

A N N A L E N
DER
P H Y S I K.

NACH L. W. GILBERTS TODE FORTGESETZT

UND

HERAUSGEGEBEN

ZU

B E R L I N

VON

J. C. POGGENDORFF.

ZWEI UND ACHTZIGSTER BAND.

NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
VERLAG VON JOH. AMBROSIVS BARTH
1826.

A N N A L E N

DER

P H Y S I K

UND

C H E M I E.

Höch. techn. Staatslehranstalt Nürnberg, Bücherei	
19 _____	
No.	
M. _____	

HERAUSGEGEBEN

ZU

B E R L I N

VON
J. C. POGGENDORFF.

SECHSTER BAND.



NEBST SECHS KUPFERTAFELN.

LEIPZIG

VERLAG VON JOH. AMBROSIOUS BARTH

1826.

IV.

Versuch einer Theorie der durch galvanische Kräfte hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen;

von

G. S. O H M.

Vor Kurzem habe ich in Schweiggers Journal *) Versuche bekannt gemacht, die mich zu einer Theorie des elektrischen Stromes führten, welche durch ihre ganz ungesuchte und doch vollkommene Uebereinstimmung mit der Erfahrung als die in der Natur gegründete sich zu erkennen giebt. Seitdem aber bin ich so glücklich gewesen, auf entgegengesetztem Wege aus der allgemein anerkannten und in dieser Region obersten Thatfache, die wir mit dem Namen der *elektrischen Spannung zwischen verschiedenartigen Körpern* zu bezeichnen pflegen, mit Hülfe der Mathematik, dem wundervollen Gedankenmedium, zwei den innern Zusammenhang aller bei der galvanischen Kette thätig einwirkenden Elemente aufschliessende Gesetze zu entdecken, die bestimmt und doch so einfach alle früher gefundenen wiedergeben und außerdem, was jene noch zu wünschen übrig ließen, in sich zu fassen scheinen. Diese factisch hier niederzulegen und ihre Anwendung auf besondere Fälle in kurzen Umrissen zu zeigen, ist meine Absicht. Ihre Her-

*) Im zweiten Hefte des laufenden Jahrganges.

leitung, die nicht so einfach werden dürfte, und ihren Zusammenhang mit denen von verwandten Naturerscheinungen, behalte ich einer ausführlicheren Arbeit vor, zu der mir, wie ich hoffe, bald die dazu nöthige Muße vergönnt werden wird.

Um aber hierbei möglichen Mißverständnissen vorzubeugen, mache ich darauf aufmerksam, daß die bei der hydroelektrischen Kette auftretende Flüssigkeit, wie ich am erwähnten Orte dargethan zu haben glauben darf, Modifikationen in die Ausdrücke bringt, von denen ich hier wie dort noch absehe, was desto süglicher geschehen kann, da sie in den meisten Fällen außer Acht zu lassen sind. Eben so wenig darf ich verschweigen, daß es mir hier nicht sowohl um feste Begründung der einzelnen Ergebnisse, als um möglichst einfache Darlegung derselben in ihrem Zusammenhange zu thun ist.

1) Es lassen sich die beiden auf jede galvanische Kette gewöhnlicher Art anwendbaren Gesetze durch folgende zwei Gleichungen kurz so aussprechen:

$$X = kw \frac{a}{l} \quad (a)$$

$$u - c = \pm \frac{x}{l} a, \quad (b)$$

wobei k das Leitungsvermögen, l die Länge, w den Querschnitt eines homogenen prismatischen Leiters, a die an seinen Enden hervortretende elektrische Spannung ^{*)}, und x die Länge eines Theils des Leiters

^{*)} Es ist wohl überflüssig zu bemerken, daß die Homogenität des

bezeichnet, der von einem in dem Leiter unveränderlich, übrigens willkürlich angenommenen Querschnitte, der zum Anfangspunkte der Abscissen gewählt worden ist, bis zu einem innerhalb des Leiters veränderlich gedachten Querschnitte reicht; ferner stellt X die auf der ganzen Länge des Leiters unveränderlich sich erhaltende Stärke des elektrischen Stromes und u die Intensität der auf das Elektrometer wirkenden, an der durch x bezeichneten Stelle befindlichen und mit ihr veränderlichen, Elektrizität vor; endlich ist c eine durch gegebene Umstände noch zu bestimmende, von x unabhängige Gröfse. Das doppelte Zeichen in der Gleichung (b) bestimmt sich darnach, ob die Richtung der Abscissen von mehr — thätigen Stellen nach mehr + thätigen geht, oder ob umgekehrt.

2) Eine ganz einfache Zerlegung der Gleichung (a) führt zu besonderen Gesetzen, von denen ich folgende heraushebe:

I. Die Stärke des elektrischen Stromes bleibt in verschiedenen Leitern sich völlig gleich, wenn, bei gleicher Spannung an ihren Enden, ihre Längen sich verhalten wie die Produkte aus ihren Querschnitten in die ihnen eigenthümlichen Leitungscoeffizienten, mithin

a) bei gleicher Spannung und gleichem Leitungsvermögen, wenn ihre Längen sich verhalten wie ihre Querschnitte;

Leiters und die an seinen getrennten Enden hervortretende Spannung nur deshalb fingirt sind, um von den einfachsten Betrachtungen ausgehen zu können.

b) bei gleicher Spannung und gleichem Querschnitte, wenn sich ihre Längen wie die Zahlen verhalten, durch welche ihre Leitungsgüte ausgedrückt wird.

