M. PETER METTENLEITER
HELMUT J.M. ROTTLER

ELEKTRIK 1

ARBEITSHEFT

3. erweiterte Auflage

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Impressum

Verfasser: M. Peter Mettenleiter
85276 Pfaffenhofen
und
Helmut J.M. Rottler
86633 Neuburg

Gestaltung und Satz: MEKRUPHY GmbH
Schlehenhag 19
85276 Pfaffenhofen
Tel.: 08441 / 84449
Fax: 08441 / 71494
E-Mail: info@mekruphy.com
Internet: www.mekruphy.com
© 2007 MEKRUPHY GmbH

Druck: Humbach & Nemazal Offsetdruck GmbH
Ingolstädter Straße 102
85276 Pfaffenhofen

Dieses Arbeitsheft und alle darin enthaltenen Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt. Jede Art von Vervielfältigung, auch auszugsweise, ist nur mit schriftlicher Zustimmung der MEKRUPHY GmbH erlaubt. Schulen haben das Recht zur Vervielfältigung durch Fotokopien, jedoch ausschließlich für den jeweiligen Unterrichtsgebrauch. Jede weitere Verwertung außerhalb der Grenzen des Urhebergesetzes ist ohne Zustimmung der MEKRUPHY GmbH unzulässig.

Inhalt ELEKTRIK 1

Geräteübersicht 4

Vorwort 5

Ferromagnetische Stoffe 6

Feste elektrische Leiter und Nichtleiter 8

Flüssige Leiter 10

Und-, Oder-, Wechselschaltung 12

Die magnetische Wirkung des elektrischen Stromes 14

Relais und Klingel 16

Stromverzweigung 18

Das VOLTA-Element 20

Schaltung von Spannungsquellen 22

U-I-Kennlinien 24

Bestimmung von elektrischen Widerständen 27

Reihenschaltung von Widerständen 29

Parallelschaltung von Widerständen 31

Verschiedene Widerstandskombinationen 33

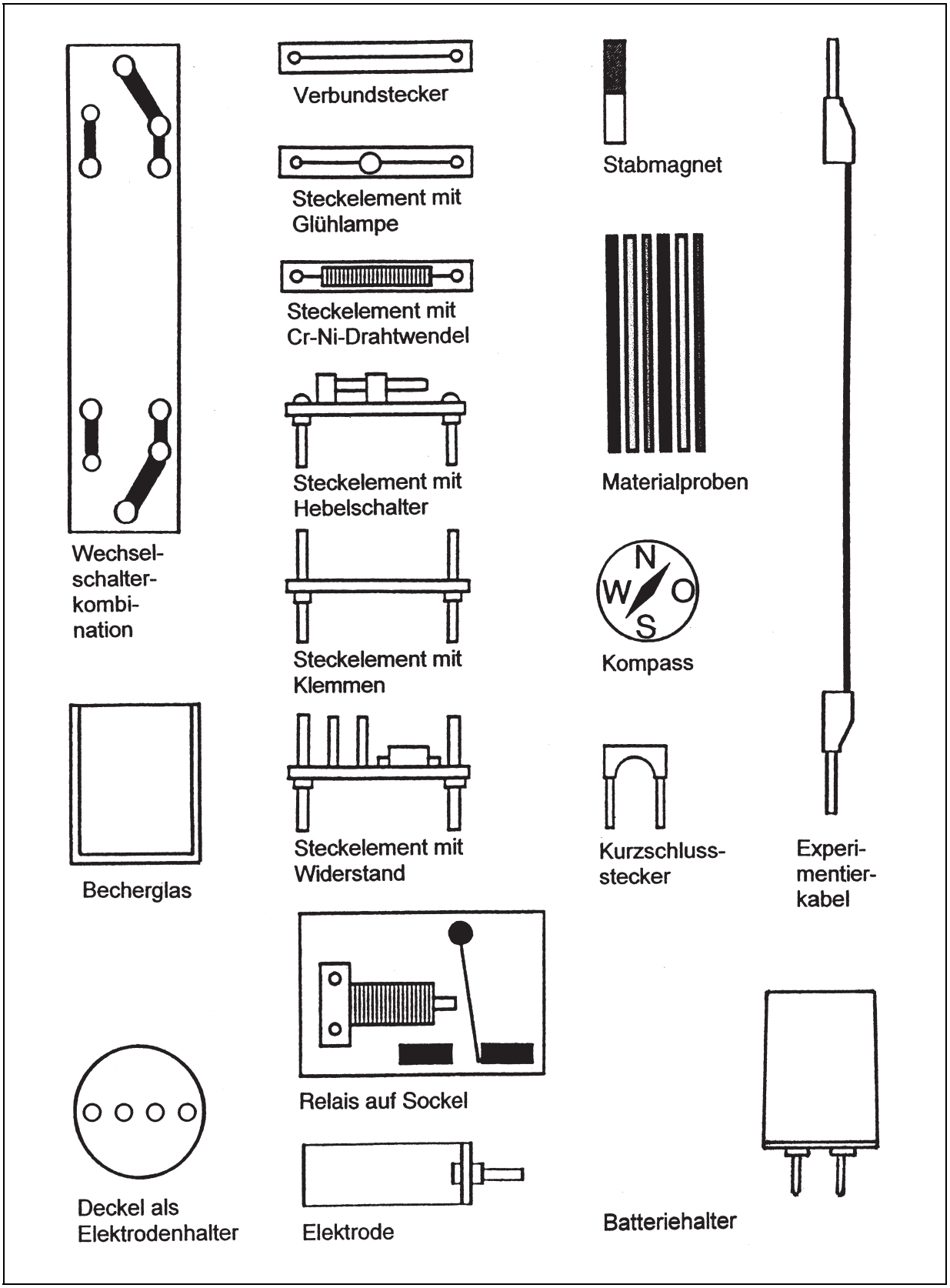
Innenwiderstand einer Batterie 35

Lösungen zu den Versuchen E 1 – 4 und E 1 – 6 37

Ableseübung zum Vielfachmessgerät 38

Lösungen zur Ableseübung 40

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen



© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Liebe Schülerin, lieber Schüler,

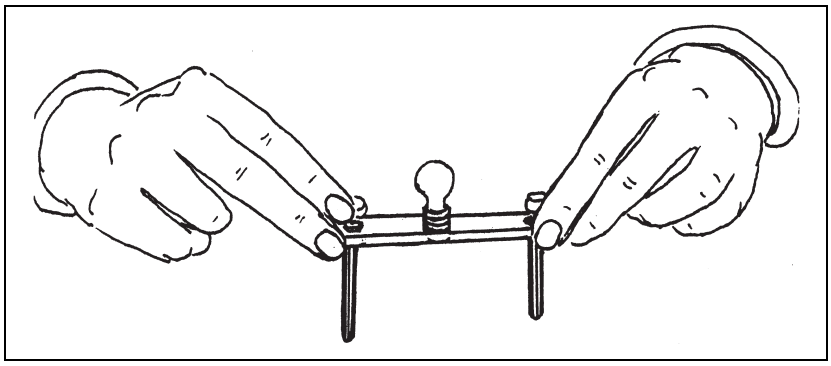
mit dem Begriff „Elektrizität“ verbinden wir die in unserer technisierten Zeit wichtigste Energieform. Sie stellt sich uns in einer Vielfalt sehr interessanter Erscheinungen dar. Mit dem Experimentiersatz ELEKTRIK 1 kannst Du die Wirkungen und Eigenschaften des elektrischen Stroms erforschen und Möglichkeiten seiner Erzeugung und Anwendung aufspüren. Mit Sicherheit erwarten Dich spannende Experimente und viele überraschende Ergebnisse. Die entsprechenden Geräte sind mit Ausnahme der Grundplatte auf Seite 4 dieses Arbeitsheftes abgebildet und bezeichnet.

Damit die Experimente nicht nur Dir, sondern auch Deinen Mitschülerinnen und Mitschülern, die nach Dir arbeiten, immer ohne Probleme gelingen, solltest Du die folgenden Punkte stets genau beachten:

(1) Lies vor dem Experimentieren die Versuchsanleitung sorgfältig durch.

(2) Arbeite stets nur mit den für den jeweiligen Versuch vorgesehenen Geräten.

(3) Fasse die Steckelemente immer mit *beiden* Händen an. Andernfalls entsteht an den Steckern eine Hebelwirkung, durch die die Trägerplatte brechen kann.



(4) Die beiden Batteriehalter sind sofort einsatzbereit. Sie enthalten jeweils drei Mignonbatterien. Zum Auswechseln der Batterien brauchst Du nur die drei Schrauben zu lösen, die alten Batterien herauszunehmen, vorschriftsmäßig zu entsorgen, durch neue zu ersetzen und die Schrauben wieder festzudrehen.

(5) Falls Du das Netzgerät verwendest, achte auf die angegebenen Spannungswerte und überschreite auf keinen Fall den Wert 6 V.

Wir wünschen Dir nun viel Freude und Erfolg beim Experimentieren!

An dieser Stelle bedanken wir uns sehr herzlich bei allen Damen und Herren sowie allen Schülerinnen und Schülern, die bei der Erprobung des Experimentiersatzes und der Versuche mitgewirkt haben.

M. Peter Mettenleiter
Helmut J.M. Rottler

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Ferromagnetische Stoffe E 1 - 1

Einführung:

Im Altertum war bereits bekannt, dass Erzbrocken, die aus der Gegend von Magnesia stammen, kleine Eisenteile anziehen können. Man nannte diese Erzstücke „Magnete“. Die Anziehungskraft solcher *natürlicher* Magnete ist allerdings gering. *Künstliche* Magnete können wesentlich größere Anziehungskräfte ausüben. Im folgenden Versuch kannst Du erste Erkenntnisse darüber gewinnen, ob es außer Eisen noch andere Stoffe gibt, die von Magneten angezogen werden. Solche Stoffe nennt man dann *ferromagnetisch* (von lateinisch: *ferrum* = Eisen), weil sie das gleiche magnetische Verhalten wie Eisen zeigen.

Geräte:

1 Sortiment Materialproben

1 Stabmagnet

zusätzlich: verschiedene Euro- und Cent-Münzen

Durchführung:

- Nimm den Eisenstab aus dem Materialprobenbehälter und überzeuge Dich davon, dass er von dem Magneten angezogen wird. Vermerke dies in der Tabelle.
- Wiederhole den Versuch für die übrigen Stoffe aus dem Materialsortiment.
- Untersuche die einzelnen Münzen auf Ferromagnetismus, dabei kann auch nur das Innere oder Äußere der Münze ferromagnetisch sein.

