

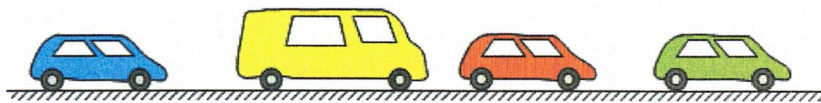
Strom bedeutet Bewegung von Elektronen, das haben wir bereits gelernt. Der Begriff "Stromstärke" macht den Ladungstransport nun messbar. Sehr instruktiv ist hier der Vergleich mit einer Verkehrszählung. Im Bsp. geben 3 Zähler ihre Messwerte an. Welcher misst den stärksten Verkehr? Beim Strom können wir es prinzipiell genauso machen. Wir messen, wie viele Elektronen pro Sekunde durch die Messstelle treten.

Eine schöne Animation dafür gibt's auf Leifiphysik unter Teilgebiet Elektrizitätslehre - Elektrische Grundgrößen - Ladung und Strom Einführung Grundwissen.

1. Grundbegriffe der Elektrik

1.1 Stromstärke

Intro: Wie viel ist viel? - Strom zählbar machen



A: 30 Autos in jeder Minute

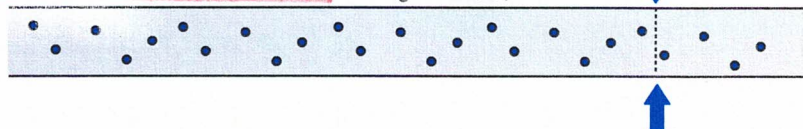
B: 1800 Autos in jeder Stunde $\rightarrow 1800 : 60 = 30$
30 pro Minute

C: 1 Auto pro Sekunde $\rightarrow 1 \cdot 60 = 60$
60 pro Minute

hier ist der Verkehr gleich
bei C ist doppelt so viel Verkehr

Definition: Stromstärke = $\frac{\text{transportierte Ladung}}{\text{benötigte Zeit}}$

Formel: $I = \frac{Q}{t}$
I: Strom
Q: Ladung
t: Zeit



8 Elektrik - 1.1 Stromstärke

1

Hier begegnet Dir zum ersten Mal eine Messgröße der Physik. Neben einer Zahlenangabe benötigt man für eine Größe auch stets eine Einheit. Das kennst Du aus der Mathematik (kg, m, s, ha, ...).

Petrus Handy ermöglicht 100 h Standby-Betrieb. Auf dem Akku findet sie die Aufschrift 1800 mAh. Berechne die Stromstärke im Standby!

Klaus ermittelt, dass die Stromstärke beim Abspielen einer DVD auf seinem Laptop etwa 2 A beträgt. Wie "groß" muss der Akku für "Avatar" (2,5 h) sein?

Basic und Anwendung: Stromstärke als physikalische Größe

Einheit: Die Einheit für Stromstärke heißt: 1 A (Ampere)

Bei dieser Stromstärke bewegen sich etwa $6 \cdot 10^{18}$ Elektronen in einer Sekunde durch die Messstelle, das sind 6000000000000000000 Stück.

Ähnlich wie bei mm oder ml gibt's auch 1 mA = 0,001 A

z.B. 35 mA = 0,035 A oder 0,0258 A = 25,8 mA

Aufgabe Standby

$$I = \frac{Q}{t} = \frac{1800 \text{ mAh}}{100 \text{ h}} = 18 \text{ mA}$$

Aufgabe Laptop

$$I = \frac{Q}{t} \rightarrow Q = I \cdot t = 2 \text{ A} \cdot 2,5 \text{ h} = 5,0 \text{ Ah}$$

Merksregel:

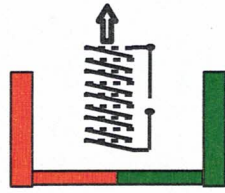


8 Elektrik - 1.1 Stromstärke

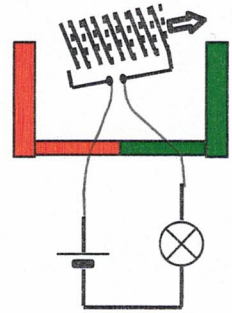
2

Zur Messung der Stromstärke nutzt man die magnetische Wirkung des Stromes. Das Messgerät besteht aus einer Spule, die innerhalb eines Magneten drehbar gelagert ist. Ein montierter Zeiger macht den Ausschlag deutlich. Zum genauen Ablesen baut man dann noch eine Skala dran (hier nicht gezeichnet).

