

J o u r n a l
für
Chemie und Physik

in Verbindung
mit
mehreren Gelehrten

herausgegeben

von

Dr. Fr. W. Schweigger-Seidel,
außerordentlichem Professor der Medicin auf der Universität zu Halle.

LXIV. Band.
(Der dritten Reihe vierter Band.)
Mit drei Kupfertafel.

H a l l e,
bei **E d u a r d A n t o n.**

1 8 3 2.

Neues Jahrbuch
der
Chemie und Physik.

Eine wissenschaftliche Zeitschrift
des
pharmaceutischen Instituts zu Halle.

Unter besonderer Mitwirkung

der

*HH. Bischof, Brandes, Döbereiner, Duflos, Dulk, Dumenil,
Fechner, Ficinus, Fufs, Hausmann, Hermbstaedt, Jaeger,
v. Kobell, Kresler, Nestmann, Nöggerath, Ohm, Pfaff, Schübler,
Schweigger, Stromeyer Vater und Sohn, Weise und Wiggers*

herausgegeben

vom

Dr. Fr. W. Schweigger - Seidel,

außerordentlichem Professor der Medicin auf der Universität zu Halle.

Vierter Band.

(1832. Band IV.)

Mit drei Kupfertafel.

H a l l e,
bei E d u a r d A n t o n.

1 8 3 2.

Zur Electricitätslehre.

An Thatsachen fortgeführte Nachweisung des Zusammenhangs, in welchem die mannigfaltigen Eigenthümlichkeiten galvanischer, insbesondere hydroelektrischer Ketten untereintunder stehen,

von

G. S. O h m.

(Fortsetzung von S. 133 ff.)

Vom Widerstande des Uebergangs und von der Ladung der Metalle.

Zwar ist schon durch die bis jetzt gegebene Analyse die Natur der hydroelektrischen Kette ihrem ganzen Inhalte nach aufgedeckt; um aber die Beziehung einer jeden besondern Eigenthümlichkeit solcher Ketten zu dem seither entworfenen Umriss noch einzeln vor Augen legen zu können, werde ich noch einige dahin gehörige Betrachtungen beifügen. Insbesondere kommt es hier darauf an, zu zeigen, dass die in meiner Schrift entwickelten Gesetze wirklich allgemeine sind, oder mit anderen Worten, dass in der galvanischen Kette nie etwas Anderes als Spannung und Leitungswiderstand thätig ist; dahin richtet sich mein Streben von jetzt an auch ganz allein.

Zuvörderst mache ich auf die wahre Bedeutung des von *Fechner* aus seinen Versuchen an der wogenden Kette erschlossenen, von ihm so genannten, *Widerstandes des Uebergangs* aufmerksam. Dieser zuverlässige Beobachter überzeugte sich nämlich, dass in solchen Ketten die Grösse des Stromes nicht mehr durch

$$\frac{A}{L}$$

vorgestellt werden könne, wie meine Gesetze unter der Voraussetzung an die Hand gaben, dass A die Spannung der Kette, L ihren Leitungswiderstand bezeichnet, sondern dass man, um hier noch die Grösse des Stroms in jedem Falle zu erhalten, zu dem Nenner noch ein Glied b hinzufügen müsse, womit dann die Grösse des Stromes durch den Ausdruck

$$\frac{A}{b + L}$$

gegeben wird. Dieses Glied nun nannte *Fechner* den *Widerstand des Ueberganges*, wahrscheinlich desshalb, weil es in dem Nenner, dem gewöhnlichen Aufenthaltsorte des Widerstands, erscheint; wenigstens schliesse ich auf einen bloß formellen Ursprung des unter diesem Namen eingeführten Begriffs aus einer Stelle *), worin derselbe Gelehrte sagt: „Ob diese Vorstellung richtig sey und der Widerstand des Ueberganges nicht vielmehr ganz anders zu betrachten, muss ich dahin gestellt seyn lassen, denn es sind noch nicht hinreichende Data vorhanden, darüber zu entscheiden. Immer werden zuletzt die im Folgenden zu erörternden *erfahrungsmässigen* Charaktere dieses Widerstandes das seyn, an was man sich zu halten haben wird.“ Diess sind die Worte, worin sich der, den echten Naturforscher bezeichnende, Argwohn gegen jede Untermischung von Thatsachen mit willkürlichen Begriffen ausspricht. Uebrigens legt *Fechner*, durch seine eigenen Versuche getrieben, dem Widerstande des Uebergangs, also der Grösse b , folgende Charaktere bei: erstlich, diese Grösse ist dem Querschnitte der Flüssigkeit ω umgekehrt proportional, also von der Form $\frac{a}{\omega}$; zweitens, die Grösse a ist im ersten Augenblicke des Schliessens der Kette entweder völlig Null, oder doch nur sehr gering, und wächst in dem Mass an, als die Kette länger geschlossen ist. Man sieht hieraus,

