



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

216. Konstante galvanische Elemente

---

[urn:nbn:de:hbz:466:1-83789](#)

so z. B. bilden Zinkplatten in konzentrierter Zinksulfatlösung „unpolarisierbare Elektroden“, denn ebensoviel Zink, wie an der Kathode niedergeschlagen wird, löst sich gleichzeitig unter Zurückbildung des zersetzen Zinksulfats an der Anode auf (Du Bois-Reymond, 1859).

**216. Konstante galvanische Elemente.** Da in einem geschlossenen galvanischen Element die Lösung durch den Strom, den das Element liefert, ebenso zersetzt wird wie in einer elektrolytischen Zelle, so macht sich auch hier im allgemeinen die Gegenkraft der Polarisation geltend. Während z. B. in dem Elemente Zink-Schwefelsäure-Platin der Strom vom Platin durch den Schließungskreis zum Zink und von diesem durch die Schwefelsäure zum Platin geht, wird einerseits das Zink aufgelöst, andererseits die Platinplatte mit dem abgeschiedenen Wasserstoff bedeckt und dadurch polarisiert. Das Plattenpaar wird daher, bald nachdem es geschlossen worden, nur einen geschwächten Strom liefern, welcher dem Unterschied der sich entgegenwirkenden elektromotorischen Kräfte entspricht. Nur unmittelbar nach dem Eintauchen der Platten beobachtet man eine größere Stromstärke, weil der in der Flüssigkeit absorbierte atmosphärische Sauerstoff sich mit dem freiwerdenden Wasserstoff sofort zu Wasser verbindet und dessen Ausscheidung und somit auch die Polarisation verhindert. Sobald dieser absorbierte Sauerstoff aufgezehrt ist, sinkt der Strom auf diejenem Unterschied entsprechende geringere Stärke herab und hört endlich ganz auf, wenn sich aus dem gebildeten Zinksulfat metallisches Zink auf der Platinplatte abzusetzen beginnt. Die Zusammenstellung Zink-Schwefelsäure-Platin ist daher ein unbeständiges (inkonstantes) Element, weil sein Strom die ursprüngliche Stärke nicht behält, sondern rasch abnimmt. Um diese durch die Polarisation bewirkte Abnahme möglichst zu vermeiden, braucht man nur dafür zu sorgen, daß um die Platinplatte herum Sauerstoff verfügbar sei, welcher die Ausscheidung des Wasserstoffs verhindert, indem er sich mit ihm zu Wasser verbindet. Dies geschieht, indem man die Platinplatte nicht unmittelbar in die verdünnte Schwefelsäure stellt, sondern sie mit einer porösen Tonzelle umgibt, welche konzentrierte Salpetersäure enthält. Diese an Sauerstoff reiche Säure besitzt nämlich die Eigenschaft, einen Teil ihres Sauerstoffs an solche Stoffe, welche mit ihm in Verbindung zu treten geneigt sind (wie z. B. Wasserstoff), sehr leicht abzugeben. Die Zusammenstellung Zink in verdünnter Schwefelsäure, Platin in konzentrierter Salpetersäure bildet daher ein konstantes (beständiges) Element, in welchem der elektrolytisch ausgeschiedene Wasserstoff sofort wieder zu Wasser oxydiert und sonach die Polarisation vermieden wird. Dieses Grovesche Element liefert daher einen konstanten Strom, der seine ursprüngliche Stärke längere Zeit unverändert beibehält. In derselben Weise wirkt die Salpetersäure in dem Bunsenschen Element, welches sich von dem Groveschen Element dadurch unterscheidet, daß Kohle die Stelle des Platins tritt. In dem sehr konstanten Daniellschen Element (Zink in ver-

dünnter Schwefelsäure, Kupfer in Kupfersulfatlösung) ist die Polarisierung dadurch vermieden, daß überhaupt kein Wasserstoff, sondern Kupfer abgeschieden wird, welches sich metallisch auf der Kupferplatte absetzt. Auch das Element von Latimer Clark (Quecksilber, Brei von Quecksilbersulfat und Zinksulfat, reines Zink) besitzt eine konstant bleibende elektromotorische Kraft.