II. Bei gleichem Leistungsvermögen und gleichem Querschnitte in verschiedenen Leitern richtet sich die Stärke des Stromes nach dem Quotienten, der gebildet wird aus der an den Enden eines jeden Leiters hervortretenden elektrischen Spannung und aus der Länge desselben Leiters.

Es hält nicht schwer mit Zuziehung der Gleichung (b) sich zu überzeugen, daß die in I. ausgesprochenen Gesetze noch wahr bleiben, wenn anstatt der ganzen Leiter irgend beliebige Theile derselben betrachtet werden. Dadurch wird es möglich, für jeden Theil des homogenen und prismatischen Leiters einen andern von gegebenem Leistungsvermögen und gegebenem Querschnitte zu setzen, der den elektrischen Strom in Nichts ändert, und umgekehrt jeden aus Theilen von verschiedenem Leistungsvermögen und verschiedenem Querschnitte bestehenden Leiter in einen andern zu verwandeln, der in seiner ganzen Länge einerlei Leistungsvermögen und einerlei Querschnitt hat, wenn man nur jenem Gesetze gemäß ihre Längen sich verändert denkt. Auf solche Weise ist es erlaubt, die Gleichung (a) in folgende einfachere

$$X = \frac{a}{l} \quad (c)$$

umzuändern, wobei bloß zu bemerken ist, daß jede Länge eines Leiters oder Theil des Leiters, dessen Leistungsvermögen oder Querschnitt von den zur Norm gewählten abweicht, zuvor erst nach dem Gesetze I.

reducirt gedacht werden müsse. Die so gedachten Längen werde ich in der Folge deshalb *reducirte Längen* nennen.

3) Das Gesetz I. *a* ist zuerst von Davy aufgefunden und später von Barlow, Becquerel und mir bestätigt worden, jedoch erstreckten sich alle dabei vorkommenden Versuche stets nur auf einzelne und zwar wie zu vermuthen ist, relativ sehr kurze Theile der ganzen Leitung. Das Gesetz I. *b* giebt die Rechtmäßigkeit der von Becquerel und mir eingeschlagenen Methode zur Bestimmung des Leitungsvermögens verschiedener Metalle zu erkennen, und die dabei von mir gemachte Erfahrung, daß Leiter von einem und demselben Metalle, in chemischer Hinsicht, doch unter veränderten Umständen verschiedene Leitungsfähigkeit besitzen können, scheint, wenn sie sich bewährt, darauf hinzudeuten, daß das Leitungsvermögen der Körper noch von andern bis jetzt ganz außer Acht gelassenen Umständen abhängig sey. Das Gesetz II. ist früher von mir aus vielen mit Sorgfalt an der thermoelektrischen Kette gemachten Versuchen hergeleitet und in Schweiggers Journal a. a. O. zuerst in seiner Allgemeinheit ausgesprochen worden; es bildet, wie ich dort gezeigt zu haben glaube, die Grundlage zu einer Theorie des Multiplicators und der Säule, mit deren Ausbau ich eben noch beschäftigt bin. Die Gleichung (*a*) schließt fast alle von der Stärke des Stromes abhängigen Erscheinungen in sich, und doch ist sie nur der besondere Ausdruck einer weit allgemeineren Bestimmung.

Ich werde nun bemüht seyn, aus der Gleichung (*b*) die Fälle elektroskopischer Erscheinungen zu entwik-

keln, wie sie die Mannichfaltigkeit von Thatfachen, welche Galvani's wundervolle Entdeckung mit beispielloser Thätigkeit von ihrem ersten Ursprunge an bis jetzt zu Tage gefördert hat, nur immer zu erwarten berechtigt. Die vollkommene Uebereinstimmung der hier aus theoretischen Betrachtungen abgeleiteten Gesetze mit denen der Erfahrung, da wo sie sich begegnen, läßt keinen Zweifel übrig, daß, wo die Versuche mangeln, man nur die Natur zu fragen haben werde, um einen vollkommenen Einklang zwischen beiden zu Stande zu bringen.

Der leichtern Uebersicht wegen werde ich die durch galvanische Kraft hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen an der einfachen Kette und an Voltaischen Zusammensetzungen besonders untersuchen.

A. Elektroskopische Erscheinungen an der einfachen Kette.

4) Die Gleichung (b), welche für die einfache Kette gilt, zeigt auf den ersten Blick, daß die mit u bezeichnete elektroskopische Kraft auf gleiche Strecken des Leiters immer um gleich viel sich ändere und zwar nach der einen Seite hin beständig fort stärker, nach der andern Seite dagegen stets schwächer werde; wenn daher an irgend einer Stelle innerhalb des Leiters $u = 0$ ist, so wird in gleichem Abstände von dieser Stelle eine gleich starke Elektricität sich zeigen, die aber auf der einen Seite als positive, auf der andern als negative sich zu erkennen giebt. Die Erfahrung lehrt aber, daß immer, wo sich Elektricität selbstständig entwickelt, stets beide zugleich und in gleicher Stärke hervortreten, daher darf man wohl annehmen,

dafs in der sich selbst überlassenen galvanischen Kette an ihren Enden, wo die Elektricitäts-erregung Statt findet, diese Kräfte als entgegengesetzte und gleich starke erscheinen werden. Es kann indessen auch geschehen, dafs die Kette durch äufsere Einwirkungen bestimmt wird, an irgend einer ihrer Stellen einen von dem natürlichen abweichenden elektrischen Zustand anzunehmen, der selbst wieder entweder bleibend, oder auch von der Zeit abhängig seyn kann. Im Folgenden wird häufig der Fall vorkommen, wo die elektroskopische Kraft der Kette an irgend einer Stelle dadurch bleibend vernichtet wird, dafs diese Stelle vollkommen ableitend berührt wird. In jedem solchen besondern Falle muß die Konstante c aus den obwaltenden Umständen immer wieder besonders bestimmt werden.