*) In dem schon öfter erwähnten dritten Theile der Uebersetzung von *Biot's Physik* S. 180. Note.

dass *Fechner* für die Stromesgrösse genau dieselbe Form, nämlich

$$\frac{A}{\frac{a}{\omega} + L}$$

erhält, wie sie die im vorigen Abschnitt aus den dortigen dritten Erfahrungssatz abgeleitete Gleichung

$$S = \frac{A - \frac{a}{\omega} S}{L}$$

an die Hand giebt, wenn man sie nach S auflöst, und dass *Fechner* der Grösse a dieselbe eigenthümliche Beweglichkeit zuschreibt, die aus meinen oben angezeigten Versuchen hervorgeht. Wir stimmen mithin beide an dieser Stelle mit einander völlig überein, und da meine Versuche, in so weit sie die Entstehungsweise dieser Vermehrung des Nenners angehen, weiter als die *Fechner'schen* zur Quelle der Erscheinung aufsteigen: so darf ich hoffen, dass die von mir jenem Zuwachse beigelegte Bedeutung die richtigere sey, um so mehr, da sich sein von einer Spannung herkommender Ursprung, sowohl durch die Magnetnadel, als durch das Elektroskop, ohne alle Zweideutigkeit und mit Leichtigkeit erkennen lässt. Sollte sich in der Folge meine weiter oben erhobene Bedenklichkeit über die allgemeine und völlig strenge Proportionalität zwischen der Intensität des Stroms innerhalb der Flüssigkeitsschicht und der durch diesen Strom gebildeten und mit ihm ins Gleichgewicht gesetzten Gegenspannung bethätigen lassen: so müsste natürlich eine diesen Punct anlangende nähere Bestimmung auch die *Fechner'sche* Formel treffen; so wie umgekehrt durch die *Fechner'schen* Versuche die Zulässigkeit jener Proportionalität in einem nicht geringen Umfange verbürgt wird, worauf ich gleich bei ihrem Einführen aufmerksam gemacht habe.

Die so eben gegebenen Erörterungen bilden den schon oben in der Einleitung genannten Wendepunct, in welchem *Fechner's* und meine Untersuchungen über die galvanische Kette auseinander zu laufen scheinen; ich sage scheinen,

weil in der That *Fechner's* Weg den meinigen gerade nur an der Stelle verlässt, wo seine Experimente aufhören Spuren hinter sich zurückzulassen, und ich eben daraus Hoffnung schöpfen darf, dass unsere Trennung nur von kurzer Dauer seyn und einem freudigen sich Wiedererkennen Platz machen wird. Nach meinem Dafürhalten liegt die Ursache unserer Divergenz einzig und allein darin, dass *Fechner* den Zustand der Flüssigkeit während der verschiedenen, in eine und dieselbe Wirkungsperiode fallenden, Versuche für merklich unveränderlich ansieht, was nach meiner Ueberzeugung bei Weitem nicht zugestanden werden darf. Man hätte jedoch Unrecht, wenn man das Uebersehen dieses Umstandes der so vielfach schon erprobten Sorgfalt eines so genauen Experimentators zur Last legen wollte; denn es lag nicht in seiner Macht, ein unübersteigbares, durch seine, an und für sich recht brauchbare, Beobachtungsweise nothwendig herbeigeführtes, Hinderniss aus dem Wege zu räumen. Obwohl nämlich unmittelbar nach jedem Wechsel im Leitungswiderstand eine Umgestaltung der Flüssigkeit von bald grösserm bald geringerm Umfange der That nach eintritt, so geschieht diese doch so rasch und in einem so schnell abnehmenden Verhältnisse, dass sie sich der Wahrnehmung gar leicht entzieht, und in vielen Fällen nur durch das oben von mir angegebene Verfahren, auf das ich durch einen glücklichen Zufall geführt worden bin, mit Sicherheit entdeckt werden kann. Es war um so schwerer hinter die Unstatthaftigkeit der Annahme, wornach die Flüssigkeit während der Versuche in einem unveränderten Zustande sich erhielt, zu kommen, da diese Annahme schon durch die Form des Ausdrucks

