und ihre Kraft, besonders im Laden der Batterien, in Folge einer besondern Untersuchung alles dessen, was die Wirkung der Reibezeuge vermehrt oder vermindert, sehr beträchtlich zu verstärken; so hoffe ich auch, daß eine zusammenhängende Untersuchung, die ziemlich im Großen geführt wird, über alles das, was auf die Wirksamkeit Ihrer Säule mit einfließt, uns Mittel an die Hand geben wird, die Wirkungen derselben beträchtlich zu verstärken und in breiten Säulen beständiger zu machen. Ich werde dieses um so weniger verabsäumen, da, wie wir oben gesehen haben, Ihre Säule für *chemische Zersetzungen* ein weit kräftigerer Apparat, als die Electrirmaschine ist, und wir dadurch auf sehr interessante Entdeckungen geleitet werden könnten, da zu erwarten ist, daß sie, bei Vermehrung ihrer Kraft, auch in diesen Wirkungen sich noch thätiger zeigen werde. Sobald ich mit dieser Untersuchung zu interessanten Resultaten werde gekommen seyn, theile ich sie Ihnen mit. Haben Sie einige Ideen, von denen Sie glauben, daß sie mir bei dieser Untersuchung von Nutzen seyn können, oder die Sie durch Versuche nach einem größern Maalsstabe, als dem Ihrer eignen Apparate, geprüft zu sehn wünschen, so bitte ich Sie, sie mir so bald als möglich mitzutheilen.

Noch habe ich Ihnen einige Versuche zu beschreiben, die wir hauptsächlich in der Absicht an-

stellten, um den Grund der größern Wirksamkeit von Säulen aufzufinden, deren feuchte Leiter Salmiak enthalten. Dafs wirklich der Strom einer Säule, deren Papp- oder Tuchstücke mit Salmiak getränkt sind, sich viel wirksamer zeigt, als der einer Säule, deren Papp- oder Tuchstücke mit Wasser oder mit Kochsalzauflösung genäßt sind, ist zwar hinlänglich bewiesen: um indess auch darüber einen vergleichenden Versuch anzustellen, errichteten wir zwei breite Säulen von 20 Plattenpaaren, eine mit Pappstücken in *Salmiak*, die andere mit Pappstücken in *Kochsalzauflösung* getränkt. Die erstere schmolz, wie gewöhnlich, 4 Zoll Eisendraht von No. 16 zu Kügelchen, indess die andere auch keine Liniedieses Drahts zum Schmelzen oder Rothglühen brachte. Eine dritte breite Säule, die wir nachher mit Pappstücken in *Wasser* getränkt aufrichteten, zeigte sich in Rücksicht der Funken noch minder wirksam.

Diese so vielmahl grössere Wirkung einer Säule, deren Pappscheiben mit Salmiak genäßt sind, läßt keinen Zweifel, dafs die Menge des electrischen Fluidums im Strome einer solchen Säule viel grösser ist, oder, (was auf eins hinaus kömmt,) dafs ihr Strom eine viel grössere Geschwindigkeit hat, als der einer Säule, deren Pappstücke mit Wasser oder mit Kochsalz befeuchtet sind. Es entsteht daher die Frage, durch welche Ursache diese grössere Menge von Fluidum oder diese grössere Geschwindigkeit im Strome einer solchen Säule bewirkt wird.