Zunächst wollen wir den Fall betrachten, wo die Kette sich gänzlich überlassen bleibt. Da in diesem Falle, nach dem, was eben darüber gesagt worden ist, der Werth von u an den beiden Enden des Leiters gleich, aber entgegengesetzt wird, so ergibt sich, wenn man dieser Bedingung gemäß die Konstante c bestimmt und dabei den Anfangspunkt der Abscissen in das positive Ende des Leiters legt,

$$c = \frac{1}{2}a$$

mithin

$$u = \frac{x(l-x)}{l} a ;$$

es ist also in der Mitte einer solchen Kette die elektroskopische Kraft null, von da erhält sie nach beiden Enden hin allmählig und gleichförmig steigende Werthe, die jedoch nach dem Anfangspunkte der

Abcissen hin positiv, nach dem entgegengesetzten Ende hin negativ werden, und in den Enden selbst ihren höchsten Stand erreichen, der für jedes Ende die halbe Spannung beträgt.

5) Es hält nicht schwer, aus den Gleichungen (*a* und *b*) zu entnehmen, daß ein Nichtleiter einem Leiter von unendlicher Länge gleich zu setzen sey. In diesem Falle wird aber nach der in 4 aufgestellten Gleichung für jeden endlichen Abstand von dem positiven Ende

$$u = + \frac{1}{2} a$$

für jeden endlichen Abstand von dem negativen Ende

$$u = - \frac{1}{2} a ;$$

wenn also irgendwo im Innern der Kette ein Nichtleiter eingeschoben, d. h. wenn die Kette irgendwo geöffnet wird, so ist für das ganze mit dem + Ende in Verbindung bleibende Stück der Kette die elektrische Kraft positiv und überall gleich der halben Spannung, eben so ist sie für das ganze mit dem — Ende zusammenhängende Stück der Kette überall gleich der halben Spannung, aber negativ.

6) Stellt man sich, wie es der Natur der Sache am angemessensten ist, den Leiter so um sich selbst herumgeführt vor, daß seine bisher auseinander liegend gedachten Enden sich berühren, jedoch mit steter Beibehaltung ihrer vorigen Spannung, so bleibt, wenn man sich die Abcissen auf dem Umfange, oder vielmehr in der Axe des zur Figur geschlossenen Leiters genommen vorstellt, Alles noch wie bisher; aber man muß sich hüten, die Abcissen nicht über den Punkt, in welchem die Enden sich berühren, hinaus-

gehen zu lassen, weil für solche Längen der Abcissen die Gleichung nicht mehr gültig ist. Man wird sich jedoch durch eine einfache Betrachtung leicht überzeugen können, daß der für Abcissen, welche die Berührungsstelle einmal überspringen, aus der Gleichung gezogene Werth für u von dem wahren, stets nur um die ganze an der Berührungsstelle Statt findende Spannung sich unterscheidet, und zwar um diesen Werth zu groß oder zu klein ausfällt, je nachdem der Sprung von der positiven nach der negativen Seite oder umgekehrt geschieht. Man kann also die Abcissen ganz allgemein, positiv oder negativ und von jeder GröÙe, nehmen, wenn man nur jedes Mal, wo ein Sprung über die Berührungsstelle geschieht, den aus der Gleichung erhaltenen Werth von u um a vermehrt oder vermindert, je nachdem der Sprung von der negativen nach der positiven Seite, oder umgekehrt geschieht. Diese Bemerkung ist von Gewicht, weil durch sie alle Betrachtungen an der Säule sehr vereinfacht werden.

7) Fassen wir nun den elektrischen Zustand einer einfachen galvanischen Kette ins Auge, welche an irgend einer Stelle eine vollkommene Ableitung erhält. Für diese Stelle, wo $x = \lambda$ seyn mag, ist $u = 0$, und bestimmt man dieser Bedingung gemäß die Konstante, so wird

$$u = \frac{\lambda}{l} a,$$

wenn alles Uebrige wie in 4 bleibt; man erhält demnach

$$u = \frac{\lambda - x}{l} a.$$

Es ist aber

$$\text{♀} \quad \frac{\lambda - x}{l} a = \frac{\frac{x}{2} l - x}{l} a - \frac{\frac{x}{2} l - \lambda}{l} a,$$

wenn also irgend eine Stelle der einfachen galvanischen Kette eine vollkommene Ableitung erhält, so ist die elektroskopische Kraft irgend einer andern Stelle der Unterschied zwischen den beiden Kräften, welche die zuletzt gedachte und die ableitend berührte Stelle in der sich selbst überlassenen Kette besitzen.

Wenn demnach die einfache galvanische Kette an einem ihrer Endpunkte ableitend berührt wird, so wächst die elektroskopische Kraft ihres andern Endpunktes zur doppelten an.

