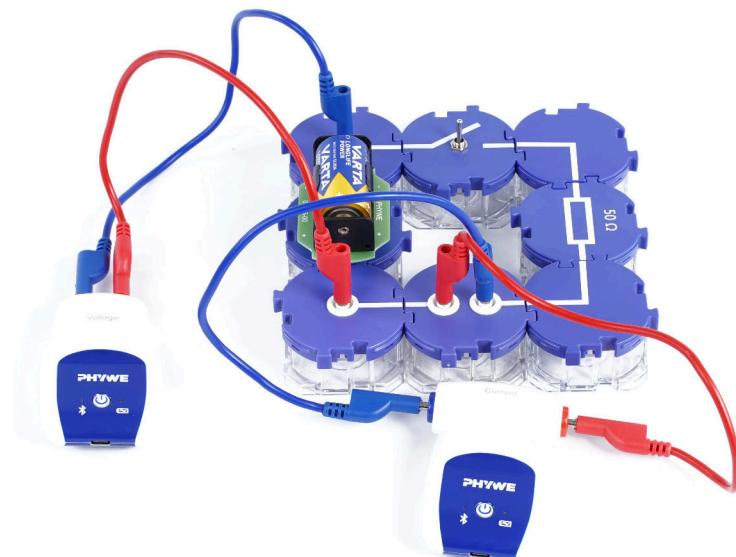


# Der Innenwiderstand einer Spannungsquelle mit Cobra SMARTsense



Physik

Elektrizität &amp; Magnetismus

Einfache Stromkreise, Widerstände, Kondensatoren



Schwierigkeitsgrad

mittel



Gruppengröße

-



Vorbereitungszeit

10 Minuten



Durchführungszeit

10 Minuten

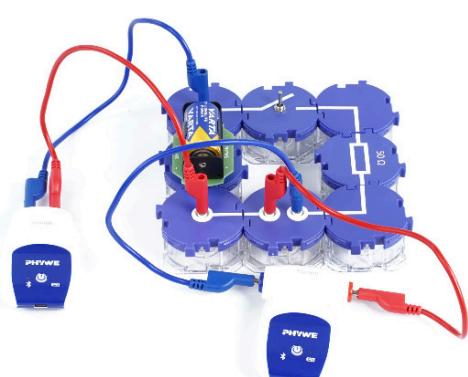
Diese Inhalte finden Sie auch online unter:

<https://www.curriculab.de/c/6808b2066bfb1d0002c84a89>



## Lehrerinformationen

### Anwendung



Versuchsaufbau

Jedes elektrische Messgerät und jede Spannungsquelle besitzt einen Innenwiderstand. Aufgrund dieses Innenwiderstands weicht die Klemmenspannung einer belasteten Spannungsquelle von der Ursprungsspannungs im unbelasteten Fall ab. Damit dies jedoch nicht bei jeder Nutzung bedacht werden muss, sind Netzgeräte spannungsstabilisiert. Handelsübliche Trockenbatterien oder Monozellen hingegen nicht, sodass diese nicht auf Spannungsschwankungen empfindlichen Schaltungen eingesetzt werden können.

In diesem Versuch wird anhand einer Trockenbatterie der Innenwiderstand untersucht.

## Sonstige Lehrerinformationen (1/4)

PHYWE

### Vorwissen



Die Schüler sollten einen einfachen Stromkreis aufbauen können. Zusätzlich sollten sie die Konzepte der Spannung, Stromstärke und des Widerstands verstanden haben.

### Prinzip



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 nicht, weil es spannungsstabilisiert ist.

## Sonstige Lehrerinformationen (2/4)

PHYWE

### Lernziel



Die Schüler sollen erkennen, dass Spannungsquellen einen inneren Widerstand haben.

### Aufgaben



Die Schüler untersuchen, ob eine Spannungsquelle einen Innenwiderstand hat. Sie bauen einen Stromkreis mit verschiedenen großen Widerständen, messen jeweils Stromstärke und Klemmspannung und bestimmen daraus den Innenwiderstand.

