

I. *Ueber Hrn. De la Rive's Hypothese vom Rückstrom in der Volta'schen Säule;*

von J. C. Poggendorff.

(Gelesen in der Akademie am 26. Mai.)

In seinen *Recherches sur l'électricité voltaïque* hat Hr. De la Rive vor einigen Jahren eine Ansicht über den Vorgang in der Volta'schen Säule aufgestellt, und so viel bekannt, seitdem nicht zurückgenommen, die wesentlich von der aller übrigen Physiker abweicht. Statt nämlich diese, sie mögen sonst in Betreff des Ursprungs der Volta'schen Elektricität widersprechender Meinung seyn, wenigstens darin übereinstimmen, daß sie den Strom der einfach geschlossenen Säule als einen einzigen, unverzweigten ansehen, hält der berühmte Genfer Physiker sich zu der Annahme berechtigt, es finde von den Polen der Säule aus eine doppelte Entladung statt, einmal durch den Schließdraht, und dann durch die Säule selbst ¹⁾).

Dieser Ansicht gemäß ist zwischen einer geschlossenen und ungeschlossenen Säule kein wesentlicher Unterschied da. Beide sind geschlossen; nur läuft bei der, deren Pole nicht metallisch verknüpft sind, der Strom gänzlich in der Säule zurück, und da dieser Rückstrom dem rechtläufigen an Stärke gleich ist, so heben sie oder ihre Wirkungen einander auf, und damit sind denn alle sichtbaren Anzeigen einer elektrischen Strömung vernichtet. Verbindet man die Pole einer solchen Säule durch einen Metalldraht, so wird nicht erst ein Strom erzeugt,

1) Siehe Ann. Bd. XL. S. 517.

Poggendorff's Annal. Bd. LVI.

sondern nur dem Rückstrom ein neuer Abzugskanal eröffnet, und dieser, auf solche Weise abgeleitete Theil des Rückstroms, nicht der volle Strom, ist es, den wir bei allen unsern Versuchen beobachten.

Hr. De la Rive, der besonders durch das Studium der elektröskopischen Erscheinungen der Säule auf diese Hypothese geleitet worden ist, hält dieselbe für eine unumgänglich nothwendige Ergänzung der Lehre vom chemischen Ursprung der Volta'schen Elektricität, während Faraday, — sonst doch auch ein guter Anhänger dieser Lehre, — die genannte Hypothese nicht zu Hülfe zieht, sey es nun, dafs er sie nicht kennt, oder dafs er sie für überflüssig hält. Ueberhaupt scheint es nicht, dafs diese Hypothese bisjetzt viel Anerkennung oder Beifall gefunden habe. Vielleicht ist Hr. Lamé der Einzige, der sie adoptirt hat (in seinem *Cours de Physique*, Paris 1837 T. II. p. 179); die meisten Physiker erwähnen ihrer nicht, und einige derselben haben sich sogar tadelnd über sie ausgesprochen.

Von letzteren könnte ich zuvörderst Fechner nennen; indess, um nicht wieder bei Hrn. De la Rive in den Verdacht eines Hyperpatriotismus zu fallen, wie es nach den *Archives de l'électr.* No. 3. p. 534. zu urtheilen, der Fall gewesen ist, will ich lieber einen ausländischen Physiker reden lassen: ich meine Hrn. Vorselman de Heer, zu Deventer. Derselbe äufsert sich im *Bulletin des sciences physiques etc. en Néerlande*, 1839. p. 341 folgendermassen:

„Quant au principe, qui sert de base à la theorie de M. De la Rive, je veux dire la neutralisation des deux électricités à travers la pile elle-même, il est d'abord tout à fait gratuit, et me paraît d'ailleurs peu probable. En effet comment se faire une idée d'une recombinaison, s'opérant en même temps et par les mêmes moyens, qui ont produit la décomposition des fluides? Ce serait un mouvement, détruit par la cause

même qui l'a fait naître. La nature, ce me semble, aurait pu s'épargner cette peine; elle ne produit pas uniquement pour détruire; un tel mode d'action est contraire à tous ce que nous savons sur la nature des forces, qui régissent les phénomènes matériels, et tant que la théorie chimique aura besoin d'une pareille hypothèse pour se soutenir, les partisans de la théorie de Volta ne manqueront pas d'une arme puissante pour la combattre.»

