

Schülerversuche Elektronik

„Widerstände“

Praktikum am:
22.11.2000 & 6.12.2000

Von: Ursula Feischl
Mtr.: 9855029

Inhaltsverzeichnis:

Einleitung

<u>Inhaltsangabe</u>	1
<u>Allgemeines</u>	2
<u>Behandelte Anwendungsmöglichkeiten</u>	2

1. Teil: Aufbereitung für die 2. Klasse Unterstufe

<u>Stromkreis, Leiter und Isolatoren</u>	3
VERSUCH: Der Stromkreis	4
VERSUCH: Leiter und Nichtleiter	5
<u>Serienschaltung und Parallelschaltung</u>	6
VERSUCH: Serien und Parallelschaltung von Stromquellen	7
VERSUCH: Reihenschaltung von Glühlampen	8
VERSUCH: Parallelschaltung von Glühlampen	9

2. Teil: Aufbereitung für die 7. Klasse Oberstufe

<u>a. Ohmsches Gesetz, Widerstände</u>	10
VERSUCH: Ohmsche Widerstände	11
VERSUCH: Anwendung des Ohmschen Gesetzes	12,13
VERSUCH: Die Glühlampe ist kein Ohmscher Widerstand	12, 14
<u>b. Serien und Parallelschaltung von Spannungsquellen</u>	15
VERSUCH: Reihenschaltung von Spannungsquellen	16
VERSUCH: Parallelschaltung von Spannungsquellen	17
<u>c. Serien und Parallelschaltung von ohmschen Widerständen</u>	15
VERSUCH: Standlicht beim Auto“	18,19
Serien und Parallelschaltung:	20
VERSUCH: Reihenschaltung von Ohmschen W.	21
VERSUCH: Parallelschaltung von Ohmschen W.	22,23
<u>d. Spannungs und Stromstärkenmessung</u>	24
VERSUCH: Innenwiderstand eines Voltmeters	25,26,27
VERSUCH: Innenwiderstand eines Ampermeters	25,28,29
<u>e. Messbereichserweiterung</u>	24
VERSUCH: Messbereichserweiterung eines Voltmeters	30,31
VERSUCH: Messbereichserweiterung eines Ampermeters	30,32

Allgemeines

Wir hatten im Praktikum das Glück, einen umgebauten, wackelkontaktfreien Baukasten zur Verfügung zu haben, so dass wir nicht mit den ansonsten ständig auftretenden Wackelkontakten zu kämpfen hatten.

Abgesehen von diesem Problem wird Schülern das Arbeiten mit diesen Baukästen sicher leicht fallen, da der Aufbau der Schaltungen und Stromkreise durch die Bausteine mit den Schaltsymbolen und durch die Stecktafel 1:1 von den Schaltskizzen übernommen werden kann und die Versuche so übersichtlich und gut zu überblicken sind.

Auch die Versuchsanleitungen sind in dem von mir aufbereiteten Teil klar und für Schüler sicherlich verständlich. Allerdings bin ich der Meinung, dass oft zu viele Ergebnisse schon vorweggenommen werden und zusätzliche Arbeitsblätter zu einzelnen Versuchen von Vorteil wären.

Behandelte Anwendungsmöglichkeiten

Möglich Lernziele für die 2.Klasse Unterstufe

- Was ist ein Stromkreis?
Aus welchen Elementen besteht er?, Schaltskizzen und Symbole
- Was sind Leiter, Isolatoren und Halbleiter?
- Serien und Parallelschaltung von Spannungsquellen
- Serien und Parallelschaltung von Verbrauchern

Mögliche Lernziele 7.Klasse Oberstufe

- Ohmsches Gesetz und seine Gültigkeit
- Serien und Parallelschaltung von Spannungsquellen
- Serien und Parallelschaltung von Widerständen
- Spannungs und Stromstärkenmessung
Innenwiderstand des Amperemeters und des Voltmeters
Meßbereichserweiterung

1. Teil: Aufbereitung für die 2. Klasse Unterstufe

Was ist ein Stromkreis?

Elektrischer Strom kann nur in einem Stromkreis fließen. Ein solcher Stromkreis besteht mindestens aus einer Stromquelle, einem Verbraucher und elektrischen Leitungen.

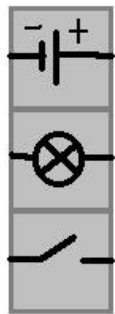
Mit einem Schalter kann man den Stromkreis schließen und unterbrechen.

Stromquellen können sein: Batterie, Steckdose, Dynamo,...

Jede Stromquelle verfügt über 2 Anschlüsse.

VERSUCH: Der Stromkreis E 1.1

Um einen Stromkreis aufzuzeichnen benützen wir Symbole:



Stromquelle (Batterie)

Verbraucher (Glühlampe)

Schalter

Leiter, Isolatoren und Halbleiter

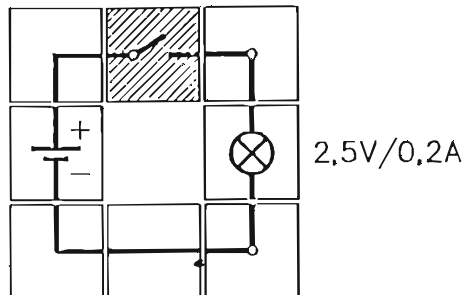
Die elektrischen Leitungen bestehen aus Stoffen, die den elektrischen Strom leiten können.

Dazu gehören vor allem Metalle. Ein sehr guter Leiter ist Kupfer. Es wird für fast alle elektrischen Leitungen verwendet. Silber leitet den elektrischen Strom am besten, Eisen schlechter als Kupfer. Auch Wasser leitet den Strom. Es gibt andererseits viele Stoffe die den elektrischen Strom überhaupt nicht leiten können trockenes Holz, Glas, Plastik, Gummi, Porzellan.... Sie werden Isolatoren genannt.

In der heutigen Zeit spielen noch eine weitere Gruppe von Stoffen eine wichtige Rolle die weder wirkliche Leiter noch Isolatoren sind, die Halbleiter. Sie werden z.B. für elektronische Bauteile verwendet.

VERSUCH: Leiter und Nichtleiter E 1.7

DER STROMKREIS

**Material:**

Schaltplatte
 STB Leitungen, Satz
 1 STB Batterie (Akku) 1,2 V
 1 STB Lampenfassung E10
 1 STB Schalter EIN-AUS
 1 Glühlampe E10, 2,5V/0,2A

Was benötigen wir, um ein Lämpchen durch elektrischen Strom (elektrische Energie) zum Leuchten zu bringen?

Schaltung: Aufbau der Schaltung gemäß der Abbildung. Wir verwenden ein Glühlämpchen für 2,5 Volt. Der schraffiert gezeichnete Baustein wird zunächst noch nicht eingesteckt.

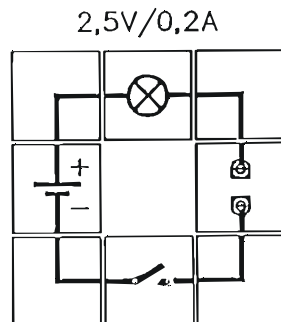
1. Versuch: Nach Fertigstellung der Schaltung stecken wir eine gerade Leitung an der schraffierten Stelle ein und schließen damit den Stromkreis. Das Glühlämpchen leuchtet.

2. Versuch: Wir ersetzen den schraffierten Baustein mit der geraden Leitung durch einen Baustein mit Schalter. Der Knebel des Schalters befindet sich zunächst in der Stellung "AUS". Durch Umlegen des Knebels auf "EIN" wird der Stromkreis geschlossen. Das Glühlämpchen leuchtet.

Erkenntnis: Für einen Stromkreis benötigen wir:

eine Stromquelle (im Versuch die Batterie)
 einen Verbraucher (im Versuch das Glühlämpchen)
 Verbindungsleitungen zu diesen Teilen.
 Außerdem sollte ein Stromkreis einen Schalter enthalten.

LEITER UND NICHTLEITER

**Material:**

Schaltplatte
 STB Leitungen, Satz
 1 STB Lampenfassung E10
 1 STB Schalter EIN-AUS
 1 STB Batterie (Akku) 1,2 V
 1 Glühlampe E10, 2,5V/0,2A
 2 Krokoklemmen mit
 Steckerstift
 1 Satz Leiter und Nichtleiter
 1 Satz Elektroden

Es gibt Stoffe, die den elektrischen Strom gut leiten ("Leiter") und Stoffe, die den elektrischen Strom nicht leiten ("Nichtleiter" oder "Isolatoren").

Schaltung: Aufbau der Schaltung gemäß der Abbildung. In den Buchsen des Bausteins mit unterbrochener Leitung werden Krokoklemmen mit Steckerstiften eingesteckt.

