

**Aufgabe**

Baue in einen Stromkreis unterschiedlich große Widerstände ein und untersuche durch Messen der Stromstärke  $I$  und der Klemmenspannung  $U_{\text{KI}}$  der Spannungsquelle deren Innenwiderstand  $R_{\text{i}}$ .

**Material**

Steckplatte	06033.00	1
Ausschalter	39139.00	1
Leistungsbaustein	39120.00	4
Lampenfassung E10	17049.00	1
Widerstand 47 $\Omega$	39104.62	1
Batteriehalter	39115.01	1
Verbindungsleitung, 25 cm, rot	07313.01	2
Verbindungsleitung, 25 cm, blau	07313.04	2
Batterie (Babyzelle)	07922.01	1
Glühlampe 6 V/0,5 A E10, 1 St. aus	35673.03	(1)
Vielfachmessinstrument	07028.01	2

- Stromkreis schließen, Klemmenspannung  $U_{\text{KI}}$  und Stromstärke  $I$  (Belastung) ablesen; Messwerte in Tabelle 1 eintragen
- Stromkreis unterbrechen und anstelle des Widerstandes die Glühlampe einbauen; Messbereich 300 mA des Strommessers wählen
- Stromkreis schließen, wieder  $U_{\text{KI}}$  und  $I$  ablesen und Messwerte notieren
- Schalter öffnen und die Glühlampe durch einen Leistungsbaustein ersetzen; Messbereich des Strommessers 3 A wählen
- Schalter kurzzeitig (!) schließen,  $U_{\text{KI}}$  und  $I$  beim Kurzschluss messen und in Tabelle 1 eintragen
- *Hinweis:* Der Kurzschlussstrom darf nur sehr kurzzeitig fließen, damit die Spannungsquelle nicht zerstört wird!

**Messergebnisse**

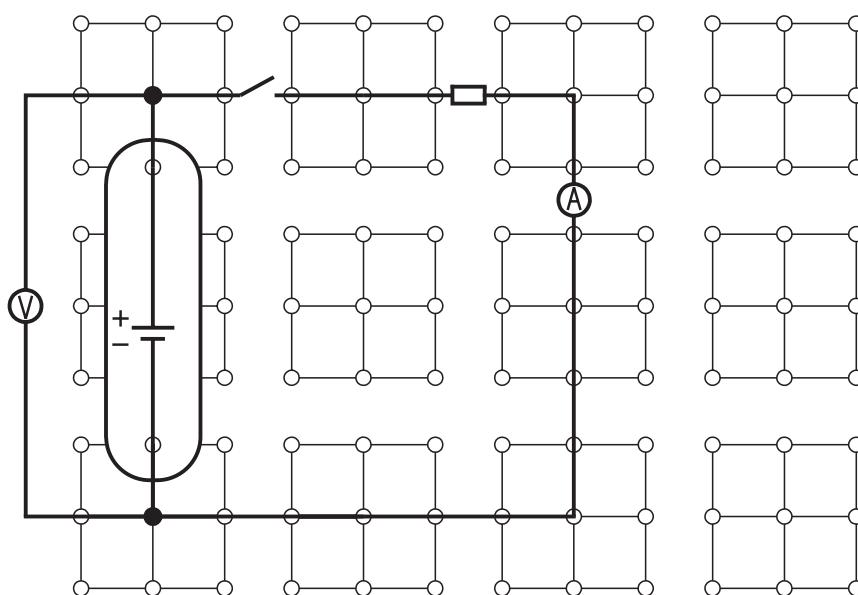
Tabelle 1

Belastung $I / \text{A}$	Klemmenspannung $U_{\text{KI}} / \text{V}$
0	

**Aufbau und Durchführung**

- Versuch entsprechend Abb. 1 aufbauen; Schalter ist geöffnet
- Messbereiche 3 V- und 30 mA- wählen
- Klemmenspannung  $U_{\text{KI}}$  für  $I = 0$ , also ohne Belastung der Spannungsquelle, messen; Messwert in Tabelle 1 notieren

Abb. 1



**Auswertung**

1. Formuliere den Zusammenhang zwischen der Klemmenspannung  $U_{KL}$  und der Belastung  $I$  in Worten.

---

---

---

---

2. Die Abb. 2 zeigt ein so genanntes Ersatzschaltbild für die Spannungsquelle mit ihrem inneren Widerstand  $R_i$ . Über  $R_i$  fällt bei Belastung die Spannung  $R_i \cdot I$  ab. Mit  $U_0$  bezeichnet man die Spannung, die die unbelastete Spannungsquelle (also bei  $I = 0$  A) liefert. Formuliere den Zusammenhang, der zwischen  $U_0$  und  $U_{KL}$  besteht, in einer Gleichung. (Hinweis: Denke dabei an das Gesetz der Reihenschaltung  $U_{ges} = U_1 + U_2$ )

---

---

---

---

3. Stelle die unter 2. gefundene Gleichung nach  $R_i$  um und berechne mit den Messwerten in Tabelle 1 für den Fall des Kurzschlusses den inneren Widerstand  $R_i$  der untersuchten Spannungsquelle.