Ich glaube man kann nicht anders als diesem Urtheile beipflichten. Selbst die Wahrscheinlichkeit der Hypothese ganz bei Seite gelassen, sind schon die Schlüsse, welche Hr. De la Rive aus ihr ableitet, von der Art, daß sie derselben eben nicht zur Stütze reichen. So z. B. sagt derselbe: *Sobald die Säule auch nur ein wenig besserer Leiter ist als der die Pole verbindende Körper, geht durch diesen nichts oder sehr wenig von dem Strom,* — eine Behauptung, die offenbar, wie auch Hr. Vorsselman bemerkt, aller Erfahrung widerspricht ¹⁾. Nicht viel besser verhält es sich mit einer anderen Folgerung des berühmten Physikers, mit der nämlich: *es müsse, bei gegebener Plattenfläche einer Säule, die Zahl der Plattenpaare immer so gewählt*

1) S. Ann. Bd. XL, S. 521. — Vielleicht hat man diesen Ausspruch nur für eine Uebereilung zu nehmen; denn einige Seiten weiterhin (S. 525.) äußert der Verfasser ganz richtig: *»Es ist nicht einmal nöthig, was Hr. Marianini voraussetzt, daß der (die Pole verbindende) Leiter so gut leite als die Säule, damit ein Antheil des Stroms durch ihn gehe; denn es ist eine wohlbekannte Eigenschaft des elektrischen Stromes sich immer in mehr oder weniger starkem Verhältniß in alle auf seiner Bahn liegende Leiter zu verbreiten, wie verschieden sie übrigens in der Leitungsfähigkeit auch seyn mögen.«*

Es ist indess zu bemerken, daß, genau genommen, der eine wie der andere Ausspruch bei Hrn. De la Rive nur eine bloße Mutmaßung ist, da derselbe nicht die Mittel kannte, die Leitungsfähigkeit einer Säule scharf zu bestimmen.

werden, daß die Säule an sich weniger gut leite, als der die Pole verbindende Körper ¹⁾. Dieser Satz hat zwar keine Thatsachen gegen sich; allein sehr zweifelhaft muß er jedenfalls erscheinen, da wir aus der Ohm'schen Theorie, die sich doch sonst so vielfältig bewährt hat, wissen, daß, in einem solchen Falle, der Strom das Maximum seiner Stärke erreicht, wenn die Säule *eben so gut leitet* als jener Körper.

Freilich bliebe noch die Richtigkeit der genannten Folgerungen zu erörtern; indefs, wie dem auch sey: bewiesen ist das Daseyn eines Rückstroms in der Säule nicht, und wahrscheinlich eben so wenig; aber es schließt auch nicht gerade eine Unmöglichkeit ein, und widerlegt ist dasselbe gleichfalls nicht. Da es nun, ganz abgesehen von der leidigen Frage über den Ursprung der Volta'schen Elektricität, für die Theorie der Säule von Wichtigkeit ist, mit Bestimmtheit zu wissen, ob ein Rückstrom in der Flüssigkeit existire oder nicht, und ob demgemäfs der im Schließdraht beobachtete Strom ein blofs partieller oder der volle der Säule sey, so schien es mir nicht überflüssig, die Hypothese des Hrn. De la Rive einer strengeren Prüfung zu unterwerfen, als sie bisher bestanden hat.

Zu einer solchen Prüfung bietet die Ohm'sche Theorie das sicherste Mittel dar. Diese Theorie ist an sich nicht unverträglich mit der De la Rive'schen Hypothese; aber indem wir sie mit dieser verknüpfen und die dann sich consequent ergebenden Folgerungen mit der Erfahrung vergleichen, können wir mit Bestimmtheit entscheiden, ob die erwähnte Hypothese zulässig sey oder nicht.

Zuvörderst ist wohl klar, daß das, was Hr. De la Rive von der Säule annimmt, auch von der einfachen Kette angenommen werden muß, und zweitens, daß wenn in der Flüssigkeit dieser Kette ein Rückstrom vorhanden

1) Ann. Bd. XI. S. 522.

ist, auf diesen dieselben Grundsätze anwendbar seyn müssen, welche man, ohne das Daseyn eines solchen Rückstroms, auf einen Draht anzuwenden hätte, der in der Flüssigkeit die Platten verbände. Unter diesen Voraussetzungen, durch welche in Bezug auf die Wirkungen des Schließdrahts die De la Rive'sche Hypothese keine Veränderung erleidet, haben wir also drei Ströme zu betrachten, den Hauptstrom in der Flüssigkeit und die beiden Zweigströme in den die Platten verbindenden Drähten, dem Draht in der Flüssigkeit und dem außerhalb derselben, dem gewöhnlichen Schließdraht. Bezeichnet man die Intensität des ersteren mit I' , die des zweiten mit I'' und die des dritten mit I , so hat man für diese Ströme die Ausdrücke:

$$I' = \frac{k'(r+r'')}{rr' + rr'' + r'r''}$$

$$I'' = \frac{k'r}{rr' + rr'' + r'r''}$$

$$I = \frac{k'r''}{rr' + rr'' + r'r''}$$

worin k' die elektromotorische Kraft der Kette, und r , r' , r'' , die den drei Intensitäten I , I' , I'' entsprechenden Widerstände, gezählt von den Platten der Kette an.