Tabelle:

Stoff	ferromagnetisch	unmagnetisch
Eisen		
Aluminium		
Kupfer		
Kohle		
Holz		
Kunststoff		
Glas		

Münzwert	ferromagnetisch	unmagnetisch
2 €		
1 €		
50 Cent		
20 Cent		
10 Cent		
5 Cent		
2 Cent		

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Auswertung:

Vervollständige den Text:

Außer _____ befinden sich _____ ferromagnetische Stoffe in dem Probenbehälter.
Von den Münzen sind folgende ferromagnetisch, wobei uns allerdings nicht bekannt ist, aus welchen Materialien sie jeweils bestehen:

_____

_____

Tatsächlich sind außer Eisen noch zwei andere Stoffe ferromagnetisch: Nickel und Kobalt. Diese beiden Materialien befinden sich aber nicht im Experimentierkasten, weil sie die Gesundheit gefährden können. Außerdem gibt es bestimmte Legierungen aus nicht ferromagnetischen Stoffen wie Aluminium, Kupfer und Mangan, die in geeigneten Zusammensetzungen ferromagnetische Eigenschaften zeigen. Sie werden nach dem deutschen Metallforscher Fritz Heusler (1866 – 1947) *Heusler-Legierungen* genannt.

Hinweis: *Falls Dich dieses Stoffgebiet näher interessiert, hält der MEKRUPHY-Experimentiersatz ELEKTRIK 2 einige äußerst spannende Experimente zum Magnetismus für Dich bereit.*

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Feste elektrische Leiter und Nichtleiter E 1 - 2

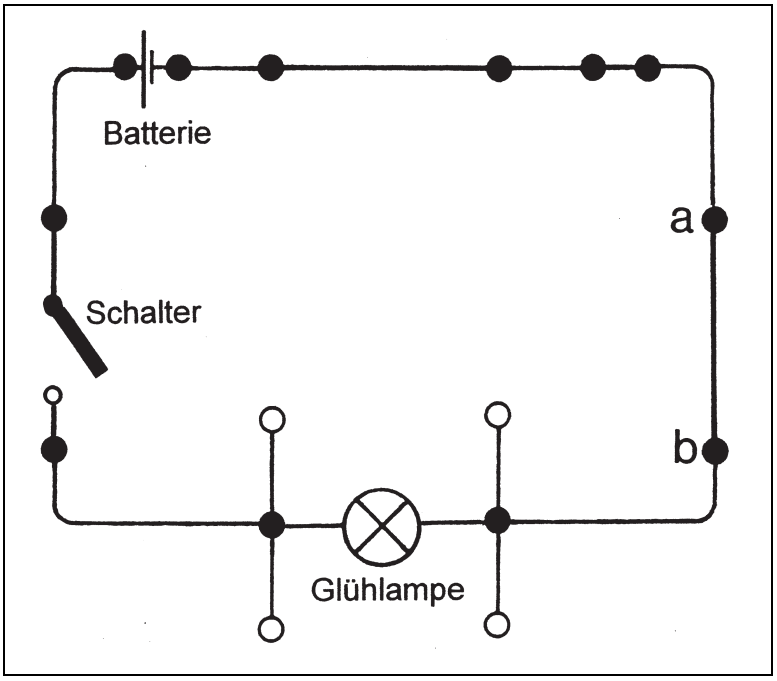
Einführung:

Wie Du weißt, kann ein elektrischer Strom nur in einem geschlossenen Stromkreis fließen. Aber nicht alle Stoffe sind für die Leitung des Stromes geeignet. Im folgenden Versuch kannst Du die wichtigsten Leiter und Nichtleiter im Bereich der festen Stoffe kennenlernen.

Geräte:

1 Grundplatte
2 Verbundstecker
1 Kurzschlussstecker
1 Steckelement mit Hebelschalter
1 Batteriehalter
1 Steckelement mit Glühlampe
1 Steckelement mit Klemmen
1 Sortiment Materialproben

Aufbau und Durchführung:



- Stecke den Stromkreis so zusammen, wie es die Abbildung zeigt. Zwischen den Buchsen a und b befindet sich zunächst ein Verbundstecker. Statt der Batterie kannst Du auch das Kleinspannungsnetzgerät verwenden. Wähle hierzu eine Gleichspannung (DC) zwischen 4 und 5 V.
- Überprüfe mit Hilfe des Schalters, ob das Glühlämpchen leuchtet. Sollte es überhaupt nicht brennen, so ist entweder der Stromkreis an einer Stelle noch nicht geschlossen oder das Lämpchen ist nicht ganz in die Fassung geschraubt oder die Batterie ist leer oder das Lämpchen ist defekt. Frage im Zweifelsfall Deine Lehrkraft.

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

- Öffne den Schalter wieder und ersetze jetzt den Verbundstecker zwischen den Buchsen a und b durch das Steckelement mit den Klemmen.
- Stecke zwischen die Klemmen als „Brücke“ den Kupferstab aus dem Sortiment Materialproben.
- Schließe den Schalter: Leuchtet die Lampe, so ist Kupfer ein elektrischer Leiter, andernfalls ein Nichtleiter.
- Schalte den Stromkreis wieder aus und kreuze in der Tabelle bei Kupfer die entsprechende Spalte an.
- Wiederhole den Versuch für die übrigen Stoffe aus dem Sortiment.
- Solltest Du das Netzgerät verwenden, regle es erst auf null und schalte es dann aus.

Tabelle:

Stoff	Leiter	Nichtleiter
Kupfer		
Glas		
Aluminium		
Eisen		
Holz		
Kohle		
Kunststoff		

Auswertung:

Gute elektrische Leiter sind: _____

_____

Elektrische Nichtleiter oder Isolatoren sind: _____

_____

_____

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Flüssige Leiter E 1 - 3

Einführung:

Die elektrische Leitfähigkeit beschränkt sich nicht auf Metalle und Kohle. Es gibt auch Flüssigkeiten, die den elektrischen Strom leiten. Im folgenden Versuch kannst Du dies nachweisen. Flüssige Leiter nennt man *Elektrolyte*.

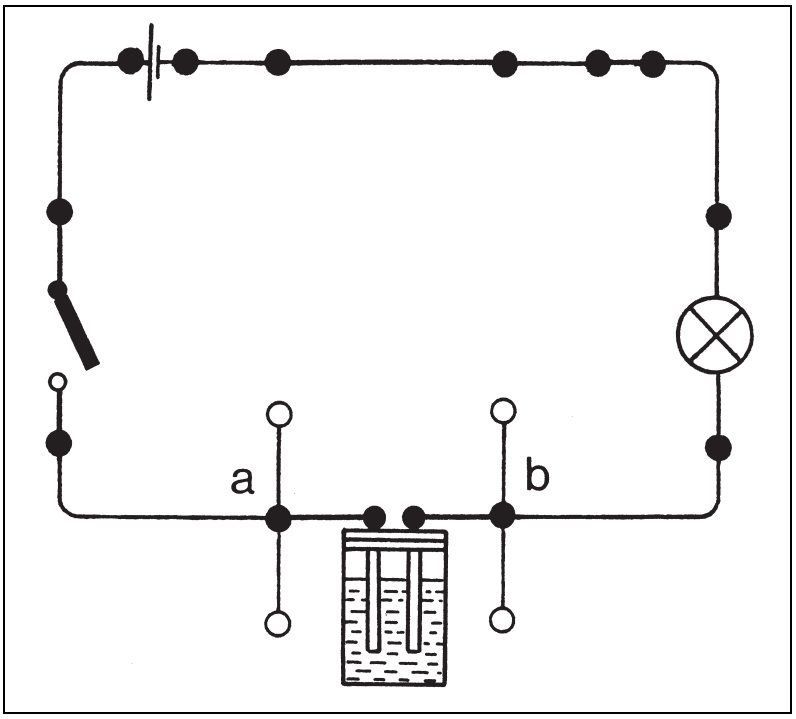
Geräte:

1 Grundplatte
2 Verbundstecker
1 Kurzschlussstecker
1 Becherglas
1 Deckel als Elektrodenhalter
1 Zinkelektrode

1 Batteriehalter
1 Steckelement mit Glühlampe
1 Sortiment Materialproben
1 Steckelement mit Hebelschalter
1 Kupferelektrode
2 Experimentierkabel

zusätzlich:
1 Paket Speisesalz
Papierhandtücher

Aufbau und Durchführung:



- Fülle das Becherglas zu einem Viertel mit Salz und gib etwas mehr als die doppelte Menge Wasser hinzu.
- Stecke den Stromkreis wie abgebildet zusammen. Schalte aber zwischen die Buchsen a und b zunächst einen Verbundstecker. Wenn Du statt der Batterie das Netzgerät verwendest, wähle eine Spannung zwischen 4 und 5 V.

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

- Vergewissere Dich mit Hilfe des Schalters, dass das Glühlämpchen leuchtet.
- Entferne bei geöffnetem Schalter den Verbundstecker zwischen den Buchsen a und b.
- Nimm den Kunststoffstab aus dem Probenbehälter und rühre damit das Salz auf, bis es sich vollständig im Wasser gelöst hat.
- Setze den Deckel mit den Elektroden auf das Becherglas und verbinde die entsprechenden Buchsen mit Hilfe der Experimentierkabel mit den Buchsen a und b.
- Schließe für kurze Zeit (!) den Schalter und überzeuge Dich davon, dass das Glühlämpchen brennt.
- Solltest Du das Netzgerät verwenden, regle es erst auf null und schalte es dann aus.
- Spüle das Becherglas aus. Trockne anschließend Becherglas, den Kunststoffstab und die Elektroden mit den Papierhandtüchern.

Auswertung:

Vervollständige den Satz:

Außer in _____ gelöste Salze leiten auch Säuren und Basen (_____)

den elektrischen Strom. Diese Flüssigkeiten heißen _____ .

Beachte, dass auch der menschliche Körper den elektrischen Strom leitet, selbst wenn wir dies mit unserer relativ schwachen Batterie nicht gut nachweisen können.
Auf keinen Fall darfst Du weder die hier beschriebenen noch andere Versuche an der Steckdose durchführen. Die dort herrschende Spannung von 230 Volt ist lebensgefährlich!

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

UND-, ODER-, WECHSEL-Schaltung E 1 - 4

Einführung:

Oft ist es erforderlich, einen Stromkreis nicht nur durch einen, sondern durch zwei oder mehr Schalter schließen oder öffnen zu können. Der folgende Versuch stellt Dir drei verschiedene Fälle vor, die dabei auftreten können.