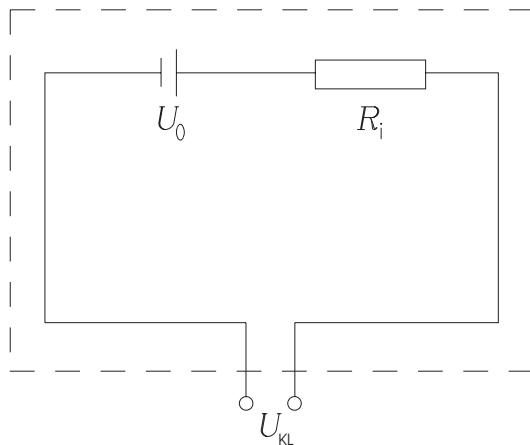
---

---

---

---

Abb. 2



(Haben Spannungsquellen auch einen Widerstand?)

Eine handelsübliche Trockenbatterie oder Monozelle eignet sich gut für die Untersuchung des Innenwiderstandes von Spannungsquellen. Ihr Innenwiderstand ist groß genug, um gut messbar zu sein, und sie ist leicht ersetzbar, falls sie unachtsam durch längere Überbelastung zerstört wird.

Das Netzgerät eignet sich für die Untersuchung des Innenwiderstandes schon deshalb nicht, weil es spannungsstabilisiert ist.

## Hinweise zu Aufbau und Durchführung

Die Messungen während des Kurzschlusses erfordern besondere Aufmerksamkeit, denn bei zu langer Einschaltzeit kann die gemessene Spannung sehr stark absinken und die Batterie unbrauchbar werden. Wenn mindestens zwei Schüler gemeinsam experimentieren, sollten die Messwerte für  $U_{\text{KI}}$  und  $I$  gleichzeitig abgelesen werden, damit die Dauer des Kurzschlusses minimiert wird. Andernfalls sollte der Schüler zweimal kurzzeitig den Kurzschluss herstellen und dabei jeweils einen der Werte ablesen.

## Messergebnisse

Tabelle 1

Belastung $I / \text{A}$	Klemmenspannung $U_{\text{KI}} / \text{V}$
0	1,67
0,017	1,64
0,154	1,55
2,15	0,55

## Auswertung

1. Die Klemmenspannung sinkt bei Belastung ab, und zwar umso mehr, je größer die Belastung ist.
2.  $U_0 = U_{\text{KI}} + R_i \cdot I$  oder  
 $U_{\text{KI}} = U_0 - R_i \cdot I$
3.  $R_i = (U_0 - U_{\text{KI}}) / I$   
 $R_i = (1,67 \text{ V} - 0,55 \text{ V}) / 2,15 \text{ A} = 1,12 \text{ V} / 2,15 \text{ A}$   
 $R_i = 0,52 \Omega$

## Anmerkungen

Eine Experimentiergruppe könnte ggf. zusätzlich an einer „verbrauchten“ Batterie untersuchen, wie sich diese im Falle  $I = 0$  bzw. bei Kurzschluss oder schon bei geringer Belastung verhält. Die Kurzschlussstromstärke und damit der Innenwiderstand hängt stark vom Ladezustand der Batterie ab. Deshalb werden auch die Messergebnisse der einzelnen Experimentiergruppen unterschiedlich ausfallen.

Eine Batterie (Spannungsquelle) hat dann eine hohe Qualität, wenn ihre Kurzschlussstromstärke besonders hoch und damit ihr Innenwiderstand besonders klein ist.

Es empfiehlt sich, dass ggf. nur eine Experimentiergruppe den Kurzschlussfall untersucht und ihre Ergebnisse den anderen Gruppen mitteilt. Dadurch kann die Qualitätsminde rung anderer Batterien vermieden werden.

Die Umschaltung auf den Messbereich 1 V zur Messung von  $U_{\text{KI}}$  beim Kurzschluss wurde bewusst nicht nahegelegt, weil dieser Messbereich beim Öffnen des Schalters nicht ausreicht!

**L**

**EEP  
2.10**

## **Der Innenwiderstand einer Spannungsquelle**



(Haben Spannungsquellen auch einen Widerstand?)

Raum für Notizen