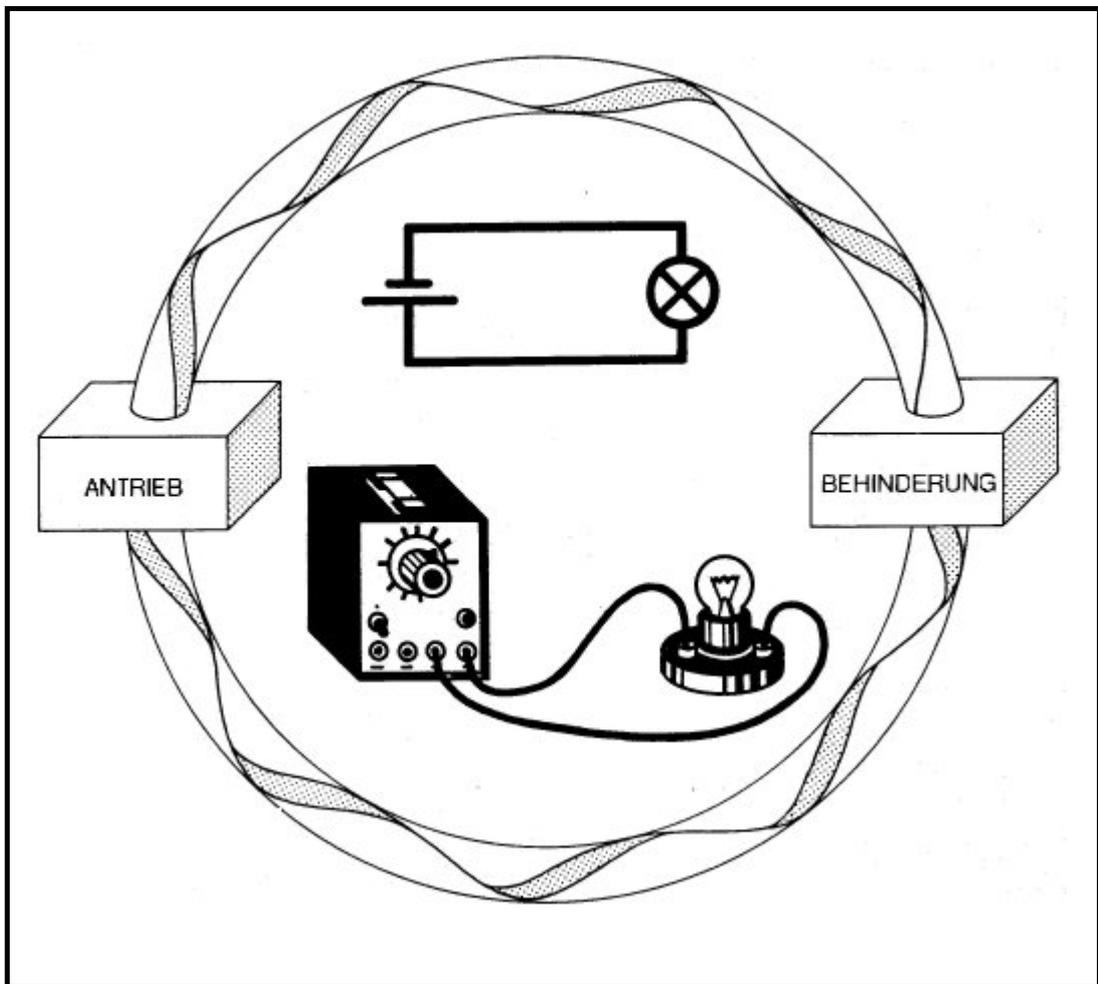


# IPN

# Curriculum

# Physik

Unterrichtseinheit für das 7. und 8. Schuljahr



Der elektrische Stromkreis als System

**Schülerheft Nr. 1**

# **IPN Curriculum Physik**

## **Der elektrische Stromkreis als System**

### **Schülerheft 1**

## **Strom und Widerstand in Reihen- und Parallelschaltungen**

Herausgeber: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel (IPN).

