

## Bestimmung von Widerständen mit einer Wheatstoneschen Brücke

### Ziele des Experiments

- Verstehen der Nullabgleichmethode für die Wheatstonesche Brücke.
- Genaue Bestimmung von Widerständen.

### Grundlagen

Eine Möglichkeit zur Widerstandsmessung stellt die von Charles Wheatstone 1843 vorgestellte Brückenschaltung dar. Damit kann die Größe eines unbekanntes Widerstands  $R_x$  durch den Vergleich mit einem sehr genau bekannten Widerstand  $R$  sehr exakt bestimmt werden.

Im Versuch liegt eine Spannung  $U$  an einem 1 m langen Messdraht mit konstantem Querschnitt. Die Drahtenden sind mit dem unbekanntes Widerstand  $R_x$  und einem dahintergeschalteten veränderlichen, aber sehr genau bekannten Widerstand  $R$  verbunden (siehe Abb. 2). Ein Schleifkontakt teilt den Messdraht in zwei Teilstücke der Länge  $s_1$  und  $s_2$ . Der Schleifkontakt ist über einen als Nullinstrument eingesetzten Strommesser mit dem Knotenpunkt zwischen  $R_x$  und  $R$  verbunden. Ist der Strom auf Null abgeglichen, gilt:

$$R_x = \frac{s_1}{s_2} \cdot R \quad (1)$$

Die Widerstandsmessung ist daher durch den Nullabgleich unabhängig von der Größe der angelegten Spannung und kann auch mit nicht stabilisierten Netzgeräten durchgeführt werden.

Die höchste Messgenauigkeit erreicht man in dieser experimentellen Anordnung bei symmetrischem Aufbau, d.h. wenn der Schleifkontakt über dem Messdraht auf Mittelstellung gebracht wird, so dass die beiden Teilstücke  $s_1$  und  $s_2$  gleiche Länge haben. Dann gilt:

$$R_x = R \quad (2)$$

Der bekannte Widerstand  $R$  sollte für eine möglichst exakte Messung daher etwa so groß sein wie der zu bestimmende Widerstand  $R_x$ .

Alternativ kann über Gleichung 2 der unbekanntes Widerstand direkt bestimmt werden, indem zunächst der Schleifkontakt auf Mittelstellung gebracht wird und anschließend der veränderliche Widerstand so eingestellt wird, dass der Strommesser auf Null abgeglichen ist. Der Wert des veränderlichen Widerstands  $R$  entspricht dann gerade dem gesuchten Wert  $R_x$ .

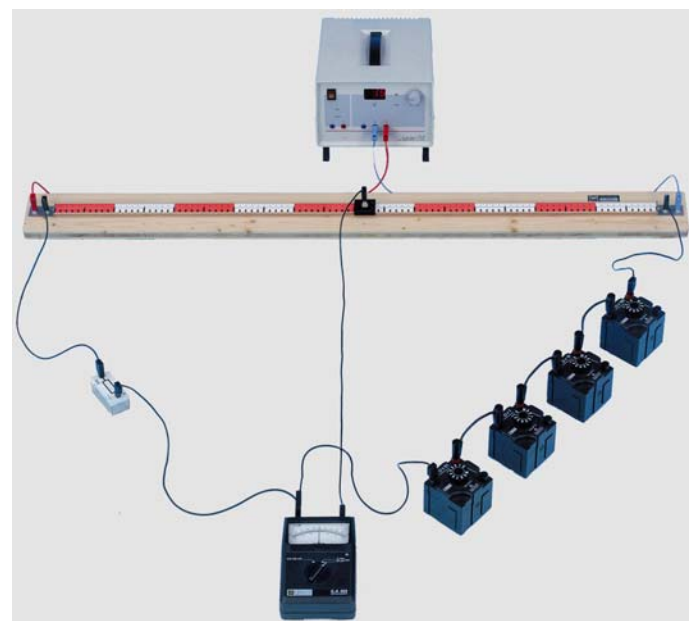


Abb. 1: Versuchsaufbau

### Geräte

1 Unterrichts-Messbrücke, 1 m.....	536 02
1 Messwiderstand 10 $\Omega$ , 4 W.....	536 121
1 Messwiderstand 100 $\Omega$ , 4 W.....	536 131
1 Messwiderstand 1 k $\Omega$ , 4 W.....	536 141
1 Widerstandsdekade 0...1 k $\Omega$ .....	536 776
1 Widerstandsdekade 0...100 $\Omega$ .....	536 777
1 Widerstandsdekade 0...10 $\Omega$ .....	536 778
1 Widerstandsdekade 0...1 $\Omega$ .....	536 779
1 DC-Netzgerät 0... $\pm$ 15 V.....	521 45
1 Galvanometer C.A 403.....	531 13
3 Experimentierkabel, 50 cm, schwarz.....	501 28
1 Paar Kabel, 100 cm, rot/blau.....	501 46

