



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

233. Strömung in körperlichen Leitern

---

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

Rheostaten so lange, bis das Galvanometer auf Null einspielt. Dann ist in dem Zweige  $m \rightarrow G \rightarrow n$  gar kein Strom, und die Strömung in dem geschlossenen Kreise  $E \rightarrow m \rightarrow n \rightarrow E$  muß sich so herstellen, als ob der Zweig  $m \rightarrow G \rightarrow n$  gar nicht vorhanden wäre. Ist  $R$  der Widerstand des Zweiges  $m \rightarrow E \rightarrow n$  (also hauptsächlich der innere Widerstand des Elements  $E$ ),  $r$  derjenige des Querdrahtes samt Rheostat, so ist nach dem Ohmschen Gesetz die Stromstärke in diesem Kreise  $J = E / (R + r)$ . Damit gleichzeitig in dem Zweige  $m \rightarrow G \rightarrow n$  die Stromstärke Null sein könne, muß die Spannungsdifferenz an seinen Endpunkten  $m$  und  $n$ , welche durch das Produkt aus der Stromstärke  $J$  mit dem Widerstand  $r$  des Querdrahtes ausgedrückt wird, der entgegenwirkenden elektromotorischen Kraft  $e$  gleich sein, d. h. man hat  $Jr = e$ . Daraus aber folgt, daß sich die elektromotorischen Kräfte  $E$  und  $e$  zueinander verhalten wie die bekannten Widerstände  $R + r$  und  $r$ . Ist der innere Widerstand  $R$  des Elements  $E$  nicht bekannt, so schaltet man in den Zweig  $m \rightarrow E \rightarrow n$  noch einen Widerstand  $R'$  hinzu: alsdann muß der Widerstand von  $m \rightarrow n$  in  $R'$  abgeändert werden, damit das Galvanometer einspielt, und man hat außer der Gleichung  $Er = e(R + r)$  noch die zweite  $Er' = e(R + R' + r')$ , aus welchen vereint außer dem Verhältnis der elektromotorischen Kräfte auch noch der innere Widerstand  $R = R'r / (r' - r)$  gefunden wird.

**232. Kirchhoffsche Sätze.** Nach denselben Grundsätzen, wie in diesen besonderen Beispielen, läßt sich die Aufgabe der Stromverzweigung ganz allgemein behandeln.

An jedem Verzweigungspunkt muß in jedem Augenblick ebensoviel Elektrizität abfließen als zuströmen. Rechnet man die zufließenden Stromstärken positiv, die abströmenden negativ, so lautet dieser Satz:

1. In jedem Verzweigungspunkt ist die Summe aller Stromstärken gleich Null.

Jeder verzweigte Stromkreis kann in eine Anzahl in sich geschlossener einfacher Stromkreise zerlegt werden. In der Fig. 189 z. B. kann man die folgenden geschlossenen Bahnen verfolgen:  $E \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow E$ ,  $E \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow E$ ,  $a \rightarrow b \rightarrow m \rightarrow a$ ,  $a \rightarrow m \rightarrow a$ ,  $m \rightarrow n \rightarrow b \rightarrow m$ . In jedem dieser Stromringe nun muß die Summe aller Spannungsverluste gleich der Summe der im Ringe wirkenden elektromotorischen Kräfte sein, also gleich Null, wenn der betreffende Ring, wie z. B. die drei letztgenannten, elektromotorische Kräfte gar nicht enthält. Es ergibt sich also noch der zweite Satz:

2. In jedem einfach in sich geschlossenen Teil eines verzweigten Stromkreises ist die Summe der Produkte aus Stromstärken und zugehörigen Widerständen gleich der Summe der in diesem Teile wirkenden elektromotorischen Kräfte.

Diese beiden von Kirchhoff (1847) ausgesprochenen Sätze, welche der allgemeinste Ausdruck des Ohmschen Gesetzes für linienförmige Leiter sind, liefern in jedem Falle so viele Gleichungen, als zur Bestimmung der Stromstärken der einzelnen Zweige bei gegebenen Widerständen und elektromotorischen Kräften erforderlich sind.