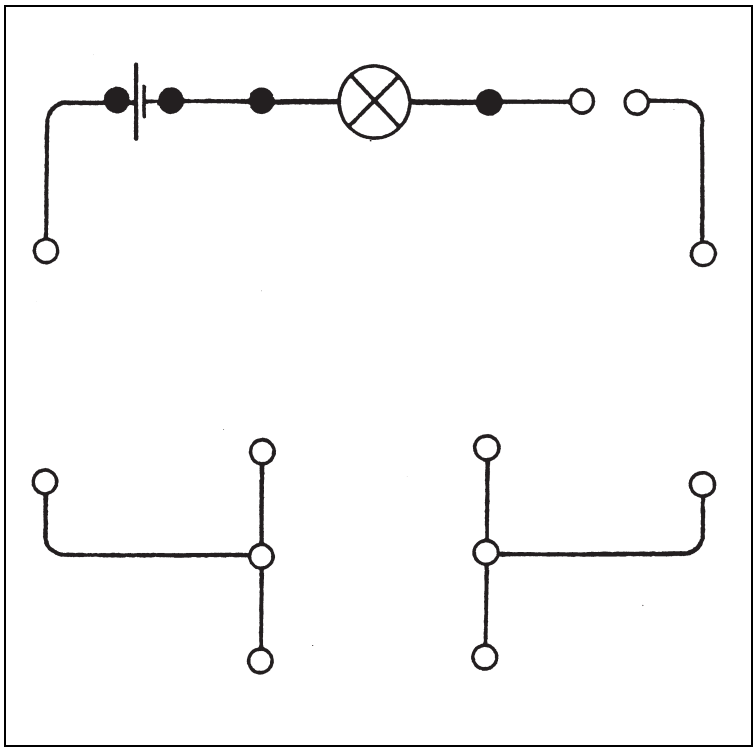
Geräte:

1 Grundplatte
2 Verbundstecker
1 Kurzschlussstecker
2 Steckelemente mit Hebelschalter
1 Batteriehalter
1 Steckelement mit Glühlampe
1 Wechselschalterkombination
2 Experimentierkabel

Durchführung:

1. Fall: *UND-Schaltung*

Bei dieser Schaltung soll das Glühlämpchen *nur* brennen, wenn *beide* Schalter *gleichzeitig* geschlossen sind.



- Versuche, die nebenstehende Schaltanordnung mit Bleistift zu vervollständigen.
- Baue die Schaltung zusammen und teste sie. Wähle bei Verwendung des Netzgerätes eine Spannung zwischen 4 und 5 V.

  (Solltest Du gar nicht zurecht kommen, findest Du auf Seite 37 eine der möglichen Lösungen).

2. Fall: *ODER-Schaltung*

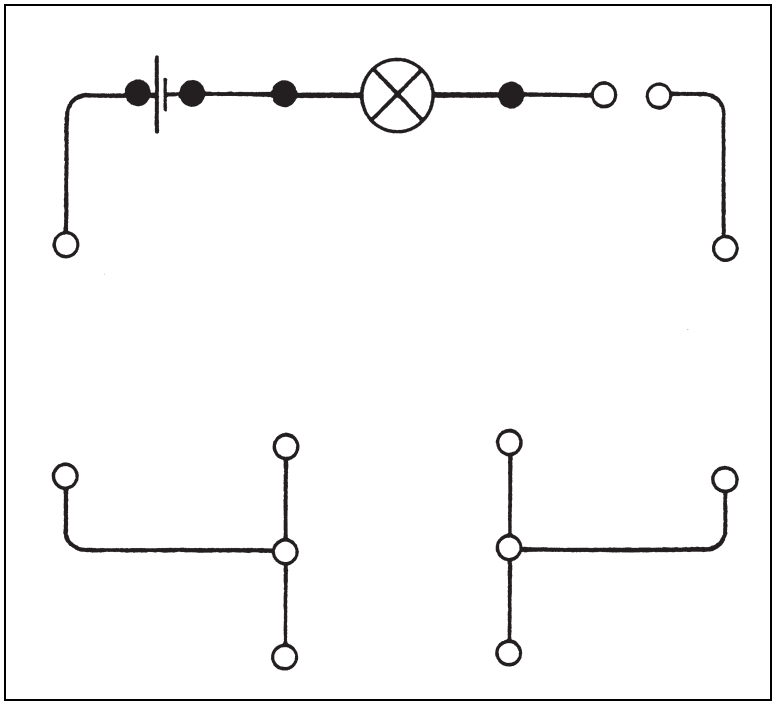
In diesem Teilversuch soll das Glühlämpchen brennen, wenn entweder der eine oder der andere oder beide Schalter geschlossen sind.

- Versuche, die Schaltanordnung auf Seite 13 mit Bleistift zu vervollständigen.

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

- Baue den Stromkreis zusammen und teste ihn. Wähle bei Verwendung des Netzgerätes eine Spannung zwischen 4 und 5 V.

  Nimm die Hilfe auf der Seite 37 nur in Anspruch, wenn Du trotz Anstrengung keine eigene Lösung findest.



3. Fall: *WECHSEL-Schaltung*

Weder die UND- noch die ODER-Schaltung ist geeignet, folgende Aufgabe zu lösen:

Eine Glühlampe soll durch zwei Schalter, die sich an unterschiedlichen Orten befinden (beispielsweise an zwei verschiedenen Türen), *unabhängig voneinander* ein- und ausgeschaltet werden können.

- Überlege zuerst selbst und probiere dann.
- Solltest Du nicht zurecht kommen, so versuche eine Schaltung mit dem Wechselschalterelement.
- Für den Fall, dass Du immer noch keinen Erfolg hast, findest Du auf Seite 37 Hilfe.

Auswertung:

Überlege Dir für folgende Schaltungen je eine Anwendung in Technik oder Alltag.

UND-Schaltung: _____

WECHSEL-Schaltung: _____

_____

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Die magnetische Wirkung des Stromes E 1 – 5

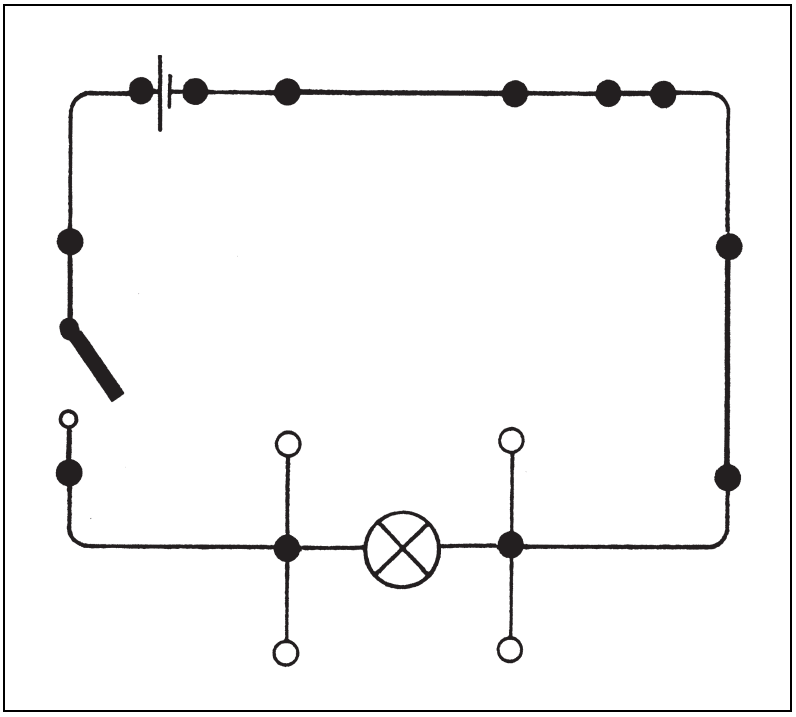
Enführung:

Im Jahr 1820 machte der dänische Physiker Hans Christian OERSTED (1777-1851) eine Entdeckung, die für die Entwicklung der Physik von großer Bedeutung war. Kurze Zeit darauf wurden die entsprechenden Experimente an allen europäischen Universitäten durchgeführt, bestätigt und heftig diskutiert. Im folgenden Versuch kannst Du Oersteds Entdeckung nachvollziehen.

Geräte:

1 Grundplatte
2 Verbundstecker
1 Kurzschlussstecker
1 Sortiment Materialproben
1 Kompass
1 Batteriehalter
1 Steckelement mit Glühlampe
1 Steckelement mit Klemmen
1 Steckelement mit Hebelschalter

Aufbau und Durchführung:



- Stecke einen Stromkreis aus Batterie, Schalter, Glühlampe und dem Kohlestab aus dem Sortiment Materialproben zusammen und überprüfe kurz durch Schließen des Schalters, dass Strom fließen kann. Falls Du statt der Batterie das Netzgerät verwendest, wähle eine Gleichspannung zwischen 4 und 5 V.
- Öffne den Schalter wieder und ersetze das Steckelement mit der Glühlampe durch einen Verbundstecker.

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

- Stelle den Kompass auf den Acrylglasstreifen des Steckelements mit der Kohle und drehe die Grundplatte so lange, bis die Magnetnadel parallel zum Kohlestab ausgerichtet ist.
- Beobachte genau das Verhalten der Kompassnadel, wenn Du kurzzeitig den Schalter schließt.
- Vertausche bei geöffnetem Schalter durch Umstecken die Polanschlüsse der Batterie bzw. des Netzgerätes und beobachte wieder genau das Verhalten der Kompassnadel, wenn Du den Schalter kurzzeitig schließt. Was fällt Dir auf?

  _____

  _____

- Wiederhole den Versuch, indem Du den Kompass in geringer Entfernung *über* den Kohlestab hältst. Vergleiche mit dem vorherigen Teilversuch, bei dem sich der Kompass *unter* dem Kohlestab befand!
- Wenn Du noch Zeit hast, kannst Du den Versuch auch mit dem Aluminiumstab an Stelle des Kohlestabs durchführen.

Auswertung:

Vervollständige den Text:

In der _____ eines stromdurchflossenen Leiters erfährt

die Kompassnadel _____ Kräfte, auch wenn der Leiter

(z.B. Kohle) selbst nicht _____ ist. Die Richtung dieser Kräfte

ist davon abhängig, _____

_____

_____

_____

_____

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Relais und Klingel E 1 – 6

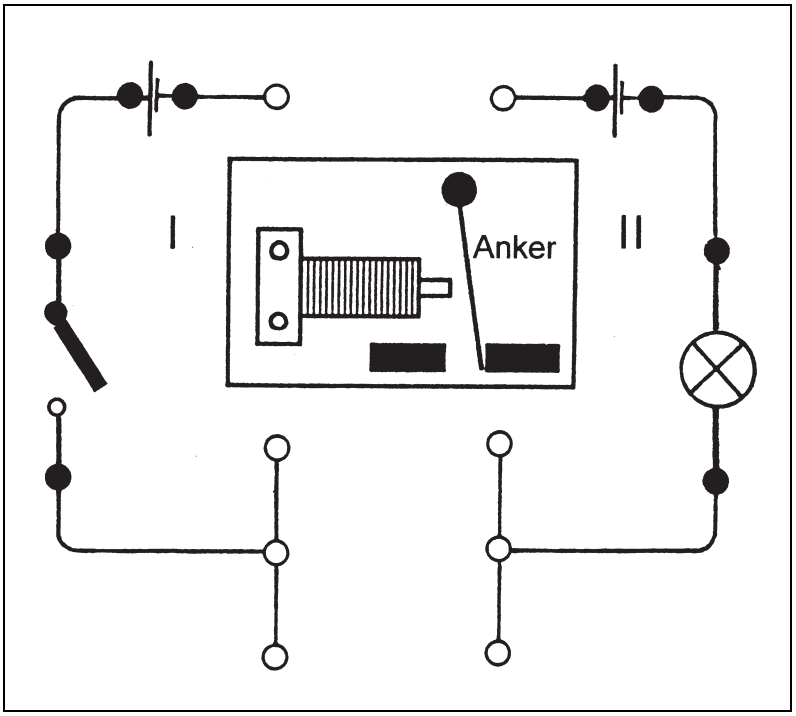
Einführung:

Das Relais ist eine Vorrichtung, mit der man durch Öffnen oder Schließen eines Stromkreises einen zweiten Stromkreis öffnen oder schließen kann. Dies geschieht im Allgemeinen mit Hilfe eines Elektromagneten.