$$\frac{A}{\frac{a}{\omega} + L}$$

welcher die ganze, zu einer und derselben Wirkungsperiode der Kette gehörige, Versuchsreihe umfasst, gerechtfertigt zu werden scheint; denn wer wird auf den Einfall kommen, dass die auf den charakteristischen Hergang innerhalb der Flüssigkeit sich beziehende *unveränderliche*

Grösse α der Repräsentant einer, den Zustand der Flüssigkeit betreffenden, *Veränderlichkeit* seyn könne? Es liegt in dem vorstehenden, durch Entwicklung der Gleichung

$$S = \frac{A - \frac{\alpha}{\omega} S}{L}$$

sich ergebenden Ausdrücke für die Stromesgrösse etwas Geheimnissvolles, das an's Wunderbare grenzt, und seine physikalische Bedeutung zum Räthsel stempelt. Diese Dunkelheit fällt aber weg, so wie man die Gleichung in ihrem noch unentwickelten Zustande beibehält, weil man dann auf der Stelle gewahr wird, dass die eintretende Gegenspannung $\frac{\alpha}{\omega} S$ mit der Stromesgrösse S zugleich veränderlich ist; darum eben habe ich die, auf rein theoretischem Wege (im Anhang zu meiner Schrift S. 244) gefundene, der vorstehenden analoge Gleichung in unentwickelter Form stehen gelassen und noch hinzugefügt: „eine Gleichung, deren Gestalt recht dazu geeignet ist, die Natur der durch chemische Umwandlung herbeigeführten Aenderung des Stroms im Allgemeinen anzudeuten, und deren Aussagen mit den vielen Erfahrungen, die ich über das Wogen der Kraft in der hydroelektrischen Kette gemacht und nur zum kleinsten Theile mitgetheilt habe, recht gut zusammen stimmen.“ *) Aus dem Gesagten erhellet genugsam, wie *Fechner* durch zwei Ursachen zugleich abgehalten werden konnte, die, das eigentliche Wesen der wogenden Kette ausmachende, Veränderlichkeit im Zustande der Flüssigkeit von Versuch zu Versuch anzuerkennen; einmal nämlich durch die Eigen-

*) Die dortige Gleichung repräsentirt in der That recht gut alle Erscheinungen, so lange als die Flüssigkeit in der Kette keine Formveränderung erleidet, was bei meinen früheren Versuchen, wo ich mich stets eines und desselben Troges bediente, der Fall war. Erst später gelangte ich zu dem wichtigen dritten Erfahrungssatze. In jenem Anhang sind, wie ich voraus sah, einige Betrachtungen nicht ganz sachgemäss, wovon zu reden aber hier der Ort nicht ist. Vielleicht dass schon die bloße Analogie der Formen, hier und dort, jenem Versuche die Aufmerksamkeit erwirbt, die ich ihm wünsche.

thümlichkeit seiner Beobachtungsmethode und dann noch durch die verführerische Form des Ausdruckes für die Stromesgrösse. So wie aber eine Unveränderlichkeit der Flüssigkeit in den auf einander folgenden Versuchen stillschweigend oder ausdrücklich anerkannt war, blieb nichts Anderes mehr übrig, als den zur Darstellung der Stromesgrössen einer jeden Versuchsreihe im Nenner des für unveränderliche Ketten gegebenen Ausdrucks erforderlichen Zuwachs dahin auszulegen, dass die in meiner Schrift gegebenen Gesetze keine allgemeine Gültigkeit haben, wie denn auch *Fechner* thut; indess, gestützt auf die in diesem Aufsätze gegebenen Erläuterungen des Gegenstandes, glaube ich mich zu der Erwartung berechtigt, dass jener Zuwachs, weit entfernt eine Unzulänglichkeit der allgemeinen Gesetze galvanischer Ketten zu verkünden, vielmehr nur zu ihrer glänzendsten Bestätigung dienen kann, indem sich eine ihm entsprechende Umgestaltung der galvanischen Grundbedingungen nachweisen lässt. Man wird bei näherer Prüfung finden, dass gerade nur durch diesen Zuwachs der Beweis für die uneingeschränkte, den jedesmaligen Bedingungen entsprechende, Gültigkeit der im Körper meiner Schrift gegebenen Gesetze möglich wird. Während dieser Prüfung wird man Gelegenheit genug erhalten, sich zu überzeugen, dass es vergebliche Mühe gewesen wäre, wenn Jemand die allgemeinen Gesetze galvanischer Ketten aus der Wirkungsweise der hydroelektrischen Kette hätte herholen wollen; es scheint mir schlechterdings unmöglich, die Gesetze, nach welchen sich die wogende Kette richtet, früher zu finden, als von dem Augenblick an, wo man sie anders woher schon kennt, und eben hierin liegt der Grund, warum diese Gesetze, obgleich schon in den ersten Jahren nach der Entdeckung der galvanischen Erscheinungen Andeutungen genug dazu vorhanden waren, so lange verborgen geblieben sind, so zwar, dass alle späteren Erfahrungen nur dazu geeignet zu haben scheinen, vom rechten Weg abzuführen.