## Sonstige Lehrerinformationen (3/4)

PHYWE

### Hinweise zum Aufbau und zur 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. Beim experimentieren sollten sich die Schüler die Messwerte für  $U_C$  und  $I$  immer gleichzeitig anzeigen lassen, damit die Dauer des Kurzschlusses minimiert wird.

## Sonstige Lehrerinformationen (4/4)

PHYWE

### Weitere 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 andern Gruppen mitteilt. Dadurch kann die Qualitätsminderung der anderen Batterien vermieden werden.

## Sicherheitshinweise

**PHYWE**

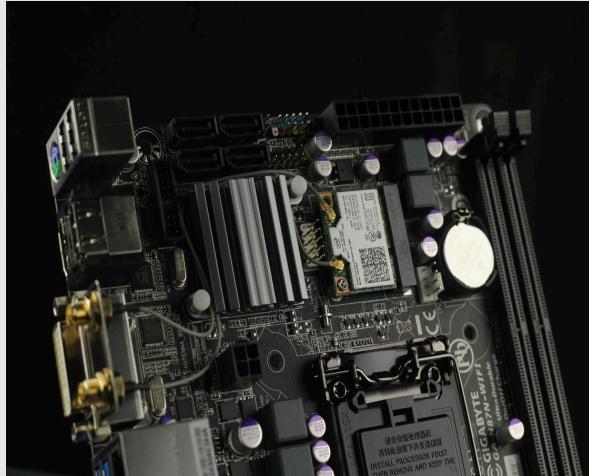
Für diesen Versuch gelten die allgemeinen Hinweise für das sichere Experimentieren im naturwissenschaftlichen Unterricht.

**PHYWE**

## Schülerinformationen

## Motivation

PHYWE



Hauptplatine mit Prozessor - Beispiel einer empfindlichen Schaltung

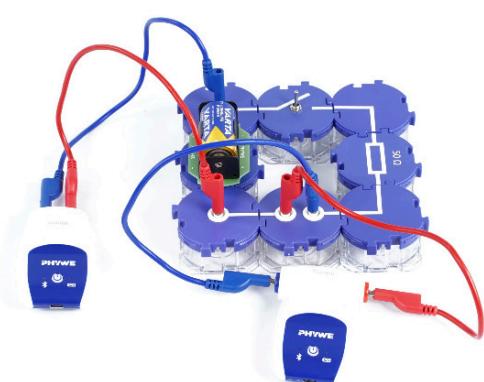
Spannungsquellen und Messgeräte besitzen einen Innenwiderstand, der dafür sorgt, dass die Spannungsquelle beispielsweise bei Anschluss eines Bauteils eine andere Spannung aufweist, als wenn dieses Bauteil nicht angeschlossen ist. Diese Spannungsschwankungen können bei empfindlichen Schaltungen, wie bei Prozessoren, zu Schäden führen.

Daher ist es wichtig diese durch den Innenwiderstand hervorgerufenen Spannungsschwankungen zu kennen um eine geeignete Stabilisierung zu ermöglichen.

In diesem Versuch untersuchst du den Innenwiderstand an einer Trockenbatterie.

## Aufgaben

PHYWE



Versuchsaufbau

Untersuche, ob Spannungsquellen auch einen Widerstand haben:

- Baue einen Stromkreis mit unterschiedlich großen Widerständen auf.
- Miss die Stromstärke  $I$  im Stromkreis.
- Miss die Klemmspannung  $U_c$  der Spannungsquelle.
- Ermittle den Innenwiderstand  $R_i$  der Spannungsquelle durch Auswertung der Messdaten.