**Aufbau**

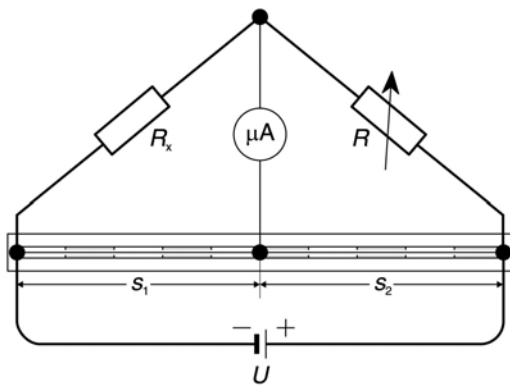


Abb. 2: Schaltskizze

Versuchsaufbau gemäß Abbildungen 1 und 2. Als unbekanntem Widerstand  $R_x$  den Messwiderstand  $10 \Omega$  einsetzen. Die Spannung am Netzgerät darf maximal  $2 \text{ V}$ , der Strom durch die Widerstandsdekaden darf maximal  $250 \text{ mA}$  betragen.

**Durchführung**

**Nullabgleich durch Einstellen von  $s_1$  und  $s_2$ :**

- An den Widerstandsdekaden  $R \approx \frac{1}{2} R_x$  einstellen.
- DC-Netzgerät einschalten und die Spannung auf  $1 \text{ V}$  einstellen.
- Die Drahtlängen  $s_1$  und  $s_2$  über den Läufer so einstellen, dass das Amperemeter im kleinsten Messbereich  $I = 0 \text{ A}$  anzeigt. Die Werte  $R_x$ ,  $R$ ,  $s_1$  und  $s_2$  in eine Tabelle eintragen.
- Wert  $R$  an der Widerstandsdekade schrittweise größer stellen und Versuch wiederholen.
- Den Versuch mit anderen Messwiderständen wiederholen.

**Nullabgleich durch Anpassen der Widerstandsdekaden:**

- Die Drahtlängen  $s_1$  und  $s_2$  exakt auf  $50 \text{ cm}$  (Mittelpunkt) setzen.
- Den Messwiderstand  $10 \Omega$  anschließen und Widerstandsdekaden sinnvoll einstellen.
- Die Spannung am Netzgerät auf  $1 \text{ V}$  einstellen.
- Die Widerstandsdekaden so einstellen, dass das Amperemeter im kleinsten Messbereich  $I = 0 \text{ A}$  anzeigt. Die Werte  $R_x$  und  $R$  in eine Tabelle eintragen.
- Versuch mit anderen Messwiderständen wiederholen.

**Messbeispiele und Auswertung:**

**Nullabgleich durch Einstellen von  $s_1$  und  $s_2$ :**

Tabelle 1: Messwiderstand  $10 \Omega$

$\frac{R_x}{\Omega}$	$\frac{R}{\Omega}$	$\frac{s_1}{\text{cm}}$	$\frac{s_2}{\text{cm}}$	$R_x = \frac{s_1}{s_2} \cdot R$ $\frac{\quad}{\Omega}$
$10 \pm 2\%$	3,00	77,1	22,9	10,1
	5,00	67,0	33,0	10,2
	10,0	50,0	50,0	10,0
	15,0	40,0	60,0	10,0
	20,0	34,0	66,0	10,3
	30,0	26,0	74,0	10,5

Tabelle 2: Messwiderstand  $100 \Omega$

$\frac{R_x}{\Omega}$	$\frac{R}{\Omega}$	$\frac{s_1}{\text{cm}}$	$\frac{s_2}{\text{cm}}$	$R_x = \frac{s_1}{s_2} \cdot R$ $\frac{\quad}{\Omega}$
$100 \pm 2\%$	30,0	77,3	22,7	103
	50,0	67,0	33,0	102
	100	51,0	49,0	104
	150	41,0	59,0	104
	300	26,0	74,0	105

Tabelle 3: Messwiderstand  $1 \text{ k}\Omega$

$\frac{R_x}{\Omega}$	$\frac{R}{\Omega}$	$\frac{s_1}{\text{cm}}$	$\frac{s_2}{\text{cm}}$	$R_x = \frac{s_1}{s_2} \cdot R$ $\frac{\quad}{\Omega}$
$1000 \pm 2\%$	300	77,0	23,0	1004
	500	66,7	33,3	1002
	1000	50,0	50,0	1000
	2000	33,2	66,8	994
	3000	24,8	75,2	989

**Nullabgleich durch Anpassen der Widerstandsdekaden**

Tabelle 4: Messung über Widerstandsdekaden

$\frac{R_x}{\Omega}$	$\frac{R}{\Omega}$
$10 \pm 2\%$	10,0
$100 \pm 2\%$	101
$1000 \pm 2\%$	996