Geräte:

1 Grundplatte
1 Steckelement mit Hebelschalter
2 Experimentierkabel blau
2 Experimentierkabel rot
2 Batteriehalter
1 Steckelement mit Glühlampe
1 Relais auf Sockel

Aufbau und Durchführung:



I

- Stelle das Relais so auf die Grundplatte, wie es die Abbildung zeigt.
- Stecke Dir auf der linken Hälfte der Grundplatte mit den *blauen* Kabeln einen Stromkreis I („Primär“- oder „Steuer“-Kreis) zusammen, der den Schalter und den Elektromagneten enthält. Schließe den Schalter aber noch nicht. Falls Du das Netzgerät verwendest, wähle eine Gleichspannung von 4 V.

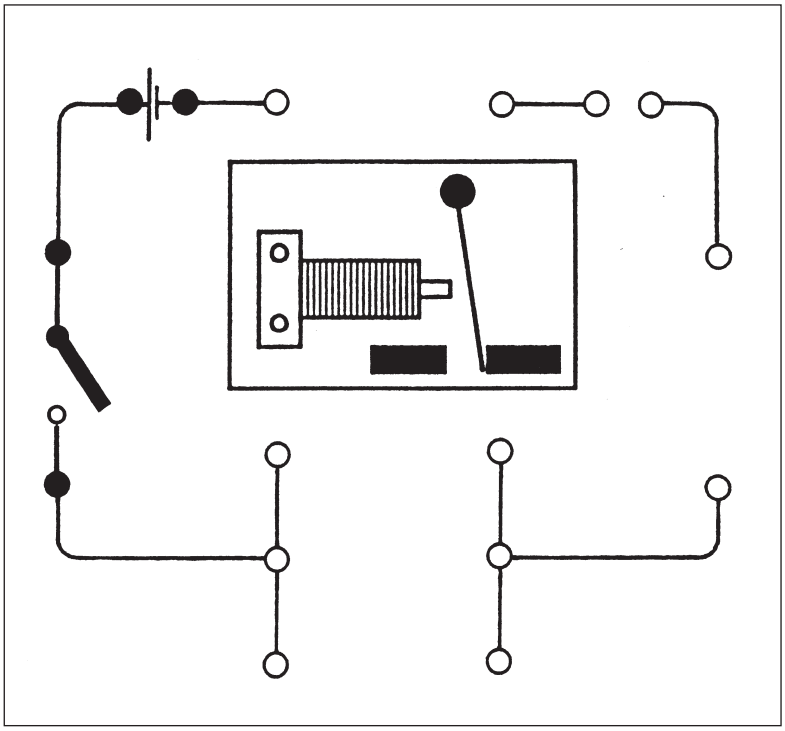
© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

- Stecke auf der rechten Hälfte mit den roten Kabeln einen Stromkreis II („Sekundär“- oder „Arbeits“-Kreis) so zusammen, dass dieser Stromkreis geschlossen wird, wenn der Anker vom Elektromagneten angezogen wird.
  Diese Art einer Relaisschaltung nennt man *Arbeitsschaltung*.
  Wenn Du das Netzgerät verwendest, wähle eine Wechselspannung (AC) von 4 V.
- Schließe den Schalter kurzzeitig. Dabei muss das Glühlämpchen leuchten. Ebenso muss es beim Öffnen des Schalters wieder erlöschen.

II

- Ändere die Schaltung für den Stromkreis II so ab, dass dieser Stromkreis geschlossen ist, wenn der Stromkreis I offen ist und umgekehrt.
  Diese Art einer Relaisschaltung nennt man *Ruheschaltung*.
- Schließe den Schalter kurzzeitig. Dabei muss das Glühlämpchen erlöschen. Ebenso muss es beim Öffnen des Schalters wieder leuchten.

III



- Vervollständige die nebenstehende Schaltung mit Bleistift so, dass Du das Relais als elektrische Klingel verwenden kannst, und baue die Schaltung zusammen.

  Solltest Du trotz Anstrengung nicht auf die richtige Lösung kommen, so findest Du auf Seite 37 Hilfe.

  Vorsicht: Bei der praktischen Durchführung des Versuchs darfst Du diese Klingel nur kurzzeitig (!) betätigen, da durch die Funkenbildung die Kontaktstellen oxidieren und damit untauglich werden können. Übe also bitte Selbstbeschränkung!

Auswertung:

Versuche auf einem Blatt, die Schaltbilder für das Relais in Arbeits- und Ruheschaltung sowie für die Klingel auswendig nachzuzeichnen.

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Stromverzweigung E 1 – 7

Einführung:

Mit dem folgenden Experiment kannst Du untersuchen, wie sich der elektrische Strom verhält, wenn sich die Leitung verzweigt. Die Gesetzmäßigkeit, die Du dabei finden wirst, wurde von dem deutschen Physiker Gustav Robert KIRCHHOFF (1824-1887) als Student in Königsberg entdeckt.

Geräte:

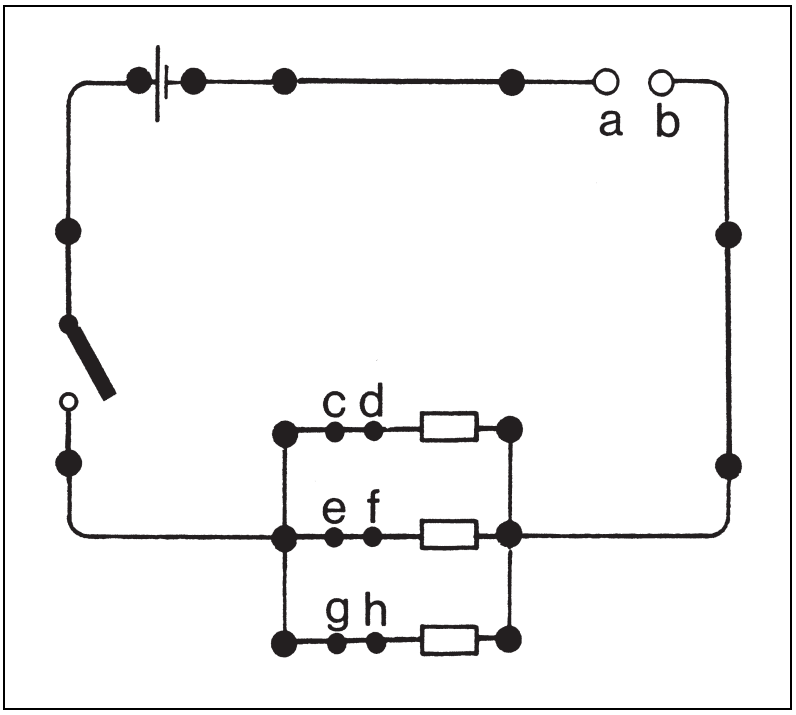
1 Grundplatte
1 Steckelement mit Hebelschalter
2 Experimentierkabel

1 Batteriehalter
2 Verbundstecker
3 Steckelemente mit Widerstand

zusätzlich:

1 Vielfachmessgerät,
z.B. MEKRUPHY AMM 3000

Aufbau und Durchführung:



- Stecke nach der obigen Abbildung einen Stromkreis zusammen. Solltest Du das Netzgerät verwenden, wähle eine Gleichspannung von 5 V.
- Stelle das Messgerät auf den Bereich 1 A = und schalte es zunächst zwischen die Buchsen a und b. Achte dabei auf die richtige Polung und lass im Zweifelsfall die Schaltung von Deiner Lehrkraft überprüfen.

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

- Schalte das Messgerät ein, schließe den Schalter kurzzeitig und lies die angezeigte Stromstärke ab. Trage den Messwert in die Tabelle unter I_{ges} ein.
- Schalte das Messgerät aus und verbinde es mit den Buchsen c und d. Entferne zuvor den blauen Kurzschlussstecker und stecke ihn zur Überbrückung zwischen die Buchsen a und b. Achte wieder auf die richtige Polung.
- Miss die Stromstärke $I_{c\text{-}d}$ und trage den Wert in die Tabelle ein.
- Wiederhole den Versuch entsprechend für die Stromstärken $I_{e\text{-}f}$ und $I_{g\text{-}h}$.
- Vergiss nicht, am Schluss das Messgerät auszuschalten und anschließend auf einen hohen Wert, beispielsweise 3 A, zu stellen.

Tabelle:

I_{ges}	$I_{c\text{-}d}$	$I_{e\text{-}f}$	$I_{g\text{-}h}$

Auswertung:

Versuche, Deine Beobachtungen über die Gesamtstromstärke und die Einzelstromstärken bei einer Stromverzweigung in einem Satz zu formulieren:

_____

_____

_____

_____

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Das VOLTA-Element E 1 – 8

Einführung:

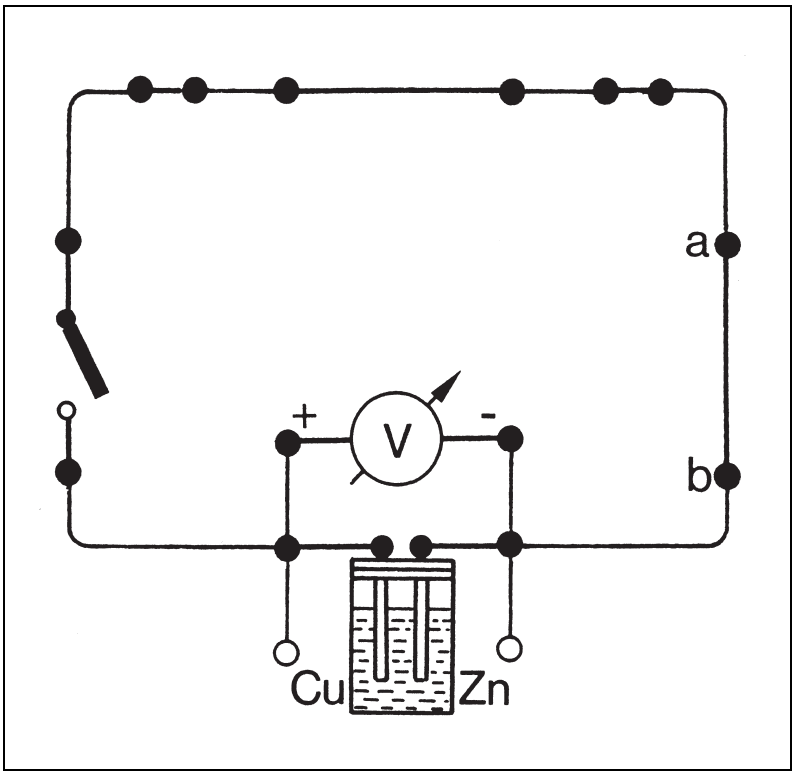
Galvanische Elemente sind Spannungsquellen, die aus zwei verschiedenen Metallelektroden und einem Elektrolyten bestehen, wobei ein Metall auch durch Kohle ersetzt werden kann. Eines der bekanntesten ist nach dem italienischen Physiker Alessandro VOLTA (1745-1827) benannt. Es besteht aus einer Kupfer- und einer Zinkelektrode in verdünnter Schwefelsäure. Im folgenden Versuch kannst Du nicht nur herausfinden, wie hoch die Spannung zwischen den beiden Elektroden ist, sondern auch, welche Elektrode zum Plus- bzw. Minuspol der Spannungsquelle wird.