8) Stellt man sich die Kette irgendwo in ihrem Innern geöffnet vor, d. h. nimmt man $l = \infty$ an, so sind dabei zwei Fälle zu unterscheiden. Entweder beziehen sich λ und x beide auf dasselbe Stück der getrennten Kette, dann ist $\lambda - x$ stets eine endliche Größe und also $u = 0$ für jedes x ; oder λ und x beziehen sich auf Punkte, die in den verschiedenen Stücken der getheilten Kette liegen, dann kann man $\lambda - x$ stets gleich $\pm l$ setzen, also ist $u = \pm a$ für jedes x . Der positive Werth muss für u genommen werden, wenn $\lambda > x$, d. h. wenn x sich auf einen Punkt bezieht, der zu dem Stücke gehört, in welchem das positive Ende liegt; im Gegentheile muss für u der negative Werth genommen werden. Wenn demnach das eine Stück der offenen galvanischen Kette an irgend einer Stelle ableitend berührt wird, so wächst die elektroskopische Kraft einer jeden Stelle des andern Stückes zur doppelten an.

9) Alles, was in 6 gemeldet worden ist, findet auch hier noch seine Anwendung, nur ist zu bemerken, daß mit dem aus der Gleichung für u hergeholten Werthe nicht bloß wenn x , sondern auch wenn λ die Berührungsstelle überspringt, eine Aenderung vorgenommen werden muß. Die Aenderung für λ ist dabei der für x an GröÙe gleich, aber der Art nach entgegengesetzt, wie sich sogleich aus der in 7 für $\frac{\lambda - x}{l} a$ aufgestellten Form φ erkennen läßt.

10) Diese Grundphänomene aller elektroskopischen Aeußerungen galvanischer Kräfte sind, was die offene Kette angeht, durch die Erfahrung schon hinlänglich bestätigt, und auch in Beziehung auf die geschlossene Kette giebt der auf Ampères Veranlassung von Becquerel an ihr gemachte Versuch *) einen nicht unwichtigen Beleg ab. Da zudem die aus diesen Grundphänomenen weiter unten für die Säule abgeleiteten ähnlichen Erscheinungen durch Versuche, von Meistern in dem Fache angestellt, mehrfach bestätigt werden, so ist durch die vollkommene Uebereinstimmung jenes Theils der Theorie mit der Erfahrung die Wahrheit dieses Theils schon mit gegeben, und so sehe ich es gern, eigene noch nicht ganz zu Ende geführte Versuche darüber hier übergehen zu können.

(Beschluß im nächsten Heft.)

*) Poggendorffs Annalen B. II. St. 2. S. 207.

A N N A L E N
DER
P H Y S I K.

NACH L. W. GILBERTS TODE FORTGESETZT

UND

HERAUSGEGEBEN

ZU

B E R L I N

VON

J. C. POGGENDORFF.

DREI UND ACHTZIGSTER BAND.

NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG
VERLAG VON IOH. AMBROSIUS BARTH
1826.

A N N A L E N

DER

P H Y S I K

UND

C H E M I E.

Höh. techn. Staatslehranstalt Nürnberg. Bücherol.	
10	
No.	
M.	

HERAUSGEGEBEN

zu

B E R L I N

VON

J. C. POGGENDORFF.

SIEBENTER BAND.



NEBST FÜNF KUPFERTAFELN.

LEIPZIG

VERLAG VON JOH. AMBROSIVS BARTH

1826

IV.

Versuch einer Theorie der durch galvanische Kräfte hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen;

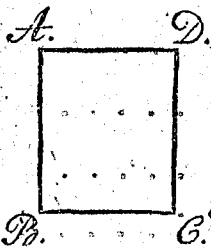
VON

G. S. O H M.

(Beschluss.)

B. Elektroskopische Erscheinungen an Volta'schen Zusammensetzungen.

1) Wir stellen uns unter *ABCD A*



einen in sich selbst zurücklaufenden Leiter vor, der n verschiedene Erregungsstellen von A bis B besitzt, wovon die erste in A , die letzte in B liegt, und nennen den Theil AB des Leiters die *Säule*, die Punkte A und B ihre *Pole*, und den Theil $ADCB$ den *Schlussleiter der Säule*. Wir nehmen an, dass alle Erregungsstellen auf völlig gleiche Weise und in gleicher Stärke wirken, und bezeichnen die Spannung an jeder solchen Stelle für sich betrachtet mit α ; ferner nehmen wir an, dass alle zwischen zwei unmittelbar auf einander folgenden Berührungsstellen liegenden Theile des Leiters von gleicher, wo es seyn muss, re-

ducirter Länge seyen, und bezeichnen die Länge eines solchen Theils mit b , so wie die Länge des Schlussleiters mit y , so das also die Länge des ganzen Leiters $l = (n - 1)b + y$. Setzen wir nun noch fest, das alle Erregungsstellen ihre positive E in der Richtung BA , ihre negative E in der Richtung AB ausströmen, und legen wir den Anfangspunkt der Abscissen jedesmal in den Punkt A des Schlussleiters, so ist es nach Obigem ein Leichtes, die elektroskopische Kraft irgend eines Punktes, dessen Abscisse x seyn mag, unter der Voraussetzung anzugeben, das nur eine Erregungsstelle allein wirksam sey. Man erhält nämlich diese Kraft nach 4 unter der gemachten Voraussetzung

$$\begin{array}{rcl}
 \text{für die 1te Stelle} & \dots & = \frac{\frac{x}{2}l - x}{l} a \\
 \text{--- 2te ---} & \dots & = \frac{\frac{x}{2}l - x - b}{l} a \\
 \text{--- 3te ---} & \dots & = \frac{\frac{x}{2}l - x - 2b}{l} a \\
 \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot \\
 \cdot & \cdot & \cdot \\
 \text{--- nte ---} & \dots & = \frac{\frac{x}{2}l - x - (n-1)b}{l} a
 \end{array}$$