Anwendung: Messgerät für Stromstärke (Amperemeter)

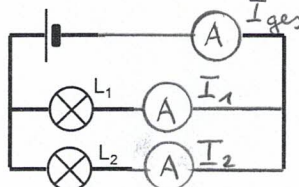


Fließt Strom durch die Spule, so wird sie zum Magneten und richtet sich aus.



Schaltsymbol:

Verwendung des Amperemeters



Baue die Amperemeter so in die Schaltung ein, dass man mit I_{ges} den Gesamtstrom und mit I_1 den Strom durch die Lampe L_1 messen kann. Vervollständige dabei den Schaltplan.

Geeignet ist hier auch die Simulation von der University of Colorado (phet.colorado.edu/de/simulations oder Suchbegriff "phet simulation") mit dem Titel "Stromkreise schalten".

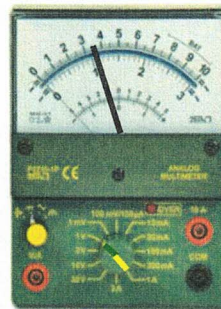
Damit man mit einem Amperemeter sowohl große wie kleine Ströme genau messen kann, besitzt es dafür unterschiedliche Messbereiche, die wir mit einem Drehschalter anwählen. Meist besitzt es dann auch noch unterschiedliche Skalen, die den Messbereichen zugeordnet sind.

Technik: Ablesen einer Skala auf dem Amperemeter

Die Stellung des Wahlschalters gibt an, welche Stromstärke bei Vollausschlag gemessen wird.



Messbereich 10mA
→ $I = 7,5 \text{ mA}$
(obere Skala)



Messbereich 1A
→ $I = 0,35 \text{ A}$
(obere Skala)

Abbn. aus NTL-Katalog



Messbereich 300mA
→ $I = 180 \text{ mA}$
(untere Skala)

Selbst-Check:

- Stromstärke und Einheit
- Amperemeter, Funktion und Verwendung
- Messbereiche und Skalen

Übungsmöglichkeiten:

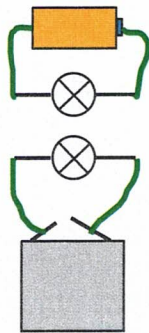
Quiz zum Selbsttest und Aufgaben mit Lösungen zum Thema gibt's auf Leifiphysik unter Teilgebiet Elektrizitätslehre - Elektrische Grundlagen - Elektrische Stromstärke Aufgaben.

Wir haben bereits in der 7. Klasse gelernt, dass die Helligkeit von Lampen davon abhängt, wie viele Batterien wir verwenden. Dieser Beobachtung gehen wir hier genauer auf den Grund.

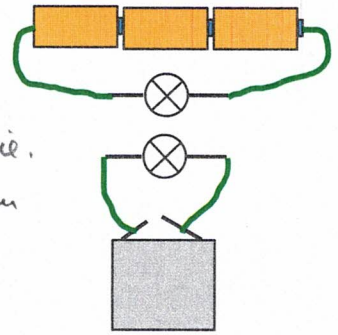
Im Bsp. verwenden wir einzelne Rundzellen und eine Flachbatterie, die Lampen sind jeweils identisch. Welche Beobachtung machen wir in den beiden skizzierten Versuchen? (die Lampe ist hier ein Indikator für die Stromstärke)

1.2 Spannung

Intro: Vergleich von Batterien



Mit einer Rundzelle leuchtet die Lampe weniger hell als mit der Flachbatterie. Schaltet man 3 Rundzellen in Reihe, so erzielt man dieselbe Helligkeit wie mit einer Flachbatterie.



Begriff:

Die Fähigkeit, durch eine Gleichspanne einen bestimmten Strom zu erzeugen, quantifizieren wir mit der physikalischen Größe **Spannung**.

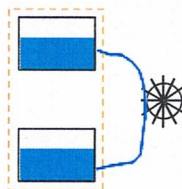
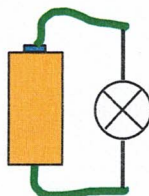
Ihre Einheit heißt **Volt**, kurz **1 V**, ihr Formelzeichen ist **U**.

Beachte:

Batterien und Akkus unterscheiden sich oft in ihrer Spannung. Bei Netzgeräten kann man diese manchmal einstellen.

Ein instruktives Modell zum Stromkreis ist der Wasserkreislauf. Die Lampe kann man dort mit einem Wasserrad vergleichen, weil sie den Wasserfluss deutlich macht, der Batterie entsprechen zwei Wasserreservoirs in unterschiedlicher Höhe.