Die vorliegende Unterrichtseinheit ist Teil des überarbeiteten IPN-Curriculum Physik und umfaßt den Inhalt der drei Erprobungsfassungen:

6.4. Der elektrische Strom

7.4. Stromstärke und Widerstände

8.1. Die elektrische Spannung

Verantwortlich für die vorliegende Fassung:

**Hermann Härtel**

haertel@astrophysik.uni-kiel.de

## Inhaltsverzeichnis

### Teil 1 Arbeitsblätter

Einleitung .....	5
Systeme, die Energie transportieren. ....	7
Was wird bei einem elektrischen Stromkreis verbraucht? .....	9
Wie wird ein Strommeßgerät in den Stromkreis geschaltet? 1 .....	10
Was wird mit dem Strommeßgerät gemessen? .....	11
Das Strommeßgerät .....	12
Wird Strom verbraucht? .....	13
Messungen an einem Wassermodell .....	14
Ein lustiges, aber fragwürdiges Modell .....	15
Wie verhält sich der elektrische Strom bei einer Verzweigung? .....	17
Darstellung eines Stromkreises in der Form einer Schaltskizze .....	18
Der verzweigte Stromkreis .....	20
Schaltskizzen von Reihen- und Parallelschaltungen .....	21
Zusammengesetzte Schaltungen .....	22
Strommessungen in einer Reihenschaltung .....	23
Reihenschaltung am Wassermodell .....	24
Ein unerwartetes Versuchsergebnis bei einer Reihenschaltung .....	25
Wie teilt sich ein Strom bei einer Stromverzweigung auf? .....	26
Strommessungen an einer Parallelschaltung .....	27
Messungen an einem Wassermodell mit Parallelwiderständen .....	28
Eine Parallelschaltung mit unterschiedlichen Widerständen .....	29
Was ist ein Kurzschluß? .....	30
Wo ist der Kurzschluß? .....	31
Parallelschaltungen im Haushalt .....	32
Beispiele für Parallelschaltungen .....	33
Welche Lampe leuchtet? .....	34

### Teil 2 Information

Beschreibung des elektrischen Stromkreises .....	35
Darstellung eines Stromkreises als Schaltskizze .....	36
Reihen- und Parallelschaltungen .....	37
Der elektrische Strom .....	38
Der elektrische Widerstand .....	40
Der Kurzschluß .....	41



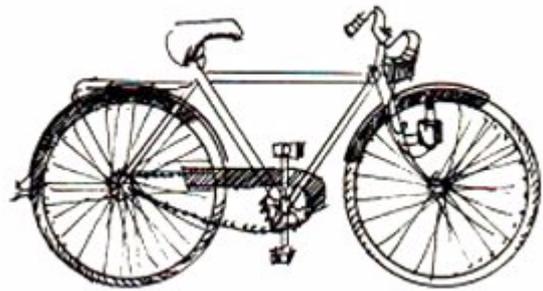
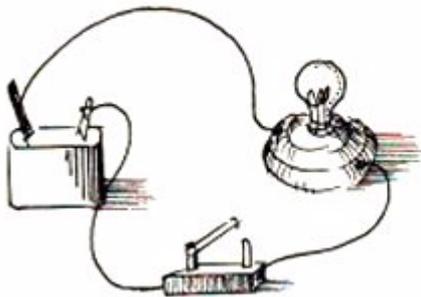
## Teil 1 Arbeitsblätter

### Einleitung

Wie vielseitig und allgegenwärtig der elektrische Strom ist, wißt ihr sicher schon. Ihr könnt euch das noch einmal klarmachen, indem ihr überlegt, was alles passieren würde, wenn der Strom in der ganzen Bundesrepublik für einen Monat ausfällt.

Zwei wichtige Erkenntnisse stellen wir gleich an den Anfang, damit ihr von vornherein wißt, worauf es vor allem ankommt:

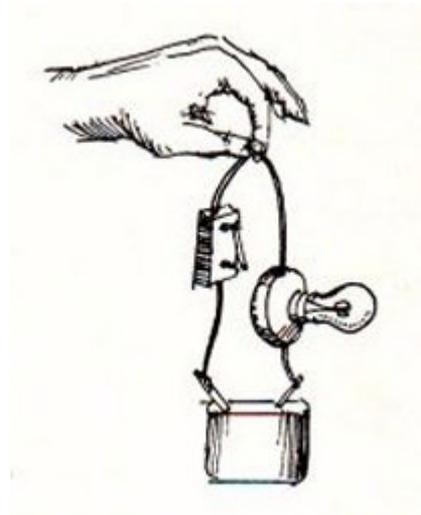
1. Wenn ein elektrischer Strom fließen soll, dann muß ein geschlossener Kreis aus leitendem Material vorhanden sein.



Wo ist hier die Rückleitung?

Antwort: \_\_\_\_\_

2. Bei einem Stromkreis darf man die einzelnen Teile nicht völlig getrennt voneinander behandeln, denn „es hängt alles miteinander zusammen“.



Den ersten Satz kennt ihr vielleicht schon aus dem Sachunterricht in der Grundschule oder aus der Orientierungsstufe. Zu dieser Regel gibt es einige wenige Ausnahmen (z. B. den Blitz), die aber für den folgenden Unterricht nicht wichtig sind.

Der zweite Satz kommt euch wahrscheinlich unverständlich oder nichtsagend vor.