## Material

Position	Material	Art.-Nr.	Menge
1	Cobra SMARTsense Current - Sensor zur Messung von elektrischem Strom	12902-01	1
2	Cobra SMARTsense Voltage - Sensor zur Messung von elektrischer ± 30 V (Bluetooth + USB)	12901-01	1
3	Leitungs-Baustein, winklig, SB	05601-02	2
4	Leitungs-Baustein, T-förmig, SB	05601-03	2
5	Leitungs-Baustein, unterbrochen mit Buchsen, SB	05601-04	2
6	Leitungs-Baustein, winklig mit Buchse, SB	05601-12	2
7	Ausschalter, SB	05602-01	1
8	Lampenfassung E10, SB	05604-00	2
9	Widerstand 50 Ohm, SB	05612-50	1
10	Verbindungsleitung, 32 A, 25 cm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-01	1
11	Verbindungsleitung, 32 A, 25 cm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07360-04	1
12	Verbindungsleitung, 32 A, 50 cm, rot Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-01	1
13	Verbindungsleitung, 32 A, 50 cm, blau Experimentierkabel, 4 mm Stecker	07361-04	1
14	Batterie Babyzelle, 1.5 V (Typ C), R14 (IEC-Typ), 2er Pack	07400-00	1
15	Glühlampe 6 V/0,5 A, E 10, 10 Stück	35673-03	1
16	Leitungs-Baustein, gerade, SB	05601-01	2
17	Batteriehalter (Typ C), SB	05605-00	1
18	measureAPP - die kostenlose Mess-Software für alle Endgeräte	14581-61	1

## Aufbau (1/3)

PHYWE

Zur Messung mit den **Cobra SMARTsense Sensoren** wird die **PHYWE measureAPP** benötigt. Die App kann kostenfrei im jeweiligen App Store (QR-Codes siehe unten) heruntergeladen werden. Bitte überprüfe vor dem Starten der App, ob auf deinem Gerät (Smartphone, Tablet, Desktop-PC) **Bluetooth aktiviert** ist.



iOS



Android



Windows

## Aufbau (2/3)

PHYWE

- Baue den Stromkreis wie in der Abbildung links und der Abbildung rechts auf.
- Der Schalter ist zunächst geöffnet.

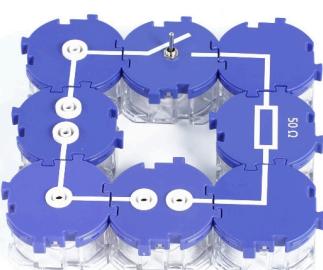


Abb. 1

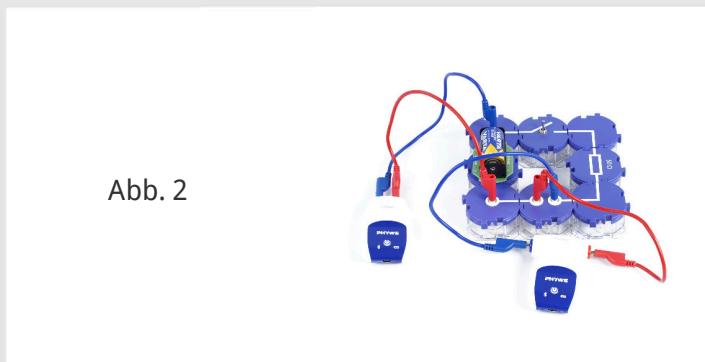
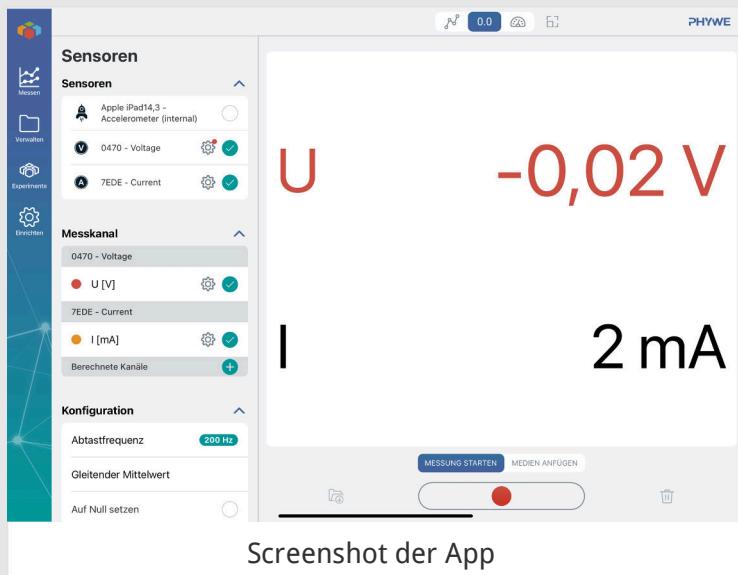


