

Ueber die Veränderung der electromotorischen Kräfte zwischen Metallen und Flüssigkeiten durch den Druck

Autor(en): **Wild, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Mitteilungen der Naturforschenden Gesellschaft Bern**

Band (Jahr): - **(1864)**

Heft 575-576

PDF erstellt am: **22.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-318763>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

gegen die Hypothese der Identität von Lichtäther und electricischem Fluidum zu sprechen.

H. Wild.

Ueber die Veränderung der electromotorischen Kräfte zwischen Metallen und Flüssigkeiten durch den Druck.

(Vorgetragen den 17. December 1864.)

Herr E. du Bois-Reymond hat zuerst eine besondere Untersuchung angestellt über die electricischen Ströme, welche durch verschiedenen Druck auf zwei gleichartige, in eine Flüssigkeit eintauchende Electroden erzeugt werden. *) Dabei wurde so verfahren, dass man die eine Electrode entweder direct zwischen den Fingern presste oder einen Bausch, in dem sie stack, mit Gewichten beschwerte und so einen höhern Druck auf sie ausübte. Bei dieser Operationsweise sind offenbar kleine Erschütterungen resp. Reibungen der Electroden unvermeidlich, und es hat daher auch Herr du Bois bereits diese Ströme mit den durch Schütteln der einen Electrode erregten verglichen. Es zeigte sich indessen hiebei keine durchgehende Uebereinstimmung beider Wirkungen, so dass Herr du Bois die Frage als noch nicht endgültig entschieden betrachtete, der Verwicklung halber aber eine Lösung derselben von seinem Standpunkte aus nicht der

*) Monatsberichte der Berliner Academie v. 1854, Seite 288.

aufzuwendenden Mühe werth hielt. Es ist nun aber möglich, diese Verwicklung, die aus der bei der angedeuteten Operationsweise nothwendigen Vergleichung der Druckwirkung mit der Wirkung des Erschütterns entsteht, zu vermeiden, also auf einfachem Wege die vom physikalischen Standpunkte aus interessante Frage zu lösen, ob durch blossen Druck die electromotorische Kraft zwischen einem Metall und einer Flüssigkeit verändert werde, wenn es gelingt, einen Druck auf die eine Electrode auszuüben, ohne dieselbe dabei im Geringsten zu erschüttern oder zu reiben. Mein Freund, Herr Quincke, hat bei Gelegenheit seiner Untersuchung über die von ihm entdeckten Diaphragmenströme einen hieher gehörigen Versuch angestellt. *) Er schaltete nämlich bei seinem Apparate statt des Diaphragma eine dicke Platin- oder Kupferplatte ein und übte dann mittelst einer Druckpumpe auf das Wasser in der einen Abtheilung einen solchen Druck aus, dass die in den beiden Abtheilungen befindlichen Platinelectroden einen um 2,5 Atmosphären verschiedenen Druck auszuhalten hatten. Es zeigte sich keinerlei Wirkung auf die Nadel des sehr empfindlichen Multiplikators. Von diesen Versuchen ist indessen nur der mit der Kupferplatte für unsere Frage als ganz entscheidend zu betrachten. Bezeichnen wir nämlich die electromotorische Kraft zwischen Platin und destillirtem Wasser mit P und die zwischen Kupfer und destillirtem Wasser mit K, so haben wir für die Summe der electromotorischen Kräfte im Schliessungskreise bei gleichem Drucke in beiden Abtheilungen :

$P - P + P - P = P - K + K - P = 0$, je nachdem die Platin- oder Kupferplatte statt des Dia-

*) Pogg. Ann. Bd. 107, Seite 13.

phragma eingeschaltet ist; dagegen bei verschiedenem Drucke in den beiden Abtheilungen:

$$k P - k' P + P - P = 0 \text{ und}$$

$$k P - k', K + K - P;$$

wenn die Coeffizienten k und k' die allfälligen Veränderungen darstellen, welche die betreffenden electromotorischen Kräfte durch die Druckerhöhung erleiden. Nur in dem letzten Falle wäre also die Summe der electromotorischen Kräfte nicht Null und auch da würde der Strom trotz der Veränderung der electromotorischen Kräfte durch den Druck verschwinden, wenn bei dem eben stattfindenden Drucke zufällig:

$$P (k - 1) = K (k', - 1)$$

wäre, was allerdings kaum zu erwarten ist. Die Versuche des Herrn Quincke beziehen sich überdies bloss auf destillirtes Wasser und Kupfer und Platin; bei den Untersuchungen des Herrn du Bois ergaben sich aber durch Drücken und Erschüttern von Kupfer und Zinkelectroden bedeutendere Ströme als für Platinelectroden und ebenso grössere Ausschläge bei der Anwendung von Salzlösungen als bei Brunnenwasser. Es wäre daher denkbar, dass z. B. für Zinkvitriollösung und Zinkelectroden der Druck doch eine merkbare Wirkung ausüben würde.