Er bedeutet, daß bei einem Stromkreis immer mehrere verschiedene Bauteile in einer ganz bestimmten Weise zusammenwirken und sich gegenseitig beeinflussen.

Die Zeichnung soll diesen Zusammenhang nur symbolisch darstellen und ist nicht ganz ernst gemeint. Im Laufe des folgenden Unterrichtes wird die Art dieses „Zusammenhanges“ ausführlich behandelt.

Dieses Schülerheft hat zwei Teile. Im ersten Teil sind Aufgabenblätter zusammengestellt, die ihr mit der ganzen Klasse oder auch in Gruppen bearbeiten könnt. Im zweiten Teil ist der ganze Stoff des Unterrichtes noch einmal kurz zusammengefaßt. Dieser Text kann aber nur dann für euch hilfreich sein, wenn ihr vorher im Unterricht mitgearbeitet habt. Es ist kaum möglich, das vorliegende Kapitel der Physik nur anhand eines Textes zu verstehen.

Abschließend noch ein wichtiger Hinweis:

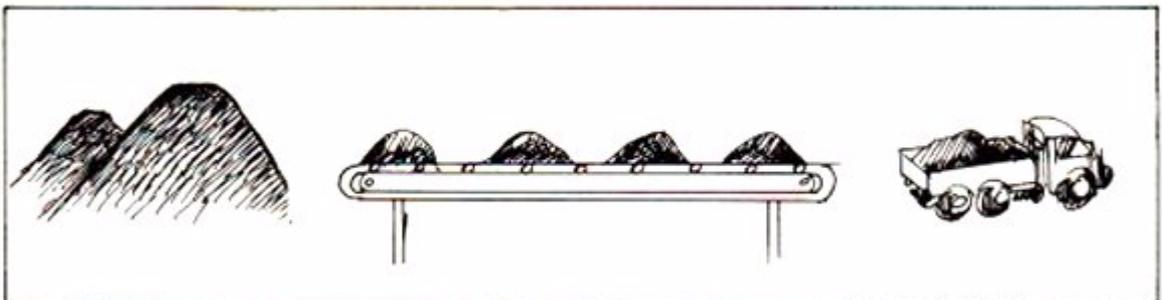
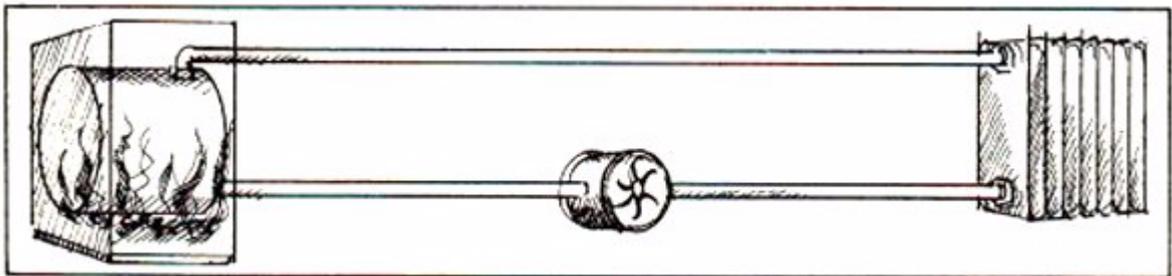
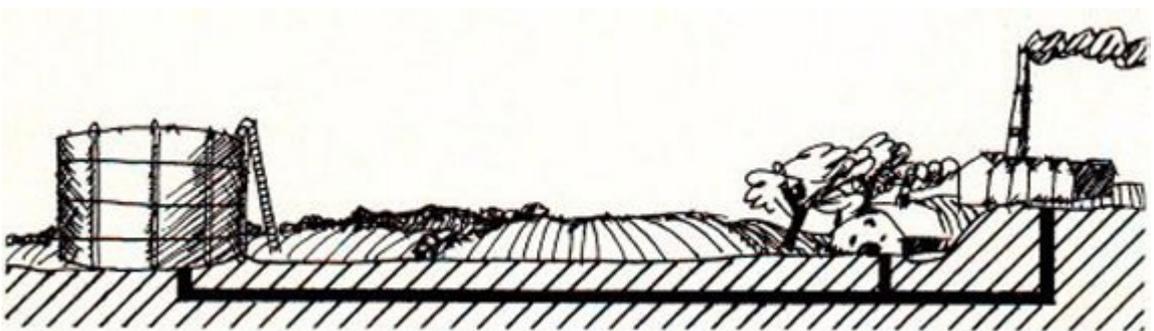
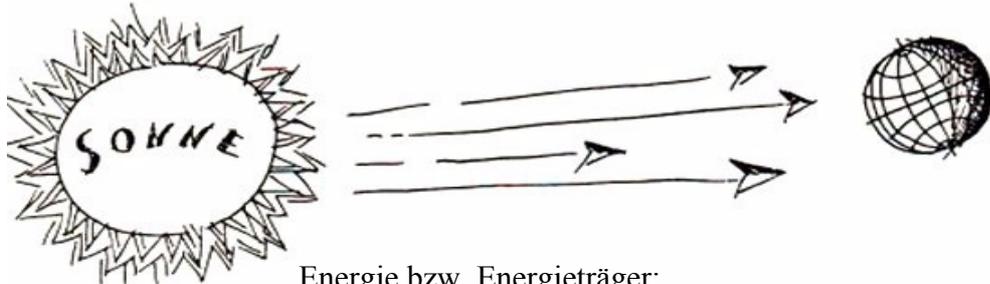
“ Ihr habt sicher schon gehört, daß das Berühren von nichtisolierten elektrischen Leitungen lebensgefährlich sein kann. Auf diese Tatsache soll hier gleich zu Anfang deutlich hingewiesen werden. Ungefährlich sind nur Stromkreise mit kleinen Batterien oder Spielzeugtransformatoren (wie zum Beispiel bei einer elektrischen Eisenbahn). Elektrische Haushaltsgeräte, die nicht ordnungsgemäß angeschlossen und isoliert sind, können dagegen lebensgefährlich sein, besonders in Verbindung mit Wasser- oder Gasleitungen.