Modellvorstellung: Wasserkreislauf

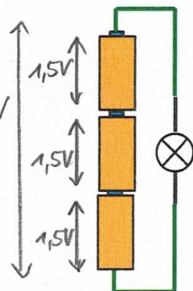


Vergleich: Der Spannung der Batterie entspricht im Wasserkreislauf

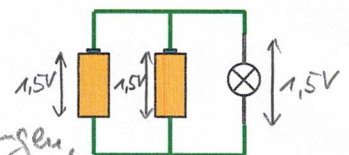
der Höhenunterschied
der Wasserreservoirs.

Basic: Serien- und Parallelschaltung

Die Unterschiede bei Serien- und Parallelschaltung von Batterien haben wir bereits der 7. Klasse erlebt. Jetzt können wir die Beobachtungen von damals mit der Spannung erklären.

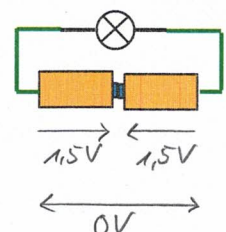


Bei Serieschaltungen (Reihenschaltungen) addieren sich die Spannungen, bei Parallelschaltung bleibt die Spannung gleich.



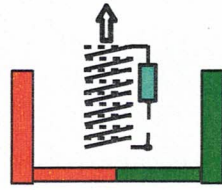
Basic: Gegeneinander-Schalten

Die Spannungen heben sich hier gegenseitig auf.

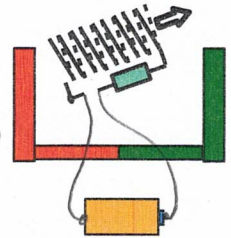


Das Messwerk in einem Voltmeter sieht genauso aus wie beim Amperemeter (die meisten Geräte nutzen sogar dasselbe Messwerk für beide Größen). Allerdings ist für die Spannungsmessung zusätzlich ein Strombegrenzer eingebaut, sonst würde die Spule am direkten Anschluss an die Batterie ja durchbrennen.

Anwendung: Messgerät für Spannung (Voltmeter)



Ein Voltmeter ist so gebaut wie ein Amperemeter, allerdings verhindert ein Strombegrenzer zu hohen Stromfluss.



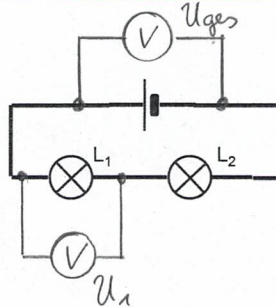
Schaltsymbol:



Baue die Voltmeter so in die Schaltung ein, dass man mit U_{ges} die Gesamtspannung und mit U_1 die Spannung an der Lampe L_1 messen kann. Was ist der Unterschied zur Strommessung?

Geeignet ist hier wieder die Simulation „Stromkreise schalten“ von der University of Colorado (phet.colorado.edu/de/simulations oder Suchbegriff „phet simulation“).

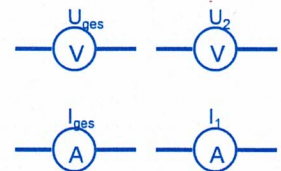
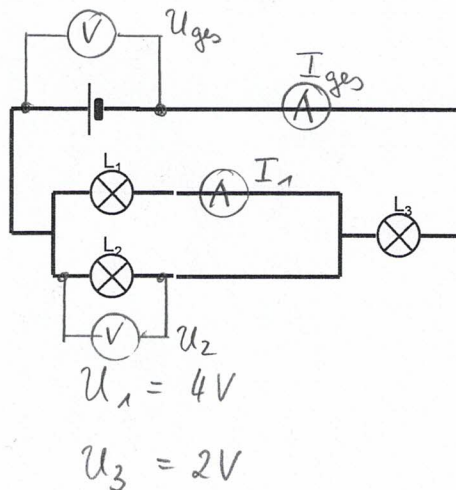
Verwendung des Voltmeters



Claudia misst für die Spannung der Batterie 6 V und für die Spannung an der Lampe L_2 den Wert 4 V. Zeichne ein, wo sie jeweils das Voltmeter angeschlossen hat. Welche Spannung würde sie an den Lampen L_1 und L_3 messen?

Füge nun auch noch Amperemeter zur Messung des Gesamtstromes und des Stromes durch L_1 ein.