Zu denjenigen galvanischen Erscheinungen, welche die Aufmerksamkeit der Physiker in hohem Grad und zu verschiedenen Zeiten in Anspruch genommen haben, ge-

hört unstreitig die besondere und mit Macht auftretende Wirkungsweise der Zwischenplatten, oder, um mich deutlicher auszudrücken, der zwischen gleichartige Metalle gelagerten Flüssigkeiten, welche unter dem Namen der *Ladung* zuerst bekannt geworden ist. Die nähere Erörterung und Bestimmung dieser Erscheinung knüpft sich unmittelbar an die früheren Betrachtungen über das Wogen der hydroelektrischen Kette an. Es werden nämlich dieselben Veränderungen der Flüssigkeit durch den Strom hervorgerufen werden, diese mag sich zwischen heterogenen oder homogenen Metallen befinden, und die aus der Flüssigkeit hervortretenden Bestandtheile werden an homogenen Metallen in gleicher Weise, wenn auch nicht in demselben Masse Gegenspannungen erregen, wie an heterogenen, so dass hier noch ganz dieselbe Behandlungsweise, wie zuvor, anwendbar bleiben wird. Denken wir uns daher in die vorige aus n Elementen bestehende Säule, deren Stromesgrösse im bleibenden Zustande durch die Gleichung

$$S = \frac{nA - nbS}{n\lambda + l'}$$

gegeben war, n' neue, durch homogene Zwischenplatten begrenzte, prismatisch gestaltete und unter sich völlig gleiche Flüssigkeiten eingeführt: so wird, wenn λ' den Widerstand einer jeden solchen Flüssigkeit in Verbindung mit der ihr angehörigen Metallplatte vorstellt, der Gesamtwiderstand der Säule dadurch um die Grösse $n'\lambda'$ vermehrt werden, mithin der vorige Nenner $n\lambda + l'$ jetzt in $n\lambda + n'\lambda' + l'$ sich umgestalten müssen; bezeichnet ferner b' in Bezug auf jede der neu eingeführten Zellen dasselbe, was b in Bezug auf jedes Element der Säule vorstellt, und drückt S' die Grösse des Stroms im bleibenden Zustande der auf die angezeigte Weise abgeänderten Säule aus: so werden die in den Elementen der Säule hervorgerufenen Gegenspannungen, dem jetzigen Strome S' gemäss, zur Summe nbS' geben und aus demselben Grunde werden die in den neu eingeführten Zellen entstandenen Gegenspannungen zur Summe $n'b'S'$ geben müssen. Diesem gemäss erhält man zur Bestimmung der gesuchten Grösse S' die Gleichung

$$S' = \frac{nA - nb'S' - n'b'S'}{n\lambda + n'\lambda' + I'}$$

aus welcher man findet

$$S' = \frac{nA}{n(b + \lambda) + n'(b' + \lambda') + I'}$$

Der so erhaltene Ausdruck für die Grösse des Stroms in einer Säule aus n Elementen, in welche n' neue, durch homogene Metalle begrenzte Flüssigkeiten eingeführt worden sind, hat eine auffallende Aehnlichkeit mit dem von *Marianini* zu gleichem Zwecke gegebenen

