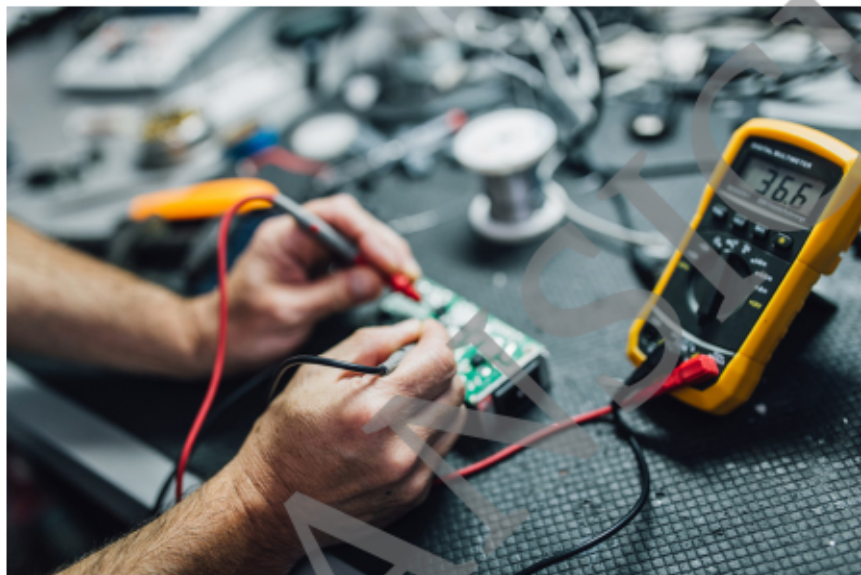


Strom, Spannung, Widerstand – Kennlinien elektronischer Bauteile

Dr. Jürgen Franke



© Hirurg/E+

In diesem Unterrichtsmaterial lernen Ihre Schülerinnen und Schüler, wie man Ströme, Spannungen und Widerstände messen kann, wie ein Lautstärkeregl器 funktioniert und wozu man eine so genannte Brückenschaltung verwenden kann. Den Jugendlichen wird außerdem erläutert, warum manche Materialien den Strom gut leiten und andere nicht bzw. schlecht und was diese Tatsache mit Widerständen zu tun hat. Schließlich zeigen Sie den Lernenden anhand entsprechender Anleitungen, wie man selbst mit einfachen Mitteln einen Widerstand bauen kann.

Strom, Spannung, Widerstand

Mittelstufe

Dr. Jürgen Franke

Hinweise	1
M1 Messen grundlegender physikalischer Größen	5
M2 Elektrischer Strom, Leiter und Nichtleiter	11
M3 Widerstände – grundlegende Versuche	14
M4 Selbstbau eines Widerstands – Anleitung	20
M5 Reihen- und Parallelschaltung	22
M6 Spannungsteiler	26
M7 I-U-Kennlinien	33
Lösungen	37

Die Schülerinnen und Schüler lernen:

die grundlegenden Aspekte zu den Begriffen Strom, Spannung, Leistung und Widerstand kennen. Die Schülerinnen und Schüler lernen, wie man diese Größen praktisch mit Messgeräten bestimmen bzw. aus gemessenen Werten berechnen kann. Zentral für das Verständnis ist das ohmsche Gesetz, das die Beziehung zwischen Strom, Spannung und Widerstand beschreibt. Durch den Selbstbau eines Widerstands soll beispielhaft erfahren werden, wie man sich das Gelernte für technische Zwecke zunutze machen kann.

Überblick:

Legende der Abkürzungen:

AB Arbeitsblatt DA Datenauswertung

Thema	Material	Methode
Strom, Spannung und Widerstand messen	M1	AB, DA
Strom, Leiter und Nichtleiter	M2	AB
Widerstände	M3	AB, DA
Selbstbau eines Widerstands	M4	AB
Reihen- und Parallelschaltung	M5	AB, DA
Spannungsteiler, Brückenschaltung	M6	AB, DA
I-U-Kennlinien von Bauteilen	M7	AB, DA

Kompetenzprofil:

Inhalt: Elektrischer Widerstand, elektrische Spannung, elektrische Stromstärke, Untersuchung von Widerständen und Berechnungen nach Ohm, experimentelle Anleitungen

Medien: Taschenrechner, Tabellenkalkulationsprogramm, Computer

Kompetenzen: Aufbauen von Versuchsanordnungen unter Verwendung von digitalen Messwerterfassungssystemen, Durchführen von Experimenten und Protokollieren der Beobachtungen (S4), Erklären bekannter Messverfahren sowie der Funktion einzelner Komponenten eines Versuchsaufbaus (S5), Anwenden bekannter mathematischer Verfahren auf physikalische Sachverhalte (S7), Identifizieren und Entwickeln von Fragestellungen zu physikalischen Sachverhalten (E1), Berücksichtigung von Messunsicherheiten und Analyse der Konsequenzen für die Interpretation des Ergebnisses (E7).