Versuch: In den Krokoklemmen werden verschiedene Materialien eingespannt (Papier, Kunststoff, Holz, Kohle, verschiedene Metalle). Nach Schließen des Schalters zeigt das Glühlämpchen durch sein Leuchten oder Nichtleuchten jeweils an, ob der betreffende Stoff ein Leiter oder Nichtleiter ist.

Ergebnis: Leiter sind alle Metalle und Kohle. Kunststoff, Papier, Holz sind Beispiele für Nichtleiter.

Serienschaltung und Parallelschaltung von Stromquellen

VERSUCH: Serien und Parallelschaltung von Stromquellen

In größeren Taschenlampen sind die Batterien in Serie geschaltet, damit sich ihre Wirkung addiert.

Serien und Parallelschaltung von Verbrauchern

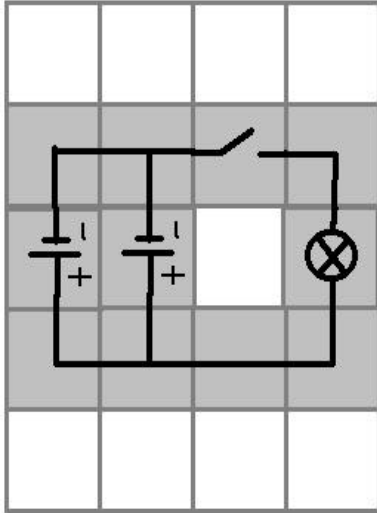
VERSUCH: Reihenschaltung von Glühlampen E 2.6

VERSUCH: Parallelschaltung von Glühlampen E 2.9

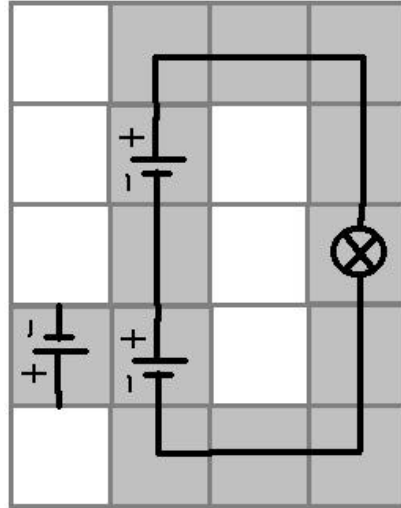
VERSUCH: Serien und Parallelschaltung von Stromquellen

Ziel: Unterschiede zwischen den Schaltungen aufzeigen

Material: 2 gleiche Batterien
die in den Skizzen aufscheinenden Bauelemente



1. Versuch



2. bzw 3. Versuch

Versuchsdurchführung

1. Versuch: Zuerst wird das Lämpchen in einem Stromkreis mit nur einer Spannungsquelle betrachtet. Eine 2. Stromquelle wird analog zur obigen Skizze dazugeschaltet und die Lichtstärke des Lämpchens beobachtet.

2. Versuch: Wieder wird zuerst das Lämpchen im Stromkreis mit nur einer Spannungsquelle betrachtet. Dann wird die zweite in Serie dazugeschaltet. (Der + Pol der 1. Wird mit dem - Pol der zweiten Batterie verbunden). Wieder betrachtet man das Lämpchen.

3. Versuch: Die zweite Batterie wird um 180° gedreht in die letzte Schaltung gesteckt und beobachtet was geschieht.

Erkenntnis:

Beim Parallelschalten von 2 Batterien leuchtet die Glühbirne genauso hell als befände sich nur eine Stromquelle im Stromkreis.

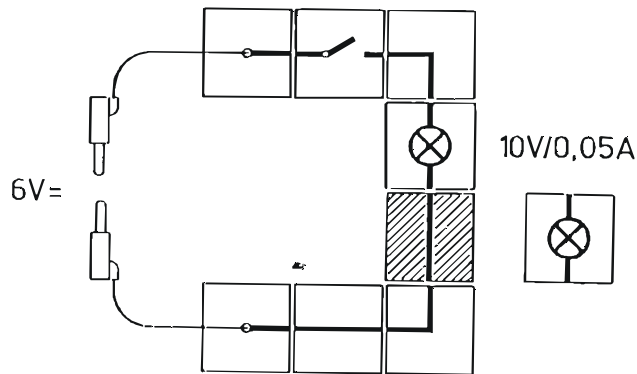
Bei der Reihenschaltung zweier gleicher Stromquellen leuchtet sie entweder doppelt so hell (2. Versuch) oder gar nicht (3. Versuch).

Bemerkung:

Die Versuche dazu sind im Prinzip dieselben wie die in der Oberstufe, allerdings beschränkt man sich hier auf das qualitative Auswerten indem man etwa statt der Messung der Spannung eine Glühbirne in den Stromkreis gibt und beobachtet wie hell sie leuchtet.

Achtung: Wenn die Spannung der beiden Batterien nicht gleich sind, ist beim 3. Versuch die Gesamtspannung nicht 0!

REIHENSCHALTUNG VON GLÜHLAMPEN



Material:

Schaltplatte
 STB Leitungen, Satz
 1 STB Schalter EIN-AUS
 2 STB Lampenfassung E10
 2 Glühlampen E10
 10V/0,05A
 2 Verbindungsleitungen
 Stromversorgung

Zwei Glühlämpchen kann man auf zwei Arten in einen Stromkreis schalten. Wir untersuchen in diesem Versuch die Reihenschaltung von Glühlämpchen.

Schaltung: Aufbau gemäß der Abbildung. Zunächst wird nur ein Glühlämpchen eingesteckt. An die Stelle des schraffiert gezeichneten STB Leitung gerade kommt dann das zweite Glühlämpchen. Wir legen 6 Volt Gleichspannung an.

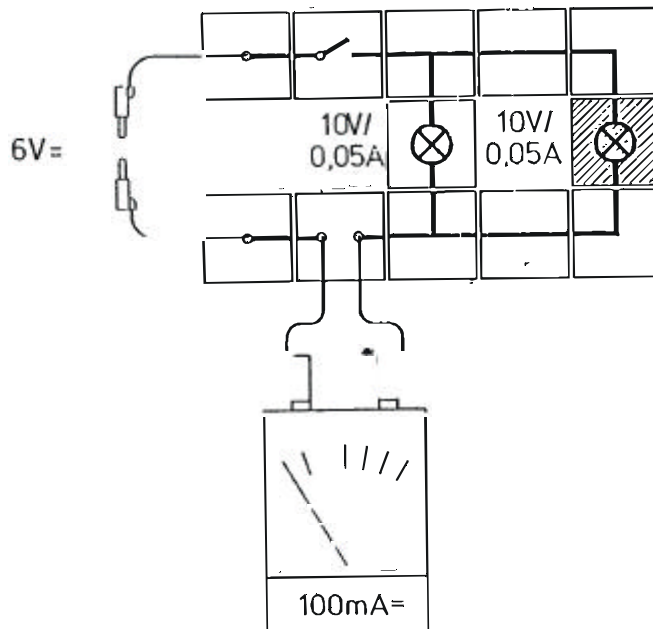
Versuch: Wir schließen den Schalter und merken uns die Helligkeit des Glühlämpchens. Wir öffnen den Schalter und ersetzen den schraffierten STB Leitung gerade durch das zweite Glühlämpchen. Nach Schließen des Schalters erkennen wir, daß die beiden Glühlämpchen jetzt viel schwächer leuchten als zuvor das eine Glühlämpchen allein. Durch Erhöhen der angelegten Spannung auf 12 Volt können wir wieder ungefähr die gleiche Helligkeit wie vorher einstellen.

Was passiert, wenn ein Glühlämpchen aus der Fassung geschraubt wird?

Erkenntnis: Bei einer Reihenschaltung von zwei Glühlampen benötigt man die doppelte Spannung. Wenn eine Glühlampe entfernt wird, ist der Stromkreis unterbrochen.

Hinweis: Bei der Beleuchtung einer Wohnung wird der Stromkreis bei Ausfall einer Glühlampe nicht unterbrochen. Was bedeutet das?

PARALLELSCHALTUNG VON GLÜHLAMPEN

**Material:**

Schaltplatte
 STB Leitungen, Satz
 1 STB Schalter EIN-AUS
 2 STB Lampenfassung E10
 2 Glühlampen E10
 10V/0,05A
 1 Meßinstrument
 4 Verbindungsleitungen
 Stromversorgung

Parallelschaltungen bewirken eine Verzweigung des elektrischen Stromes. Wir wollen die Eigenschaften einer Parallelschaltung von zwei Glühlämpchen untersuchen.

Schaltung: Aufbau der Schaltung gemäß der Abbildung. Wir stecken den schraffierten STB Lampenfassung vorerst noch nicht ein. Das Amperemeter wird mit dem Meßbereich 100 mA= verwendet. Wir legen 6 Volt Gleichspannung an.