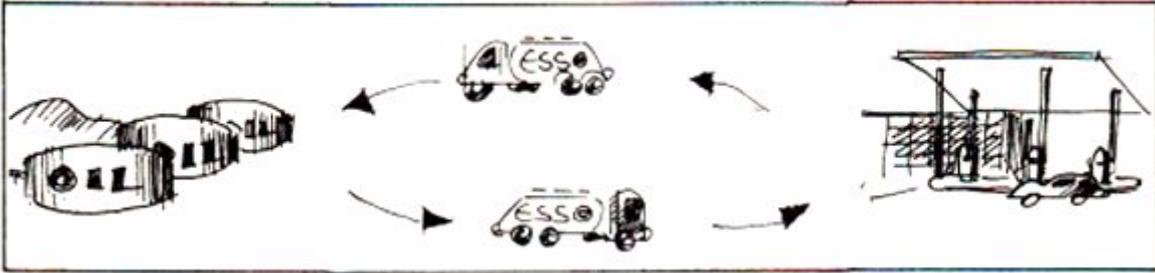
Im Laufe des Unterrichts werdet ihr kennenlernen, unter welchen Umständen diese Gefahren auftreten und wie man sie vermeiden kann. ”

## Systeme, die Energie transportieren.

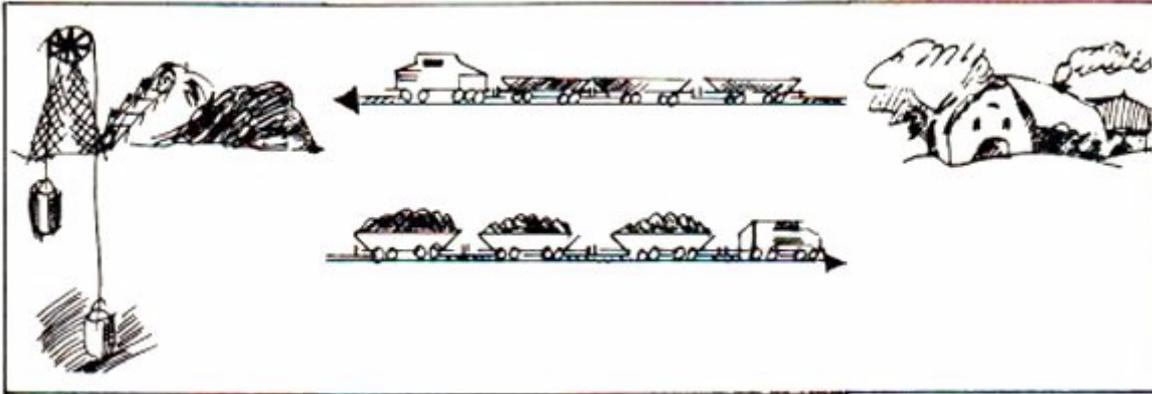
Der elektrische Stromkreis ist ein System, das Energie transportiert. Um ihn besser zu verstehen, ist es sinnvoll, sich zunächst andere Systeme anzusehen, die auch Energie transportieren. Anschließend kann man fragen, mit welchem dieser Systeme der elektrische Stromkreis wohl die größte Ähnlichkeit hat.