Diese Formeln schliessen an sich nichts Hypothetisches ein ¹⁾, und was ihre Anwendbarkeit auf den vorliegenden Fall betrifft, so kann auch diese nach der gemachten Bemerkung keinem Zweifel unterworfen seyn. Sie erleiden jedoch noch eine Vereinfachung, da man offenbar nicht annehmen kann, daß die Flüssigkeit in der einen Richtung eine andere Leitungsfähigkeit besitze als in der entgegengesetzten. Man muß also dem, zur Erläuterung, in der Flüssigkeit vorausgesetzten Draht gleiche

1) Sie ergeben sich aus den Formeln Ann. Bd. LIV. S. 179, wenn man darin $k''=0$ setzt, lassen sich aber auch leicht nach den allgemein bekannten Grundsätzen der Vertheilung elektrischer Ströme unmittelbar entwickeln.

Leitungsfähigkeit oder gleichen Widerstand wie die Flüssigkeit beilegen, d. h. $r'' = r'$ setzen, und geschieht dies, so werden die Formeln:

$$I' = \frac{k'(r+r')}{(2r+r')r'}$$

$$I'' = \frac{k'r}{(2r+r')r'}$$

$$I = \frac{k'r'}{(2r+r')r'} = \frac{k'}{2r+r'}$$

Aus diesen Ausdrücken ergeben sich nun folgende Schlüsse. Gemäfs der De la Rive'schen Hypothese ist der wirkliche Strom in der Flüssigkeit $= I' - I''$ und, wie man sieht, ist diese Intensitätsdifferenz gleich der Intensität I im Schliefsdraht. Diefs stimmt mit dem allgemein bewährten Gesetz, dafs der Strom einer elektrischen Kette in jedem seiner Querschnitte gleiche Intensität besitzt. Auch kommt die dritte Formel in sofern mit der Erfahrung überein, als nach ihr die Intensität I im Schliefsdraht zu- oder abnimmt, so wie der Widerstand r' der Flüssigkeit kleiner oder gröfser wird.

In diesen beiden Folgerungen führt also die De la Rive'sche Hypothese zu keinem Widerspruch mit den Thatsachen. Allein anders verhält es sich, wenn man den von ihr angezeigten Werth der Intensität des Stroms im Schliefsdraht näher in Betracht zieht.

Nach der gewöhnlichen Ansicht, nach welcher in der Flüssigkeit der Kette nur ein einfacher Strom vorhanden ist, besitzt dieser, gleich wie der im Schliefsdraht, die Intensität:

$$J = \frac{k'}{r+r'} \dots \dots \dots (1)$$

Nach Hrn. De la Rive wäre dagegen die letztere Intensität:

$$I = \frac{k'}{2r+r'} \dots \dots \dots (2)$$

also merklich kleiner. Diese Verschiedenheit bietet nun ein Mittel dar, über die Richtigkeit der De la Rive'schen Hypothese zu entscheiden.

Im ersten Augenblick könnte es scheinen, als brauchte man dazu nur die Intensität im Schließdraht einer Volta'schen Kette zu messen, und die gemessene Intensität mit der aus der einen oder anderen Formel berechneten zu vergleichen. Allein ein geringes Nachdenken zeigt, daß ein solcher Vergleich nur dann möglich wäre, wenn man die Größen k' , r' , r auf eine unabhängige Weise finden könnte. Da dies aber nicht der Fall ist, man vielmehr die Größen k' , r' , d. h. die elektromotorische Kraft der Kette und den Widerstand in deren Flüssigkeit, nur in Function des Widerstandes r des Schließdrahts zu bestimmen vermag, so ist dies Mittel unanwendbar. Versuchte man, mit Hülfe der Ohm'schen Methode ¹⁾, die Größen k' und r' nach den beiden Formeln (1) und (2) zu bestimmen, so würde dies weiter keinen Erfolg haben, als daß man beide nach der zweiten Formel, also nach der De la Rive'schen Hypothese, doppelt so groß fände, als nach der ersten ²⁾.

1) Vergl. Ann. Bd. LIV. S. 164.

2) Aus demselben Grunde kann hier das Problem vom Maximum der Stromstärke zu keiner Entscheidung führen, obwohl die Auflösung desselben, theoretisch betrachtet, verschieden ist, je nachdem man die eine oder andere Ansicht zum Grunde legt.