Mehrere schreiben die größere Wirksamkeit des Salmiaks dem Umstande zu, daß dieses Salz, nachdem es zersetzt worden, die Metalle oxydire. Daß sich der Salmiak in der Säule zersetzt, läßt sich allerdings nicht läugnen; dies beweist der starke Ammoniakgeruch, der sich bald, nachdem man eine solche Säule aufgebauet hat, und ganz besonders, wenn man sie wieder auseinander nimmt, um sie verbreitet. Auch werden die Oberflächen des Kupfers und des Zinks von der Salzsäure des zeretzten Ammoniaks stark oxydirt. Man sieht überdies, daß die Wirksamkeit der Säule in eben dem Verhältnisse nachläßt, in welchem die Oxydirung der Metallplatten abnimmt. Schon im Mai, wie ich Ihnen in meinem Briefe vom 10ten Juni erzählt habe, hatte ich eine Säule von 100 Plattenpaaren aus Silber, Zink und Tuchscheiben, die mit Schwefelsäure, mit 6 Theilen Wasser diluirt, getränkt waren, und welche die Metalle, besonders den Zink, sehr schnell oxydirte, aufgebauet. Sie that viel mehr Wirkung als eine andere von weit mehr Plattenpaaren, deren Tuchscheiben mit Kochsalzauflösung benäßt waren. Alle diese Versuche schienen mir für die Meinung zu sprechen, daß die Oxydirung der Metalle, als solche, sehr viel dazu beitrage, den Effect der Säule zu vermehren. Da ich indess dafür keine genügende Erklärung aufzufinden vermochte, so blieb es mir stets räthselhaft, ob sich nicht vielleicht eine andere bis jetzt unbekannte Ursache, oder irgend ein unbekannter Umstand zur

Oxydation gefelle, von dem die Vermehrung des Effects allein oder doch grösstentheils abhängt. Da auch Herr Pfaff nicht der Meinung war, daß die Oxydirung, als solche, zur Vermehrung des Effects viel beitrage; so entschlossen wir uns, hierüber so viel Versuche, als die Zeit seines hiesigen Aufenthalts erlauben würde, anzustellen.

1. Wir benetzten die Pappstücke mit *Schwefelsäure*, *Salpetersäure* und *Salzsäure*, die bald concentrirt, bald mehr oder minder diluirt genommen wurden, und bedienten uns zu den meisten dieser Versuche einer Säule aus 30 Plattenpaaren Kupfer und Zink, von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser; zu einigen auch einer Säule aus 10 Plattenpaaren von 5 Zoll Breite. Unfre Absicht war, durch diese Versuche auszumitteln, ob die Wirkung dieser verschiedenen Säulen in dem Verhältnisse zunehmen werde, wie sich eins oder beide Metalle in ihnen schneller oxydiren. Ich würde Ihnen eine Abschrift unsers Journals, das wir über diese Versuche führten, mittheilen, wäre dieser Brief nicht schon allzu lang. Auch ist es wohl hinreichend, Ihnen zu sagen, daß wir keinesweges weder die Spannungen, noch die Schläge, noch die Funken, in dem Grade sich vermehren sahen, worin die Oxydirung der Metalle geschwinder erfolgte; daß vielmehr im Gegentheile bei den Versuchen mit concentrirter oder verdünnter Salpetersäure, wo beide Metalle sich sehr schnell oxydiren, die obigen Wirkungen viel schwächer waren, als in einer ähnlichen zur Vergleichung die-

nenden Säule, deren Tuch- oder Pappstücke Salmiakauflösung enthielten.

Sie sehn, mein Herr! daß die Resultate dieser Versuche keinesweges der Meinung günstig sind, daß die Oxydirung, als solche, die Hauptursache des vermehrten Effects des Stroms in Säulen, die Salmiak enthalten, sey. Doch scheint mir, man könne aus ihnen noch nicht schliessen, daß die Oxydirung der Metalle durch den Salmiak schlechterdings *gar nichts* zur Vermehrung der Wirksamkeit beitrage, weil das in diesem Falle auf eine Art geschehen könnte, die von der Wirkungsart der Säuren verschieden, und fähiger wäre, den unbekannten Effect, der den Strom der Säule verstärkt, hervorzurufen. Auch könnte die Wirkung des Ammoniaks auf das Kupfer etwas dazu beitragen. — Um diese zu prüfen, benetzten wir die Pappscheiben einer Säule aus 50 Plattenpaaren Kupfer und Zink von $1\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, mit Ammoniak. Wir fanden alle Wirkungen des Stroms dieser Säule weit schwächer, als die einer ähnlichen Säule, deren Pappscheiben mit Salmiak genäßt waren.