Nun ist es aber gestattet, bei dem gleichzeitigen Auftreten mehrerer, auf einen Punkt gerichteten, Kräfte für die Gesamtwirkung die Summe aller Wirkungen zu nehmen, welche die Kräfte einzeln genommen hervorgebracht hätten; man erhält demnach für die elektroskopische Kraft eines Punktes, dessen Abscisse x ist, wenn man sich alle Erregungsstellen zugleich wirkend vorstellt, folgenden Ausdruck

$$\frac{\frac{1}{2} n [l - (n-1)b] - nx}{l} a,$$

oder mit Zuziehung der Gleichung $l = (n-1)b + y$ folgenden einfachern

$$\frac{n (\frac{1}{2} y - x)}{l} a,$$

welcher Ausdruck aber nur so lange gültig ist, als der Punkt, worauf sich x bezieht, nicht über den Schlussleiter hinaus fällt; denn im Gegentheile sind, nach dem, was in 6 gesagt worden ist, besondere Aenderungen an ihm vorzunehmen. Wir werden nun beide Fälle besonders betrachten.

12) Der für den elektrischen Zustand des Schlussleiters gefundene Ausdruck

$$\frac{n (\frac{1}{2} y - x)}{l} a$$

zeigt sogleich, dass der Schlussleiter einer sich selbst überlassenen Säule genau in dem Zustande einer sich selbst überlassenen geschlossenen einfachen Kette sich befindet, die seine eigene Länge und die Spannung $\frac{ny}{l} a$ besitzt.

Es wird demnach die an den Enden des Schlussleiters hervortretende Spannung um so größer, ein je größerer aliquoter Theil y von l ist. Diese Spannung erreicht ihr Maximum na , wenn $y = l$, d. h. wenn $(n-1)b$ gegen y verschwindet, und hört gänzlich auf, wenn y gegen l verschwindet *).

Denkt man sich den Schlussleiter irgend wo ge-

*) Man übersehe bei solchen Bestimmungen nur nicht, dass alle Längen nach 2 reducirt gedacht werden müssen.

öffnet, so wird $y = \infty = l$, es tritt also in diesem Falle stets das Maximum der Spannung ein.

13) Wir gehen nun zur Betrachtung solcher Punkte über, die innerhalb der Säule liegen, und nehmen an, daß der Punkt, dessen Abscisse x ist, zwischen der m ten und $m + 1$ ten Erregungsstelle sich befinde. In diesem Falle überspringt die Abscisse alle unterhalb des Punktes liegende Erregungsstellen, deren $n - m$ sind, darum muß, nach dem, was in 6 bemerkt worden ist, zu der in 11 gefundenen Summe noch der Werth $(n - m)a$ hinzugefügt werden; hinzugefügt, weil der Sprung überall von der negativen nach der positiven Seite geschieht. So erhalten wir für die elektroskopische Kraft eines innerhalb der Säule zwischen der m ten und $m + 1$ ten Erregungsstelle befindlichen Punktes folgenden Ausdruck

$$\frac{n(\frac{1}{2}y - x)}{l} a + (n - m)a,$$

welcher zu erkennen giebt, daß die Säule in einem eigenen Zustande elektrischer Vertheilung sich befindet, von dem ich blos erwähnen will, daß er an jeder Erregungsstelle sich plötzlich um die ganze Spannung ändert.

Setzt man in dem eben gefundenen Ausdrucke $y = \infty$, d. h. denkt man sich den Schlußleiter geöffnet, so verwandelt er sich in

$$(\frac{1}{2}n - m)a$$

worin in der That das für die offene isolirte Säule längst schon durch Versuche aufgefundenene einfache Gesetz liegt.

14) Wir wollen, ehe wir die isolirte Säule verlassen, noch einen Fall ins Auge fassen, der seiner Besonderheit wegen diese Berücksichtigung verdient. Nimmt man nämlich $y = b$, d. h. denkt man sich eine im Kreise herumgeführte und in sich selbst zurücklaufende Säule, so verwandelt sich der den elektrischen Zustand irgend eines Punktes der Säule bezeichnende Ausdruck in

$$\frac{n \left(\frac{1}{2} b - x \right)}{l} a + (n - m) a$$

oder, wenn man für l seinen Werth nb und für x den Werth $(n - m) b + d$ setzt, wobei d die Entfernung des zu x gehörigen Punktes von der zunächst unter ihm liegenden Berührungsstelle bezeichnet, in

$$\frac{1}{2} \frac{b - d}{b} a ;$$

bei dieser Anordnung befindet sich also jeder zwischen zwei unmittelbar auf einander folgenden Erregungsstellen liegende Theil der Säule genau in demselben elektrischen Zustande, als wenn er für sich allein eine einfache galvanische Kette mit der Spannung a ausmachte.