Demgemäss habe ich für Zinkelectroden und Zinkvitriollösung die Wirkung des Drucks nach einer Methode untersucht, die ebenfalls wie die von Herrn Quincke jede Erschütterung oder Reibung der Electroden ausschliesst; zugleich aber auch ausser dem Zink nicht noch ein anderes Metall mit in's Spiel zieht und daher keinem Zweifel mehr Raum lässt. Das Princip dieser Methode besteht einfach darin, eine lange Röhre an den Enden mit Zinkelectroden zu versehen und mit Zinkvitriollösung zu füllen; liegt die Röhre horizontal, so haben beide Electroden

gleichen Druck auszuhalten; wird sie dagegen vertikal gerichtet, so wird der Druck auf die untere um das Gewicht der auf ihr ruhenden Flüssigkeitssäule vermehrt.

Die unmittelbare praktische Ausführung dieser Idee führte indessen zu einigen Schwierigkeiten. Bei einem ersten Versuche nämlich wurden drei Glasröhren von nahe 1^m Länge und 10—12^{mm} innerm Durchmesser vermittelst durchbohrter Korke zu einer Röhre von 2,9^m Länge zusammengesetzt, die Enden mit Korken verschlossen, durch welche Zinkdrähte hindurchgesteckt waren, und dieselbe bis auf eine kleine übrigbleibende Luftblase ganz mit Zinkvitriollösung vom specifischen Gewicht 1,10 gefüllt, nachdem man sie vorher auf einer nahe gleich langen Holzlatte befestigt hatte. Vermittelst dieser Holzlatte war sie dann an einem Stative so angebracht, dass sie um ihre Mitte gedreht und so nach Belieben vertikal oder horizontal gestellt werden konnte, An die Zinkelectroden waren ausserhalb lange Kupferdrähte angelöthet, die zunächst zu einem Gyrotropen und von da weiter zu einem sehr empfindlichen Galvanometer führten. Es war dies ein von Sauerwald in Berlin gefertigter du Bois'scher Multiplikator mit 30,000 Windungen den mir Herr Professor Valentin gütigst aus der Sammlung des physiologischen Instituts lieh. An dem astatischen Nadelpaar war oberhalb ein ganz leichtes Spiegelchen befestigt, so dass der Stand der Magnetnadeln mit Fernrohr und Scale beobachtet werden konnte. Die Entfernung der Millimeterscale vom Spiegel betrug 1300^{mm}; einer scheinbaren Bewegung der Scale vor dem Fadenkreuz des Fernrohrs um 1 Scalentheil entsprach daher eine Ablenkung der Nadel um 80". Die Zinkdrahtelectroden waren amalgamirt worden, auch vom Kork an im Innern etwa 10^{mm} weit mit Wachs überzogen; man erhielt

demgemäss nach der Schliessung bei horizontaler Stellung der Röhre nur einen geringen anfänglichen Ausschlag von einigen Scalentheilen. Um die Empfindlichkeit des Multiplikators zu prüfen, brachte ich zugleich mit der Röhre 10 Elemente meiner anderwärts bereits beschriebenen Thermokette von Kupfer und Argentan*) in die Schliessung und liess sie bei 10° Temp.-Differenz der Löthstellen einmal entgegen, das andere Mal im gleichen Sinne wie die Hydrokette auf den Multiplikator wirken. Daraus ergab sich, dass bei dem stattfindenden Widerstande die Thermokette für sich bei 10° Temperatur-Differenz der Löthstellen eine constante Ablenkung von 44 Scalentheilen erzeugt haben würde. Hieraus lässt sich gemäss den Bestimmungen über die electromotorische Kraft meiner Thermokette am angeführten Orte berechnen, dass eine electromotorische Kraft von $10^4 \cdot 274$ in absolutem electromagnetischem Masse oder von $\frac{1}{40000}$ der electromotorischen Kraft eines Daniell'schen Elementes bei dem stattfindenden Widerstand der ganzen Schliessung noch eine Ablenkung von 1 Scalentheil an unserm Multiplikator erzeugt hätte. — Als nun bei den Versuchen die Röhre aus der horizontalen Stellung plötzlich in die vertikale gebracht wurde, ergaben sich durchweg starke Ausschläge der Multiplikatornadel, die überdies noch viel grösser wurden, sowie man bei vertikaler Stellung der Röhre eine Drehung um 180° vornahm, so dass die obere Electrode nunmehr nach unten zu liegen kam und umgekehrt. Ich erkannte indessen bald, dass die erstern schwächern Ströme Erschütterungen der Flüssigkeit um die eine oder andere Electrode zuzuschreiben waren und die stärkern dem vorübergehenden Contact der einen oder andern