Einheiten der Strom- und Spannungsmessung

Die Maßeinheit der elektrischen Spannung ist **Volt**.

Formelzeichen: U

Einheitenzeichen: V

$$U = 1 \text{ V}$$

Die Maßeinheit der elektrischen Stromstärke ist **Ampere**.

Formelzeichen: I

Einheitenzeichen: A

$$I = 1 \text{ A}$$

Vielfache werden mit den üblichen Präfixen vor dem Einheitenzeichen benannt:

Millivolt: $1 \text{ mV} = 0,001 \text{ V}$

Kilovolt: $1 \text{ kV} = 1000 \text{ V}$

Mikroampere: $1 \mu\text{A} = 0,000001 \text{ A}$

Milliampere: $1 \text{ mA} = 0,001 \text{ A}$

Beispiele

Spannungen und Stromkennndaten von batteriebetriebenen Geräten:

Uhr	$U = 1,5 \text{ V}$	$I = 0,1 \text{ mA}$
Taschenlampe	$U = 4,5 \text{ V}$	$I = 0,25 \text{ A}$
Altes AM/FM-Radio	$U = 3,0 \text{ V}$	$I = 0,015 \text{ A}$
Modernes DAB-Radio:	$U = 6,0 \text{ V}$	$I = 0,12 \text{ A}$
Akku-Bohrschrauber:	$U = 12,0 \text{ V}$	$I = 5,0 \text{ A}$



Versuch 2:

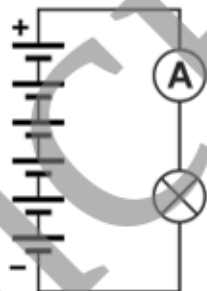
2.

Baue einen Stromkreis aus einer Batterie und einer Glühlampe auf. Die Glühlampe sollte die gleiche oder eine höhere Betriebsspannung haben als die Batterie. Wenn die Batterie noch nicht leer ist, wird die Glühlampe leuchten.

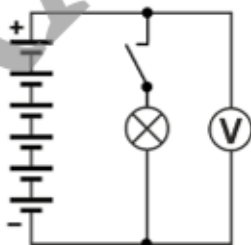
- a) Miss die Stromstärke des Stroms, der durch die Glühlampe fließt. Schalte dazu das Messgerät auf Strommessung. Wähle den Messbereich so, dass er größer ist als die auf der Glühlampe angegebene Stromstärke. Stecke die Messleitungen in die richtigen Anschlussbuchsen. Trenne den Stromkreis auf und verbinde an der Stelle den Stromkreis über das Messgerät. Der Strom sollte nun durch die Messleitungen und das Messgerät fließen, und die Glühlampe sollte wieder leuchten. Lies die Messergebnisse ab und notiere diese in der unten stehenden Tabelle. Vergleiche anschließend deine Ergebnisse mit den Kenndaten deiner Glühlampe. Notiere dir auch, welche Betriebsspannung die Batterie besitzen soll.
- b) Baue den Stromkreis aus Batterie und Glühlampe wieder auf, und miss die Spannung bei aus- und eingeschalteter Glühlampe. Nutze dazu die unten stehende Schaltung. Achte darauf, dass das Messgerät wieder auf Spannungsmessung geschaltet ist. Du wirst feststellen, dass sich die Spannung ändert. Notiere die Spannung der Batterie ohne Last und unter Belastung, also mit angeschalteter Glühlampe, in der Tabelle.

Benötigte Materialien:

- Glühlampe
- Batterie
- Multimeter
- Kabel



© RAABE 2023



Skizzen und Foto: Dr. Jürgen Franke

- c) Miss mit dem Digitalmultimeter den elektrischen Widerstand der Glühbirne. In der Regel kannst du die Messleitungen so wie bei der Spannungsmessung am Messgerät einstecken. Verbinde sie mit der Glühlampe und stelle den Messbereich auf Widerstandsmessung. Wähle den kleinsten Messbereich, bei dem noch ein Widerstandswert angezeigt wird. Notiere dein Ergebnis in der Tabelle.

