

# Black-Boxes zur Differenzierung von Reihen- und Parallelschaltung von Widerständen

Adrienne Schütte

## Hintergrund

Dass der Wert zweier Widerstände zusammen kleiner sein kann als der eines einzelnen, ist für Schülerinnen und Schüler schwer einzusehen. Gerade das ist aber bei einer Parallelschaltung der Fall. Die rechnerische "Lösung" des Problems, das Addieren reziproker Widerstandswerte, ist mit mathematischen Schwierigkeiten behaftet und vermag daher kaum weiterhelfen. Aus diesem Grund wurde ein phänomenologischer Zugang entwickelt.

## Phänomenologischer Zugang mit black-boxes

Die Unterricht besteht in folgenden Phasen:

- Die Schülerinnen und Schüler bestimmen in Gruppenarbeit zunächst den Widerstand zweier zusammengehöriger Widerstandsboxen (gleichfarbig) experimentell. Sie sind unterschiedlich.
- Beim Blick in die Boxen fällt auf, dass die verbauten Widerstände in beiden Boxen identisch sind. Das legt die Frage nahe, warum dennoch unterschiedliche Gesamtwiderstände gemessen werden.
- Der gemessene Wert für die Reihenschaltung kann leicht als Summe der verbauten Widerstände identifiziert werden.
- Der Widerstandswert der Parallelschaltung kann zunächst qualitativ diskutiert werden. Die mathematische Vorschrift zur Bestimmung des Gesamtwiderstandes wird vorgegeben und mithilfe der black-boxes bestätigt.

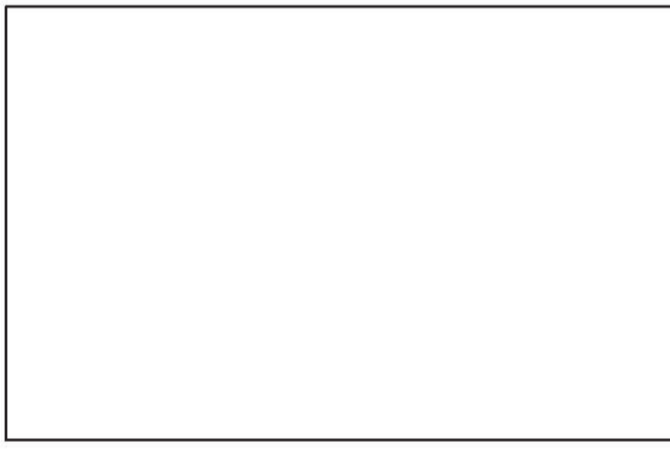
Farbe	Schaltung	R1	R2	R ermittelt
gelb	Reihe	30	20	50
gelb	parallel	30	20	10
grau	Reihe	10	15	25
grau	parallel	10	15	6
rot	Reihe	12	6	18
rot	parallel	12	6	4
lila	Reihe	20	20	40
lila	parallel	20	20	10
hellgrün	Reihe	30	15	45
hellgrün	parallel	30	15	10

**Gesetze für Widerstände**

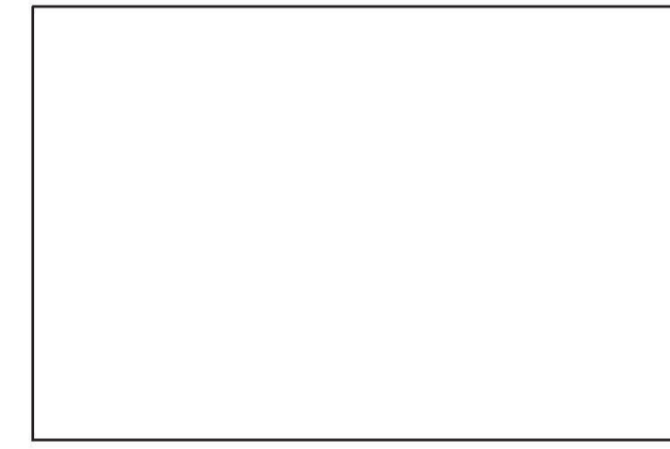
- Mithilfe der Definition des Widerstands  $R = \frac{U}{I}$  soll der elektrische Widerstand von verschiedenen Boxen experimentell ermittelt werden. Fertigt eine Schaltskizze an, mit der das möglich ist.
- Nun soll die Schaltung aufgebaut werden, um für die Widerstandsermittlung Messwerte für Spannung und Elektronenstrom aufzunehmen.
  - Baut die Schaltung gemäß der Schaltskizze auf. Ihr benötigt dafür zwei Boxen gleicher Farbe, ein Voltmeter, ein Amperemeter, ein Schülernetzgerät und fünf Kabel.
  - Nutzt bei dem Netzgerät die 6V-Anschlüsse. Es wird mit Wechselspannung gearbeitet. Die Spannung müsst ihr mit dem Voltmeter nachmessen, da sie nur ungenau von dem Netzgerät ausgegeben wird. Tragt die Messwerte für die Spannung und den Elektronenstrom in mA in die Tabelle ein.
  - Berechnet den Widerstand und tragt ihn in die Spalte „ $R_{gemessen}$ “ ein. Wenn ihr für die Berechnung die mA-Werte nutzt, ist die Einheit, die herauskommt, nicht „ $\Omega$ “, sondern „ $k\Omega$ “.
  - Nehmt euch das Boxenpaar einer anderen Gruppe und ermittelt ebenfalls den Widerstand.
  - Tragt die Widerstandswerte am Lehrerpult in eine Tabelle ein.