Auf diesen beiden Seiten sind eine Reihe von Energiequellen und Verbrauchern oder Abnehmern von Energie aufgeführt. Tragt zu jeder Abbildung ein, welche Form der Energie transportiert wird bzw. welcher Energieträger dabei eine Rolle spielt.

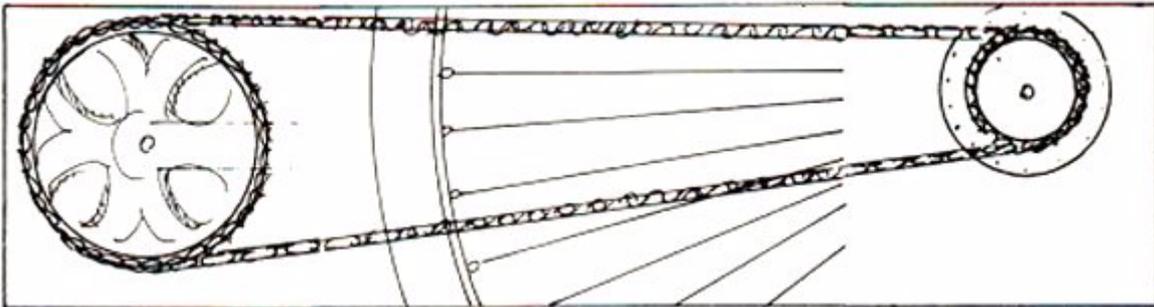




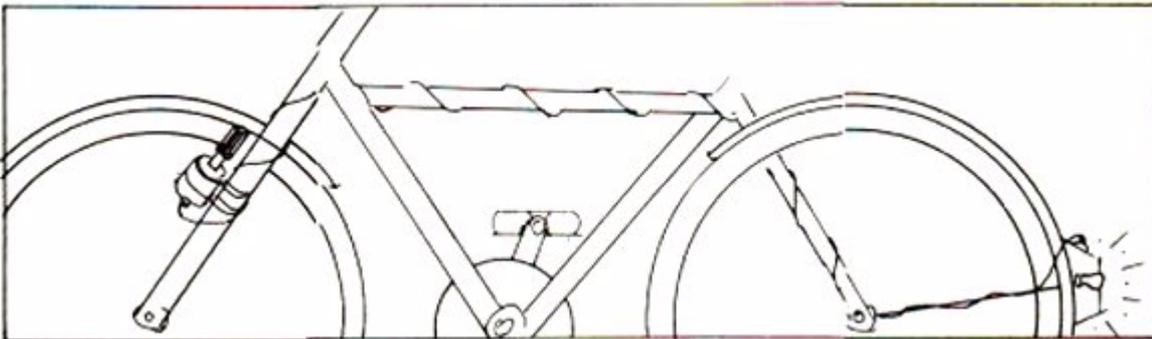
Energie bzw. Energieträger: \_\_\_\_\_



Energie bzw. Energieträger: \_\_\_\_\_



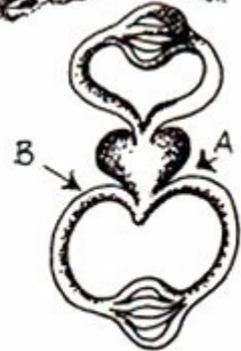
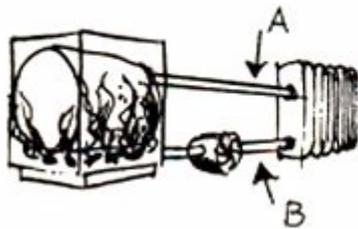
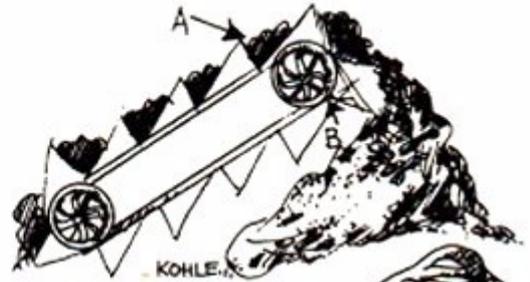
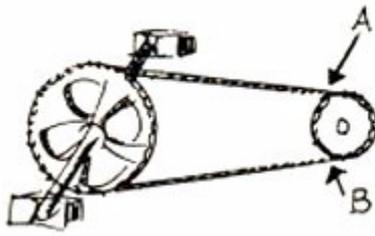
Energie bzw. Energieträger: \_\_\_\_\_



Energie bzw. Energieträger: \_\_\_\_\_

## Was wird bei einem elektrischen Stromkreis verbraucht?

In den folgenden Abbildungen sind noch einmal vier verschiedene Systeme dargestellt, mit denen Energie transportiert wird.