Ergebnistabelle für Versuch 2

Messung bzw. Angabe	Wert	Maßeinheit
a) Batteriespannung angeben		V
Stromstärke der Glühbirne angeben		mA
Stromstärke der Glühbirne gemessen		mA
b) Batteriespannung gemessen, ohne Last		V
Betriebsspannung auf der Glühbirne angeben		V
Batteriespannung gemessen, bei Betrieb der Glühbirne		V
c) Widerstand der Glühbirne gemessen		Ω

Dazwischen gibt es noch Materialien, die den elektrischen Strom weniger gut leiten. Ein Beispiel dafür ist Graphit, eine Modifikation von Kohlenstoff. Diamant, der eine andere Modifikation von Kohlenstoff darstellt, ist ein Nichtleiter, denn hier sind in einem Gitter aus Tetraedern jeweils alle 4 Außenelektronen an der Bindung beteiligt und es stehen keine beweglichen Ladungsträger zur Verfügung.

In der Elektrotechnik verwendet man als Leiter Materialien, die den elektrischen Strom besonders gut leiten, nicht zu teuer sind und gut zu Drähten und Kabeln verarbeitet werden können. Das ist heute in der Regel Kupfer. Gold und Silber leiten besser, werden aber wegen des Preises nur zur Beschichtung von Kupferleitern eingesetzt. Gold benutzt man z. B. zur Beschichtung von Steckkontakten oder Kontakten in Schaltern, weil es im Gegensatz zu Kupfer und anderen Metallen keine isolierenden Oxidschichten mit dem Luftsauerstoff bildet.

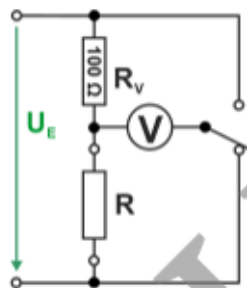


Bild: © robnroll/Stock/Getty Images Plus

© RAABE 2023

Des Weiteren gibt es Materialien, auch andere Metalle und Metall-Legierungen, welche nicht gut leiten. Daraus kann man nun gezielt Widerstände herstellen, die in der Schaltungstechnik eine sehr wichtige Funktion erfüllen.

Wenn du nur ein Messgerät zur Verfügung hast, kannst du den Strom auch indirekt über den Spannungsabfall am Vorwiderstand R_v messen. In diesem Fall schließt du die angegebene Schaltung an die variable Spannungsquelle an. Durch den Wechselschalter bzw. das Umstecken nur einer Anschlussleitung des Voltmeters erhält man natürlich für die Spannung an R_v negative Werte. Daher verwendet man deshalb den Absolutwert der angezeigten Spannung und dividiert diesen durch den Wert des Vorwiderstands R_v , um den Strom zu berechnen.



Skizze: Dr. Jürgen Franke

Bei bestimmten Bauelementen kann es sein, dass man beim Einstellen der Spannung U_E besser die Stromstärken als die Spannung beobachtet. Stelle in einem solchen Fall auf eine bestimmte Stromstärke und miss die dazugehörige Spannung.

Vermeide, mehr als 20 mA durch die Bauelemente (außer durch die Glühbirne) fließen zu lassen.

3. Versuch 3



- Kontrolliere zunächst, ob dein Aufbau aus Versuch 2 korrekt aufgebaut ist. Baue anschließend als Erstes für R einen 4,7-k Ω -Widerstand ein. Stelle verschiedene Spannungen ein und miss jeweils den Strom, der durch R fließt. Trage alle Werte in eine Tabelle ein und zeichne ein entsprechendes Diagramm. (Wenn du ein Tabellenkalkulationsprogramm zur Verfügung hast, kannst du dieses dafür nutzen.)
- Wenn du die Messpunkte im Diagramm mit einer Linie verbindest, erhältst du die Kennlinie des Bauelements. Bei vielen Bauelementen ist es wichtig, auch mit negativen Spannungen zu arbeiten. Baue dazu das zu messende Bauelement umgekehrt in die Schaltung ein, vertausche also die beiden Anschlussdrähte des Bauelements und trage die danach erhaltenen Messwerte als negative Spannungen und Ströme ein. Du wirst feststellen, dass es Bauelemente gibt, deren Kennlinie völlig symmetrisch zum Koordinatenursprung verlaufen, andere aber nur in einer bestimmten Einbaurichtung verwendet werden können.