Abb. 2

## Aufbau (3/3)

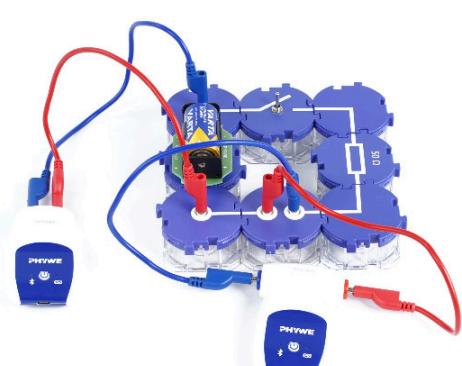
PHYWE



- Starte die beiden Cobra SMARTsense Sensoren, indem du den Ein/Aus-Knopf bei beiden für circa drei Sekunden gedrückt hältst.
- Starte nun die measureAPP und verbinde dich mit beiden Sensoren, indem du sie unter "Sensoren" auswählst.
- Stelle die Anzeige so ein, dass die Messwerte dir als Zahlen angezeigt werden. Das erreichst du, indem du auf "0.0" oben in der App klickst. Auf der linken Seite siehst du, wie das beispielhaft aussieht.

## Durchführung (1/2)

PHYWE



Versuchsaufbau

- Miss die Klemmspannung  $U_c$  für  $I = 0 \text{ A}$ , also ohne Belastung der Spannungsquelle. Notiere deine Messwerte in der Tabelle im Protokoll.
- Schließe den Stromkreis, lies die Klemmspannung  $U_c$  und die Stromstärke  $I$  (unter Belastung). Notiere Deine Messwerte in der Tabelle.
- Unterbrich den Stromkreis und bau anstelle des Widerstandes die Glühlampe ein.
- Schließe den Stromkreis und lies wieder  $U_c$  und  $I$  ab und notiere deine Messwerte.

## Durchführung (2/2)

PHYWE

- Öffne den Schalter und baue 2 Glühlampen parallel ein (Abb. oben).
- Schließe den Stromkreis und lies wieder  $U_c$  und  $I$  ab und notiere deine Messwerte.
- Öffne den Schalter und ersetze die Glühlampen durch einen Leitungsbaustein (Abb. unten).
- Schließe den Schalter kurzzeitig (!), miss  $U_c$  und  $I$  beim Kurzschluss und trage die Werte in die Tabelle im Protokoll ein.

**Hinweis:** Der Kurzschlussstrom darf nur sehr kurz fließen, damit die Spannungsquelle nicht zerstört wird.



PHYWE



## Protokoll

## Tabelle 1

PHYWE

Trage deine Messwerte in die Tabelle ein.

Schaltung	$I$ [A]	$U_C$ [V]
Schalter geöffnet		
50 $\Omega$ Widerstand		
1 Glühlampe		
2 Glühlampen		
Kurzschluss		

## Aufgabe 1

PHYWE

Wie lässt sich der Zusammenhang zwischen der Belastung  $I$  und der Klemmspannung  $U_c$  beschreiben?