Gemäß der Formel (1) würde nämlich, wie noch in den Ann. Bd. LV. S. 48. entwickelt worden, um mit einer gegebenen Plattenoberfläche und für einen gegebenen Widerstand r des Schließleiters, das Maximum der Stromstärke zu erlangen, die Plattenzahl n der zu erbauenden Säule so zu wählen seyn, daß:

$$nr' = r;$$

nach Formel (2) erhielte man dagegen das Resultat:

$$nr' = 2r$$

Es müßte also die Säule, damit ihr Strom das Maximum der Stärke erreichte, nach der zweiten Ansicht den doppelten Widerstand des Schließdrahts gewähren, während nach der ersten nur der ein-

Das einzige Mittel, auf diesem Wege zum Ziele zu gelangen, wäre: dafs man den Strom einer Volta'schen Kette durch den einer magneto-elektrischen genau compensirte, und dann die elektromotorische Kraft eines jeden Stroms für sich nach der Ohm'schen Methode bestimmte, nämlich: die Kraft des Volta'schen Stroms mit Hülfe der Formel (2) und die des magneto-elektrischen Stroms, in dessen Kette offenbar kein Rückstrom angenommen werden kann, mit Hülfe der Formel (1). Elektrische Ströme, die einander aufheben, besitzen bekanntlich gleiche elektromotorische Kräfte; man müfste also, wäre die De la Rive'sche Hypothese richtig, durch das angezeigte Verfahren einen gleichen Werth für beide Kräfte erhalten, im entgegengesetzten Falle aber die Volta'sche Kraft doppelt so grofs finden, als die magneto-elektrische. Leider habe ich wegen Mangels einer magneto-elektrischen Maschine, wie sie hiezu erforderlich ist, nämlich einer solchen, die einen Strom von constanter und beliebig abzuändernder Intensität liefert, diesen interessanten Versuch nicht anstellen können.

Indefs ist dieser Versuch auch nicht nothwendig. Man kann auf einem andern Wege eben so sicher, und dazu viel einfacher zum Ziele gelangen. Dieser Weg wird ebenfalls von den Formeln (1) und (2) an die Hand gegeben.

Klar ist nämlich, dafs, wenn man r , den Widerstand des Schließdrahts, um eine gewisse Gröfse ρ vermehrt, und r' , den Widerstand in der Flüssigkeit, um dieselbe Gröfse ρ vermindert, oder, umgekehrt, den ersten Widerstand um ρ verringert, und letzteren um ρ vergrößert, diese Operation gemäß der Formel (1), also gemäß der gewöhnlichen Ansicht, keine Aenderung in der Intensität des Stroms hervorbringen darf, dagegen aber, nach der Formel (2), also nach der De la Rive'schen

fache erforderlich und hinreichend ist. Aber wie gesagt, ob dieser Schluß richtig sey, ist nicht durch Messungen zu ermitteln.

Hypothese, im ersten Falle eine Schwächung, im letzteren eine Verstärkung der Intensität des Stroms zur Folge haben muß. Man ersieht dies leicht, wenn man die angezeigte Veränderung mit der Formel (2) vornimmt: sie wird alsdann:

$$I = \frac{k'}{2(r \pm \varrho) + (r' \mp \varrho)} = \frac{k'}{2r + r' \pm \varrho}$$

während J in der Formel (1) dadurch unverändert bleibt.

Die Anwendung dieses Verfahrens erfordert nur, daß man die Widerstände r, r' um eine wirklich gleiche GröÙe ϱ vergrößere oder verringere. Dies kann nun offenbar nicht anders als durch eine Flüssigkeit geschehen, und zwar durch eine Strecke von derselben Flüssigkeit, welche bereits zwischen den Platten der Kette befindlich ist. Man hat also mittelst ein Paar homogener Platten eine Strecke dieser Flüssigkeit, von gleichem Querschnitt mit der zwischen den Erregerplatten, in den Schließdraht einzuschalten, und dann abwechselnd diese Strecke um ein Gewisses zu verlängern und zu verkürzen, während man zugleich die Flüssigkeit zwischen den Erregerplatten um eben so viel verkürzt oder verlängert. In der Flüssigkeit zwischen den homogenen Platten kann offenbar nur ein einfacher Strom vorhanden seyn, wie in dem Schließdraht selbst; mithin wird durch deren Einschaltung nichts in den obigen Schlüssen geändert. Bleibt nun bei eben erwähnter Verlängerung und Verkürzung die Intensität des Stroms ungeändert, so ist also die gewöhnliche Ansicht richtig, erleidet dagegen die Stromstärke eine Aenderung in dem angezeigten Sinne, so gilt dasselbe von der De la Rive'schen Hypothese, und es findet dann also wirklich ein Rückstrom in der Säule statt.