Training: Voltmeter einbauen, Spannungen berechnen



Selbst-Check:

- Batterie und Spannung
- Wasserkreislauf
- Serien- und Parallelschaltung
- Verwendung Voltmeter

Übungsmöglichkeiten:

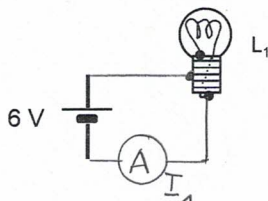
Quiz zum Selbsttest und eine Menge Aufgaben zum Thema gibt's auf Leifiphysik unter Teilgebiet Elektrizitätslehre - Elektrische Grundgrößen - Elektrische Spannung Aufgaben.

In diesem Versuch verwenden wir zwei verschiedene Lampen, die beide für die Spannung 6 V gebaut sind. Zur Stromversorgung nutzen wir ein Netzgerät, das wir auf 6 V einstellen. **Ergänze die beiden Bilder jeweils zu einem geschlossenen Stromkreis. Baue hierzu auch das Amperemeter richtig ein.**



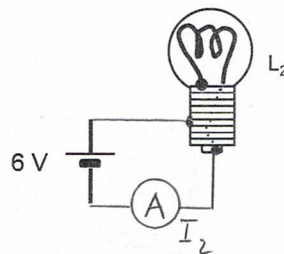
1.3 Widerstand

Intro: Vergleich von Lampen



$$I_1 = \dots$$

$$R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \dots$$



$$I_2 = \dots$$

$$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \dots$$

Begriff:

Die Fähigkeit, den Strom durch ein elektrisches Bauteil auf

..... *einen bestimmten Wert* zu begrenzen, quantifizieren wir mit der physikalischen Größe **Widerstand**.

Seine Einheit heißt **Ohm**, kurz **1 Ω**, sein Formelzeichen ist **R**.

Die Einheit ehrt den Physiker Simon Ohm, der als erster den Zusammenhang zwischen Stromstärke und Spannung erkannt hat.

Berechnung:

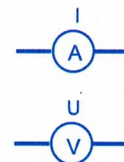
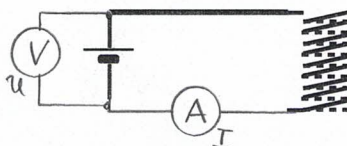
$$\text{Widerstand} = \frac{\text{Spannung}}{\text{Stromstärke}} \quad R = \frac{U}{I}$$

An einem aufgewickelten Draht (ähnlicher einer Spule) ermitteln wir im gezeichneten Experiment den Widerstand.

Ergänze zunächst die Schaltung durch ein Voltmeter und ein Amperemeter an geeigneter Stelle.

Notiere dann jeweils die gemessene Spannung und Stromstärke und berechne den Widerstand des Drahtes. Welche Zusammenhänge lassen sich erkennen?

Untersuchung: Widerstände von verschiedenen Drähten



Versuch 1: Chromnickeldraht, Durchmesser 0,25 mm, Länge 2,0 m

$$U_1 = 6V, I_1 = 0,13A \rightarrow R_1 = \frac{U_1}{I_1} = \frac{6V}{0,13A} = \underline{\underline{48\Omega}}$$

Versuch 2: Chromnickeldraht, Durchmesser 0,35 mm, Länge 2,0 m

$$U_2 = 6V, I_2 = 0,26A \rightarrow R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{6V}{0,26A} = \underline{\underline{24\Omega}}$$

Versuch 3: Chromnickeldraht, Durchmesser 0,35 mm, Länge 1,0 m

$$U_3 = 6V, I_3 = 0,49A \rightarrow R_3 = \frac{U_3}{I_3} = \frac{6V}{0,49A} = \underline{\underline{12\Omega}}$$

Ergebnisse:

Je dicker der Draht, desto geringer der Widerstand.
Je länger der Draht, desto größer der Widerstand.
(doppelte Drahtlänge führt zu doppeltem Widerstand).

In physikalischen Formeln wird stets ein Bezug zwischen verschiedenen physikalischen Größen hergestellt. Jeweils eine dieser Größen lässt sich dann berechnen, wenn man die übrigen kennt. Hier kommen oft die aus der Grundschule bekannten Umkehraufgaben zur Anwendung.

Wenn man in der Merkhilfe die gesuchte Größe mit dem Finger abdeckt, stellt der Rest den richtigen Term für die Berechnung dar.