In welchem der Systeme wird zusammen mit der Energie Materie verbraucht oder abgeführt?

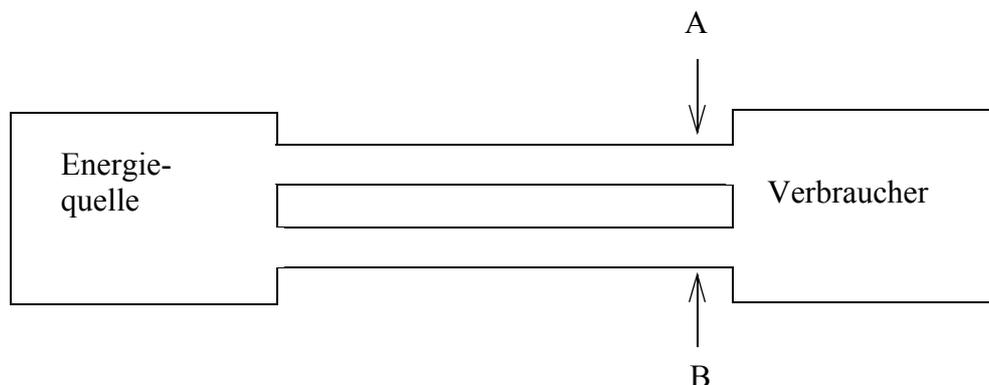
---



---

Durch welche Messung kann man bei einem unbekanntem System prüfen, ob Materie verbraucht oder abgeführt wird?

Welche Größe muß man bei den Meßpunkten A und B bestimmen, um diese Frage beantworten zu können?




---



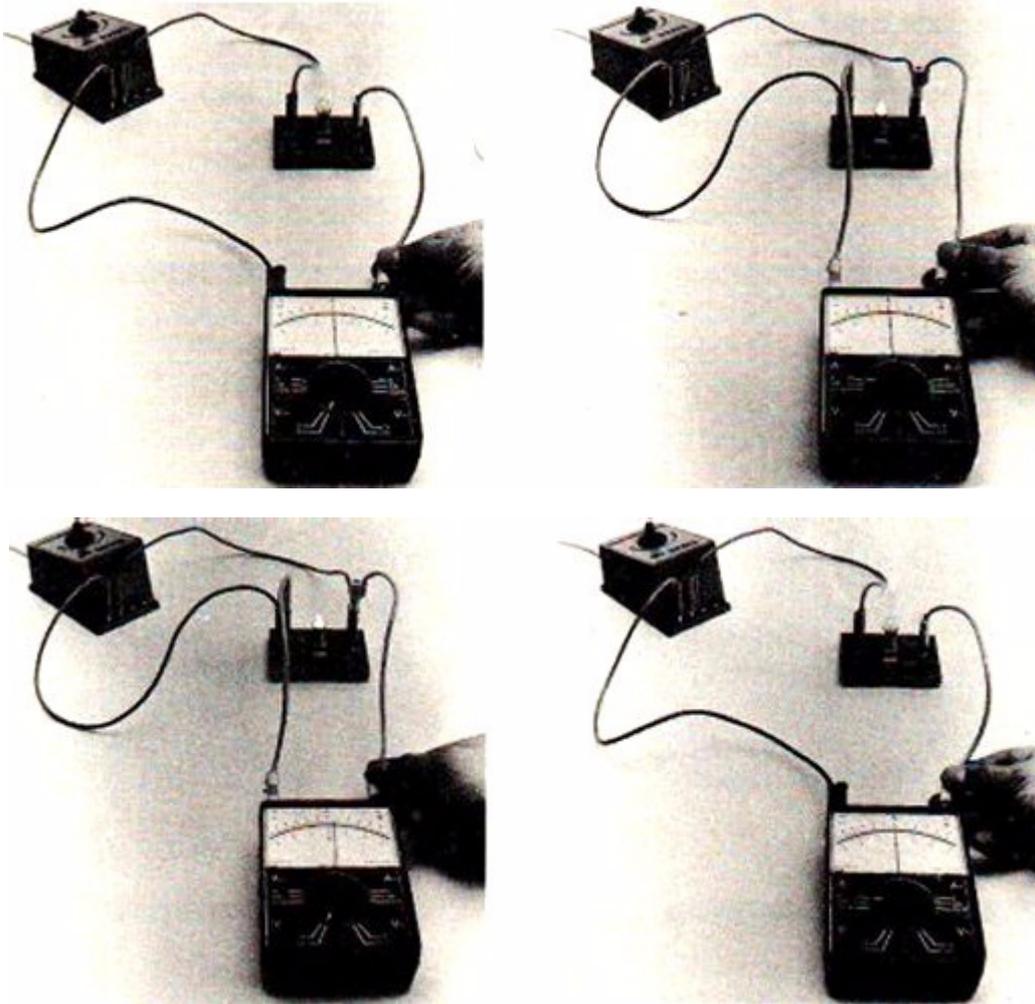
---

## Wie wird ein Strommeßgerät in den Stromkreis geschaltet?

Als Schaltzeichen für das Strommeßgerät wurde das Symbol  $\text{—}(\text{A})\text{—}$  vereinbart.