Ich habe mehrere Reihen solcher Versuche mit aller Sorgfalt und Unpartheilichkeit angestellt, und zwar auf folgende Weise. Ich nahm zwei parallelopipedische Glaskasten, beiläufig von $6\frac{1}{2}$ Zoll Länge, $1\frac{1}{4}$ Zoll Breite und 4 Zoll Höhe, deren obere abgeschliffene Ränder durch

aufgeklebte Papierskalen in pariser Linien eingetheilt waren. Der eine Kasten diente zur Aufnahme der Erregerplatten, der andere zu der der homogenen Zwischenplatten. In den ersteren, an einem Ende, wurde ein mit Salpetersäure gefüllter Thoncylinder gestellt, und in diese Säure eine Platinplatte getaucht; der Rest des Kastens wurde mit verdünnter Schwefelsäure gefüllt, und in diese eine Platte von unamalgamirtem Zink gesteckt. Der zweite Kasten enthielt blofs verdünnte Schwefelsäure und zwei unamalgamirte Zinkplatten. Ein dünner Kupferdraht verband die positive Erregerplatte mit einer der Zwischenplatten, während die zweite und die Platinplatte mit der Sinusbussole verknüpft waren.

Ich habe diese Vorrichtung gewählt, um, was hier nöthig ist, sowohl die Polarisirung der Zwischenplatten möglichst zu vermeiden, als auch einen Strom von genügender Beständigkeit zu erhalten. Beide Zwecke wurden dadurch, wenn auch nicht ganz scharf, doch wenigstens mit solcher Annäherung erreicht, dafs die Resultate der Messungen nicht zweifelhaft bleiben konnten.

Uebrigens waren die Platten sämmtlich einen Zoll breit und drittelhalb Zoll tief in die Säuren eingetaucht. Sie befanden sich einzeln eingespannt in die kleinen, früher von mir beschriebenen Plattenhalter¹⁾, und konnten mittelst dieser und mittelst der Skale auf dem Rand des Kastens mit Bequemlichkeit und mindestens bis auf ein Achtel Linie genau in jeden erforderlichen Abstand gestellt werden. Die Salpetersäure war von 1,35 spec. Gew. Die verdünnte Schwefelsäure enthielt $\frac{1}{3}$, manchmal auch $\frac{1}{4}$ ihres Gewichts an concentrirter Säure.

Die Methode des Experimentirens war kurz die, dafs die Platinplatte und die negative Zwischenplatte, d. h. die, an welcher der Strom Wasserstoff entband, stets ihre Stelle unverändert behielten, die beiden positiven Zinkplatten aber dem Zwecke gemäfs verschoben wurden.

1) Ann. Bd. LII. S. 509.

In nachstehender Tafel sind die Resultate einiger auf diese Weise ausgeführter Versuche zusammengestellt. Der ursprüngliche Abstand der Platten von einander ist darin respective durch x und y bezeichnet. Dieser Abstand ward nicht gemessen, war auch nicht gleich, von einer Versuchsreihe zur andern, da es darauf nicht ankam; wohl aber sah ich sorgsam darauf, daß er bei jeder Reihe unverändert blieb, oder seine Veränderungen genau gemessen wurden. Diese Veränderungen, welche in der zweiten und dritten Spalte der Tafel, respective für die Erreger- und die Zwischenplatten in par. Linien angegeben sind, dürfen wohl als bis auf $\frac{1}{8}$ Linie richtig bestimmt angesehen werden. Welchen Einfluß sie auf die Stromstärke des Systems ausübten, ersieht man aus der letzten Spalte der Tafel.

No. des Versuchs.	Gegenseitiger Abstand der		Stromstärke.
	Erregerplatt.	Zwischenpl.	

Reihe I. Schwefelsäure mit $\frac{1}{10}$ conc. Säure.

1.	x	y	$\sin 49^{\circ} 8' = 0,75623$
2.	$x - 6'''$	$y + 6'''$	- 48 26 = 0,74818
3.	x	y	- 48 20 = 0,74705
4.	$x + 6'''$	$y - 6'''$	- 48 18 = 0,74664

Reihe II. Schwefelsäure mit $\frac{1}{25}$ conc. Säure.

5.	x	y	$\sin 53^{\circ} 35' = 0,80472$
6.	$x - 30'''$	$y + 30'''$	- 53 42 = 0,80593
7.	x	y	- 53 55 = 0,80816
8.	$x + 30$	y	- 35 25 = 0,57952

Reihe III. Schwefelsäure mit $\frac{1}{15}$ conc. Säure.