2. Wir hielten es für besonders belehrend, über den Einfluß, den die Oxydirung der Metalle auf den Effect der Säule haben kann, *die verschiedenen Wirksamkeiten der Säule im luftleeren Raume, in verschiedenen Gasarten, die keinen Sauerstoff enthalten, und im reinen Sauerstoffgas* zu untersuchen. Zu diesen Versuchen diente uns eine Säule aus 60 Plattenpaaren Silber und Zink, $1\frac{1}{2}$ Zoll im Durchmesser,

fer, deren Tuchscheiben mit Salmiakauflösung genäßt wurden. Wir setzten sie auf den Teller einer Luftpumpe unter einem Glascylinder, der oben mit einer Lederbüchse versehen war; die Spindel derselben diente uns, die Säule oberwärts zu berühren. Nachdem wir die Spannung dieser Säule und die übrigen Wirkungen ihres Stromes, d. i., die Funken, die Commotionen, und die Wasserzersetzen sorgfältig beobachtet hatten, zogen wir aus dem Cylinder die Luft aus, wozu wir uns meiner Luftpumpe bedienten, die ich im J. 1798 beschrieben habe, *) und die sehr schnell exantirt, bis die Barometerprobe nicht mehr eine volle Linie hoch steht. Der Wasserdampf, der sich im luftleeren Raume aus der Feuchtigkeit der Säule bildet, erzielt indeß das Quecksilber in der Barometerprobe 5''' hoch. Es war am 17ten November, Vormittags, als wir diesen Versuch anstellten, und Herr Coquebert-Montbret, Commissär der französischen Republik zu Amsterdam, der als Freund der Physik bekannt ist, und mich an diesem Tage besuchte, war dabei gegenwärtig. Die Spannungen und alle erwähnte Wirkungen des Stroms dieser Säule waren im luftleeren Raume den in der atmosphärischen Luft von uns beobachteten so ganz gleich, daß es kaum, oder vielmehr gar nicht,

*) *Déscription des nouveaux appareils chimiques appart. au Muséum de Teyler*, übersetzt in den *Annalen*, I, 379.

möglich war, einen Unterschied zwischen beiden wahrzunehmen. Manchmal glaubten wir eine Verminderung der Funken im luftleeren Raume zu bemerken; dieses bestätigte sich aber nicht bei wiederholten Versuchen. Als wir die Luft in den Cylinder ließen, um wieder die Wirklichkeiten der Säule in der atmosphärischen Luft zu beobachten, und bald darauf die Luft wieder auszogen, schienen uns alle Effecte des Stroms der Säule eben so wenig verschieden, als im vorigen Versuche. Wir ließen sie während der Stunde unsers Mittagessens im luftleeren Raume, und untersuchten nach Tische ihre Wirklichkeiten aufs neue. Sie waren vollkommen dieselben wie zuvor.

Wir ließen nun *Kohlenstoff Wasserstoffgas* hinein, das ich, auf die in meiner *Descript. des appar. chimiques* etc, p. 64, angegebne Art, aus Olivenöl bereitet und in einem unrer Gazometer wohl verwahrt hatte, aus dem es sich auf eine bequeme Weise, ohne daß wir eine Untermischung mit atmosphärischer Luft zu fürchten hatten, in den Cylinder hineinleiten ließ. Als wir darauf die Spannungen, die Erschütterungen und die Funken der Säule untersuchten, fanden wir sie denen im luftleeren Raume und in der atmosphärischen Luft vollkommen gleich. — Wir pumpten dieses Gas wieder aus dem Cylinder heraus, und ließen *Stickgas* hinein, das ich im Frühjahr bereitet hatte aus atmosphärischer Luft, die über einen Teig aus Eisenfeil und Schwefel gesperrt, und durch denselben ihres Sauerstoff-

gas beraubt worden war. Auch in dieser Gasart zeigte sich die Wirkfamkeit der Säule in allen Beziehungen wieder völlig so, als in den vorigen Versuchen.