Die Einheit des Meßwertes dieses Instrumentes wird Ampere genannt.

Es soll ein elektrischer Strom gemessen werden, über dessen Wert nichts bekannt ist. Welcher der drei Schüler handelt richtig?



Begründet eure Antwort: \_\_\_\_\_

Was muß man tun, wenn der Zeiger eines Instrumentes nach links ausschlägt?

Antwort: \_\_\_\_\_

## Was wird mit dem Strommeßgerät gemessen?

Mit den beiden rechts dargestellten Geräten (Zapfsäule, Strömungsmesser) wird jeweils an einer Flüssigkeitsströmung eine Messung durchgeführt.

Allerdings gibt es einen wichtigen Unterschied zwischen den beiden Messungen.

Was wird bei der Zapfsäule gemessen?

\_\_\_\_\_

Die gezapfte Benzinmenge in Liter.

Was wird bei dem Strömungsmesser gemessen?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Bei welcher Messung ist die Dauer der Messung wichtig?

\_\_\_\_\_

Der hier angesprochene Unterschied tritt noch bei einem weiteren Gerät auf, das ihr alle kennt

Auch mit diesem Gerät werden zwei verschiedene Messungen durchgeführt.

Welches sind diese Messungen?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

2. Die zurückgelegte Wegstrecke (in km)

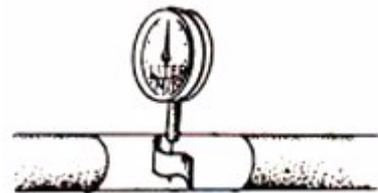
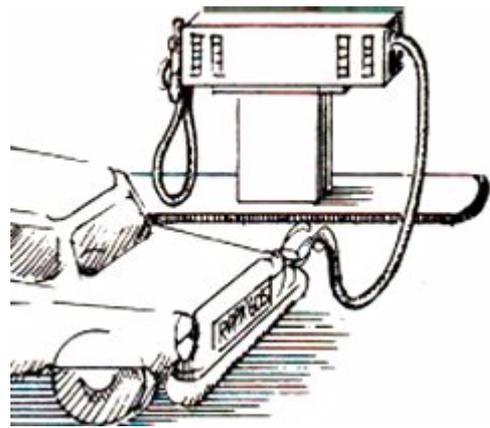
Bei welcher Messung ist die Dauer der Messung wichtig?

\_\_\_\_\_

Frage: Welches der vier Geräte: Zapfsäule, Strömungsmesser, Kilometerzähler, Tachometer mißt im Prinzip die gleiche Größe wie das Strommeßgerät (denkt an den Einfluß der Meßzeit)?

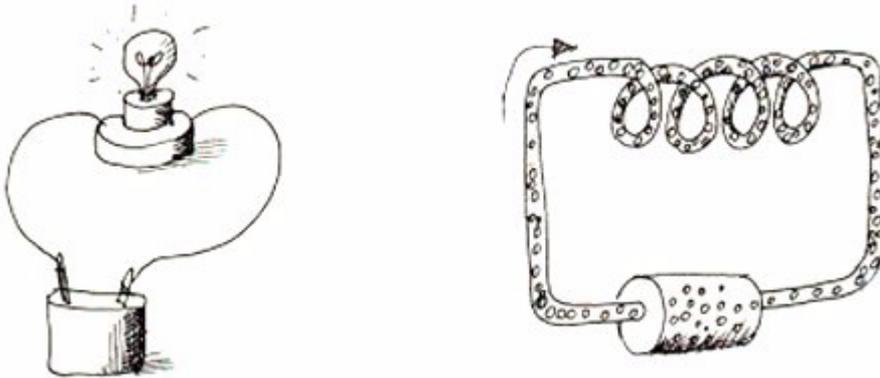
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