Geräte:

1 Grundplatte
1 Deckel als Elektrodenhalter
1 Steckelement mit Hebelschalter
6 Experimentierkabel
1 Becherglas
1 Kurzschlussstecker
2 Verbundstecker

zusätzlich:
2 Vielfachmessgeräte
1-2%ige Schwefelsäure (von der Lehrkraft bereitgestellt)
Papierhandtücher

Aufbau und Durchführung:



© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

- Stelle das eine Messgerät auf den Messbereich 3 V =. Stecke den Schaltkreis wie in der Abbildung auf Seite 20 zusammen. Verbinde dabei die Kupferelektrode mit dem Pluseingang des Voltmeters.
- Lass Dir von Deiner Lehrkraft etwa 50 ml verdünnte Schwefelsäure in das Becherglas geben. *Arbeite im Folgenden sehr vorsichtig und achte darauf, dass keine Säure auf die Grundplatte mit den Bauteilen, Deine Hände, auf die Kleidung oder gar in Deine Augen gelangt! Im letzten Fall musst Du schnell Deine Lehrkraft verständigen!*
- Schalte bei offenem Schalter das Messgerät ein, lies die angezeigte Spannung ab und trage den Wert in die erste Zeile der Tabelle ein.
- Ersetze den Verbundstecker zwischen den Buchsen a und b durch das zweite Messgerät (Messbereich 1A =). Verbinde dabei die Buchse a mit dem Pluseingang des Messinstruments. Schalte das Gerät ein.
- Schließe den Schalter und beobachte beide Instrumente. Trage die entsprechenden Messwerte in die zweite Zeile der Tabelle ein.
- Schalte die Messgeräte aus und stelle beide auf hohe Werte ein.
- Gib die Schwefelsäure äußerst vorsichtig (!) in den dazu vorgesehenen Behälter, möglichst unter Verwendung von Filterpapier und Trichter.
- Spüle das Becherglas und die Elektroden ab und wische sie sorgfältig mit den Papierhandtüchern trocken.

Tabelle:

VOLTA - Element	Spannung *U* in V	Stromstärke *I* in A
unbelastetes Element		
belastetes Element		

Auswertung:

Schreibe Deine Beobachtungen kurz in ein paar Sätzen nieder. Versuche dabei auch, eine einfache Erklärung dafür zu finden, warum die Spannung bei Belastung absinkt.

_____

_____

_____

_____

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Schaltung von Spannungsquellen E 1 – 9

Einführung:

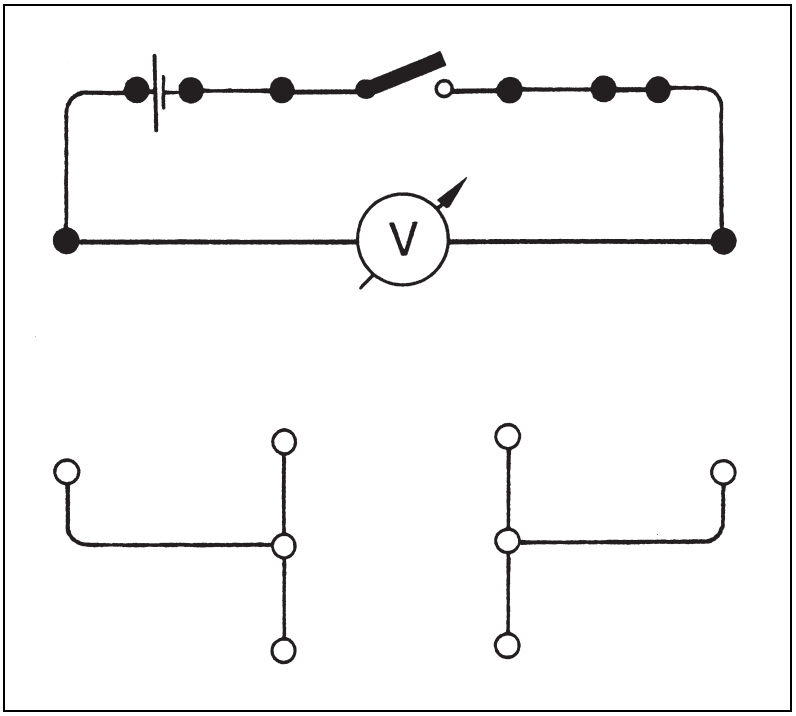
Im folgenden Versuch kannst Du herausfinden, ob und gegebenenfalls wie sich die Spannung verändert, wenn man zwei Batterien in Reihe schaltet. Bei diesem Experiment kannst Du das Netzgerät *nicht* verwenden. Auf keinen Fall darfst Du am Netzgerät die Ausgänge der Wechsel- und der Gleichspannung miteinander verbinden.

Geräte:

1 Grundplatte
1 Steckelement mit Hebelschalter
2 Experimentierkabel
2 Batteriehalter
1 Kurzschlussstecker

zusätzlich: 1 Vielfachmessgerät, z.B. MEKRUPHY AMM 3000

Aufbau und Durchführung:



Wichtig: *Schließe bei allen Teilversuchen den Schalter immer nur kurzzeitig und nur zur Ablesung des angezeigten Spannungswertes!*

I

↳ Stelle das Messgerät auf den Bereich 10V =.

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

- Stecke in der oberen Hälfte der Grundplatte einen Stromkreis aus einer Batterie, dem Schalter und dem Messgerät zusammen, wobei Du besonders auf die richtige Polung achten musst.
- Schalte das Messgerät ein, schließe den Schalter kurzzeitig und lies den angezeigten Spannungswert ab. Trage ihn unter U_1 in die Tabelle ein.
- Wiederhole den Versuch für die zweite Batterie. Trage den entsprechenden Spannungswert unter U_2 in die Tabelle ein.
- Schalte jetzt die erste Batterie so dazu, dass deren Pluspol mit dem Minuspol der anderen Batterie verbunden ist (oder umgekehrt). Trage den angezeigten Spannungswert unter U_{Serie} in die Tabelle ein.

II

- Drehe eine der Batterien um, so dass gleichnamige Pole der beiden Batterien miteinander verbunden sind.
  Vorsicht: Sollte beim Schließen des Schalters der Zeiger nach links ausschlagen, musst Du die Polanschlüsse am Messgerät vertauschen!
- Trage den zugehörigen Spannungswert unter U_{Gegen} in die Tabelle ein.
- Vergiss bitte am Schluss nicht, das Messgerät auszuschalten und anschließend auf einen hohen Wert einzustellen.

Tabelle:

U_1 in V	U_2 in V	U_{Serie} in V	U_{Gegen} in V

Auswertung:

Schreibe Deine Ergebnisse in ein paar Sätzen nieder:

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Einführung:

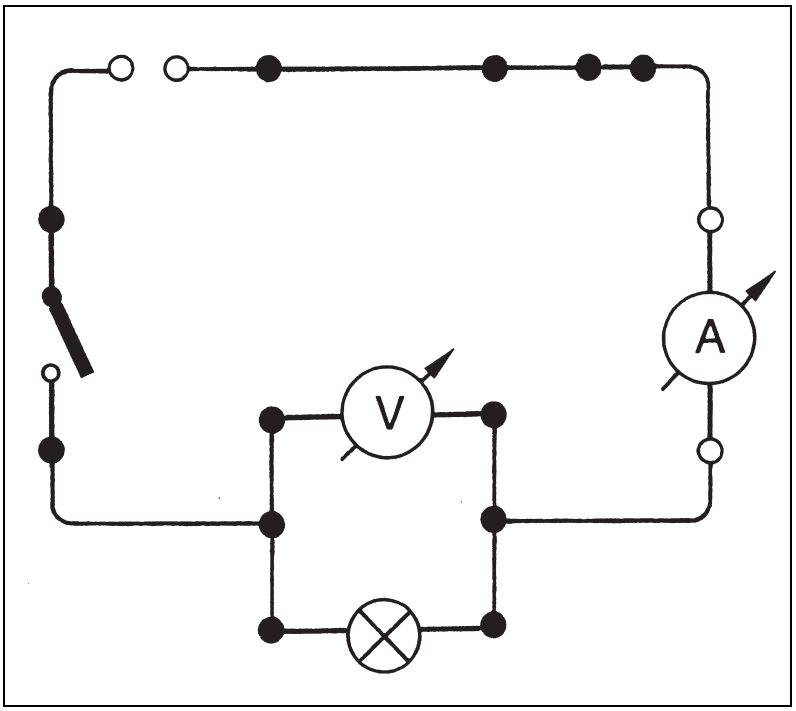
Im folgenden Versuch kannst Du beobachten, wie sich die Stromstärke in einem Stromkreis ändert, wenn man die Spannung erhöht. Dabei wirst Du interessante Besonderheiten entdecken. Sie bilden die Grundlage für ein physikalisches Gesetz, das der deutsche Physiker Georg Simon OHM (1787-1854) gefunden hat.

Geräte:

1 Grundplatte
1 Steckelement mit Hebelschalter
1 Kurzschlussstecker
6 Experimentierkabel
1 Steckelement mit Glühlampe
1 Steckelement mit Cr-Ni-Wendel
1 Verbundstecker

zusätzlich:
1 regelbare Gleichspannungsquelle
z.B. MEKRUPHY MKS 2.4
2 Vielfachmessgeräte
z.B. MEKRUPHY AMM 3000

Aufbau und Durchführung:



I

↳ Stelle das Voltmeter auf den Messbereich 10 V =, das Amperemeter auf den Bereich 1 A = ein.

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

- Stecke den Schaltkreis wie auf Seite 24 abgebildet zusammen. Achte bei den Messgeräten auf die richtige Polung.
- Lies für verschiedene Spannungswerte (nicht höher als 6 V !) jeweils Spannung und zugehörige Stromstärke ab und trage die Messwerte in die Tabelle 1 ein.

Tabelle 1:

U in V							
I in mA							

II

- Ersetze das Steckelement mit der Glühlampe durch das mit der Chrom-Nickel-Drahtwendel und stelle den Messbereich des Amperemeters auf 100 mA =.
- Miss wieder für verschiedene Spannungswerte (nicht höher als 6 V !) Spannung und zugehörige Stromstärke und trage die Messwerte in die Tabelle 2 ein.
- Vergiss nicht, am Schluss die Messgeräte auszuschalten und anschließend auf einen hohen Wert einzustellen.

Tabelle 2:

U in V							
I in mA							

Auswertung:

(1) Trage für jede Tabelle die Messwerte in einem *U - I* - Diagramm auf. Wähle Dir dazu auf den Achsen jeweils passende Einheiten.