Versuch: Wir schließen den Schalter und merken uns die Helligkeit des Glühlämpchens. Außerdem notieren wir die vom Amperemeter angezeigte Stromstärke. Wir öffnen den Schalter und stecken den schraffierten STB Lampenfassung mit dem zweiten Glühlämpchen ein. Nach Schließen des Schalters erkennen wir, daß die beiden Glühlämpchen jetzt genauso leuchten wie zuvor das eine Glühlämpchen allein. Die Stromstärke ist doppelt so groß wie vorhin.

Was passiert, wenn ein Glühlämpchen aus der Fassung geschraubt wird?

Erkenntnis: Bei einer Parallelschaltung von zwei Glühlampen fließt die doppelte Stromstärke. Wenn eine Glühlampe entfernt wird, leuchtet die zweite Glühlampe weiter.

Hinweis: Die Glühlampen und Elektrogeräte einer Wohnung sind parallel geschaltet. Durch Einschalten mehrerer Elektrogeräte wächst die Stromstärke an. Die Sicherung dient als Schutz vor Überlastung.

2. Teil:

Aufbereitung für die 7. Klasse Oberstufe

Spannung U:

Die elektrische Spannung U_{AB} zwischen zwei Punkten A und B ist das Verhältnis **W/q** . Dabei bedeutet W die Energie, die beim Transport einer kleinen elektrischen Ladungsmenge q von A nach B aufgebracht werden muß ($W > 0$) oder gewonnen werden kann ($W < 0$). Die Einheit der elektrischen Spannung ist das Volt (V).

Stromstärke I:

Strömt in der Zeit t durch die Querschnittsfläche eines Leiters die elektrische Gesamtladung Q, so bezeichnet man das Verhältnis **$I = Q/t$** als elektrische Stromstärke. Ihre Einheit, das Ampere (A) ist durch den sekundlichen Transport von 1 C durch den Leiterquerschnitt festgelegt: $1 \text{ A} = 1 \text{ C}/1 \text{ s} = 1 \text{ C/s}$.

Leistung

Zwischen Spannung U, Stromstärke I und Leistung P des elektrischen Stromes besteht der Zusammenhang: **$P = U \cdot I$**

a. Ohmsches Gesetz, Widerstände

Mißt man in einem Stromkreis wiederholt bei unterschiedlich angelegter Spannung die Stromstärke, so stellt man bald fest, dass die Stromstärke der angelegten elektrischen Spannung direkt proportional ist.

In Analogie zur Strömungslehre kann man das Verhältnis von angelegter Spannung und durch den Leiter fließender Stromstärke als „elektrischen „Strömungswiderstand“ ansehen. Je kleiner die elektrische Stromstärke in einem Leiterstück bei gegebener elektrischer Spannung zwischen seinen Enden ist, umso größer ist der elektrische Strömungswiderstand.

Das mikroskopische Bild des Strömens von Ladungen legt es nahe, dass dieser „Widerstand“ von der Temperatur des Leiters abhängt und für Metalle mit steigender Temperatur zunimmt. Während die Beweglichkeit der Metallelektronen temperaturunabhängig ist, nimmt die Häufigkeit ihrer Zusammenstöße mit den Gitterionen zu, wenn deren thermische Schwingungsbewegung heftiger wird. Die zu transportierenden Elektronen werden abgebremst.

Ohmsche Beziehung:

Die Stromstärke I in einem Leiterstück ist der Spannung U proportional, die zwischen den Enden des Leiterstückes herrscht. Die Proportionalitätskonstante nennt man den **elektrischen Leitwert**, ihr Kehrwert R heißt **elektrischer Widerstand**: $I = 1/R \cdot U$

Der elektrische Widerstand eines Leiterstückes hängt vom *Material*, von *Querschnitt* und *Länge* und vom *Zustand* des Leiters (Temperatur, Druck, Beleuchtungsstärke) ab.

Die Einheit des elektrischen Widerstandes ist das Ohm (Ω). $1 \Omega = 1 \text{ V}/1 \text{ A}$

VERSUCH: Ohmsche Widerstände

Ziel: Einführung des Ohmschen Gesetzes

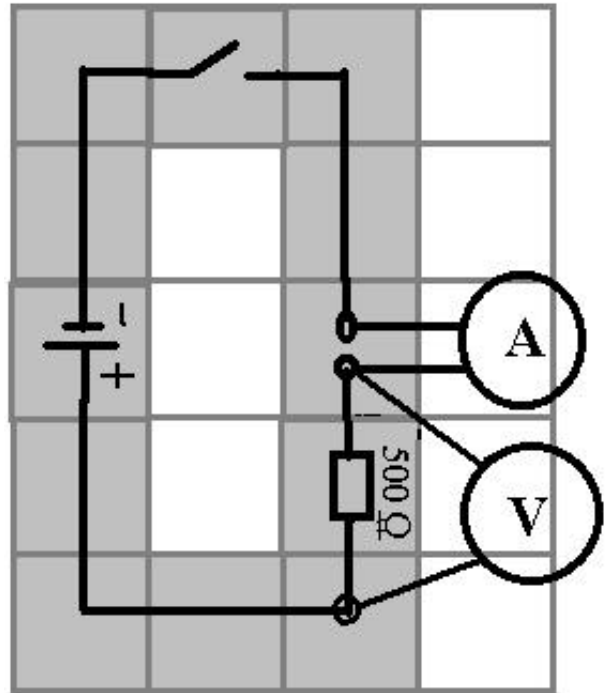
Material: Versuchsaufbau siehe Skizze
Netzgerät zum Anlegen unterschiedlicher Spannungen
verschiedene Widerstände

Versuchsdurchführung:

Unterschiedliche Spannungen werden an den Widerstand angelegt und zu jeder Spannung wird die Stromstärke gemessen und in die Tabelle eingetragen.

Das Voltmeter ist auf den Bereich 10 V, das Amperemeter auf den Bereich 30 mA geschaltet.

Der Versuch wird mit einem Widerstand von $1\text{ k} = 1000$ wiederholt.



Spannung U (V)	Stromstärke I (A)	U/I
1 V	2 mA	500
5 V	10 mA	500
10V	20 mA	500

Spannung U (V)	Stromstärke I (A)	U/I
1 V	1 mA	1000
5 V	5 mA	1000
10V	10 mA	1000

Beobachtung:

Das Verhältnis U/I liefert stets einen konstanten Wert, der vom eingefügten Bauteil abhängt.

Erkenntnis:

Es gibt Bauteile mit immer gleichem Widerstandswert. Diese nennt man Ohmsche Widerstände. Das Verhältnis U/I nennt man Widerstand R .

Bemerkung:

Dieser Versuch durchgeführt werden, bevor der Begriff Ohmscher Widerstand oder die Formel $R = U/I$ überhaupt bekannt sind. Er eignet sich gut zur Einführung des Begriffs „Widerstand“.

VERSUCH: Anwendung des Ohmschen Gesetzes E 2.2

Ziel: Mithilfe des Ohmschen Gesetzes ist es möglich Stromstärken in Schaltungen vorherzusagen, wenn man angelegte Spannung und Verbraucher kennt. Bevor mit komplizierteren Serien und Parallelschaltungen hantiert wird, sollten die Schüler dies anhand eines einfachen Beispiels verstehen lernen.

VERSUCHSBESCHREIBUNG: E 2.2 Siehe nächste Seiten.

Bemerkung: Gerade bei den Gleichstromkreisen wird oft viel zu schnell von den Grundlagen zu Serien und Parallelschaltungen übergegangen.

VERSUCH: Die Glühlampe ist kein Ohmscher Widerstand E 2.5

Ziel: Zu zeigen, dass nicht jeder Widerstand ein „Ohmscher Widerstand“ ist und am Beispiel der Glühlampe zu begründen warum sich der Widerstand ändern kann.

VERSUCHSBESCHREIBUNG: E 2.5 Siehe nächste Seiten

Bemerkung:

Der fließende Strom wird gerne mit dem mikroskopischen Bild der durch den Leiter strömenden Elektronen veranschaulicht. Nimmt die Temperatur zu, so werden die thermischen Schwingungsbewegungen der Gitterionen, durch die hindurch sich die Elektronen bewegen, heftiger. Die Zusammenstöße, die die Elektronen abbremsen, werden häufiger und heftiger. Daher nimmt der „Widerstand“ mit steigender Temperatur in einem metallischen Leiter zu.



Das Glühbirnenbeispiel in der Praxis:

Bei Zimmertemperatur (300°K) fließt bei 6 V durch eine 100 W Glühbirne ein Strom von 0,2 A, ihr Widerstand beträgt daher $6 \text{ V} / 0,2 \text{ A} = 30 \text{ } \Omega$.

Wenn der Wolframfaden der Lampe im Betrieb bei 220 V hell glüht ($\approx 3200 \text{ K}$), fließt durch ihn ein Strom von ungefähr 0,45 A. Der elektrische Widerstand des Glühfadens beträgt daher bei 3200°K etwa $220 \text{ V} / 0,45 \text{ A} = 500 \text{ } \Omega$. Also etwas mehr als das zehnfache des Wertes bei 300 °K.