9.	x	y	$\sin 49^{\circ} 0' = 0,75471$
10.	$x - 30'''$	$y + 30'''$	- 47 55 = 0,74217
11.	x	y	- 49 5 = 0,75566
12.	$x - 30'''$	$y + 30'''$	- 47 50 = 0,74120
13.	x	$y + 30'''$	- 33 15 = 0,54829

No. des Versuchs.	Gegenseitiger Abstand der		Stromstärke.
	Erregerplatt.	Zwischenpl.	

Reihe IV. Schwefelsäure mit $\frac{1}{35}$ conc. Säure.

14.	x	y	$\sin 38^{\circ} 0' = 0,61566$
15.	$x + 36'''$	$y - 36'''$	- 38 43 = 0,62547
16.	x	y	- 37 35 = 0,60991
17.	$x + 36'''$	y	- 26 40 = 0,44880

Reihe V. Schwefelsäure mit $\frac{1}{35}$ conc. Säure.

18.	x	y	$\sin 45^{\circ} 5' = 0,70813$
19.	$x + 42'''$	$y - 42'''$	- 44 38 = 0,70257
20.	x	y	- 44 30 = 0,70091
21.	$x + 42'''$	$y - 42'''$	- 45 13 = 0,70978
22.	x	y	- 43 54 = 0,69310
23.	$x + 42'''$	y	- 28 24 = 0,47562

Die Strecke, um welche die Flüssigkeit zwischen den Platten beider Zellen respective verlängert und verkürzt wurde, betrug, wie man sieht, bei der ersten Reihe 6 par. Linien, bei der zweiten und dritten 30, bei der vierten 36, und bei der fünften 42 Linien. Die den Widerständen r und r' respective hinzugefügte und entzogene Größe q war also, besonders in den vier letzten Versuchsreihen, eine ganz bedeutende; aber dennoch schwankten in allen Versuchen, in denen bei diesen Verschiebungen die Summe der Abstände zwischen den Platten unverändert blieb, die Stromstärke so wenig, daß man die Unterschiede nur Beobachtungsfehlern oder zufälligen Umständen zuschreiben kann.

Es legen demnach diese Messungen einen, wie ich glaube, vollgültigen Beweis dafür ab, *daß in der Volta'schen Säule kein solcher Rückstrom existirt, wie Hr. De la Rive voraussetzt.*

Die kleinen Schwankungen, welche man in den Intensitäten erblickt, haben ihren Grund zuvörderst darin, daß es mir unter den angegebenen Umständen nicht ge-

lang, einen ganz constanten Strom zu erhalten. Immer zeigte derselbe, auch wenn die Stellung der Platten nicht verändert wurde, eine Neigung zur Abnahme, sey es nun, daß ungeachtet des ziemlich lebhaften Angriffs der Säure auf die Zwischenplatten, diese dennoch einen gewissen Grad von Polarisation annahmen oder sie durch das an ihrer Oberfläche sich bildende Oxyd den Widerstand vermehrten. Dieses Umstandes wegen, beschränkte ich mich bei jeder Reihe, die übrigens immer mit frisch geschleuerten Zinkplatten und gewöhnlich auch mit frischer Säure angefangen wurde, auf die Messungen, die in den ersten 10 oder 15 Minuten ausgeführt werden konnten.

Ich hatte indeß dazu noch einen zweiten Grund. Je länger ich nämlich eine Reihe von Messungen fortsetzte, desto deutlicher stellte sich eine regelunäßige, zwar nicht bedeutende, aber doch ganz merkbare Ungleichheit in der Stromstärke heraus, in der Weise, daß sie in den Fällen, wo das ϱ für r' additiv war, d. h. der Abstand der Erregerplatten eine Vergrößerung, und der der Zwischenplatten eine gleiche Verringerung erlitten hatte, sich beständig etwas größer erwies, als in den umgekehrten Fällen. Man sieht dieß in der Tafel besonders aus den Versuchen 9 und 11, verglichen mit denen 10 und 12, ferner aus dem Versuche 15, verglichen mit 14 und 16; und solcher Beispiele hätte ich noch mehr mittheilen können.

Diese Unterschiede schlagen allerdings nach einer für die De la Rive'sche Hypothese günstigen Seite hin, denn zufolge dieser Hypothese muß die Stromstärke wachsen, wenn man, statt r und r' , setzt: $r - \varrho$ und $r' + \varrho$. Es ist indeß bald einzusehen, daß erwähnte Unterschiede in diesem Bezuge keine Beachtung verdienen, denn erstlich sind sie viel zu klein, als daß sie der Hypothese des Genfer Physikers eine wahrhafte Stütze gewähren könnten, und zweitens haben sie auch, wie gleich gezeigt werden soll, einen andern, sehr natürlichen Grund.