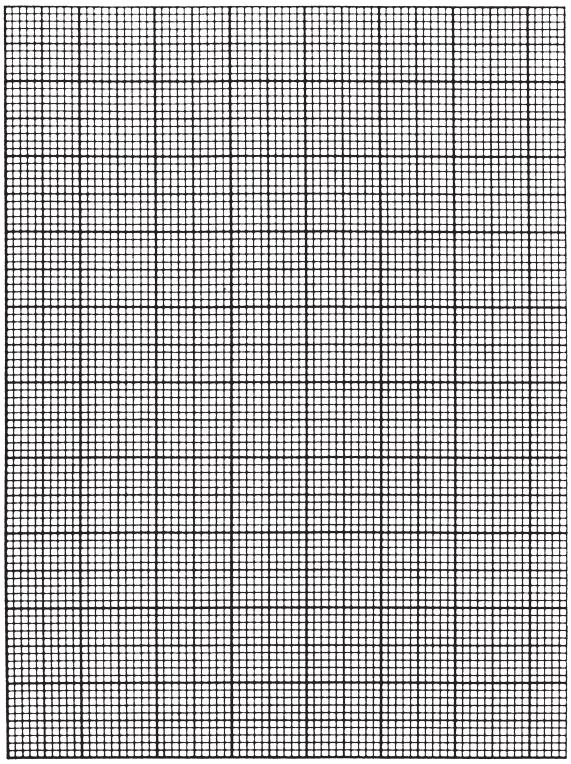
(2) Vergleiche die beiden Graphen und schreibe die Unterschiede in ein paar Sätzen nieder:

_____

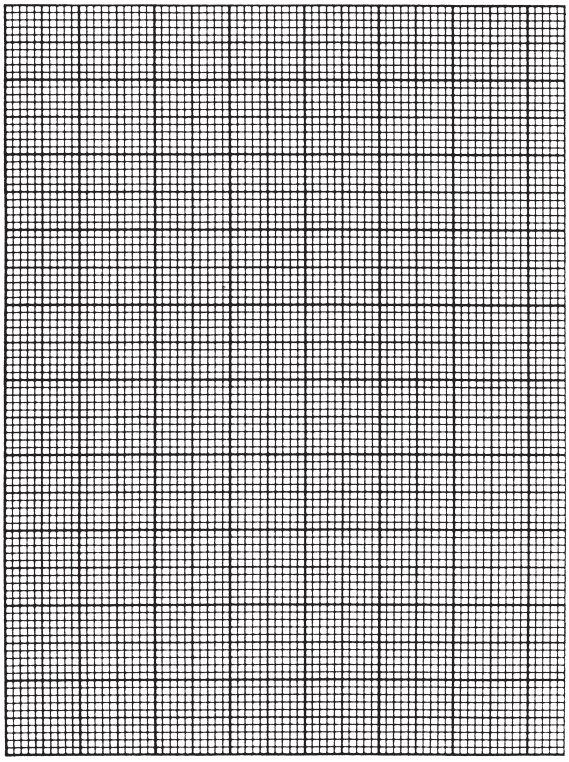
_____

_____

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen



U – *I* – Kennlinie einer Glühlampe



U – *I* – Kennlinie eines Cr-Ni-Drahtes

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Bestimmung von Widerständen E 1 – 11

Einführung:

Unter dem elektrischen Widerstand *R* eines Leiters versteht man das Verhältnis der Spannung *U*, die an seinen Enden anliegt, und der entsprechenden Stromstärke *I*. Der Wert des elektrischen Widerstandes hängt nicht nur vom Material und den geometrischen Abmessungen, beispielsweise der Länge und der Dicke eines Drahtes ab, sondern auch von der Temperatur, wie Versuch E1-10 gezeigt hat. Die vorliegenden Steckelemente haben weitgehend temperaturunabhängige Widerstandswerte. Man bestimmt sie aber zweckmäßig nicht durch eine einzige Messung, sondern jeweils in einer Messreihe.

Geräte:

1 Grundplatte
1 Steckelement mit Hebelschalter
1 Kurzschlussstecker
4 Steckelemente mit Widerstand
2 Verbundstecker
6 Experimentierkabel

zusätzlich:
1 regelbare Gleichspannungsquelle
2 Vielfachmessgeräte

Aufbau und Durchführung:

- Stecke auf der Grundplatte einen Stromkreis zusammen, der es Dir erlaubt, durch Spannungs- und Stromstärkemessung den elektrischen Widerstand des Steckelementes R_1 zu bestimmen.
  Solltest Du gar nicht zurecht kommen, findest Du im Schaltbild zu Versuch E1-10 eine Hilfe.
- Miss für 4 verschiedene Spannungswerte (nicht höher als 5 V !) jeweils Spannung und Stromstärke und trage die Messwerte in die Tabelle 1 ein.
- Wiederhole den Versuch für die übrigen Widerstandselemente; verwende sinngemäß die Tabellen 2 bis 4.

Tabelle 1:

Spannung *U* in V				
Stromstärke *I* in A				
Widerstand *R* in $\frac{V}{A}$				
Mittelwert	R_1 =			

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Tabelle 2:

Spannung U in V				
Stromstärke I in A				
Widerstand R in Ω				
Mittelwert	R_2 =			

Tabelle 3:

Spannung U in V				
Stromstärke I in A				
Widerstand R in Ω				
Mittelwert	R_3 =			

Tabelle 4:

Spannung U in V				
Stromstärke I in A				
Widerstand R in Ω				
Mittelwert	R_4 =			

Auswertung:

Bestimme für jedes Widerstandselement den elektrischen Widerstand durch Mittelwertbildung und trage die Ergebnisse auf zwei geltende Ziffern gerundet in die grau unterlegten Felder der Tabellen ein. Für die Einheit 1 V/A verwendet man auch die Bezeichnung 1 Ohm (= 1 Ω).

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Reihenschaltung von Widerständen E 1 – 12

Einführung:

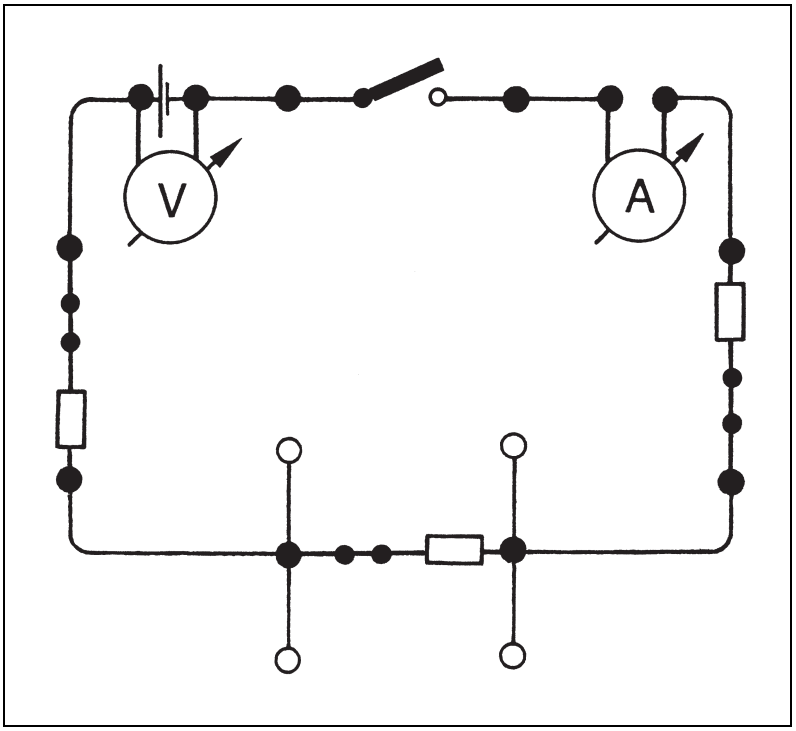
Die einfachste, aber auch wichtigste Kombination von Widerständen ist die Reihen-, Hintereinander- oder Serienschaltung. Dabei ist nicht nur interessant, wie sich der Gesamtwiderstand aus den Einzelwiderständen zusammensetzt, sondern auch, wie sich die Gesamtspannung zu den Teilspannungen an den Einzelwiderständen verhält und was sich über die Stromstärke aussagen lässt.

Geräte:

1 Grundplatte
1 Steckelement mit Hebelschalter
4 Experimentierkabel
3 Steckelemente mit Widerstand
1 Batteriehalter

zusätzlich: 2 Vielfachmessgeräte

Aufbau und Durchführung:



- Stecke mit den drei Widerstandselementen einen Schaltkreis nach der obigen Abbildung zusammen. Wenn Du statt der Batterie das Netzgerät verwendest, wähle eine Spannung zwischen 4 und 5 V.
- Stelle das Voltmeter auf den Messbereich 10 V =, das Amperemeter auf den Bereich 100 mA = ein.

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Reihenschaltung von Widerständen E 1 – 12

- Schließe bei diesem Versuch den Schalter immer nur kurzzeitig und nur zur Ablesung der Messwerte.
- Miss die Gesamtspannung und die Gesamtstromstärke. Stelle dann durch weitere Messungen *unmittelbar* an jedem einzelnen Widerstandselement die dort herrschende (Teil-) Spannung sowie die Stromstärke in diesem Bauteil fest.
  Achte in jedem einzelnen Fall auf die richtige Polung an den Messgeräten!
- Trage Deine Messwerte in die Tabelle 1 ein.

Tabelle 1:

	U in V	I in A	
Gesamt			
Widerstand R_1			
Widerstand R_2			
Widerstand R_3			

Auswertung:

(1) Berechne den Gesamtwiderstand und die Einzelwiderstände auf zwei geltende Ziffern und trage sie in die letzte Spalte der Tabelle 1 ein.

(2) Berechne die Verhältnisse der Spannungen und Widerstände jeweils auf eine Dezimale genau und trage die Ergebnisse in die Tabelle 2 ein.

Tabelle 2:

$U_1 : U_2$		$R_1 : R_2$	
$U_1 : U_3$		$R_1 : R_3$	
$U_2 : U_3$		$R_2 : R_3$	

(3) Fasse Deine Ergebnisse in Worten zusammen:

_____

_____

_____

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Parallelschaltung von Widerständen E 1 – 13

Einführung:

Kannst Du Dir vorstellen, dass man Widerstände so schalten kann, dass der Gesamtwiderstand kleiner als jeder Einzelwiderstand ist? Der folgende Versuch wird Dir dies zeigen.