Anwendung: Berechnungen mit der Formel

Grundformel: $R = \frac{U}{I}$

Umkehraufgaben:

a) $R = \frac{U}{I} = \frac{6V}{12A} = \underline{0,5\Omega}$

b) $U = R \cdot I = 0,5\Omega \cdot 8A = \underline{4V}$

c) $I = \frac{U}{R} = \frac{10V}{0,5\Omega} = \underline{20A}$

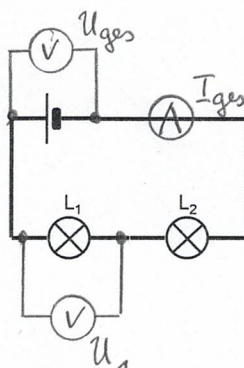
Merkhilfe:



- a) Max findet durch Messung, dass der Motor in seinem Modellauto bei 6 V maximal 12 A "zieht". Berechne den Widerstand des Motors.
 b) Welche Spannung sollte er wählen, wenn er den Strom auf 8 A begrenzen möchte?
 c) Welche Stromstärke ist bei 10 V zu erwarten?

- a) Die zwei verschiedenen Lampen L_1 und L_2 haben zusammen einen Widerstand von 200Ω . Welche Gesamtstromstärke misst Peter, wenn er das Netzgerät auf 10 V einstellt?
 b) L_1 hat einen Widerstand von 80Ω . Berechne die Spannung an L_1 .
 c) Welche Spannung ist dann an L_2 zu messen? Welcher Widerstand ergibt sich für L_2 ?
 d) Füge die Messgeräte in die Zeichnung ein!

Training: Voltmeter einbauen, Spannungen berechnen



a) $I_{ges} = \frac{U_{ges}}{R_{ges}} = \frac{10V}{200\Omega} = 0,05A = \underline{50mA}$

b) $U_1 = R_1 \cdot I_1 = 80\Omega \cdot 0,05A = \underline{4,0V}$

c) $U_2 = U_{ges} - U_1 = 10V - 4V = \underline{6,0V}$

$R_2 = \frac{U_2}{I_2} = \frac{6,0V}{0,05A} = \underline{120\Omega}$

Selbst-Check:

- Widerstand
- Materialabhängigkeit
- Berechnung mit Formeln

Übungsmöglichkeiten:

Quizaufgaben zum Selbsttest gibt's auf Leifiphysik unter Teilgebiet Elektrizitätslehre - Elektrische Grundgrößen - Elektrische Größen Aufgaben. Weitere Quiz und Aufgaben unter Teilgebiet Elektrizitätslehre - Widerstand und spez. Widerstand - Widerstand Aufgaben (natürlich zu viel, um alle zu machen).

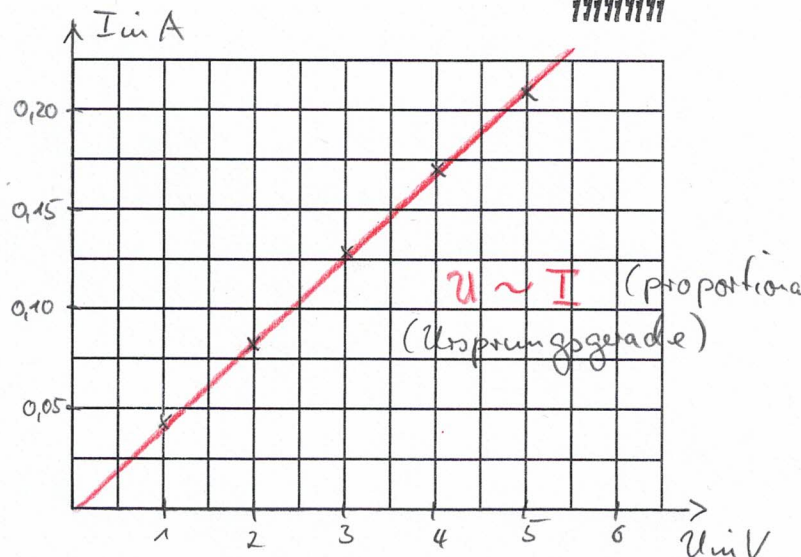
Wir messen die Stromstärke I durch einen Draht bei verschiedenen Spannungen. Dabei verwenden wir ein regelbares Netzgerät (Symbol siehe Abb.). Ergänze die Zeichnung mit den nötigen Messgeräten. Notiere dann die Messwerte in die Tabelle und zeichne ein $U-I$ -Diagramm (Kennlinie). Berechne an jedem Messpunkt den Widerstand.

1.4 Das ohmsche Gesetz

Experiment: Strom-Spannungs-Kennlinie eines Drahtes

U in V	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
I in A	0	0,04	0,08	0,13	0,17	0,21	0,26
R in Ω	—	25	25	23	24	24	24

U-I-Diagramm
(Kennlinie):



Tipp: Das Zeichnen der Messkurve erfolgt nicht mit kurzen Linien zwischen den Punkten, sondern mit einer Kurve, die gleichmäßig durch den Messpunkteschwarm verläuft.