Wie wenig nämlich auch das Thongefäß, für sich, von der darin enthaltenen Säure durchsickern lassen mag, so tritt doch, sobald es von einer zweiten Flüssigkeit umgeben ist, eine Diffusion, ein gegenseitiger Austausch derselben ein, vermöge welcher dann, in den vorliegenden Fällen, die Schwefelsäure in kurzer Zeit mit einem ganz beträchtlichen Antheil Salpetersäure angeschwängert wird. Man kann dies in den obigen Versuchen schon an den Zinkplatten erkennen, da die in der Erregerzelle sichtlich unter einer geringeren oder ruhigeren Gasentwicklung angegriffen wird als die beiden in der Zwischenzelle. Durch diese Beimengung von Salpetersäure wird nun die Schwefelsäure in der ersten Zelle etwas leitender als die in der zweiten, und folglich werden beide in Strecken von gleicher Länge und gleichem Querschnitt nicht mehr einen ganz gleichen Widerstand gewähren, was sie, den Bedingungen des Versuchs gemäß, thun sollen, und zu Anfange desselben auch wirklich mit großer Annäherung thun. So wie aber die Schwefelsäure zwischen den Erregerplatten die zwischen den homogenen Platten an Leitungsfähigkeit übertrifft, muß schon nach der Formel (1), also nach der gewöhnlichen Ansicht, die Stromstärke in dem Falle $(r - \varrho) + (r' + \varrho)$ größer seyn als in dem $(r + \varrho) + (r' - \varrho)$.

Dafs diese Erklärung richtig sey, ergiebt sich zur Genüge aus der fünften Versuchsreihe, verglichen mit der vierten. Diese vierte Reihe zeigte die erwähnten Unterschiede in beträchtlichem Maafse, besonders in ihrem späteren Verlaufe, den ich nicht mitgetheilt habe. Ich unterbrach sie daher, nahm die Platten heraus, mischte die Schwefelsäure der einen Zelle wohl mit der der andern, damit beide wieder eine vollkommen gleiche Zusammensetzung bekämen, und stellte darauf die Platten wieder hinein. Von den nun gemachten Messungen, welche in der Tafel als fünfte Reihe aufgeführt sind, zeigten, besonders die ersteren, die erwähnten Unter-

schiede in der Stromstärke nicht mehr, oder in weit geringerem Grade ¹⁾).

Ein letzter Beweis, daß diese Unterschiede nur dem angegebenen Umstande ihre Entstehung verdanken, geht aus den Versuchen 8, 13, 17, 23 hervor. Bei diesen wurde der Abstand der einen Platte (der Erregerplatten, außer bei No. 8.) um respective 30, 36, 42 Linien vergrößert, ohne daß in dem Abstand der andern Platten eine entsprechende Verringerung stattfand. Welch bedeutenden Einfluß diese Veränderung, die nach beiden Ansichten eine Vergrößerung des Gesamt-Widerstandes bewirken mußte, wirklich auf die Stromstärke ausübte, ist zur Genüge aus der Tafel ersichtlich; eine nahezu eben so große, nur entgegengesetzte Veränderung, d. h. Zunahme, hätte aber die Stromstärke in den Versuchen 5, 7, 9, 11, 15, 17, 19, 21 zeigen müssen, wenn die De la Rive'sche Hypothese begründet wäre.

So überzeugend die bisher angeführten Versuche gegen diese Hypothese sprechen, so thun sie doch solches

- 1) Kleine Unterschiede in der Stromstärke, bei ungeänderter Summe der Abstände zwischen den Platten, können auch daraus entspringen seyn, daß die Platten nicht die volle Breite der Glaskasten besaßen und auf ihrer Rückseite nicht durch einen Firniß gegen die Berührung mit der Flüssigkeit geschützt waren. Dadurch mußte natürlich eine Ausbreitung des Stroms in der Flüssigkeit zur Seite und nach hinten hin stattfinden, und der Widerstand der Flüssigkeit nicht, wie vorausgesetzt würde, genau proportional seyn dem Abstände der Platten, dividirt durch die Größe ihres eingetauchten Theils. Es mußte diese Ausbreitung um so mehr einigen Einfluß auf die Stromstärke in den verschiedenen Versuchen ausüben können, als sie, wegen Ungleichheit der Größen x und y , d. h. der ursprünglichen Abstände zwischen den Platten beider Paare, nicht ganz gleich war, und deshalb auch ihr Einfluß, nach den Verschiebungen, ungeachtet der gleichgelassenen Summe der Abstände, nicht ganz gleich bleiben konnte. Indes konnte dieser Einfluß oder der Unterschied der Einflüsse, die dieserhalb, von beiden Glaskasten aus, die Stromstärke des Systems erlitt, immer nur gering seyn, — und deshalb schien es auch, in Betracht der anderweitigen Fehlerquellen, nicht erforderlich, besondere Vorkehrungen zur Entfernung desselben zu treffen.