Auch von dem Vorgange der Stromerzeugung in den galvanischen Elementen hat man sich in jüngster Zeit auf Grund der Vorstellungen der Ionentheorie (210) ein Bild zu machen gesucht. Wird Wasser zwischen Platinelektroden zersetzt, so bekundet die dabei auftretende Gegenkraft offenbar ein Bestreben der abgeschiedenen Gase, in den Ionenzustand zurückzukehren. Sie folgen diesem Bestreben, sobald die treibende elektromotorische Kraft aus dem Stromkreise entfernt wird. Dann gehen positive  $H$ -Ionen von der Wasserstoffelektrode, negative  $O$ -Ionen von der Sauerstoffelektrode in Lösung; erstere Elektrode wird dadurch negativ, letztere positiv, und werden sie durch einen Draht verbunden, so fließt in diesem ein Strom von der Sauerstoff- zur Wasserstoffelektrode so lange, bis die Gase von den Platten wieder vollständig in Lösung gegangen sind. In gleicher Weise faßt man auch die beim Eintauchen eines Metalls in einen Elektrolyten auftretende Potentialdifferenz als die Folge einer Neigung des Metalls auf, in den Ionenzustand überzugehen. Taucht man z. B. Zink in Schwefelsäure, so gehen Zinkionen, d. h. positiv geladene Zinkatome in die Lösung und laden diese positiv, während das Zink durch den Verlust der positiven Ladung negativ wird. Dieser Vorgang wird so lange andauern, bis die entstandene Potentialdifferenz zwischen Metall und Flüssigkeit, die ja die positiven Ionen nach dem negativ geladenen Metalle zurückzieht, dem Bestreben des Metalles, Ionen zu bilden, das Gleichgewicht hält. Man bezeichnet dieses Bestreben eines Metalles, Ionen zu bilden, als seinen „elektrolytischen Lösungsdruck“ (Lösungstension, Nernst, 1889). Wenn aber die Potentialdifferenz zwischen Metall und Flüssigkeit von diesem Lösungsdrucke abhängt, so wird sie verschieden ausfallen, je nachdem die Flüssigkeit Ionen des betreffenden Metalles schon enthält oder nicht. Taucht man z. B. Zink in eine Lösung von Zinksulfat, die bereits Zinkionen enthält, so werden weniger Ionen entstehen können, da der osmotische Druck der vorhandenen Ionen dem elektrolytischen Lösungsdrucke entgegenwirkt. Infolgedessen wird die Potentialdifferenz zwischen dem Metall und der Lösung kleiner sein, als etwa zwischen dem Metall und reinem Wasser. Dies ist in der Tat der Fall, nicht bloß beim Zink, sondern bei allen unedlen Metallen. Sie laden sich in Berührung mit Flüssigkeiten stets negativ, aber in ihren Salzlösungen weniger als in reinem Wasser. Anders verhalten sich die edlen Metalle. Auch sie können wie alle Metalle nur positive Ionen bilden. Taucht man Kupfer in reines Wasser, so wird es negativ, die Flüssigkeit positiv. Taucht man aber Kupfer in die Lösung eines Kupfersalzes, so wird das Kupfer positiv und die Lösung negativ. Das Kupfer hat einen sehr geringen Lösungsdruck. Sind daher in der Lösung etwa Ionen mit einem beträchtlichen osmotischen Druck vorhanden, so ist die Lösung gegen das Kupfer gewissermaßen übersättigt an Ionen: es schlagen sich einige Ionen auf dem Kupfer nieder; das Metall wird positiv und die Flüssigkeit negativ, so lange, bis dem Drucküberschuß durch die entstandene Potentialdifferenz das Gleichgewicht gehalten wird. Da die an den Ionen haftenden Elektrizitätsmengen sehr groß sind (211), so sind die Substanzmengen, welche die beschriebenen Ladungen in der offenen Kette bewirken, unwägbar klein. Verbindet man aber die Pole eines Daniellschen Elements durch einen Draht und bringt ihre entgegengesetzten Ladungen dadurch zum Ausgleich, so wird auch das Gleichgewicht zwischen den Metallen und den Flüssigkeiten gestört. Der Lösungsdruck des Zinks treibt neue Zinkionen in die Lösung und der osmotische Druck der Kupferionen schlägt neue Kupfermengen auf dem Kupfer nieder. Durch das Spiel dieser Druckkräfte wird der Strom unterhalten, indem andauernd Zink sich auflöst, und Kupfer sich niederschlägt.