15) Wir wollen jetzt den elektrischen Zustand der an irgend einer Stelle ableitend berührten Säule untersuchen. Dabei lassen wir alle in 11 festgesetzten Benennungen und Bezeichnungen stehen und fügen noch überdies hinzu, daß λ die Abscisse der ableitend berührten Stelle ausdrücken soll. Nach dem, was in 7 bereits auseinander gesetzt worden ist, läßt sich nun leicht einsehen, daß jede Erregungsstelle, für sich genommen, auf den zu x gehörigen Punkt des

Leiters $ABCD A$ mit der für alle Erregungsstellen gleich bleibenden Kraft

$$\frac{\lambda - x}{l} a$$

wirke, so daß also der Ausdruck für die Kraft desselben Punktes, wenn alle Erregungsstellen zugleich wirkend gedacht werden, übergeht in

$$\frac{n(\lambda - x)}{l} a,$$

welcher Ausdruck jedoch nur so lange wahr bleibt, als die zu x und λ gehörigen Punkte nicht über den Schlußleiter hinausfallen, weil im Gegentheile nach dem, was in § bemerkt worden ist, besondere Aenderungen an ihm vorzunehmen sind.

16) Der für den elektrischen Zustand des Schlußleiters gefundene Ausdruck

$$\frac{n(\lambda - x)}{l} a,$$

welcher sofort gültig ist, wenn $\lambda < y$, zeigt, daß der Schlußleiter einer geschlossenen Säule, wenn er an irgend einer seiner Stellen ableitend berührt wird, genau in dem Zustande einer einfachen galvanischen Kette von seiner Länge sich befindet, die an derselben Stelle ableitend berührt worden ist, und an ihren Enden die Spannung $\frac{ny}{l} a$ hat. Hieraus lassen sich nun wieder alle in § schon enthaltene besondern Folgen ziehen.

Wenn $\lambda > y$, d. h. wenn die ableitend berührte Stelle in die Säule, wir wollen setzen zwischen die m 'te und die $m' + 1$ 'te Erregungsstelle, hineinfällt, so überspringt λ alle unterhalb dieses Punktes liegende

Erregungsstellen, deren $n - m'$ sind; daher muß, nach dem, was oben in 9 angedeutet worden ist, von dem eben gefundenen Ausdrucke der Werth $(n - m') a$ subtrahirt und danach das eben aufgestellte Gesetz abgeändert werden.

17) Wir gehen nun zur Betrachtung des elektrischen Zustandes der Säule selbst über, und nehmen dabei an, daß der zu x gehörige Punkt zwischen der m ten und $m + 1$ ten; der zu λ gehörige zwischen der m' ten und $m' + 1$ ten liege. In diesem Falle werden $n - m$ Erregungsstellen von x und $n - m'$ von λ übersprungen. Darum muß, nach dem, was in 9 gesagt worden ist, in Bezug auf x der Werth $(n - m) a$ addirt und in Bezug auf λ der Werth $(n - m') a$ subtrahirt werden. So verwandelt sich der in 15 gefundene Ausdruck für diesen Fall in folgenden:

$$\frac{n(\lambda - x)}{l} a + (m' - m) a;$$

welcher zeigt, daß auch hier wie in 13 die Säule in einem besonderen Zustande elektrischer Vertheilung sich befindet, der an jeder Erregungsstelle eine plötzliche, die einfache Spannung ausmachende, Aenderung erleidet.

Setzt man in dem zuletzt gefundenen Ausdrucke $y = \infty$, d. h. denkt man sich den Schlußleiter geöffnet, so verwandelt er sich in

$$(m' - m) a$$

worin in der That das für die offene und an einer ihrer Stellen ableitend berührte Säule längst schon durch Versuche ausgefundene einfache Gesetz liegt.

18) Setzt man auch hier, wie in 14 geschehen ist, $y = b$ und substituirt für l seinen Werth nb und für x und λ die Werthe $mb + d$ und $m'b + d'$, wobei d und d' die Entfernungen der zu x und λ gehörigen Punkte von den zunächst unter ihnen liegenden Erregungsstellen bezeichnen, so verwandelt sich der in 17 gefundene Ausdruck in folgenden:

$$\frac{d' - d}{b} a ;$$

bei dieser Anordnung befindet sich also jeder zwischen 2 unmittelbar auf einander folgenden Erregungsstellen liegende Theil der Säule genau in demselben elektrischen Zustande, als wenn er für sich allein eine einfache galvanische Kette ausmache, deren Spannung a ist und die an einem Punkte, dessen Abscisse d' ist, ableitend berührt wird. Die an einem Elemente vorhandene Ableitung wiederholt sich auf eine unsichtbare Weise an jedem andern Elemente.

19) Wir wollen nun noch zum Schlusse dieser Betrachtungen einen in sich selbst zurückkehrenden Leiter $ABCD A$ untersuchen, der blos 2, aber entgegengesetzt wirkende, Erregungsstellen A und B besitzt. Lassen wir hier alle in 11 und 15 gebrauchten Bezeichnungen stehen, so wird, wenn wir uns die Stelle A ganz wie dort wirkend vorstellen, durch sie dem zu x gehörigen Punkte die elektroskopische Kraft

$$\frac{x - l}{l} a .$$

und auf ähnliche Weise, wenn wir uns die Stelle B entgegengesetzt wirkend vorstellen, durch sie demselben Punkte die elektroskopische Kraft

$$- \frac{\frac{1}{2}l - x - h}{l} a$$

mitgetheilt werden. Stellen wir uns beide Erregungsstellen zugleich wirkend vor, so wird mithin die auf den zu x gehörigen Punkt erfolgende Totalwirkung seyn

$$\frac{b}{l} a,$$

ein überraschendes und doch bei näherer Betrachtung sehr einleuchtendes Resultat, wodurch, wenn man das in 6 Gesagte gehörig in Erwägung zieht, bestimmt wird, *dass der zwischen den beiden Erregungsstellen befindliche Theil des Leiters, in welchem die + Enden liegen, an allen seinen Punkten gleich stark positiv, der andere Theil überall gleich stark negativ elektrisch sey, und dass die Summe dieser beiden positiv gedachten Intensitäten der Spannung gleich sey; dass aber diese Intensitäten sich umgekehrt zu einander verhalten, wie die Längen der Theile, auf welchen sie verbreitet sind.*