Der Widerstand eines metallischen Leiters ist also zur absoluten Temperatur näherungsweise proportional.

ANWENDUNG DES OHMSCHEN GESETZES

	Material: Schaltplatte STB Leitungen, Satz 1 STB Schalter EIN-AUS 2 STB Batterie (Akku) 1,2 V 1 STB Widerstand 100 Ω 1 STB Widerstand 500 Ω 2 Meßinstrumente 4 Verbindungsleitungen
--	---

Das Ohmsche Gesetz ermöglicht es, den Strom, der in einer Schaltung fließen wird, vorher zu berechnen. Wir wollen diese Berechnung für zwei Widerstände (100 Ω und 500 Ω) durchführen. Diese beiden Bauteile dienen als Verbraucher.

Schaltung: Aufbau gemäß der Abbildung. Wir stecken zunächst den Bauteil mit der Aufschrift "100 Ω" ein. Das Voltmeter (Meßbereich 3 V =) mißt zur Kontrolle die angelegte Spannung (Anschlüsse A und B). Das Amperemeter wird mit dem Meßbereich 30 mA = verwendet.

Versuch: Der Schalter wird noch nicht geschlossen. Wir messen zunächst die angelegte Spannung. Dann berechnen wir den Strom in der Schaltung mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes.

Spannung $U = \dots\dots\dots$ V

Widerstandswert $R = 100\ \Omega$

$$\text{Stromstärke } I = \frac{U}{R} = \frac{\dots\dots\dots\text{ V}}{100\ \Omega} = \dots\dots\dots\text{ A} = \dots\dots\dots\text{ mA}$$

Wir schließen den Schalter und messen die Stromstärke. Der gemessene Wert stimmt mit dem berechneten Wert für die Stromstärke (abgesehen von einer geringfügigen Abweichung durch die Meßungenauigkeit) überein.

Wir wiederholen den Versuch für den Bauteil mit der Aufschrift "500 Ω".

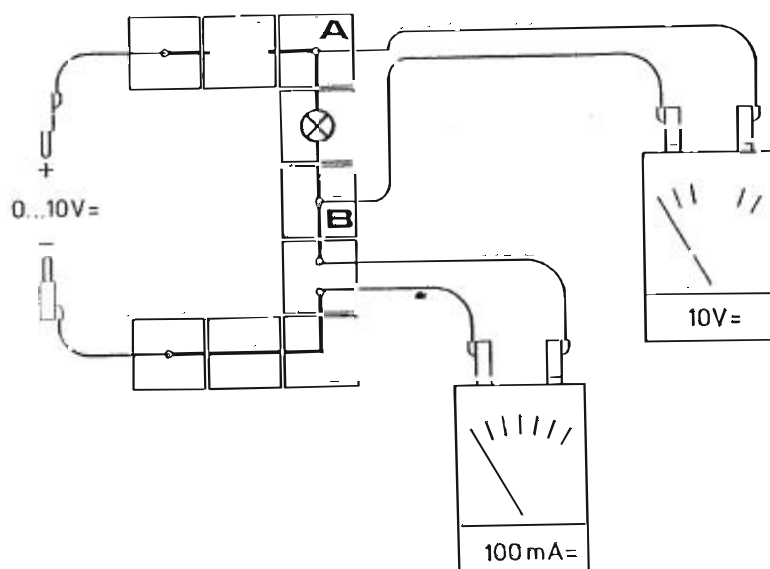
Spannung $U = \dots\dots\dots$ V

Widerstandswert $R = 500\ \Omega$

$$\frac{\dots\dots\dots\text{ V}}{\dots\dots\dots} = \dots\dots\dots\text{ A} = \dots\dots\dots\text{ mA}$$

Hinweis: Den Widerstand eines Bauteils kann man mit den meisten elektrischen Meßinstrumenten auch direkt messen. Dazu muß der Meßbereich mit dem Symbol "Ω" angewählt werden.

DIE GLÜHLAMPE IST KEIN OHMSCHER WIDERSTAND



Material:

Schaltplatte
 STB Leitungen, Satz
 1 STB Schalter EIN-AUS
 1 STB Lampenfassung E10
 1 Glühlampe E10 10 / 0,05A
 2 Meßinstrumente
 6 Verbindungsleitungen
 Stromversorgung

Wir wollen den Widerstand einer Glühlampe für unterschiedliche Spannungen bestimmen. Dabei wollen wir feststellen, ob sich die Temperaturerhöhung des Glühfadens auf den Widerstand auswirkt?

Schaltung: Aufbau gemäß der Abbildung. Die Spannung an der Glühlampe messen wir an den Anschlüssen A und B mit dem Voltmeter (Meßbereich 10 V=). Das Amperemeter wird mit dem Meßbereich 100 mA= verwendet.

Versuch: Wir stellen zunächst die angelegte Gleichspannung auf 1 Volt ein und schließen den Schalter. Die vom Amperemeter angezeigte Stromstärke wird notiert. Dann werden die weiteren in der Tabelle angegebenen Spannungswerte eingestellt. Die Stromstärke wird gemessen und in die Tabelle eingetragen. Wir beobachten jeweils das Glühlämpchen. Der Glühfaden glüht zunächst noch nicht, bei 10 Volt leuchtet jedoch das Glühlämpchen hell. Aus den Meßwerten für angelegte Spannung und Stromstärke berechnen wir dann die Widerstandswerte.

Spannung U	Stromstärke	Widerstand $R = \frac{U}{I}$
1 V	mA = ... A	 Ω
5 V	mA = ... A	 Ω
10 V	mA = ... A	 Ω

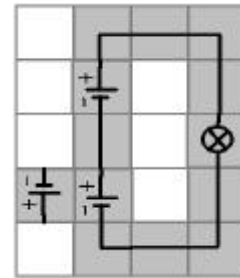
Erkenntnis: Bei steigender Temperatur wird der Widerstandswert eines Metallfadens größer. Die Glühlampe ist kein Ohmscher Widerstand. Man sagt, der Metallfaden hat einen positiven Temperaturkoeffizienten.

b. Serien und Parallelschaltung von Spannungsquellen:

Serienschaltung:

Verbindet man *ungleichnamige Pole* von zwei Spannungsquellen, so ist die Spannung zwischen den beiden restlichen Polen die Summe der jeweiligen Spannungen der einzelnen Quellen.

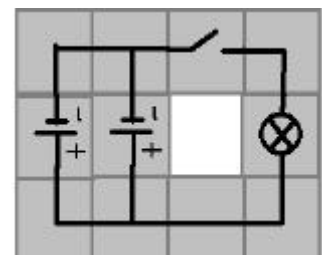
Verbindet man zwei *gleichnamige Pole*, liegt zwischen den verbleibenden Polen die Differenz der Spannungen.



VERSUCH: Reihenschaltung von Spannungsquellen: E 1.4 (siehe nächste Seiten)

Parallelschaltung

Bei Parallelschaltung wird Gesamtspannung nicht größer. Das Parallelschalten hat aber einen anderen Vorteil. Durch die Stromentnahme kann die Klemmenspannung einer Spannungsquelle kleiner werden. Bei parallel geschalteten Spannungsquellen kann man mehr Strom entnehmen.



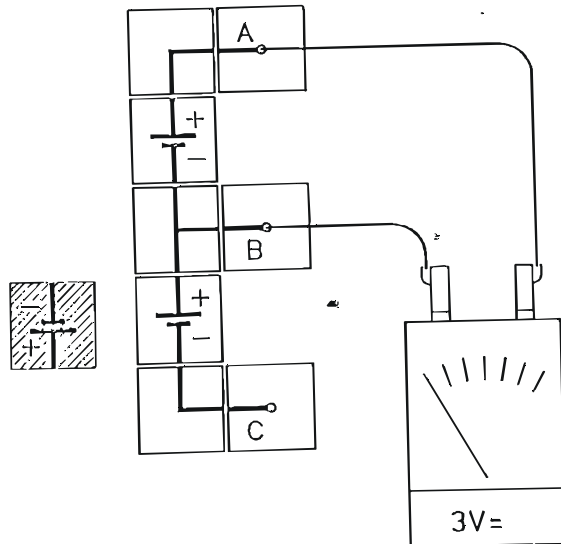
VERSUCH: Parallelschaltung von Spannungsquellen: E 1.5 (Siehe nächste Seiten)

c. Serien und Parallelschaltung von ohmschen Widerständen

Bemerkungen:

- ❖ Auch hier bietet sich der Baukasten wieder ideal an, die Verteilung von Strom und Spannung in Stromkreisen mit Serien und Parallelschaltungen von Widerständen selbst zu erarbeiten.
Jeweils mehrere Schüler können mit einem Versuchsaufbau arbeiten und an ihm die verschiedenen Werte für Stromstärke und Spannung messen und festhalten.
Das Erarbeiten der Gesetze auf diese Art und Weise benötigt sicher mehr Zeit, ist aber bedeutend einprägsamer als es die Formeln alleine sind.
- ❖ Es spricht auch nichts dagegen, den Versuch mit den Glühlampen der von mir für die Unterstufe aufbereitet wurde, nochmals durchzuführen. Dabei sollten die Schüler nochmals darauf hingewiesen werden, dass die Helligkeit, mit der die Lampe brennt, von der Spannung und nicht von der Stromstärke abhängig ist.
In leicht abgeänderter Form findet man dieses Beispiel jetzt nochmals unter
VERSUCH: „ Standlicht beim Auto “
- ❖ Der Widerstand der Leiterstücke, welche die einzelnen Widerstände verbinden, wird im folgenden als vernachlässigbar klein angesehen. Nachdem man einige Stunden zuvor noch vom Widerstand von Leitern gesprochen hat, halte ich es für notwendig dies auch den Schülern klar zu machen.
Eventuell kann einmal der tatsächliche Widerstand eines Leiterstücks im Vergleich mit einem Widerstand von z.B. 500 Ω berechnet werden.