Fasse das Ergebnis des Experiments in einem Merksatz zusammen. Die bekannte Formel für den Widerstand erfährt nun eine Ergänzung.

Die Einhaltung vorgegebener Widerstandswerte ist für das Funktionieren von Geräten oft sehr wichtig. Die Techniker haben deshalb Bauteile (typisch aus Kohle) entwickelt, die einen vorgegebenen Widerstand auch bei Temperaturschwankungen recht gut beibehalten. Diese Bauteile heißen dann auch Widerstand. Ein Farbcode gibt den Widerstandswert an.

Folgerung aus dem Experiment: Gesetz von Ohm

Der Widerstand eines metallischen Leiters ist konstant, dadurch ist die Stromstärke proportional zur angelegten Spannung.

Voraussetzung: dabei darf sich die Temperatur des Leiters nicht verändern.

$$R = \frac{U}{I} = \text{const.}$$

Technik: das elektrische Bauteil Widerstand

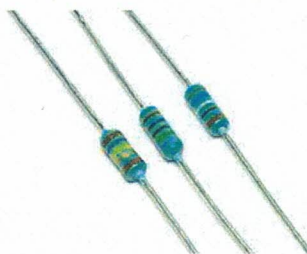
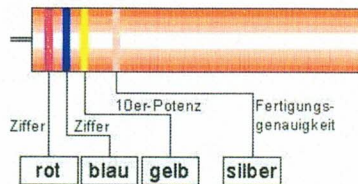


Abb. aus wikipedia.de



$$26 \cdot 10^4 \pm 10\%$$

$$26 \cdot 10^4 \Omega = 260 \cdot 10^3 \Omega = \underline{\underline{260 \text{ k}\Omega}}$$

Abb. aus leifphysik.de nach Berufsschule Neu-Ulm

1-3 Ring	
schwarz	0
braun	1
rot	2
orange	3
gelb	4
grün	5
blau	6
violett	7
grau	8
weiß	9

4 Ring	
braun	$\pm 1\%$
rot	$\pm 2\%$
gold	$\pm 5\%$
silber	$\pm 10\%$
ohne	$\pm 20\%$

Hans-Otto war schusslig, der Sortierkasten mit den Widerständen ist von der Werkbank gefallen und nun ist alles durcheinander. Er hebt drei Widerstände auf und macht für den ersten eine Messreihe (Diagramm grün).

- a) Bestimme den Wert des ersten Widerstandes aus der Messreihe und gib seinen Farbcode an.
 b) Der zweite Widerstand trägt den Farbcode gelb-violett-schwarz-silber. Bestimme seinen Wert und zeichne seine Kennlinie ein.
 c) Der dritte Widerstand muss nach der Beschriftung im Kasten 270 Ohm haben. Gib seinen Farbcode an und zeichne die zugehörige Kennlinie.
 d) Beschreibe den Zusammenhang der Kennlinien.

Training: Kennlinien von Kohlewiderständen

$$a) R = \frac{U}{I} = \frac{3,0V}{25mA}$$

$$= \frac{3,0V}{0,025A} = 120\Omega$$

braun - rot - braun

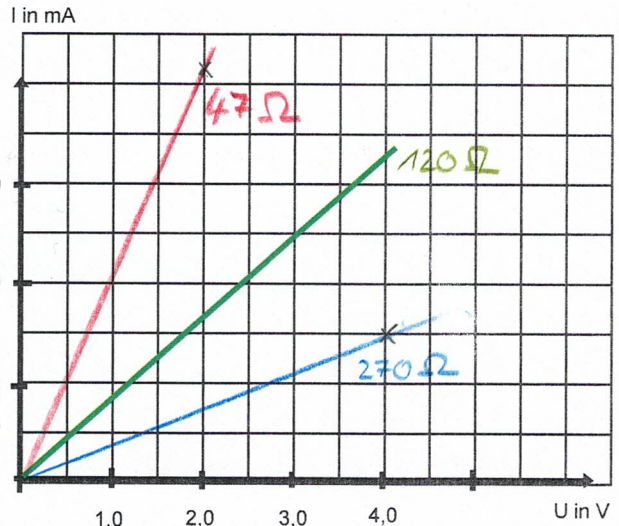
$$b) \text{ge-vio-schw}$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$4 \quad 7 \quad 10^0$$

$$47 \cdot 1\Omega = 47\Omega$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{2V}{47\Omega} = 0,042A$$



$$c) 270\Omega \quad 10^1$$

$$\downarrow \quad \downarrow \quad \downarrow$$

$$\text{rot} \quad \text{violett} \quad \text{braun}$$

$$I = \frac{U}{R} = \frac{4V}{270\Omega} = 0,015A$$

- d) Je kleiner der Widerstand, desto steiler die Kennlinie.