Wenn diese Verbindung an irgend einer Stelle, deren Abcisse λ ist, ableitend berührt wird, so ist nach 7 auf den zu x gehörigen Punkt die Wirkung der obern Erregungsstelle für sich

$$\frac{\lambda - x}{l} a$$

und die der untern für sich

$$- \frac{\lambda - x}{l} a.$$

Es scheint nun zwar, als ob die auf den Punkt aus beiden Erregungsstellen zugleich hervorgehende Totalwirkung stets null seyn müsse, allein erwägt man das in 9 Gesagte, so wird es sich ergeben, dass dies nur so lange der Fall ist, als beide zu x und λ gehörigen Punkte auf einem und demselben durch die Erregungsstellen bestimmten Theile des Leiters liegen; liegen sie

dagegen auf verschiedenen Theilen des Leiters, so erhält man für die Totalwirkung stets $\pm a$, $+$ oder $-$ je nachdem λ oder α die Erregungsstelle überspringt.

20) Ich schliesse hier die Herleitung der an galvanischen Verbindungen auftretenden elektroskopischen Phänomene, obgleich die zuletzt betrachtete Verbindungsweise noch zu einigen nicht uninteressanten Zusammensetzungen führt, um für die Nachweisung ihrer objectiven Gültigkeit noch einigen Raum zu gewinnen. Die trefflich gehaltenen, in Gilberts Annalen VIII. X. und XIII. aufgezeichneten Untersuchungen Ermans, Ritters und Jaegers über die elektroskopischen Wirkungen an Volta's Säule sind ganz wie dazu geschaffen. Fast jede Zeile legt Zeugniß ab für die Richtigkeit der obigen Theorie. Namentlich hebe ich VIII. S. 205, 207 u. 456 und X. S. 11 heraus, wo das Hauptphänomen, die Vertheilung des Schlussleiters, mit welchem alle übrigen stillschweigend gegeben sind, in allen seinen Theilen ganz so wie es in 12 und 16 gefunden worden ist, vollkommene Bestätigung erhält. Wenn damals diese Vertheilung aus begreiflichen Ursachen der eigenthümlichen Einwirkung des flüssigen Theils der Leitung zugeschrieben werden mußte, so steht es jetzt fast ausser allem Zweifel, daß auch metallische Schlussleiter dieselbe Erscheinung und ohne Condensator zeigen werden, wenn man dazu nur recht lange und dünne Drähte wählt und zu den Elementen der Säule so viel möglich grosse Platten und eine gut leitende Flüssigkeit nimmt. Noch führe ich zur Prüfung dieser Theorie einen Versuch Jaegers an, der in Gilberts Annalen XIII. S. 414 steht und für die geschlossene Säule das ist, was der oben angeführte Becquerelsche für die geschlossene einfache Kette war. Bei den Jaegerschen Versuchen, die an Säulen von wenigen, nicht grossen Elementen und mit Zuziehung des Condensators unternommen worden sind, hat man indessen nicht zu übersehen, daß, wo die Säule oder einfache Kette nicht an irgend einer Stelle Abfluß nach Aussen hat, die Wirkung einer jeden andern Stelle auf einen äussern Körper nicht blos von dessen relativer Capacität für Electricität, sondern auch von der Dauer ihres beiderseitigen Zusammenseyns abhängig ist.

XI.

*Ein Nachtrag zu dem vorstehenden Aufsatz des
Hrn. Dr. Ohm.*

(Aus einem Schreiben des Verfassers an den Herausgeber.)

— — Es freut mich, Ihnen melden zu können, daß alle in meiner Theorie der elektroskopischen Erscheinungen dem metallenen Schlußleiter beigelegten Eigenschaften sich durch Versuche vollkommen bestätigt haben. Da bei diesen Versuchen Umstände sich gezeigt haben, die das Mislingen derselben in Fällen herbeiführen können, so mache ich mir zur Pflicht, sie anzuzeigen.

Ein messingener Leiter von $\frac{1}{8}$ Linie Dicke und 300 Fuß Länge gab an einer mit Pappscheiben, die in Kochsalzlösung eingeweicht und dann stark ausgepresst worden waren, aufgebauten Zink-Kupfer säule von hundert dreizölligen runden Plattenpaaren seine Vertheilung nur durch den Condensator zu erkennen und zwar mit einer so geringen Spannung, daß sie, nach einer ungefähren Schätzung, die eines einfachen Elementes nicht übertraf. Als ich aber einen eben so langen, sehr feinen Eisendraht No. 15 dazu anwendete, trat die Vertheilung mächtig hervor, so daß ihre Größe und ihre Beweglichkeit sich sehr deutlich auch ohne Condensator stufenweise beobachten ließ. Ein Becherapparat von 12 noch nicht einzölligen Plattenpaaren brachte in Verbindung mit diesem letztern Leiter ein sehr empfindliches Elektrometer ohne Condensator noch zum Anschlagen, wenn das eine Ende des

Leiters untersucht wurde, während das andere Ende mit der Erde in leitender Verbindung stand. Obige Erfahrungen lehren, daß der Schlußleiter einer Voltaischen Säule sehr dünn und lang seyn muß, wenn dessen Vertheilung merklich hervortreten soll; aber sie berechtigen auch zu dem Schlusse, daß wenige Fulse von dem Eisendrahte hinreichend seyn werden, demjenigen das Phänomen der Vertheilung in seiner ganzen Pracht zu zeigen, dem es vergönnt ist, Platten von 100 und mehr Quadratzollen mit verdünnter Säure dazu anzuwenden.