*) Pogg. Ann. Bd. 103, S. 388.

Electrode mit Luft. Es stellte sich nämlich stets an dem nach oben gekehrten Röhrenende unmittelbar nach der Füllung eine kleinere oder grössere Luftblase unterhalb des Korkes her; bei der Aufrichtung der Röhre aus der horizontalen in die vertikale Stellung machte dieselbe eine kleine Bewegung, welche hinreichte, die Flüssigkeit um diese Electrode zu erschüttern; und bei der Umkehrung der Röhre aus der einen Vertikallage in die andere bewegte sich die Luftblase vom einen Röhrenende zum andern, erschütterte nach einander die Flüssigkeit um beide Electroden und kam dabei ausserdem in der Regel mit den unbedeckten Theilen der Electroden zur Berührung. Dass diese Erklärung der beobachteten Ströme die richtige sei, ergab sich einmal daraus, dass sie sehr schnell wieder verschwanden, so wie die Röhre in Ruhe blieb; ferner daraus, dass man ganz entsprechende Nadelausschläge erhielt, als bei unveränderter Horizontalstellung die Röhre etwas erschüttert, oder dann nur so schwach geneigt wurde, dass die Luftblase eben vom einen Ende zum andern sich bewegte. Der Gedanke lag nahe zu einem Entscheid der Frage trotz dessen dadurch zu gelangen, dass man einfach diese durch die Röhrenbewegung entstandenen Ströme vorübergehen liess und dann nach einiger Zeit den stationären Stand der Nadel bei der Vertikalstellung der Röhre mit dem frühern und spätern bei horizontaler Stellung verglich. Dabei ergaben sich in der That schliesslich am Galvanometer constante Ablenkungen von 5—10 Scalentheilen; allein diese Ablenkungen konnten sowohl ihrer Richtung als Grösse nach ganz gut durch thermoelectrische Ströme bedingt werden. Die Temperatur an der Decke des Zimmers war nämlich stets $\frac{1}{2}$ — 1° höher als am Boden desselben, wie an beiden Orten angebrachte Thermometer anzeigten;

bei längerem Verweilen in der Vertikalstellung musste daher die obere Zinkelectrode eine etwas höhere Temperatur als die untere annehmen. Gemäss meinen frühern Messungen über die Grösse der thermoelectromotorischen Kraft zwischen Zink und Zinkvitriol *) genügt aber eine Temperaturdifferenz von $\frac{1}{4} - \frac{1}{2}^{\circ}$ der beiden Electroden, um bei der in unserm Falle stattfindenden Empfindlichkeit des Multiplikators eine Ablenkung von 5—10 Scalentheilen hervorzubringen. Da es nun überdies einige Male gelang, bei der Aufrichtung der Röhre aus der horizontalen Stellung in die vertikale jede Erschütterung zu vermeiden und die Bewegung der Luftblase am einen Ende auf ein Minimum zu reduciren und dabei dann gleich zu Anfang keine Bewegung der Magnetnadel erfolgte, so bemühte ich mich, eine entscheidende Lösung der Frage dadurch zu erzielen, dass ich die störende Luftblase durch geeignete Einrichtung des Apparates ganz ausschloss. So gelangte ich schliesslich zu der folgenden Vorrichtung, die mich ganz befriedigte. In die dicke Seitenwand eines kleinen oben offenen Holzkastens wurden zwei knieförmig gebogene Glasröhren von ungefähr 11^{mm} innerm Durchmesser mittelst Korken wasserdicht und drehbar eingesetzt. Mit Hülfe durchbohrter Korke setzte man an die äussern nach unten gerichteten Schenkel noch zwei circa 1^m lange Röhren an, welche dann an ihren untern Enden wie die oben beschriebene Röhre mit Zinkdrahtelectroden versehen und im Uebrigen wasserdicht verschlossen waren. Goss man nun in den Kasten, nachdem derselbe am Rande eines Tisches in passender Höhe befestigt worden war, Zinkvitriollösung, so füllten sich die beiden Röhren vollständig von da aus mit der-