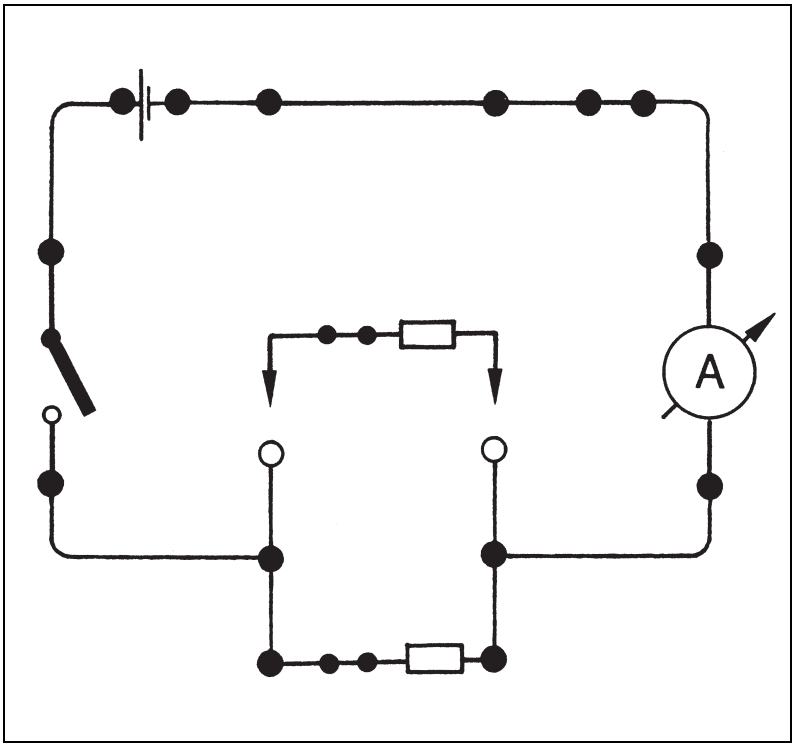
Geräte:

1 Grundplatte
1 Steckelement mit Hebelschalter
2 Verbundstecker

3 Steckelemente mit Widerstand
1 Batteriehalter
4 Experimentierkabel

zusätzlich: 2 Vielfachmessgeräte

Aufbau und Durchführung:



I

- Stelle das Voltmeter auf den Messbereich 10 V =, das Amperemeter auf den Bereich 1 A = ein. Wenn Du statt der Batterie das Netzgerät verwendest, wähle eine Spannung zwischen 4 und 5 V.
- Stecke den Schaltkreis wie abgebildet zusammen, verwende jedoch zunächst nur ein Widerstands-Element.

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

- Miss kurzzeitig die Stromstärke und merke Dir den Messwert. Überlege Dir dann, wie er sich ändern wird, wenn Du ein zweites Widerstands-Element parallel dazu schaltest.
- Führe dann diesen Versuchsschritt durch und notiere kurz Deine Beobachtung:

_____

II

- Erweitere die Schaltung so, dass nun die drei Widerstandselemente parallel geschaltet sind.
- Schließe den Schalter immer nur kurzzeitig und nur zur Ablesung der Messwerte.
- Miss die Gesamtspannung und die Gesamtstromstärke sowie die an jedem einzelnen Widerstand anliegende Spannung und die betreffende Einzelstromstärke und trage die Messwerte in die Tabelle ein.

Tabelle:

	U in V	I in A		
Gesamt				
Widerstand R_1				
Widerstand R_2				
Widerstand R_3				

Auswertung:

(1) Berechne den Gesamtwiderstand und die Einzelwiderstände auf zwei geltende Ziffern gerundet und trage die Ergebnisse in die dritte Spalte der Tabelle ein.

(2) Berechne die Kehrwerte des Gesamtwiderstandes und der Einzelwiderstände auf zwei geltende Ziffern gerundet und trage sie in die vierte Spalte der Tabelle ein.

(3) Vergleiche die Zahlenwerte in der letzten Spalte. Formuliere Deine Vermutung:

_____

_____

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Verschiedene Widerstandskombinationen E 1 – 14

Einführung:

Durch die beiden vorangegangenen Experimente konntest Du herausfinden, wie sich der Gesamtwiderstand aus den Einzelwiderständen bei Reihen- und bei Parallelschaltung berechnen lässt. Von den vielen Möglichkeiten, vier verschiedene Widerstände durch Reihen- *und* Parallelschaltung zu kombinieren, sind im folgenden Versuch zwei der wichtigsten ausgewählt. Du kannst daran Deine Geschicklichkeit in der Berechnung von Widerstandskombinationen experimentell überprüfen.

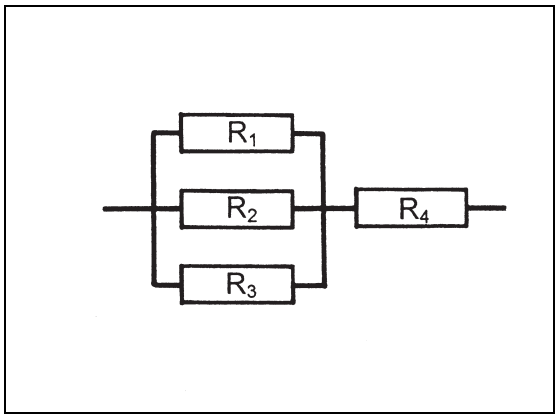
Geräte:

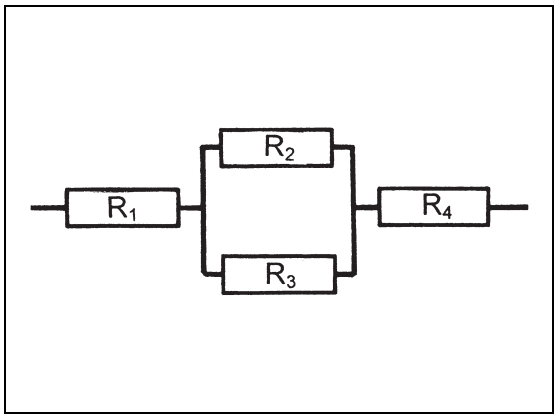
1 Grundplatte
1 Steckelement mit Hebelschalter
2 Verbundstecker

4 Steckelemente mit Widerstand
1 Batteriehalter
4 Experimentierkabel

zusätzlich: 2 Vielfachmessgeräte

Aufbau und Durchführung:





- Stecke auf der Grundplatte nach dem linken Schaltbild einen Stromkreis zusammen, der die vier Widerstandselemente in der abgebildeten Anordnung enthält.
- Stelle die Messgeräte auf den Bereich 10 V = bzw. 1 A =.
- Miss die Gesamtspannung und die Gesamtstromstärke sowie die an jedem Einzelwiderstand anliegende Spannung und die betreffende Einzelstromstärke und trage die Werte in die Tabelle 1 ein.
- Wiederhole den Versuch für das rechte Schaltbild.
- Vergiss nicht, am Schluss die Messgeräte auszuschalten und auf einen hohen Wert einzustellen.

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Tabelle 1:

	U in V	I in A	
Gesamt			
Widerstand R_1			
Widerstand R_2			
Widerstand R_3			
Widerstand R_4			

Rechnung: R_{ges} = _____

Tabelle 2:

	U in V	I in A	
Gesamt			
Widerstand R_1			
Widerstand R_2			
Widerstand R_3			
Widerstand R_4			

Rechnung: R_{ges} = _____

Auswertung:

(1) Berechne für jede der beiden Schaltungen den Gesamtwiderstand, ferner die Einzelwiderstände direkt aus den Messdaten für die Spannung und die Stromstärke, jeweils auf eine Dezimale genau.

(2) Berechne den Gesamtwiderstand aus den Einzelwiderständen nach den Gesetzen für die Schaltung von Widerständen auf eine Dezimale genau.

(3) Vergleiche die gemessenen mit den berechneten Werten aus den Teilaufgaben (1) und (2). Worin siehst Du die Ursachen für die Abweichungen?

_____

_____

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Innenwiderstand einer Batterie E 1 – 15

Einführung:

In einem geschlossenen Stromkreis fließen die Ladungen nicht nur von einem Pol der Stromquelle über die angeschlossenen Leiter zum anderen Pol, sondern in gleicher Stärke auch durch die Stromquelle hindurch. Das ist der Grund dafür, warum die Spannung an den Polen absinkt, wenn Strom fließt. Die Stromquelle wirkt dann wie ein zusätzlich in Reihe geschalteter Widerstand. Dieser Widerstand lässt sich nicht direkt messen. Im folgenden Versuch kannst Du seine Größe dennoch bestimmen.

Geräte:

1 Grundplatte
1 Steckelement mit Hebelschalter
2 Verbundstecker
4 Steckelemente mit Widerstand
1 Batteriehalter
4 Experimentierkabel

zusätzlich:
2 Vielfachmessgeräte

Aufbau und Durchführung:

- Stecke auf der Grundplatte einen Stromkreis zusammen, der die drei Widerstandselemente R_1, R_2 und R_3 in einer Parallelschaltung enthält.
- Stelle die Messgeräte auf den Bereich 10 V = bzw. 1 A = .
- Miss bei *geöffnetem* Schalter kurzzeitig die zwischen den Polen herrschende Spannung, die sogenannte *Leerlaufspannung* U_0. Achte dabei unbedingt auf die Polung am Messgerät und trage den Messwert bei $I = 0$ in die Tabelle ein.
- Schalte das Amperemeter so in den Stromkreis, dass Du damit die Gesamtstromstärke messen kannst. Achte auch hier auf die richtige Polung.
- Miss bei *geschlossenem* Schalter jeweils die Gesamtstromstärke und die an den Polen abgreifbare Spannung, die sogenannte *Klemmenspannung*. Trage die Messwerte in die Tabelle ein.
- Miss die Gesamtstromstärke und die Klemmenspannung für folgende parallel geschaltete Widerstandselemente:
  R_1 und R_2, R_1 und R_3, R_1 und R_4, R_2 und R_3, R_2 und R_4, R_3 und R_4 und trage die Messwerte in die Tabelle ein.

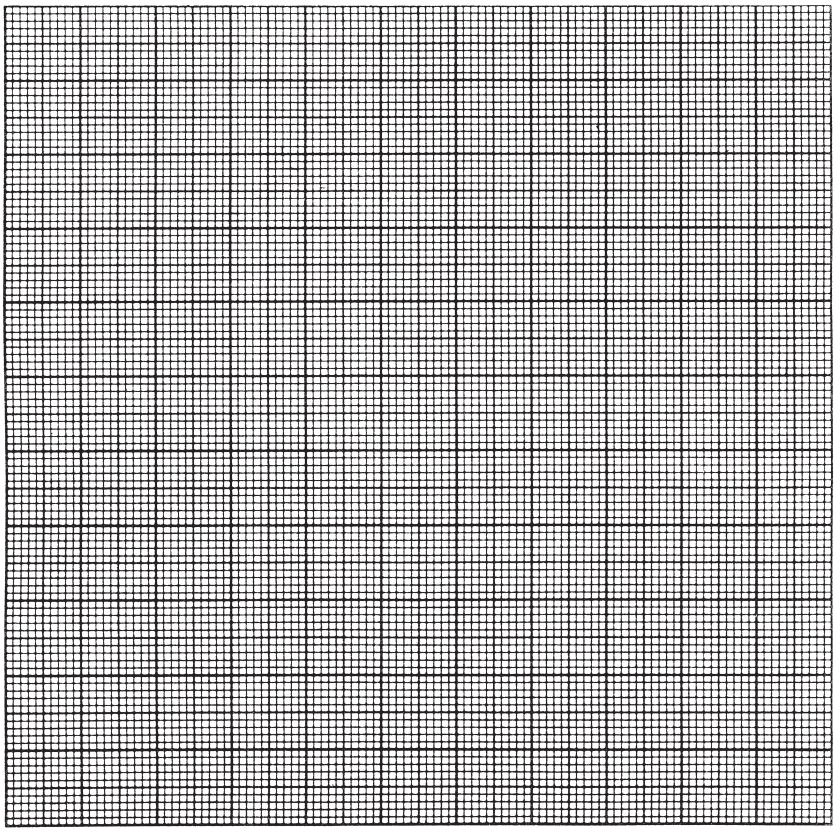
Tabelle:

I in A	0							
U in V								

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Auswertung:

(1) Trage alle Wertepaare in ein I – U – Diagramm ein. Wähle hierzu günstige Einheiten auf den Achsen.