REIHENSCHALTUNG VON SPANNUNGSQUELLEN



Material:

Schaltplatte
 STB Leitungen, Satz
 2 STB Batterie (Akku) 1,2 V
 1 Schülervielfachmeßgerät
 2 Verbindungsleitungen

Spannungsquellen kann man hintereinander ("in Reihe") schalten, indem man den Minuspol der einen Spannungsquelle mit dem Pluspol der anderen verbindet oder indem man gleiche Pole verbindet.

Schaltung: Aufbau der Schaltung gemäß der Abbildung. Die beiden Batterien werden zunächst so geschaltet, daß der Minuspol der oberen Batterie mit dem Pluspol der unteren Batterie verbunden ist. Das Meßinstrument wird mit dem Meßbereich 3 V = verwendet.

1. Versuch: Wir schließen das Voltmeter so an, daß wir zuerst die Spannungen an den einzelnen Batterien messen. Dann wird die Gesamtspannung zwischen A und C gemessen.

Spannung der oberen Batterie (Voltmeter an A und B angeschlossen): $U_1 = \dots\dots\dots \text{V},$

Spannung der unteren Batterie (Voltmeter an B und C angeschlossen): $U_2 = \dots\dots\dots \text{V},$

Gesamtspannung (Voltmeter an A und C angeschlossen): $U = \dots\dots\dots \text{V}.$

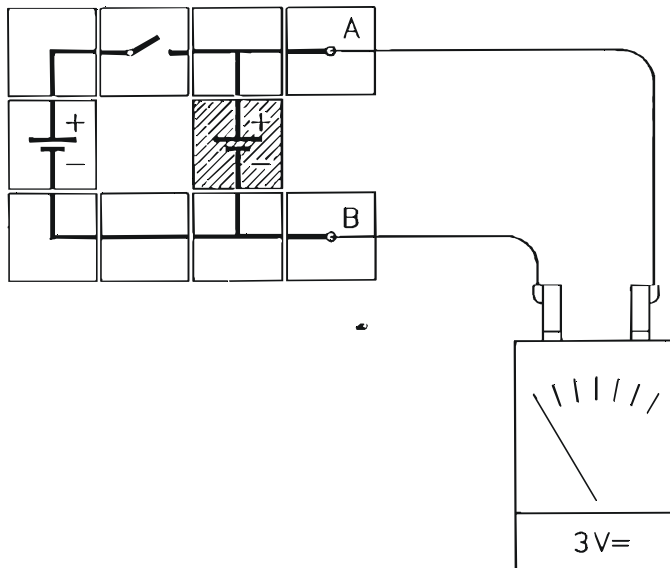
Erkenntnis: Die Gesamtspannung ist so groß wie die Summe der Spannungen an den beiden Batterien.

2. Versuch: Die untere Batterie wird um 180 Grad gedreht (gemäß schraffiertem Baustein) und wieder in die Schaltung eingesteckt. Dadurch sind die beiden Minuspole verbunden. Die Gesamtspannung wird an den beiden Pluspolen (an A und C) gemessen: $U = \dots\dots\dots \text{V}.$

Erkenntnis: Wenn zwei gleichartige Spannungsquellen gegeneinander geschaltet werden, ist die Gesamtspannung Null.

Hinweis: Wenn die Spannungen der beiden Batterien nicht gleich sind, ist beim 2. Versuch die Gesamtspannung nicht Null!

PARALLELSCHALTUNG VON SPANNUNGSQUELLEN

**Material:**

Schaltplatte
 STB Leitungen, Satz
 1 STB Schalter EIN-AUS
 2 STB Batterie (Akku) 1,2 V
 1 Schülervielfachmeßgerät
 2 Verbindungsleitungen

Wenn die Pluspole von Spannungsquellen und ebenso die Minuspole miteinander verbunden werden, sprechen wir von "Parallelschaltung" der Spannungsquellen.

Schaltung: Aufbau der Schaltung gemäß der Abbildung. Der schraffierte Batteriebaustein wird zunächst noch nicht eingesteckt. Das Meßinstrument wird mit dem Meßbereich 3 V= verwendet.

Versuch: Der Schalter wird geschlossen. Wir messen an A und B die Spannung der linken Batterie:

$$U_1 = \dots \text{ V}$$

Wir öffnen den Schalter (legen den Knebel des Schalters auf "AUS") und stecken die zweite Batterie gemäß Abbildung ein. Wir messen an A und B die Spannung der rechten Batterie:

$$U_2 = \dots \text{ V}$$

Der Schalter wird geschlossen, und wir messen die Gesamtspannung an beiden Batterien.

$$\text{Die Gesamtspannung beträgt } U = \dots \text{ V.}$$

Erkenntnis: Die Gesamtspannung bei Parallelschaltung von gleichartigen Spannungsquellen ist so groß wie die Einzelspannungen. Ist die Spannung der beiden Batterien unterschiedlich, so stellt sich bei einer Parallelschaltung die höhere Spannung als Gesamtspannung ein.

VERSUCH: Standlicht beim Auto

Ziel: Die Schüler darauf hinzuweisen, dass unterschiedliche Schaltungen unterschiedliche Eigenschaften haben.
Möglicher Einstieg zu Serien und Parallelschaltungen

Material: Baukasten
Gleichspannungsquelle

Versuchsbeschreibung:

Die Schüler haben den gesamten Baukasten zu Verfügung. Sie haben die Aufgabe mit den beiden Glühbirnen als Symbol für die Autoscheinwerfer anhand des folgenden Arbeitsblattes den Unterschiede zwischen Serien und Parallelschaltung herauszuarbeiten.

Erkenntnis:

Bei der Parallelschaltung ist an den Widerständen anliegende Spannung gleich groß und zwar genauso groß wie die Gesamtspannung.

Bei der Serienschaltung ist die an den Widerständen anliegende Spannung kleiner als die Gesamtspannung.

Bemerkung:

- ❖ Das für die Schüler noch ungewohnte Umsetzen der Skizzen in konkrete Schaltsymbole kann zusammen an der Tafel geschehen.
- ❖ Nochmals soll darauf hingewiesen werden, dass die Helligkeit einer Glühbirne von der angelegten Spannung abhängt.
- ❖ Die Glühbirne darf beim Betrieb in diesem Spannungsbereich als Ohmscher Widerstand angesehen werden.

Begründe deine Antwort:

- **Serienschaltung:**

Betrachtet man mehrere hintereinander geschaltete Widerstände, so nennt man dies Serienschaltung.

Durch jeden der drei Widerstände muß der gleiche Strom I fließen, da die Leitungselektronen weder erzeugt noch vernichtet werden.

$$\rightarrow I = I_1 = I_2 = I_3$$

Die Gesamtspannung U , die an den Widerständen liegt, setzt sich additiv aus den Teilspannungen zusammen.

$$\rightarrow U = U_1 + U_2 + U_3$$

Für jeden Widerstand gilt: $U_1 = I \cdot R_1$, $U_2 = I \cdot R_2$, $U_3 = I \cdot R_3$

Durch Einsetzen in $R = U/I$ erhält man den Gesamtwiderstand R :

$$\rightarrow R = R_1 + R_2 + R_3$$

VERSUCH: Reihenschaltung von Ohmschen Widerständen E 2.7
(Versuchsbeschreibung siehe nächste Seiten)

- **Parallelschaltung**

Die durch die Drähte strömenden Elektronen können sich an einem Verzweigungspunkt nur aufteilen und werden weder erzeugt noch vernichtet.

1. Kirchhoffsches Gesetz

Die Gesamtstromstärke ist bei einer Verzweigung gleich der Summe der Einzelstromstärken.

$$\rightarrow I = I_1 + I_2 + I_3$$

Betrachtet man die Zuleitungsdrähte als unendlich gute Leiter, dann fällt an ihnen keine Spannung ab, so daß an allen Widerständen die gleiche Spannung liegt.