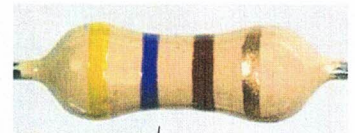
Das Bild zeigt einen Widerstand aus dem Praktikumsmaterial.

- a) Bestimme mit dem Farbcode den Widerstandswert.
 b) Unser Netzgerät hat eine regelbare Spannung 0-12 V. Berechne die maximale Stromstärke durch den Widerstand.
 c) Warum ist es für unsere Rechnung wichtig, dass für den Widerstand das ohmsche Gesetz gilt?

Berechnungen mit Hilfe des ohmschen Gesetzes

$$b) I_{\max} = \frac{U_{\max}}{R} = \frac{12V}{470\Omega}$$

$$= 0,026A = 26mA$$



$$a) \text{gelb} \quad \text{vio} \quad \text{braun}$$

$$4 \quad 7 \quad 10^1$$

- c) Wenn das ohmsche Gesetz nicht gilt, bedeutet das, der Widerstand ist variabel, d.h. er kann verschiedene Werte annehmen. Dann kann man aber keine eindeutigen Berechnungen für Stromkreise durchführen und so auch keine Schaltkreise verlässlich planen.

Selbst-Check:

- Kennlinie
- ohmsches Gesetz
- Widerstand als Bauteil
- Farbcode
- Berechnungen

Übungsmöglichkeiten:

Ein Quiz zum Thema bietet Leifphysik unter Teilgebiet Elektrizitätslehre - Widerstand und spez. Widerstand - Ohmsches Gesetz Aufgaben. Weitere Aufgaben unter Teilgebiet Elektrizitätslehre - Widerstand und spez. Widerstand - Widerstand Aufgaben.

In diesem Versuch messen wir die Stromstärke durch eine Glühlampe bei verschiedenen Spannungen. Dabei verwenden wir ein regelbares Netzgerät (das Symbol dafür siehst Du in der Abbildung).

Ergänze die Zeichnung mit den nötigen Messgeräten. Notiere dann die Messwerte in die Tabelle und zeichne ein U - I - Diagramm (Kennlinie).

Messdaten sind abhängig vom verwendeten Lämpchen.

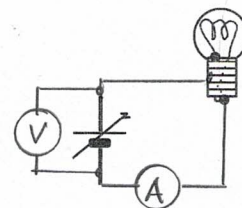


Tipp: Das Zeichnen der Messkurve erfolgt nicht mit kurzen Linien zwischen den Punkten, sondern mit einer Kurve, die gleichmäßig durch den Messpunkteschwarm verläuft.

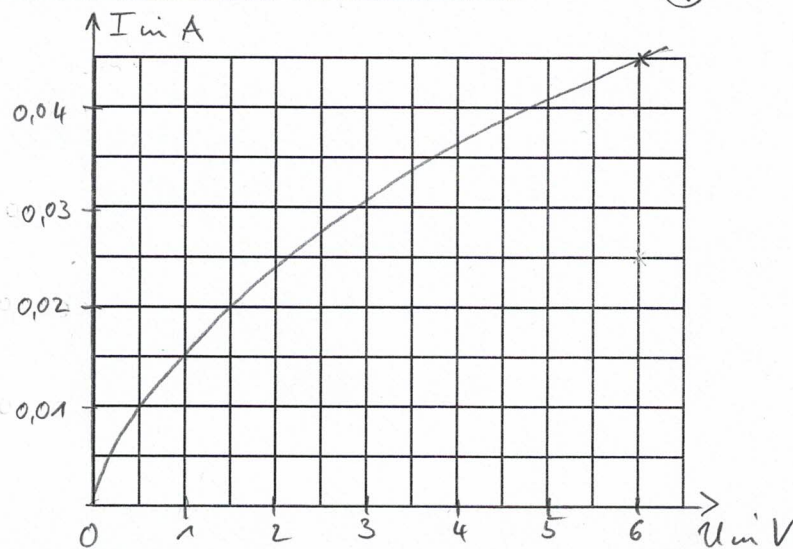
1.5 Kennlinie einer Glühlampe

Experiment: Spannung und Stromstärke

U in V	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
I in A	0	0,015	0,024	0,032	0,037	0,041	0,045