Nun wurde der Cylinder, nachdem er ausgeleert worden, auf dieselbe Art, wie zuvor, mit sehr *reinem Sauerstoffgas* gefüllt, das aus Braunstein übergetrieben war. Wir fanden, daß die Erschütterungen der Säule darin stärker, und die Funken viel gröfser, glänzender und leichter zu erhalten waren, als in irgend einem der vorigen Versuche. Wir pumpten den Cylinder aus, um diese Wirkungen mit denen im luftleeren Raume unmittelbar zu vergleichen, und waren nicht wenig verwundert, jetzt die Erschütterungen weit schwächer und die Funken weit kleiner, nicht blofs als im Sauerstoffgas, sondern auch als im luftleeren Raume der vorigen Versuche zu finden. Als wir zum zweiten Male Sauerstoffgas hineinliessen, erschienen alle Wirkungen wieder in derselben Stärke, wie das erste Mahl; und bei Wiederherstellung des luftleeren Raumes schienen sie wieder ungefähr bis zu demselben Grade, wie vorhin, geschwächt. Als wir endlich atmosphärische Luft in den Cylinder liessen, stellten sich die Wirkungen fast in demselben Grade als in den beiden vorhergehenden Versuchen wieder her.

Was soll man aus diesen Versuchen in den Gasarten und im luftleeren Raume schliessen, die wir uns schmeicheln mit möglichster Sorgfalt angestellt

zu haben, und welche uns doch so verschiedene Resultate über den Einfluß des luftleeren Raums auf die Wirksamkeit der Säule gegeben haben? Dieser Einfluß, der am Vormittage wenig oder gar nicht merklich schien, war am Nachmittage sehr bedeutend, ob schon viel daran fehlte, daß der luftleere Raum, der so vollkommen war, als man ihn nur erhalten kann, die Wirkung der Säule ganz aufgehoben hätte, wie das Mehrere beobachtet zu haben behaupten. Sollte der veränderte Zustand der Säule einige Stunden nach ihrer Errichtung, diesen Einfluß des luftleeren Raums auf die Wirksamkeit der Säule, der nur in den letzten Versuchen sich äußerte, bewirkt haben? — Sauerstoffgas, welches die Säule umgiebt, scheint nach den letztern Versuchen ihre Wirksamkeit zu erhöhen. Doch hängt die Wirksamkeit der Säule nicht bloß hiervon ab, wie Einige behauptet haben; das beweisen die ungeschwächten Wirkungen der Säule, die wir sowohl im luftleeren Raume, als im Stickgas und im Kohlenstoff-Wasserstoffgas wahrgenommen haben. Ich behalte es mir indessen vor, zu untersuchen, wie diese letztern mercurischen Gasarten auf die Säule wirken, wenn man diese längere Zeit darin läßt, auch diese Versuche im luftleeren Raume und in Gasarten, mit Säulen, deren Pappscheiben bloß mit Wasser, statt mit Salmiak, genäßt sind, zu wiederholen, weil die Wirkung solcher Säulen gleichförmiger ist.

3. Um den Einfluß der Oxydirung auf die Wirksamkeit der Säule von allen Seiten her zu erfor-

schen, baueten wir endlich noch Säulen auf, deren Pappscheiben mit Auflösungen benetzt wurden, die auf keine Art die Metalle zu oxydiren vermögen. Zu dem Ende tränkten wir die Pappstücke einer Säule, die aus 12 Plattenpaaren von 5 Zoll Breite bestand, mit einer möglichst concentrirten Auflöfung von *Kali*. Diese Säule war weit wirkfamer als eine ähnliche, deren Pappstücke wir in reinem Wasser genäfst hatten; die Funken wurden in ihr schon am 3ten Plattenpaare von unten her sichtbar, und oben am 12ten Plattenpaare zeigten sich strahlende Funken, während in der andern Säule die Funken erst am 11ten oder 12ten Plattenpaare kaum noch sichtbar wurden. Als wir jene Säule aus einander nahmen, fand sich, daß die polirten Flächen des Kupfers und des Zinks durch das *Kali* nicht verändert worden waren. — Die Wirkungen von Pappstücken, die wir mit flüssigem schwefelsauren *Kali* getränkt hatten, waren weit schwächer und von kürzerer Dauer.

Ich sehe, nach allen diesen Versuchen über den Einfluß der Oxydirung auf die Wirkfamkeit der Säule, nicht ab, daß sie uns gültige Gründe an die Hand geben, bestimmt zu läugnen, daß die Oxydirung der Metalle durch die Salzsäure, allein, oder in Verbindung mit der Wirkung des Ammoniaks, nicht etwas zur Wirkfamkeit der Säule beitragen könne. Ich wünschte sehr, zu erfahren, ob Ihre Versuche Ihnen mehr Aufklärung hierüber verschafft haben.