Ueber die Vertheilung der einfachen Kette habe ich Versuche angestellt, die, obgleich noch unvollendet, auf eine nicht unwichtige Beobachtung mich führten. Wenn ich nämlich den Zinkkupferstreifen mit Brunnenwasser schloß, so traten jedesmal die elektrometrischen Erscheinungen innerhalb des flüssigen Leiters, der die Kette schloß, weit stärker hervor, wenn das Kupfer, als wenn das Zink ableitend berührt wurde, obgleich ich auf vollkommene Isolirung der Kette die größte Sorgfalt verwendet hatte. Wenn ich dagegen das Brunnenwasser mit concentrirter Schwefelsäure vertauschte, so waren die Erscheinungen in beiden Fällen, so weit es der Augenschein lehrte, von gleicher Stärke. Es ist allerdings nicht zu verkennen, daß es strenge genommen keine einfache Kette giebt, und daß die hier beschriebene eigentlich eine dreifache ist; allein es ist mir nicht glaublich, daß in diesem Umfande der Grund jener Anomalie zu suchen sey. Weiter fortgesetzte Versuche werden hoffentlich zur Aufklärung dieses Incidenzpunktes beitragen.



Datum
29.5.2006

HINWEIS

University of Applied Sciences

Ohm, Georg Simon: Versuch einer Theorie der durch galvanische Kräfte hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen

In: Annalen der Physik / nach L. W. Gilberts Tode fortgesetzt und hrsg. zu Berlin von J. C. Poggendorff. - Leipzig : Barth. - 82. 1826 = Annalen der Physik und Chemie / hrsg. zu Berlin von J. C. Poggendorff. - Leipzig : Barth. - 6. 1826. - S. 459-469

Dieser Band wurde an der Hochschulbibliothek der Fachhochschule Nürnberg eingescannt (Auflösung: 300 dpi). Das Original stammt aus den historischen Altbeständen der Bibliothek.

Signatur: 903/8.84 / 1 VI a

This volume was scanned at the University of Applied Sciences Library Nuremberg (resolution: 300 dpi). The original is part of the historic collection of the library.

Book number: 903/8.84 / 1 VI a

<http://www.fh-nuernberg.de/bibliothek>

Georg-Simon-Ohm-Fachhochschule
Hochschulbibliothek
Keßlerplatz 12
90489 Nürnberg



Datum
29.5.2006

HINWEIS

University of Applied Sciences

Ohm, Georg Simon: Versuch einer Theorie der durch galvanische Kräfte hervorgebrachten elektroskopischen Erscheinungen : Beschluss
In: Annalen der Physik / nach L. W. Gilberts Tode fortgesetzt und hrsg. zu Berlin von J. C. Poggendorff. - Leipzig : Barth. - 83. 1826 = Annalen der Physik und Chemie / hrsg. zu Berlin von J. C. Poggendorff. - Leipzig : Barth. - 7. 1826. - S. 45-54

Dieser Band wurde an der Hochschulbibliothek der Fachhochschule Nürnberg eingescannt (Auflösung: 300 dpi). Das Original stammt aus den historischen Altbeständen der Bibliothek.

Signatur: 903/8.84 / 1 VII a

This volume was scanned at the University of Applied Sciences Library Nuremberg (resolution: 300 dpi). The original is part of the historic collection of the library.

Book number: 903/8.84 / 1 VII a

<http://www.fh-nuernberg.de/bibliothek>

Georg-Simon-Ohm-Fachhochschule
Hochschulbibliothek
Keßlerplatz 12
90489 Nürnberg



Datum
29.5.2006

HINWEIS

University of Applied Sciences

Ohm, Georg Simon: Ein Nachtrag zu dem vorstehenden Aufsatz des Hrn. Dr. Ohm : (aus einem Schreiben des Verfassers an den Herausgeber)
In: Annalen der Physik / nach L. W. Gilberts Tode fortgesetzt und hrsg. zu Berlin von J. C. Poggendorff. - Leipzig : Barth. - 83. 1826 = Annalen der Physik und Chemie / hrsg. zu Berlin von J. C. Poggendorff. - Leipzig : Barth. - 7. 1826. - S. 117-118

Dieser Band wurde an der Hochschulbibliothek der Fachhochschule Nürnberg eingescannt (Auflösung: 300 dpi). Das Original stammt aus den historischen Altbeständen der Bibliothek.

Signatur: 903/8.84 / 1 VII a

This volume was scanned at the University of Applied Sciences Library Nuremberg (resolution: 300 dpi). The original is part of the historic collection of the library.

Book number: 903/8.84 / 1 VII a

<http://www.fh-nuernberg.de/bibliothek>

Georg-Simon-Ohm-Fachhochschule
Hochschulbibliothek
Keßlerplatz 12
90489 Nürnberg