U-I-Diagramm:



Die Aufnahme von Kennlinien dient dem Zweck, den Zusammenhang zwischen den beteiligten Größen (hier Spannung und Stromstärke) zu untersuchen. Im einfachsten Fall sind die Größen zueinander proportional, d.h. die Verdoppelung der einen Größe führt zur Verdoppelung der anderen.

a) **Untersuche mit Hilfe von Tabelle und Diagramm, ob Spannung und Stromstärke hier proportional sind.**

b) **Berechne mit Hilfe der Messdaten die Widerstandswerte der Glühlampe und trage sie in die Tabelle ein.**

c) **Welchen Grund könnte die Veränderung haben?**

Analyse der Messdaten

a) Spannung und Stromstärke sind nicht proportional (doppelte Spannung führt nicht zur doppelten Stromstärke)

U in V	0	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0
R in Ω	—	67	83	94	108	122	133

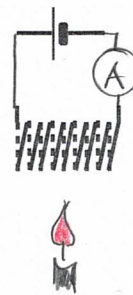
Der Widerstand nimmt bei steigender Spannung zu.

c) Die Glühlampe erwärmt sich im Verlauf der Messreihe auf sehr hohe Temperaturen (ca. 1000°C). Dadurch erhöht sich der Widerstand.

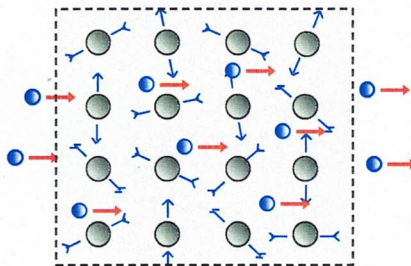
Überlege Dir ein zusätzliches Experiment, mit dem wir unsere Vermutung bestätigen könnten. Ergänze hierbei die Zeichnung. War unser Vorgehen erfolgreich?

Versuch zur Prüfung der Vermutung

Wir erhitzen eine offene Drahtwendel mit einer Flamme und messen permanent die Stromstärke bei fester Spannung. \rightarrow Stromstärke nimmt bei Erwärmung ab \rightarrow Widerstand nimmt zu



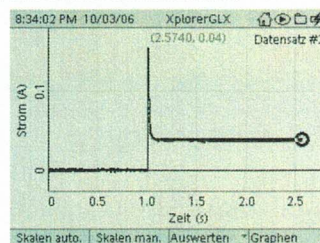
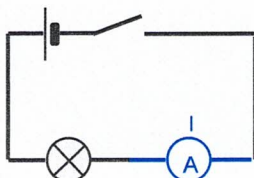
Erklärung des Effektes im Teilchenmodell



Dieser Effekt führt uns wieder zurück zum Beginn dieses Elektrikkurses und damit zum Teilchenmodell der Materie. Der Eisendraht besteht in seinem Inneren aus regelmäßig angeordneten Atomen, die sich ständig ein bisschen hin und her bewegen. Stromfluss bedeutet, dass Elektronen durch diese Gitterstruktur hindurch laufen müssen.

In diesem an sich einfachen Experiment schalten wir nur eine Lampe ein und messen dabei die Stromstärke. Der Trick besteht in der Nutzung eines Datenloggers, das ist ein computerbasiertes Messgerät, das sehr schnelle Messungen erlaubt (hier 500 Messwerte pro Sekunde!). Beschreibe den Verlauf der Messkurve und erkläre ihn! Warum brennen Glühlampen oft beim Einschalten durch?

Praxis: Warum brennen Glühlampen oft beim Einschalten durch?



Beobachtung:

Beim Einschalten ist die Stromstärke zuerst sehr hoch und nimmt in kurzer Zeit auf einen Bruchteil des Einschaltstromes ab (Stromspitze)

Erklärung:

Die Glühlampe ist zuerst kalt, hat damit einen geringen Widerstand und lässt hohen Strom zu. Dadurch erwärmt sie sich rasch, ihr Widerstand steigt und begrenzt den Strom.

Der Einschaltstrom stellt eine besondere Belastung für die Glühlampe dar \rightarrow Durchbrennen möglich

Übungsmöglichkeiten:

Mehrere Aufgaben zu Kennlinien findest Du auf Leifiphysik unter Teilgebiet Elektrizitätslehre - Widerstand und spezifischer Widerstand - Widerstand Aufgaben bei den mittelschweren (gelben).

Selbst-Check:

- Kennlinie
- Widerstand und Temperatur
- Einschaltvorgang