(2) Ermittle graphisch den Wert der Stromstärke I_{max}, die sich für die Klemmenspannung $U = 0$ ergäbe.

I_{max} = _____

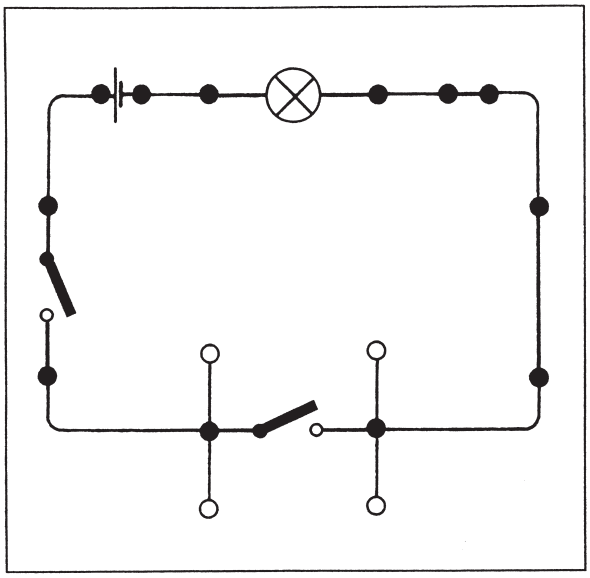
(3) Berechne den Innenwiderstand R_i der Batterie als Quotient aus der Leerlaufspannung U_0 und der Stromstärke I_{max} auf eine Dezimale genau:

R_i = _____

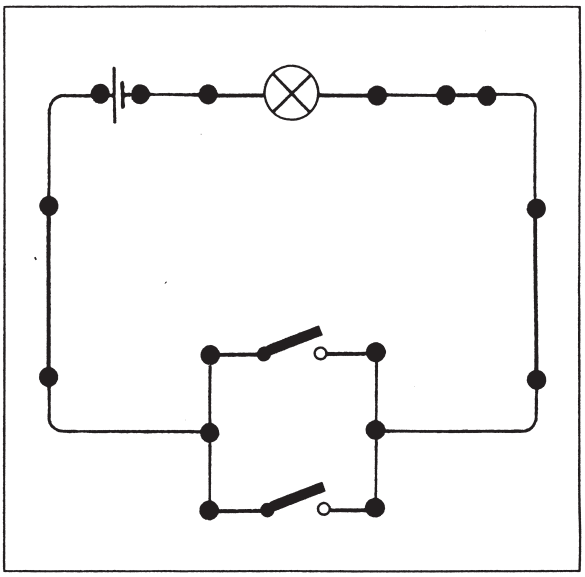
© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Lösungen zu den Versuchen E 1 – 4 und E 1 - 6

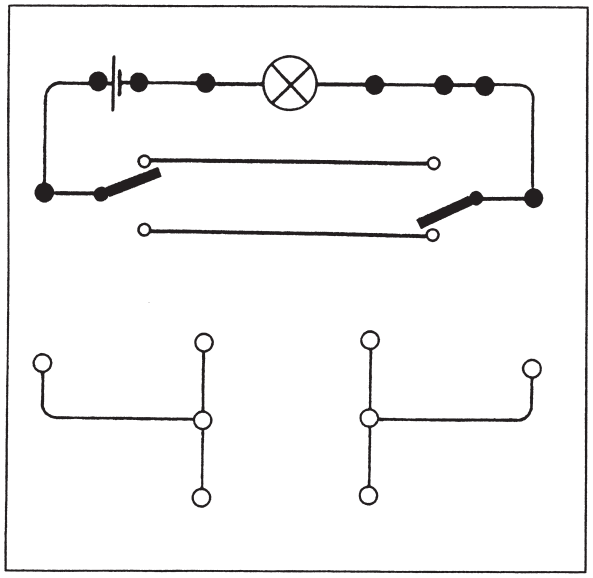
UND-Schaltung



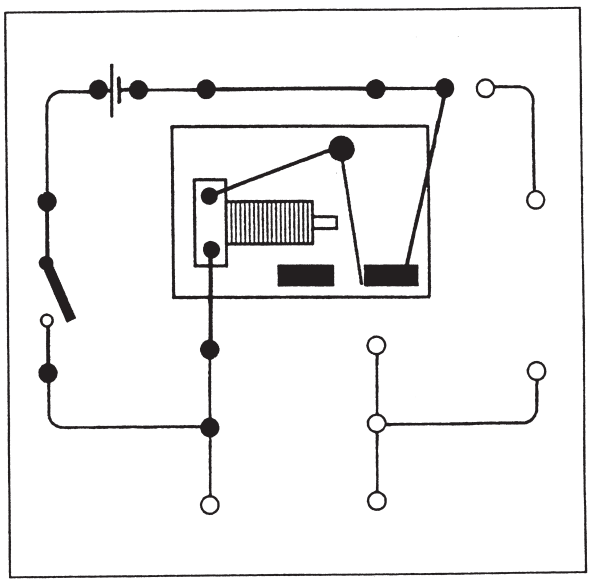
ODER-Schaltung



WECHSEL-Schaltung



Klingel:



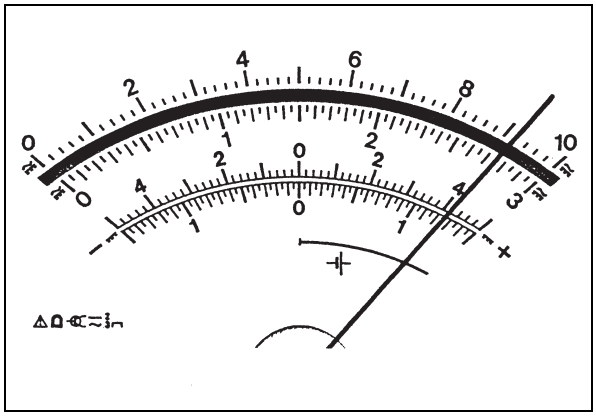
© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

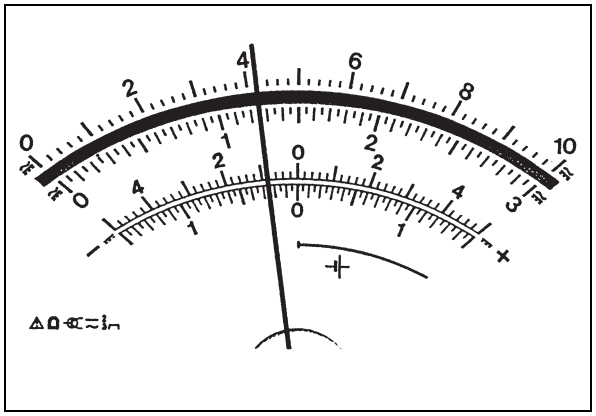
Ableseübung zum Vielfachmessgerät

Einführung:

Das MEKRUPHY - Vielfachmessinstrument AMM 3000 besitzt zwei Skalen: eine schwarze für den Zeigernullpunkt links und eine blaue für den Zeigernullpunkt Mitte. Das Gerät hat jedoch 24 Messbereiche. Damit Du Dich bei der Ablesung besser zurechtfindest, stehen Dir hier verschiedene Ableseübungen zur Verfügung. Die Lösungen stehen auf Seite 40, nimm sie aber bitte erst am Ende der Übung für die Überprüfung Deiner eigenen Angaben zu Hilfe.

Durchführung:





- Lies jeweils den in der linken Abbildung angezeigten Messwert bei den angegebenen Messbereichseinstellungen ab und trage ihn in die Tabelle 1 ein.
- Wiederhole die Übung für die rechte Abbildung und Tabelle 2.

Tabelle 1:

Nullpunkt	Messbereich	Messwert
links	10 V	
links	3 A	
links	100 mA	
links	30 V	
links	300 mV	
links	10 mA	
links	1 V	
links	100 µA	

Tabelle 2:

Nullpunkt	Messbereich	Messwert
Mitte	3 V	
Mitte	10 mA	
Mitte	1 V	
Mitte	100 mA	
Mitte	30 V	
Mitte	1 mA	
Mitte	100 µA	
Mitte	300 mV	

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Ableseübung zum Vielfachmessgerät

Tabelle 1:

Null-punkt	Mess-bereich	Mess-wert
links	1 mA	
links	300 mA	
Mitte	10 mA	
Mitte	3 V	
Mitte	100 mV	
Mitte	1 A	
Mitte	300 V	
Mitte	100 V	
Mitte	30 V	
Mitte	100 mA	
Mitte	1 mA	
links	3 V	
links	1 A	
links	100 mV	
links	300 V	
links	100 V	
Mitte	300 mA	
Mitte	3 A	
Mitte	10 V	
Mitte	100 µA	
Mitte	1 V	
Mitte	300 mV	

Tabelle 2:

Null-punkt	Mess-bereich	Mess-wert
Mitte	300 V	
Mitte	1 A	
links	100 V	
links	3 A	
links	100 mV	
links	1 mA	
links	30 V	
links	100 mA	
links	1 V	
links	300 V	
links	100 µA	
links	10 mA	
Mitte	3 A	
Mitte	100 V	
Mitte	300 mA	
links	300 mA	
Mitte	10 V	
links	10 V	
links	1 A	
links	300 mV	
links	3 V	
Mitte	100 mV	

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen

Lösungen zur Ableseübung

Tabelle 1:

9,2 V; 2,75 A; 92 mA; 27,5 V; 275 mV; 9,2 mA; 0,92 V; 92µA; 0,92 mA; 275 mA; 4,2 mA; 1,25 V; 42 mV; 0,42 A; 125 V; 42 V; 12,5 V; 42 mA; 0,42 mA; 2,75 V; 0,92 A; 92 mV; 275 V; 92 V; 125 mA; 1,25 A; 4,2 V; 42 µA; 0,42 V; 125 mV

Tabelle 2:

0,25 V; 0,8 mA; 0,08 V; 8 mA; 2,5 V; 0,08 mA; 8 µA; 25 mV; 25 V; 0,08 A; 42 V; 1,25 A; 42 mV; 0,42 mA; 12,5 V; 42 mA; 0,42 V; 125 V; 42 µA; 4,2 mA; 0,25 A; 8 V; 25 mA; 125 mA; 0,8 V; 4,2 V; 0,42 A; 125 mV; 1,25 V; 8 mV

© 2007 MEKRUPHY GmbH, Pfaffenhofen