2. Kirchhoffsches Gesetz

Zwischen zwei Verteilungspunkten liegt an allen Widerständen die gleiche Spannung.

$$\rightarrow U = U_1 = U_2 = U_3$$

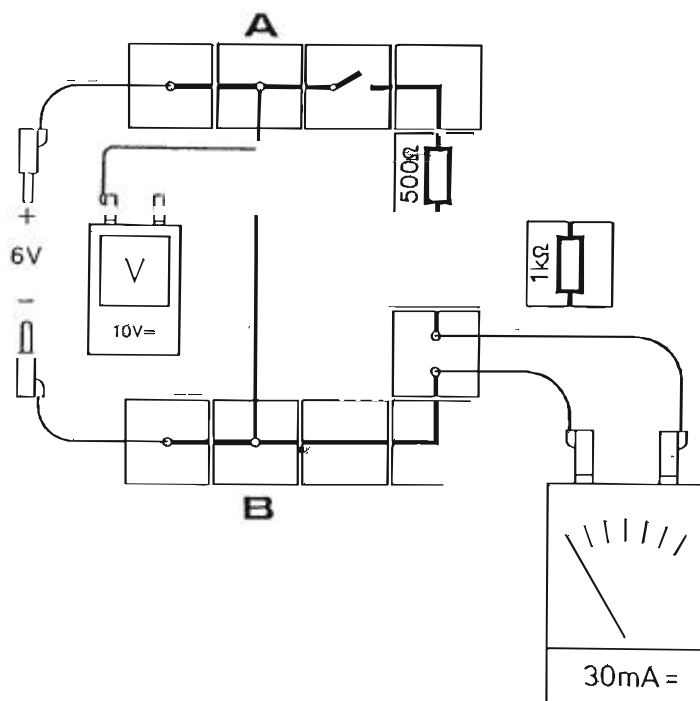
Für die Ströme durch die Einzelwiderstände gilt: $U = I_1 \cdot R_1$, $U = I_2 \cdot R_2$, $U = I_3 \cdot R_3$

Durch Einsetzen in $1/R = I/U$ erhält man den Kehrwert des Gesamtwiderstandes:

$$\rightarrow 1/R = 1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3$$

VERSUCH: Parallelschaltung von Ohmschen Widerständen E 2.10
(Versuchsbeschreibung siehe nächste Seiten)

REIHENSCHALTUNG VON OHMSCHEN WIDERSTÄNDEN

**Material:**

Schaltplatte
 STB Leitungen, Satz
 1 STB Schalter EIN-AUS
 1 STB Widerstand 500 Ω
 1 STB Widerstand 1 kΩ
 1 Meßinstrument
 4 Verbindungsleitungen
 Stromversorgung

Die Widerstände 500 Ω und 1 kΩ (1000 Ω) werden hintereinander (in Reihe) geschaltet. Welchen Gesamtwiderstand hat diese Schaltung?

Schaltung: Aufbau der Schaltung gemäß Abbildung. Wir legen 10 Volt Gleichspannung an. Wir messen die angelegte Spannung an den Anschlüssen A und B mit dem Voltmeter (Meßbereich 10 V=). Wir stellen die Spannung auf genau 10 Volt ein. Das Amperemeter wird mit dem Meßbereich 30 mA= verwendet.

1. Versuch: Der Schalter wird geschlossen. Der elektrische Strom durchfließt den Ohmschen Widerstand $R = 500 \Omega$ und das Amperemeter (Meßbereich 30 mA=).

Die Stromstärke beträgt mA = A.

2. Versuch: Der Widerstand 500 Ω wird durch den Widerstand 1 kΩ ersetzt. Nach Schließen des Schalters durchfließt der elektrische Strom den ohmschen Widerstand $R = 1 \text{ k}\Omega$ (1000 Ω) und das Amperemeter (Meßbereich 30 mA=).

Die Stromstärke beträgt mA = A

3. Versuch: Wir ersetzen den schraffiert gezeichneten STB Leitung gerade durch den Widerstand 500 Ω. Die beiden Widerstände sind nun in Reihe (Serie) geschaltet. Der elektrische Strom durchfließt die Ohmschen Widerstände $R_1 = 1 \text{ k}\Omega$ und $R_2 = 500 \Omega$ und das Amperemeter.

Die Stromstärke beträgt mA = A

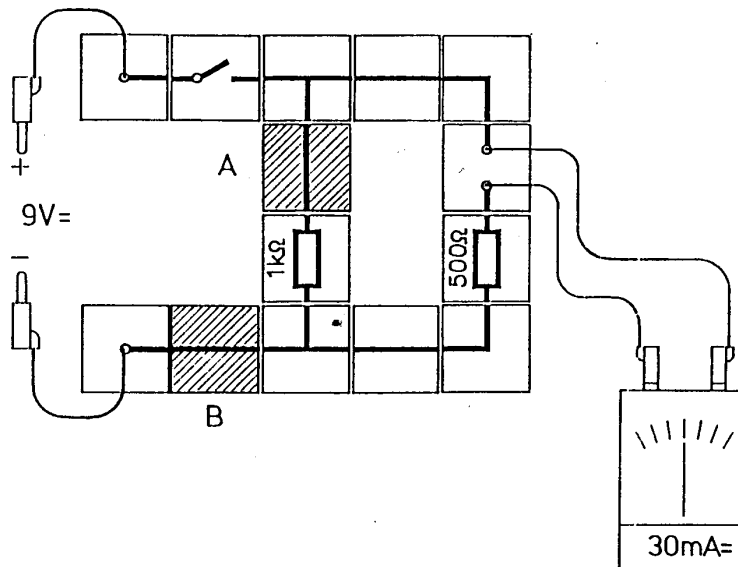
$$\text{Gesamtwiderstand } R = \frac{10 \text{ V}}{\dots \text{ A}} = \dots \Omega$$

Wir bilden die Summe aus R_1 und R_2 und vergleichen.

Erkenntnis: In der Reihenschaltung von ohmschen Widerständen ist der Gesamtwiderstand gleich der Summe der Einzelwiderstände. Es gilt:

$$R = R_1 + R_2$$

PARALLELSCHALTUNG VON OHMSCHEN WIDERSTÄNDEN

**Material:**

Schaltplatte
 STB Leitungen, Satz
 1 STB Schalter EIN-AUS
 1 STB Widerstand 500 Ω
 1 STB Widerstand 1 kΩ
 1 Meßinstrument
 4 Verbindungsleitungen
 Stromversorgung

Wir wollen durch Messung von Spannung und Stromstärke den Gesamtwiderstand bei einer Parallelschaltung von ohmschen Widerständen berechnen.

Schaltung: Aufbau der Schaltung gemäß Abbildung. Wir verwenden in der Schaltung die Widerstände 500 Ω und 1 kΩ (1000 Ω). Wir legen 9 Volt Gleichspannung an und kontrollieren die Spannung mit dem Voltmeter (Meßbereich 10 V=). Das Amperemeter wird mit dem Meßbereich 30 mA= verwendet. Es wird zunächst in den Zweig des Stromkreises geschaltet, in dem sich der Widerstand 500 Ω befindet.

1. Versuch: Wir schließen den Schalter und messen die Stromstärke I_1 .

$$I_1 = \dots \text{ mA} = \dots \text{ A.}$$

2. Versuch: Wir vertauschen den STB Leitung unterbrochen mit dem schraffiert gezeichneten und mit A bezeichneten STB Leitung gerade in den beiden Zweigen der Parallelschaltung. Wir schließen den Schalter und messen die Stromstärke I_2 durch den Widerstand 1 kΩ.

$$I_2 = \dots \text{ mA} = \dots \text{ A.}$$

3. Versuch: Wir vertauschen den STB Leitung unterbrochen mit dem schraffiert gezeichneten und mit B bezeichneten STB Leitung gerade. Nach Schließen des Schalters messen wir nun die Stromstärke I .

$$I = \dots \text{ mA} = \dots \text{ A.}$$

Wir bilden die Summe der Stromstärken I_1 und I_2 in den beiden Zweigen der Parallelschaltung und vergleichen mit der Stromstärke im unverzweigten Teil der Schaltung.

Den Gesamtwiderstand der Parallelschaltung erhalten wir durch Berechnung mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes.

Spannung $U = 9 \text{ V}$

Stromstärke $I = \dots \text{ mA} = \dots \text{ A}$

$$\text{Widerstandswert } R = \frac{U}{I} = \frac{\dots \text{ V}}{\dots \text{ A}} = \dots \Omega$$

Erkenntnis: Durch Parallelschalten eines zweiten Widerstandes wird die Stromstärke größer. Die Summe der Stromstärken in den Zweigen der Parallelschaltung ist so groß wie die Stromstärke im unverzweigten Teil der Schaltung.

Der Gesamtwiderstand wird bei Parallelschaltung kleiner als die beiden Teilwiderstände.