Auf Grund dieser Vorstellungen über die Stromerzeugung in den galva-

nischen Elementen hat sich für eine Reihe von Fällen die elektromotorische Kraft der Elemente in befriedigender Übereinstimmung mit der Erfahrung berechnen lassen.

**217. Ablenkung der Magnetnadel.** Oerstedt entdeckte im Jahre 1820, daß eine in der Nähe eines vom Strom durchflossenen Leiters drehbar aufgestellte Magnetnadel aus ihrer Gleichgewichtslage im magnetischen Meridian, welche sie infolge der magnetischen Einwirkung der Erde annimmt, abgelenkt wird und sich in eine neue Gleichgewichtslage einstellt. Vom Stromleiter aus wirkt also auf die Nadel ein Kräftepaar, durch welches sie so lange gedreht wird, bis demselben das vom Erdmagnetismus herrührende Kräftepaar das Gleichgewicht hält. Kompensiert man die Wirkung der Erde durch einen genäherten Magnet, d. h. macht man die Nadel astatisch (142), so stellt sie sich rechtwinklig zu einem geradlinigen Stromleiter, der über oder unter ihr horizontal verläuft. Der Strom sucht also die Nadel senkrecht zu seiner Richtung zu stellen, oder das vom Strom auf die Nadel ausgeübte Kräftepaar steht senkrecht auf der durch den Strom und den Drehpunkt der Nadel gelegten Ebene.

Umgekehrt wird ein beweglich aufgehängter Stromleiter von einem festliegenden Magnet abgelenkt und sucht sich senkrecht zu dessen magnetischer Achse zu stellen (Gleichheit von Wirkung und Gegenwirkung).

**218. Ampèresche Regel.** Um die Richtung, nach welcher die Ablenkung erfolgt, zu bestimmen, hat Ampère folgende praktische Regel angegeben: Man denke sich in dem Stromleiter eine kleine menschliche Figur, den Kopf voran und das Gesicht der Nadel zugewendet, mit dem Strome schwimmend, so wird der Nordpol der Nadel stets nach der linken Seite der Figur abgelenkt.

Ist der Leitungsdraht in der durch die Nadel gelegt gedachten lotrechten Ebene um die Nadel herumgebogen, so ergibt sich aus dieser Regel, daß alle Teile dieses Stromkreises die Nadel im gleichen Sinne abzulenken streben, und zwar so, daß ihr Südpol nach der Seite hin abgelenkt wird, von welcher aus betrachtet der Strom die Nadel in der Richtung des Uhrzeigers umkreist.

**219. Galvanoskop.** Ein an seinen Enden mit Klemmschrauben versehener Kupferstreifen, der um eine auf einer Spitze schwebende Magnetnadel herumgebogen ist, kann daher dazu dienen, nicht bloß aus der Ablenkung der Nadel das Dasein, sondern auch aus dem Sinne der Ablenkung die Richtung eines Stromes, in dessen Schließungskreise dieses Galvanoskop eingeschaltet wird, zu erkennen.

**220. Galvanometer. Multiplikator.** Die Kraft, mit welcher der Strom die Magnetnadel abzulenken strebt, ist der Stromstärke proportional. Denn hängt man über einem im magnetischen Meridian horizontal ausgespannten Leitungsdraht eine Magnetnadel an einem oben mit Torsionskreis versehenen Drahte auf, so ist der Drehungswinkel, um welchen man diesen Draht drücken muß, um die abgelenkte Nadel wieder in ihre ursprüngliche Lage zurückzuführen,