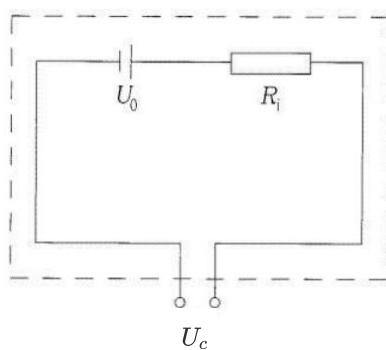
Die Klemmspannung steigt bei Belastung an, und zwar umso mehr, je größer die Belastung ist.

Die Belastung und die Klemmspannung sind unabhängig voneinander.

Die Klemmspannung sinkt bei Belastung ab, und zwar umso mehr, je größer die Belastung ist.

**Aufgabe 2**

Hier siehst du ein 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  $I = 0 \text{ A}$ ) liefert. Formuliere den Zusammenhang zwischen  $U_0$  und  $U_c$  in einer Gleichung. (Hinweis: Bedenke das Gesetz der Reihenschaltung  $U_{ges} = U_1 + U_2$  ).



Ziehe die Gleichungen in die richtigen Felder!

Aus der Gleichung  folgt mit

$U_1 = U_0$  und  der

Zusammenhang

$$U_2 = -I \cdot R_i$$

$$U_{ges} = U_1 + U_2$$

$$U_c = U_0 - I \cdot R_i$$

Überprüfen

**Aufgabe 3**

Stelle die unter Aufgabe 2 gefundene Gleichung nach  $R_i$  um. Welche Gleichung ist korrekt?

$R_i = (U_0 - U_c)/I$

$R_i = I/(U_0 - U_c)$

$R_i = U_0/I - U_c/I$

$R_i = (U_c - U_0)/I$

$R_i = I/(U_c - U_0)$

Überprüfen

## Aufgabe 4

PHYWE

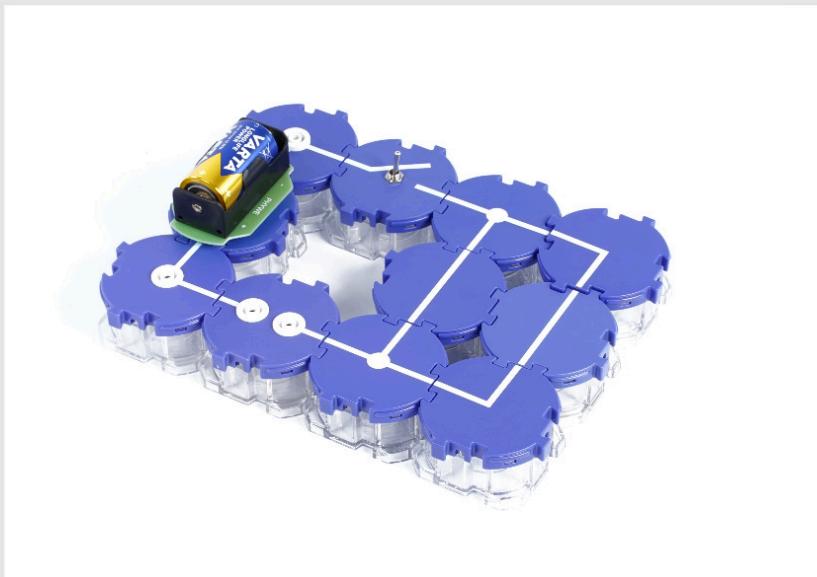
Berechne mit den Messwerten in Tabelle 1 für den Fall des Kurzschlusses den inneren Widerstand  $R_i$  der untersuchten Spannungsquelle.

$I$  [A]

$U_c$  [V]

$U_0$  [V] ( $I = 0$ )

$R_i$  [ $\Omega$ ]



Folie

Punktzahl / Summe

Folie 19: Zusammenhang  $(U_c)$  und  $(I)$ 

0/1

Folie 20: Gleichung Klemmspannung

0/3

Folie 21: Gleichung  $(R_{\text{i}})$ 

0/2

Gesamtsumme

0/6

[Lösungen](#)[Wiederholen](#)[Text exportieren](#)