Hinweis: Der Gesamtwiderstand einer Parallelschaltung kann auch berechnet werden. Für den Gesamtwiderstand gilt:

$$\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \quad \text{oder umgeformt} \quad R = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}$$

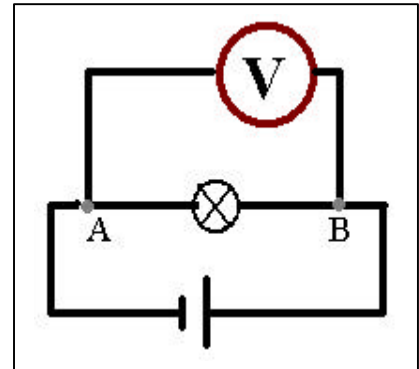
d. Spannungs und Stromstärkenmessung

• Voltmeter:

Ein Voltmeter muß immer **parallelgeschaltet** werden, da so die gesamte Spannung zwischen den beiden Punkten A und B, die ich ja messen will, an ihm anliegt.

Aus dem Experiment wissen wir, dass ein Voltmeter einen elektrischen Widerstand besitzt. Dieser muß **sehr groß** sein, damit möglichst wenig Strom aus dem Stromkreis abgezweigt wird. ($I_V = U/R$).

Würde man ein Voltmeter in Serie schalten, so läge durch den großen Widerstand eine sehr große Spannung an ihm an.

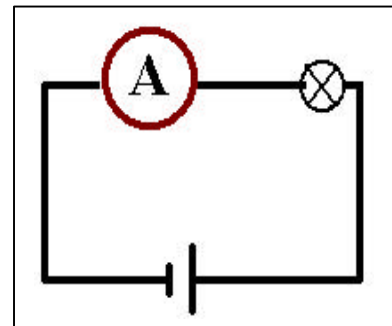


• Amperemeter:

Ein Amperemeter muß immer in **Serie** geschaltet werden, um die gesamte Stromstärke und nicht nur einen Teil davon zu messen.

Aus dem Versuch wissen wir, dass auch ein Amperemeter einen Innenwiderstand besitzt. Dieser Innenwiderstand ist **klein**, so dass nur eine geringe Spannung an ihm abfällt. ($U_A = I \cdot R$)

Würde man nun ein Amperemeter parallel schalten, so würde durch den kleinen Widerstand ein sehr hoher Strom durch es hindurchfließen und das Gerät zerstören.



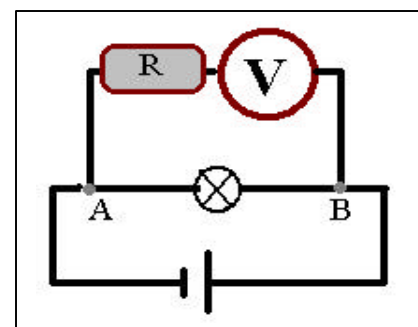
e. Messbereichserweiterung:

Jeder Volt bzw. Amperemeter ist nur für Messungen in einem bestimmten Bereich konstruiert. Will man z.B.: statt 0 - 1 = 0-10 Volt messen können, muß man sich etwas einfallen lassen.

Beim Voltmeter:

Zur Messung höherer Spannungen schaltet man einen Widerstand R in Serie mit dem Messgerät.

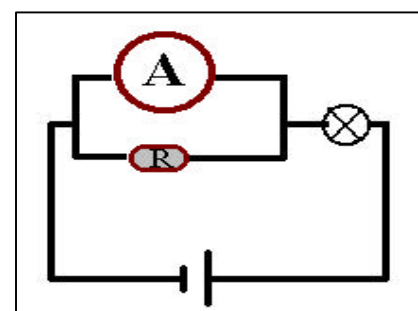
Beträgt der vorgeschaltete Widerstand R z.B.: das 9fache des Innenwiderstandes R_i des Voltmeters, so wird der Meßbereich auf das 10fache erweitert, da nur mehr 1/10 der Gesamtspannung an R_i abfällt und vom Voltmeter gemessen wird.



Beim Amperemeter:

Zur Messung größerer Stromstärken schaltet man einen Widerstand R parallel zum Messgerät.

Beträgt der parallelgeschaltete Widerstand 1/9 des Innenwiderstandes R_i des Amperemeters, so wird der Messbereich auf das 10fache erweitert, da nur mehr 1/10 der Gesamtstromstärke durch das Amperemeter fließt und gemessen wird.



VERSUCH: Innenwiderstand eines Voltmeters

Ziel: Der Versuch soll zeigen, dass das Voltmeter einen Innenwiderstand besitzt und dieser groß ist.

Versuchsbeschreibung: E 2.15 (Siehe nächste Seiten)

VERSUCH: Innenwiderstand eines Amperometers

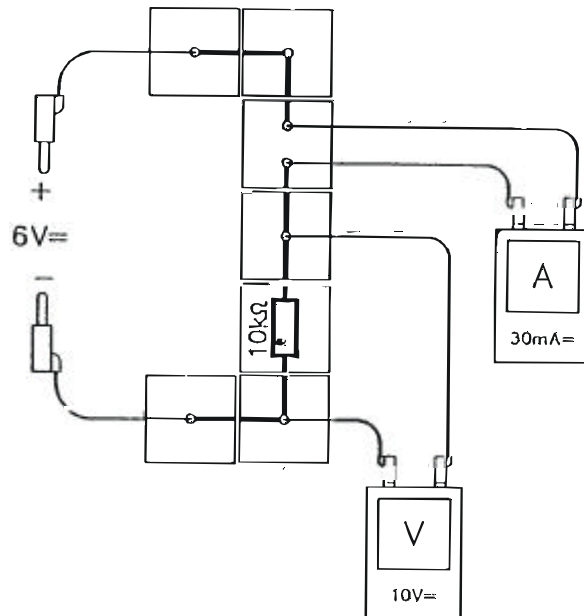
Ziel: Der Versuch soll zeigen, dass das Amperemeter einen Innenwiderstand besitzt und dieser klein ist.

Versuchsbeschreibung: E 2.16 (Siehe nächste Seiten)

Bemerkung:

- ❖ Diese Versuche lassen sich gut als Vorbereitung auf das Thema der Strom und Spannungsmessung durchführen.
- ❖ Am besten werden sie hintereinander oder parallel durchgeführt. Die Schüler sollten dabei auf die Unterschiede in der Art und Weise wie die Meßgeräte in den Stromkreis geschaltete werden und auch auf den enormen Größenunterschied beim Innenwiderstand hingewiesen werden.
- ❖ Auch eine Diskussion über die Meßungenauigkeiten die diese Innenwiderstände zu Folge haben ist ein sinnvoller Teil dieses Versuchs.
- ❖ Ein wenig problematisch kann es werden, den Schülern zu erklären, warum sie einmal den Widerstand des Amperometers vernachlässigen und den des Voltmeters messen und einmal den des Voltmeters vernachlässigen und den des Amperometers messen - sollen.

INNENWIDERSTAND EINES VOLTMETERS

**Material:**

Schaltplatte
 STB Leitungen, Satz
 1 STB Schalter EIN-AUS
 1 STB Widerstand $10\text{ k}\Omega$
 2 Meßinstrumente
 6 Verbindungsleitungen
 Stromversorgung

Auch Meßinstrumente besitzen einen elektrischen Widerstand. Wir wollen diesen Innenwiderstand eines Voltmeters ermitteln und herausfinden, bei welchen Werten der Fehler durch diesen Innenwiderstand möglichst gering ausfällt.

Schaltung: Wir bauen die Schaltung gemäß der Abbildung auf. Das Amperemeter mißt nicht nur den Strom, der durch den Widerstand $10\text{ k}\Omega$ fließt, sondern auch den Strom durch das Voltmeter. Es wird mit dem Meßbereich 30 mA verwendet. Das Voltmeter wird mit dem Meßbereich 10 V verwendet. Es mißt den Spannungsabfall am Widerstand $10\text{ k}\Omega$. Wir legen 6 Volt Gleichspannung an.

Hinweis: Zur Demonstration des Innenwiderstandes eines Voltmeters empfiehlt es sich, ein Analoginstrument zu verwenden. Analoginstrumente haben konstruktionsbedingt einen kleineren Innenwiderstand als Digitalinstrumente, der sich daher bei Parallelschaltung bemerkbar macht.

Versuch: Wir schließen den Schalter. Die Spannung wird genau so eingestellt, daß das Voltmeter 6 Volt anzeigt.

Die Stromstärke I_1 mit Voltmeter beträgt: mA.

Das Voltmeter wird nun abgesteckt (Verbindungsleitungen entfernen).

Die Stromstärke I_2 ohne Voltmeter beträgt: mA.

Die Stromstärke ist kleiner, wenn das Voltmeter abgesteckt ist. Die Differenz der beiden Stromstärken wurde vom Voltmeter aufgenommen. Mit Hilfe des Ohmschen Gesetzes können wir den Innenwiderstand des Voltmeters berechnen.