$$\frac{n \cdot D}{n + n'}$$

in welchem D ; nach *Marianini*, einen gewissen aus den Wirkungen der einzelnen Elemente genommenen Mittelwerth vorstellen soll. Setzen wir nämlich in unserm Ausdrucke $I' = 0$, was in Beziehung zu *Marianini's* Versuchen, in welchen der Schliessungsdraht immer nur einen höchst geringen Widerstand hervorgebracht haben kann, da sie ohne Multiplicator gemacht worden sind, stets geschehen kann, und nehmen wir noch $b' + \lambda' = b + \lambda$ an, so geht unser Ausdruck über in;

$$\frac{n \cdot \frac{A}{b + \lambda}}{n + n'}$$

welcher, da $\frac{A}{b + \lambda}$ die Wirkung eines einzelnen Säulenelements vorstellt, mit dem *Marianini's*chen völlig identisch ist. Dieser Umstand überhebt mich der nicht sehr lohnenden Mühe Erfahrungsbelege für die Genauigkeit des von mir gegebenen Ausdrucks aufzusuchen; denn da der *Marianini's*che Ausdruck keinen andern Zweck hätte, als das Gesetzmässige der Erscheinung in sich aufzunehmen; so kommt derselbe Vortheil auch dem meinigen zu Statten in dem ganzen Umfange der *Marianini's*chen Versuche *).

*) *De la Rive's* messende Versuche über diesen Gegenstand verlangen, wegen der besondern von ihm gewählten Anordnungsweise, eine dieser zusammengesetzten Kettenform angemessene Abänderung obiger Gleichung; aber die Bedingungen, unter welchen experimentirt worden ist, sind

Ausserdem deckt die von mir gegebene Gleichung aber auch noch solche Wirkungsverhältnisse der Zwischenplatten auf, die in *Marianini's* Formel nicht enthalten sind, und demungeachtet in der Erfahrung angetroffen werden, wodurch sie sich als die naturgemässere zu erkennen giebt. Von diesen erwähne ich nur ein einziges, worauf Versuche bereits hingewiesen haben, dass nämlich die schwächende Wirkung einer Zwischenflüssigkeit in einem um so grössern Mass auftritt, je kleiner der Querschnitt der Flüssigkeit wird, wenn man schon, um ihren Widerstand stets von derselben Grösse zu erhalten, zu gleicher Zeit ihre Länge in demselben Verhältnisse verkürzt. Es versteht sich übrigens von selbst, dass obige Formeln nur so lange Gültigkeit behalten, als alle in der Kette befindlichen Flüssigkeiten über ihren primären Zustand nicht hinausgehen, weil nur dieser in der bisherigen Auseinandersetzung berücksichtigt worden ist. Wenn der Querschnitt, womit eine der Flüssigkeiten mit den Metallen in Berührung ist, in Vergleich zu den übrigen sehr klein wird, wie diess z. B. geschehen kann, wenn die Poldrähte einer Säule auf geeignete Weise in eine Flüssigkeit getaucht werden: so entsteht an diesen Stellen eine so heftige Wirkung, dass in der Regel eine doppelte Zersetzung erfolgt und dann leicht eine Fortführung einzelner Bestandtheile der Flüssigkeit durch das Innere der Metalle eintreten kann, wie in einzelnen Fällen unmittelbar ins Auge fällt, und in anderen Fällen daraus sich erschliessen lässt, dass selbst solche Stellen der Drähte, die mit der Flüssigkeit in keine Berührung gekommen sind, sich verändert zeigen; ob aber in solchen Fällen obige Gleichung noch dieselbe Form, wie zuvor, behalten darf, ist zum Wenigsten noch nicht ausgemacht, obgleich auch nicht viel dagegen spricht.

dabei viel zu unbestimmt angegeben, um jene Versuche zu einer sichern Vergleichung mit den Formeln benützen zu können.



Datum
8.5.2006

HINWEIS

University of Applied Sciences

Quelle: Journal für Chemie und Physik

Dieser Aufsatz wurde an der Hochschulbibliothek der Fachhochschule Nürnberg mit einer Auflösung von 300 dpi eingescannt. Das Original des Zeitschriftenbandes stammt aus der Universitätsbibliothek Erlangen-Nürnberg. Signatur: CHM-I, 125

This article was scanned at the University of Applied Sciences Library Nuremberg (resolution: 300 dpi). The journal is part of the collection of the Library of the University Erlangen-Nürnberg. Shelf number: CHM-I 125

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

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