Zum Schlusse dieses Briefs hier noch die Resultate einiger Versuche, die ich in einer Vorlesung über Ihre electriche Säule anstellte, welche ich vorgestern im Teylerschen Saale gehalten habe.

Ich hatte unfre breite Säule aus 5zölligen Platten bis auf 200 Plattenpaare vermehrt; sie wurde in dieser Vorlesung zum ersten Male, in 6 Säulen vertheilt, aufgerichtet. Ungeachtet die 60 zuletzt verfertigten Kupferplatten nicht fehlerfrei waren, da ihnen, wegen Kürze der Zeit, noch nicht nachgeholfen war, und ein Mißgriff meines Gehülfen in der Wahl der Pappe mich nicht die volle Wirksamkeit dieser Säule erwarten liefs, so gelang es mir doch, mittelst ihrer 23 Zoll Eisendraht von No. 16 völlig zu Kugeln zu schmelzen, und 33 Zoll von diesem Drahte seiner ganzen Länge nach zum Rothglühen zu bringen.

Ich stellte zwei Säulen aus 20 Plattenpaaren Kupfer und Zink, die eine von 1 $\frac{1}{2}$ Zoll Durchmesser, die andere aus 5 Zoll breiten Platten, beide mit gleichmälsig geseuchteten Pappstücken neben einander, und bat mehrere meiner Zuhörer, die Schläge beider mit einander zu vergleichen. Keiner bemerkte zwischen beiden die mindeste Verschiedenheit.

Nach der Vorlesung nahm ich die breite Säule aus einander, und baute mit Beihülfe meiner Freunde L'Ange und van den Ende eine Säule aus 20 Plattenpaaren, jede 10 Zoll ins Quadrat, auf, wobei wir uns alle Mühe gaben, die Ränder der

4 Platten, woraus jede Platte dieser Säule zusammenge-
 setzt wurde, in genaue Berührung zu bringen, auch, um die Berührung zu vermehren, zwischen
 das Kupfer und den Zink jedes Plattenpaares noch
 eine sehr dünne Kupferplatte legten. Die Papp-
 stücke wurden, wie die der vorigen Säulen, mit Sal-
 miak genäht. Bei wiederholten Vergleichen
 der *Schläge* dieser 10 Zoll breiten Säule, mit den
 Schlägen der 1½zölligen Säule von gleich viel Plat-
 tenpaaren, konnten wir zwischen beiden nicht den
 geringsten Unterschied bemerken. *) — Vom Draht
 No. 16 vermochten wir mittelst ihrer nicht über
 5 Zoll zu schmelzen. Die Stärke der Säulen nimmt
 also nicht im Verhältnisse der Oberfläche ihrer Plat-
 tenpaare zu; denn diese war hier 4mahl grösser als
 in der 5zölligen Säule von 20 Plattenpaaren, und
 doch schmolz letztere 4 Zoll dieses Drahts, welches

*) Diese Versuche, mit denen auch Hr. Simon's
 Erfahrungen, (*Annales*, IX, 385,) übereinstim-
 men, widerlegen also völlig Biot's Behauptung,
 (oben S. 27 und 28,) über die Verschiedenheit der
 Erschütterungen breiter und schmaler Säulen, un-
 ter übrigens gleichen Umständen; eine Behaup-
 tung, die Biot überhaupt mehr auf seine Hypo-
 these von grösserer Geschwindigkeit des electri-
 schen Stroms in schmälern Säulen, als auf sorg-
 fältige vergleichende Versuche gestützt zu haben
 scheint, obgleich die Identität beider Erschütte-
 rungen recht wohl mit dieser Hypothese besteht
 und aus ihr sich vielleicht erklären liesse. d. H.

auch sehr gut mit den Versuchen übereinstimmt, die ich im August angestellt und oben, (S. 136,) angeführt habe.

Ich habe mir noch eine Menge anderer Versuche vorgesetzt, und behalte es mir vor, Ihnen die Resultate derselben in einem zweiten Schreiben mitzutheilen. Mit der vollkommensten Hochachtung u. s. w.

Harlem den 29sten Nov. 1801.