Spannung $U = 6 \text{ V}$

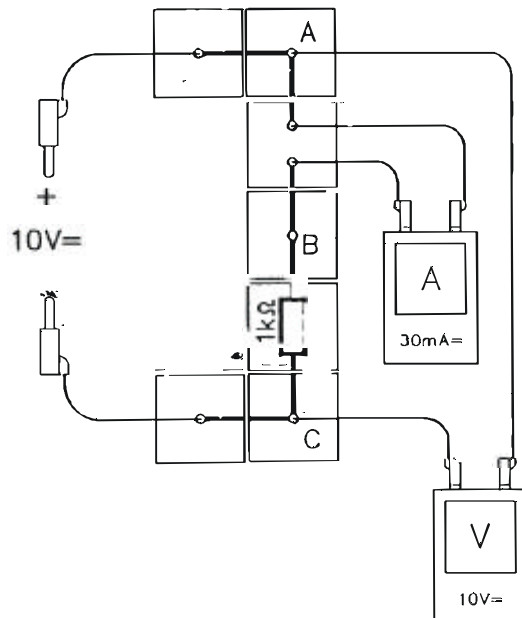
Stromstärke $I = I_1 - I_2 = \dots\dots\dots \text{ mA} = \dots\dots\dots \text{ A}$

Für den Meßbereich 10 V erhalten wir den Innenwiderstand

$$R_i = \frac{U}{I} = \frac{6 \text{ V}}{\dots\dots\dots \text{ A}} = \dots\dots\dots \Omega = \dots\dots\dots \text{ k}\Omega$$

Erkenntnis: Das Voltmeter in der Schaltung verursacht eine größere Stromstärke als sie ohne Voltmeter gemessen würde. Diese Änderung ist klein, wenn der Innenwiderstand des Voltmeters groß ist. Der Innenwiderstand eines Voltmeters soll möglichst groß sein.

INNENWIDERSTAND EINES AMPEREMETERS



Material:

Schaltplatte
 STB Leitungen, Satz
 1 STB Schalter EIN-AUS
 1 STB Widerstand 1 kΩ
 2 Meßinstrumente
 6 Verbindungsleitungen
 Stromversorgung

Wir wollen zeigen, daß auch der Innenwiderstand eines Amperemeters zu einem unvermeidlichen Meßfehler führt.

Schaltung: Wir bauen die Schaltung gemäß der Abbildung auf. Das Voltmeter mißt nicht nur die Spannung am Widerstand 1 kΩ, sondern auch den Spannungsabfall am Amperemeter. Es wird mit dem Meßbereich 10 V= verwendet. Das Voltmeter wird zunächst an den Punkten A und C angeschlossen. Das Amperemeter wird mit dem Meßbereich 30 mA= verwendet. Wir legen 10 Volt Gleichspannung an.

Versuch: Wir schließen den Schalter und stellen die Spannung so ein, daß das Voltmeter genau 10 Volt anzeigt.

Die Stromstärke beträgt: mA.

Nun wird das Voltmeter an B und C angeschlossen. Die angezeigte Spannung ist nun geringer, da jetzt tatsächlich der Spannungsabfall am Widerstand 1 kΩ gemessen wird. Die Differenz der beiden Spannungswerte ergibt den Spannungsabfall am Amperemeter.

Spannungsabfall am Amperemeter: V.

Aus dem Spannungsabfall am Amperemeter und der gemessenen Stromstärke kann der Innenwiderstand des Amperemeters berechnet werden.

Spannung U = V

Stromstärke I = mA = ... A

$$R_i = \frac{U}{I} = \frac{\text{..... V}}{\text{..... A}} = \text{... } \Omega$$

Erkenntnis: Die Messung der Stromstärke durch ein Amperemeter verursacht einen Spannungsabfall durch den Innenwiderstand des Amperemeters. Wegen des Zusammenhangs $U = R_i \cdot I$ für den Spannungsabfall ist dieser umso kleiner, je kleiner der Innenwiderstand des Amperemeters ist. Der Innenwiderstand eines Amperemeters soll also möglichst klein sein.

VERSUCH: Messbereichserweiterung eines Voltmeters

Ziel: Was kann ich machen um den Meßbereich zu erweitern?
Welche Widerstände benötige ich um den Meßbereich um beliebige Werte zu erhöhen?

Versuchsbeschreibung: E 2.17 (Siehe nächste Seiten)

VERSUCH: Messbereichserweiterung eines Amperimeters

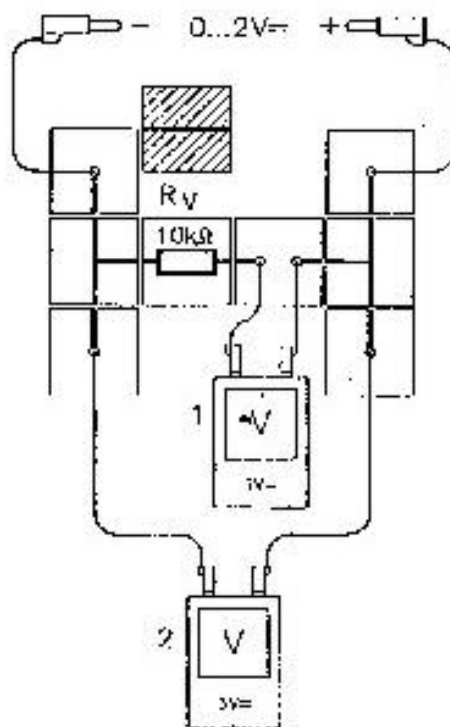
Ziel: Was kann ich machen um den Meßbereich zu erweitern?
Welche Widerstände benötige ich um den Meßbereich um beliebige Werte zu erhöhen?

Versuchsbeschreibung: E 2.18 (Siehe nächste Seiten)

Bemerkung:

- ❖ Im Unterschied zur Arbeitsanleitung in der Versuchsbeschreibung würde ich vorschlagen den Meßbereich nicht nur auf das doppelte sondern auch auf das drei oder 4fache zu erweitern, um die Größe der dazu nötigen Widerstände vergleichen zu können.
- ❖ Außerdem sollte darauf hingewiesen werden, dass bei den Messgeräten mit unterschiedlichen Bereichen die nötigen Vorwiderstände meist in das Gerät eingebaut sind und mit dem Bereichschalter in den Stromkreis eingeschaltet werden

MESSBEREICHSERWEITERUNG EINES VOLTMETERS



Material:

Schaltplatte
 STB Leitungen, Satz
 1 STB Widerstand $10\text{ k}\Omega$
 2 Krokodklemmen mit
 Steckerstift
 2 Meßinstrumente
 6 Verbindungsleitungen
 Stromversorgung

Wir wollen zeigen, wie man bei einem Voltmeter verschiedene Meßbereiche erhält. In diesem Versuch wird der Meßbereich verdoppelt.

Schaltung: Wir bauen die Schaltung gemäß der Abbildung auf. Der Meßbereich $1\text{ V} =$ des Voltmeters 1 soll auf $2\text{ V} =$ (das Doppelte) erweitert werden. Der Innenwiderstand des Voltmeters mit Analoganzeige beträgt für den Meßbereich $1\text{ V} =$ $10\text{ k}\Omega$. Für den Meßbereich $10\text{ V} =$ beträgt der Widerstand demnach $100\text{ k}\Omega$, für den Meßbereich $0,1\text{ V} =$ beträgt der Widerstand $1\text{ k}\Omega$. Um den Meßbereich $1\text{ V} =$ auf das Doppelte zu erweitern, muß an einem Vorwiderstand die gleiche Spannung abfallen wie am Meßinstrument selbst. Der Vorwiderstand muß so groß wie der Innenwiderstand des Meßinstruments im betreffenden Meßbereich sein, also in diesem Fall $10\text{ k}\Omega$. Um die Spannung kontrollieren zu können, schalten wir ein zweites Voltmeter (Meßbereich $3\text{ V} =$) parallel.

Versuch: Wir legen 1 Volt Gleichspannung an (beide Meßinstrumente zeigen 1 V an). Nun wird der STB Leitung gerade durch den $10\text{ k}\Omega$ - Widerstand ersetzt. Der Vorwiderstand des Voltmeters 1 beträgt demnach $10\text{ k}\Omega$. Die Anzeige des Meßinstrumentes 1 geht auf $0,5\text{ Volt}$ zurück. Wir erhöhen die Spannung auf 2 V und erhalten dabei am Meßinstrument 1 die Anzeige 1 V . Die Anzeige 1 V entspricht jetzt einer zu messenden Spannung von 2 Volt . Ohne Erweiterung des Meßbereiches könnten wir diese Spannung mit dem Meßgerät 1 nicht messen.

Erkenntnis: Der Meßbereich eines Voltmeters kann durch Vorschalten eines geeigneten Widerstandes erweitert werden.

