



UNIVERSITÄTS-  
BIBLIOTHEK  
PADERBORN

## **Lehrbuch der Experimentalphysik**

**Lommel, Eugen von**

**Leipzig, 1908**

231. Kompesationsverfahren

---

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

Wheatstone (1843) hat diese Brückenverzweigung dazu benutzt, um Widerstände von Leitern zu messen. Schaltet man nämlich bei  $r_4$  den Leiter, dessen Widerstand bestimmt werden soll, und bei  $r_3$  einen Rheostaten ein, und verändert den Widerstand des letzteren so lange, bis ein in die Brücke geschaltetes Galvanometer auf Null einspielt, so verhält sich der gesuchte Widerstand zu demjenigen des Rheostaten wie die bekannten Widerstände  $r_2$  und  $r_1$ ; hat man letztere einander gleich gemacht, so ist der gesuchte Widerstand gleich demjenigen des Rheostaten. Die Galvanometernadel verhält sich dann gleichsam wie die Zunge einer Wage, welche durch ihr Einspielen anzeigt, daß die Zweige  $r_4$  und  $r_3$  mit Widerstand gleich belastet sind.

Man kann das Brückenverfahren auch so ausführen, daß man zwischen  $a$  und  $b$  einen Draht, den Meßdraht, längs einem in Millimeter geteilten Maßstab ausspannt, und auf ihm das mit Kontaktsschlitten versehene Ende  $m$  des Brückendrahtes so lange verschiebt, bis das Galvanometer in der Brücke auf Null zeigt. Dann steht der gesuchte Widerstand  $r_4$  zu dem bekannten Widerstand  $r_3$  in demselben Verhältnis wie die Strecke  $mb$  des Meßdrahtes zur Strecke  $am$ .

Das Bolometer (Strahlungsmesser) von Langley (1881) besteht aus einer Wheatstoneschen Brücke, in deren beide Zweige je eine Anzahl dünner Drähte aus Stahl oder Platin, welche bei gleicher Temperatur gleichen Widerstand haben, eingeschaltet sind. Wird nun die eine Partie Drähte von Wärmestrahlen getroffen, so erwärmt sie sich und vermehrt folglich ihren Leitungswiderstand. Das in die Brücke eingeschaltete Galvanometer, welches bei gleicher Temperatur der beiden Drahtpartien in Ruhe war, wird nun infolge des in der Brücke auftretenden Stromes ausschlagen. Das Instrument vermag auf diese Weise äußerst geringe Temperaturveränderungen anzuzeigen.

**231. Kompensationsverfahren.** Wirken in einem einfachen Stromkreis zwei elektromotorische Kräfte einander entgegen, so entsteht ein Strom, der ihrer Differenz entspricht, und gar kein Strom, wenn die elektromotorischen Kräfte einander gleich sind. Man findet z. B., daß man einer Batterie von 10 Bunsenschen Elementen eine solche von 17 bis 18 Daniellschen Elementen entgegenschalten muß, damit ein in den Stromkreis eingefügtes Galvanometer auf Null einspielt. Daraus folgt, daß die elektromotorische Kraft eines Bunsenelements 1,7 bis 1,8 Daniell beträgt. Es lassen sich also auf diese Weise die elektromotorischen Kräfte verschiedener Elemente angenähert miteinander vergleichen.

Eine genauere Vergleichung erreicht man durch die folgende Stromverzweigung (Poggendorff, 1841). An die Punkte  $m$  und  $n$  (Fig. 190) des Stromkreises, in welchen bei  $E$  und  $e$  die zu vergleichenden Elemente in entgegengesetzter Stellung, d. i. mit gleichnamigen Polen verbunden, eingeschaltet sind, wird ein Querdraht  $mn$  angelegt, der einen Rheostat enthält. In dem Teil des Stromkreises, der das Element mit der kleineren elektromotorischen Kraft  $e$  enthält, befindet sich ein Galvanometer  $G$ . Man ändert nun den Widerstand des

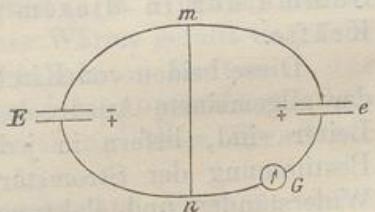


Fig. 190.  
Kompensation.

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