**233. Strömung in körperlichen Leitern.** Wie in den bisher allein betrachteten linien- und drahtförmigen Leitern bildet sich auch in leitenden Flächen (z. B. Metallplatten) und in leitenden Körpern, welche man in den Stromkreis einer Batterie einschaltet, ein stationärer Stromzustand aus, indem die Elektrizität von Stellen höherer Spannung zu solchen von niedrigerer Spannung übergeht. Zwischen Punkten gleicher Spannung dagegen kann keine Strömung stattfinden. Berührt man zwei Punkte einer vom Strom durchflossenen

Metallplatte mit den Drahtenden eines Galvanometers, so gibt dieses einen Ausschlag, wenn in den berührten Punkten verschiedene Spannung herrscht. Man kann aber leicht, indem man das eine Drahtende verschiebt, eine Reihe von Punkten finden, für die das Galvanometer in Ruhe bleibt. In diesen Punkten ist die Spannung die nämliche, wie in dem vom ersten Drahtende berührten Punkte; sie bilden in ihrer Gesamtheit eine durch letzteren Punkt gehende Linie gleicher Spannung oder gleichen Potentials. Ebenso findet man in körperlichen Leitern Flächen gleicher Spannung, äquipotentielle Flächen oder Niveauflächen. Von einer Niveaufläche stationären Potentials zur nächst niedrigen geht die elektrische Strömung in Linien (Stromlinien), welche auf jeder dieser Flächen senkrecht stehen, entsprechend den Kraftlinien beim elektrostatischen Potential, und es gilt für jeden von solchen Stromlinien begrenzten „Stromfaden“ das Ohmsche Gesetz.

Auf einer rechteckigen Metallplatte z. B., an deren gegenüberstehende Seiten  $a\ b$  und  $c\ d$  (Fig. 191) die Poldrähte einer galvanischen Batterie angelötet sind, verlaufen die Linien gleicher Spannung parallel zu diesen Seiten, die Stromlinien parallel zum anderen Seitenpaar. Legt man die Zuleitungsdrähte

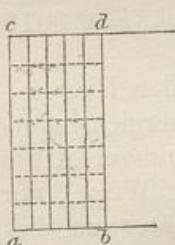


Fig. 191.  
Stromlinien.

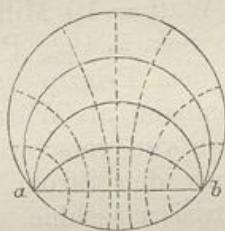


Fig. 192.  
Stromlinien.

der Batterie an zwei Punkten  $a$  und  $b$  (Fig. 192) des Umfanges einer Kreisscheibe, so sind die äquipotentielles Linien Kreise, deren Mittelpunkte auf der Verbindungslinie  $a\ b$  des Ein- und Ausströmungspunktes zu diesen harmonisch liegen, und die zu ihnen senkrechten Stromlinien sind Kreise, welche durch diese Punkte  $a$  und  $b$  hindurchgehen.

**234. Stromwärme. Joulesches Gesetz.** Bald nach Erfindung der Voltaschen Säule bemerkte man, daß die vom Strome durchflossenen Leiter sich erwärmen, und daß bei hinreichender Stromstärke Drähte sogar zum Glühen und Schmelzen gebracht werden.

Indem Joule (1841) spiralförmig gewundene durchströmte Drähte in ein Kalorimeter tauchen ließ, das zur Vermeidung von Nebenschlüssen mit einer nichtleitenden Flüssigkeit (z. B. Alkohol, Benzin, Terpentinöl usw.) von bekannter spezifischer Wärme gefüllt war, fand er das nach ihm benannte Gesetz: Die in einem Leiter in der Zeiteinheit entwickelte Wärmemenge ist proportional dem Widerstande des Leiters und proportional dem Quadrate der Stromstärke.

Man hätte das Joulesche Gesetz auch ohne Versuche durch folgende auf das Prinzip der Erhaltung der Energie gestützte Überlegung finden können. Wenn die in der Zeiteinheit den Draht durchfließende Elektrizitätsmenge, d. i. die Stromstärke  $J$ , von dem höheren Potential am einen Ende des Drahtes bis zu dem niedrigeren am anderen Ende herabsinkt, so leistet sie Arbeit, welche gleich ist dem Produkt aus dieser Elektrizitätsmenge und dem Potential-