*) Pogg. Ann. Bd. 103, S. 411.

selben an; man brachte dann noch so viel Lösung hinzu, dass die Oberfläche der Flüssigkeit um ungefähr 10^{mm} über den Oeffnungen der Röhren im Innern des Kastens stand. Beim Drehen der einen oder andern Röhre aus der vertikalen Stellung nach unten in die nach oben erhelt sie demzufolge der äussere Luftdruck, wie ein abgekürztes Quecksilberbarometer, gefüllt und die Druckdifferenz auf die untere und obere Electrode war dann doch wie oben entsprechend dem Gewicht einer Flüssigkeitssäule von einer Höhe gleich ihrem vertikalen Abstand. Der letztere betrug $2,9^{\text{m}}$, und da, wie schon oben erwähnt wurde, das specifische Gewicht der angewandten Zinkvitriollösung $1,10$ war, so betrug also der Druckunterschied 319 Gramm auf 1 Quadrat Centimeter oder nahe $\frac{1}{3}$ Atm. Als man nach der Einfüllung der Lösung die Electroden, während beide Röhren vertikal nach unten gerichtet waren, mit dem Multiplikator verband, war nur ein sehr schwacher anfänglicher Strom da, der die Nadel um einige Scalentheile ablenkte. Nachdem die letztere vollständig zur Ruhe gekommen war, liess ich durch einen Gehülfen die eine Röhre vertikal emporrichten, sodann nach Verlauf einiger Secunden wieder in die frühere Lage zurückdrehen und die zweite statt ihrer vertikal nach oben stellen. Weder bei der einen noch bei der andern Operation konnte ich auch nur die geringste Ablenkung oder Zuckung der Magnetnadel wahrnehmen. Liess man aber die eine Röhre längere Zeit in der untern und die andere in der obern Stellung, oder berührte die eine Electrode aussen mit den Fingern, so erfolgte ein starker Ausschlag der Nadel durch den entstehenden thermoelectrischen Strom. Da nun nach der ersten Operation die erste Electrode einem um ein $\frac{1}{3}$ Atm. geringern Druck, nach der zweiten aber einem um $\frac{1}{3}$ Atm. grössern Druck ausgesetzt war,

als die zweite Electrode, so lässt sich aus unserer Beobachtung, die übrigens mehrere Male wiederholt wurde, mit Sicherheit schliessen, dass die electromotorische Kraft zwischen amalgamirtem Zink und Zinkvitriollösung durch Vermehrung des Druckes um $\frac{2}{3}$ Atm. nicht um eine Grösse verändert wird, welche $\frac{1}{400000}$ der electromotorischen Kraft eines Daniell'schen Elementes entspricht. Dadurch scheint mir denn in Verbindung mit dem Versuch des Herrn Quincke hinlänglich bewiesen, dass überhaupt die electromotorische Kraft zwischen Metallen und Flüssigkeiten durch den Druck nicht verändert wird. Die Ströme, die Herr du Bois-Reymond beim Drücken der Electroden erhielt, sind also in der That, wie er es bereits wahrscheinlich gemacht hat, bloss der Erschütterung derselben zuzuschreiben, wodurch eben die Polarisation resp. anhängende Gasschichten verändert werden.

Prof. Dr. Perty.

Ueber die neuesten Mikroskope von Hrn. Sigmund Merz in München.

(Vorgetragen den 9. Januar 1865.)

Ich hatte Gelegenheit, einige Mikroskope des genannten Optikers, der nun an der Spitze des ehemaligen Fraunhofer'schen Institutes steht, in letzter Zeit der Prüfung zu unterziehen, deren Ergebniss war, dass die Leistungen dieser Instrumente in hohem Grade befriedigend sind. Das Mikroskop Nro. 73 namentlich, welches