nur indirect. Geradezu beweisen sie nur die Richtigkeit der gewöhnlichen Ansicht von der Constitution des Volta'schen Stroms, indem sie darthun, daßs, wenn man die Widerstände r und r' in $r \pm \rho$ und $r' \mp \rho$ übergehen läßt, die Stromstärke ungeändert bleibt.

Es ist indess sehr leicht, die Versuche so einzurichten, daßs sie einen directen Beweis von der Unrichtigkeit der De la Rive'schen Hypothese gewähren. Dazu bedarf es weiter nichts, als daßs man die Widerstände r und r' in $r \pm \frac{1}{2}\rho$ und $r' \mp \rho$ verwandelt. Dann muß nach eben genannter Hypothese die Stromstärke ungeändert bleiben, da:

$$I = \frac{k'}{2(r \pm \frac{1}{2}\rho) + (r' \mp \rho)} = \frac{k'}{2r + r'}$$

während die gewöhnliche Ansicht für diesen Fall eine bedeutende Aenderung in dieser Stärke verlangt.

Die folgenden, dem Zwecke gemäß eingerichteten, sonst aber ganz wie früher angestellten Versuche werden zeigen, welche der beiden Ansichten die Erfahrung für sich hat.

No. des Versuchs.	Gegenseitiger Abstand der		Stromstärke.
	Erregerplatt.	Zwischenpl.	
1.	x	y	$\sin 37^{\circ}58' = 0,61520$
2.	$x - 48'''$	$y + 24'''$	- 55 8 = 0,82048
3.	x	y	- 39 4 = 0,63022
4.	$x - 48'''$	$y + 24'''$	- 56 27 = 0,83340
5.	x	y	- 40 2 = 0,64323
6.	$x - 48'''$	$y + 24'''$	- 57 35 = 0,84417
7.	x	y	- 40 24 = 0,64812
8.	$x - 48'''$	$y + 24'''$	- 57 55 = 0,84728

Man sieht, eine Verschiebung der positiven Erregerplatte um 48 Linien, combinirt mit einer halb so großen Verschiebung der positiven Zwischenplatte in entgegengesetzter Richtung, liefs keineswegs die Stromstärke

un-

ungeändert, wie es die Hypothese des Hrn. De la Rive verlangt, sondern war von einem so überwiegenden Einfluß auf dieselbe, daß dagegen die kleinen Unsicherheiten, die aus nicht völliger Constanz des Stroms (der, wie zu ersehen, hier ein etwas steigender war) oder aus der Vermischung der Säuren in der Erregerzelle entspringen, gar nicht in Betracht kommen.

Diese Versuche liefern demnach den directesten und unzweideutigsten Beweis gegen das Daseyn eines Rückstroms in der Volta'schen Säule.

Außer der so eben, ich glaube genügend, widerlegten Hypothese macht Hr. De la Rive noch eine zweite verwandter Art, die man leicht mit der ersten verwechseln kann, und wohl auch manchmal verwechselt hat. Es ist die: daß immer ein mehr oder weniger großer Theil der angeblich durch Auflösung des positiven Metalls entwickelten oder getrennten Elektricitäten sich an der Oberfläche dieses Metalls unmittelbar wieder vereinige, also nichts zum Strome beitrage. Mit dieser, im Grunde mit der Faraday'schen von localer chemischer Action zusammenfallenden Hypothese habe ich nicht die Absicht, mich in gegenwärtigem Aufsatz zu befassen, eben so wenig ich hier zu entscheiden Willens bin, ob aus der Nicht-Existenz des Rückstroms ein Argument gegen die sogenannte chemische Theorie hergenommen werden könne.

Ich erlaube mir nur zu bemerken, daß beide Hypothesen, angenommen selbst sie wären gegründet, weder für noch wider die Lehre vom chemischen Ursprung der Volta'schen Elektricität etwas zu beweisen vermögen, da kein Grund vorhanden ist, warum man sie nicht auch, wenn es nöthig seyn sollte, mit der Lehre vom Contacte verbinden könnte. Glücklicherweise bedarf aber diese Lehre weder der einen noch der andern.