		Spannung $U$ in V	Elektronenstrom $I$ in mA	$R_{gemessen}$ in $k\Omega$
Farbe	Box 1			
	Box 2			
Farbe	Box 1			
	Box 2			

- Öffnet nun die beiden Boxen.
  - Fotografiert die Schaltung von oben und fügt je ein Bild hier ein.
 



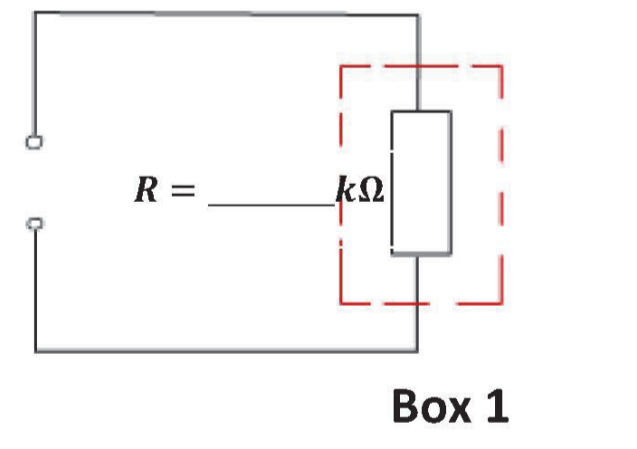
Box 1: \_\_\_\_\_



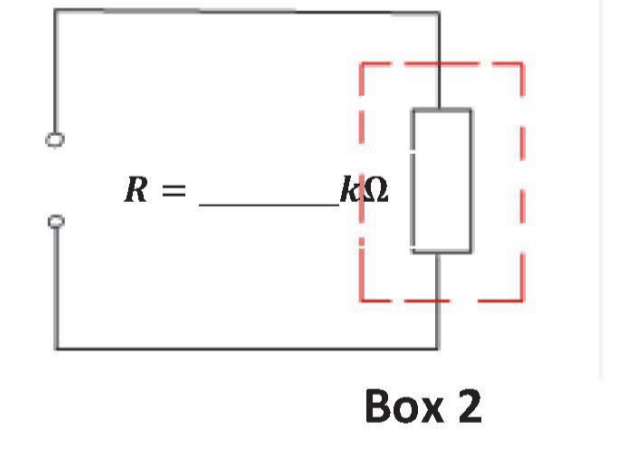
Box 2: \_\_\_\_\_
  - Beschreibt mündlich Gemeinsamkeiten und Unterschiede. Einigt euch auf den wichtigsten Unterschied und die wichtigste Gemeinsamkeit und schreibt sie auf. Notiert unter den Boxen die Art der Schaltung.

Elektrizitätslehre | Arbeitsblatt 19 | Seite 1 von 3

- Auf den Bildern siehst du oben die Schaltskizze mit der gesamten Box. Darunter sind in der Schaltskizze die Einzelwiderstände zu sehen.
  - Trage die gemessenen Widerstandswerte für die Boxen (erste Farbe aus der Tabelle) und die deren Einzelwiderstände an die richtigen Stellen in der Schaltskizze ein.
 



Box 1



Box 2
  - Der Widerstand, der bei den Boxen experimentell gemessen wurde, wird als „Ersatzwiderstand“  $R_{Ersatz}$  bezeichnet. Er wird Ersatzwiderstand genannt, weil er angibt, welchen Widerstand man einbauen müsste, damit sich die Schaltung genauso verhält wie die jeweilige Schaltung mit den beiden einzelnen Widerständen. Erklärt euch in der Gruppe mündlich mit eigenen Worten (ohne das vorherige einfach vorzulesen), warum man den gemessenen Widerstand als Ersatzwiderstand bezeichnen kann.
- Nun sollen die Ersatzwiderstände aus den Einzelwiderständen berechnet werden. Dafür gibt es die Formeln  $R_1 + R_2 + R_3 + \dots = R_{Ersatz}$  und  $\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \dots = \frac{1}{R_{Ersatz}}$ .
  - Ordnet zu, welche Formel wohl zu welcher Schaltung gehört und schreibt es unten in die Tabelle.
  - Berechnet dann mit den Formeln für die erste Boxenfarbe in eurer Tabelle den Ersatzwiderstand aus den Einzelwiderständen. Für die Rechnung bei der Parallelschaltung bekommt ihr eine Gruppenkarte. Übertragt das, was auf der Karte steht, in die Tabelle (nicht abfotografieren) und vervollständigt die Rechnung. Wendet dabei die Gesetze der Bruchrechnung an (kein Taschenrechner benutzen).
  - Prüft, ob das Ergebnis mit der Messung übereinstimmt.

Reihenschaltung	Parallelschaltung

Elektrizitätslehre | Arbeitsblatt 19 | Seite 2 von 3