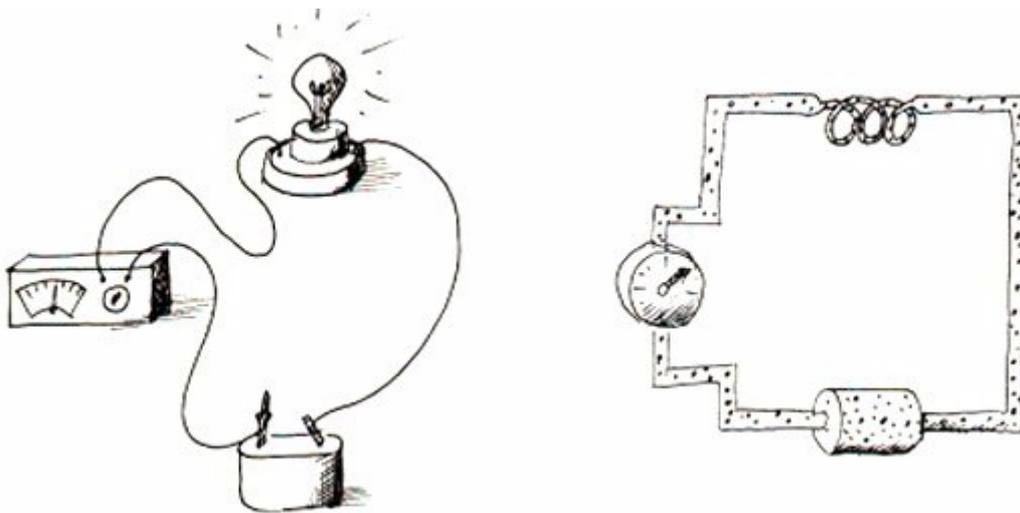


## Das Strommeßgerät

Wenn ein elektrischer Strom fließt, so stellen wir uns als Modell vor, daß sich in dem Leiterkreis kleine Teilchen (genannt Ladungsträger oder auch Elektronen) im Kreis herumbewegen.



Ein Strommeßgerät wird nun so in den Stromkreis hineingeschaltet, daß alle diese Teilchen durch das Instrument hindurchfließen müssen.

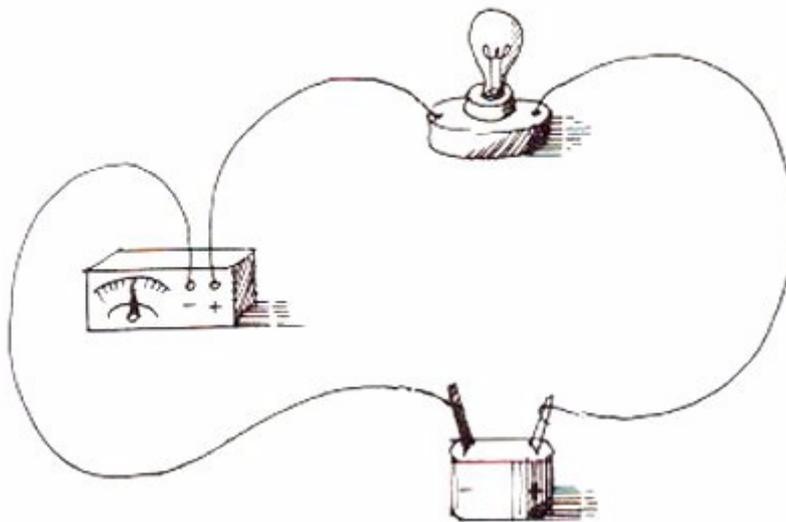
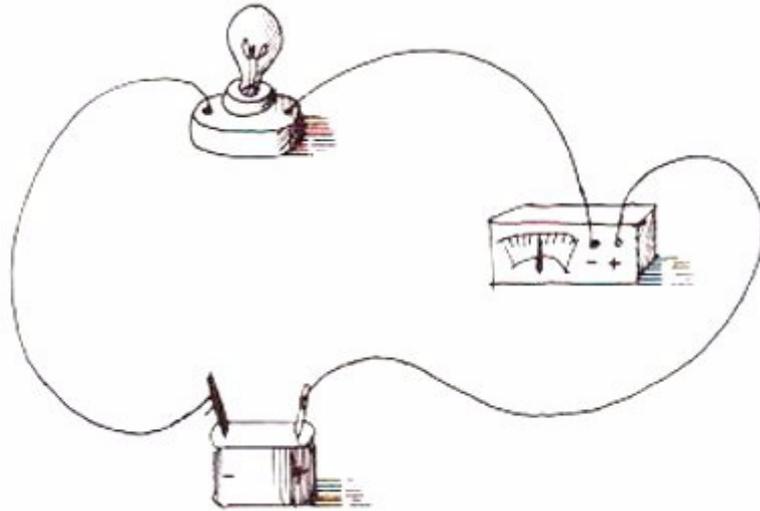


Das Strommeßgerät in einem elektrischen Stromkreis mißt die Zahl der Ladungsträger oder auch die Ladungsmenge, die pro Zeitdauer an der Meßstelle vorbeifließt.

Diese elektrische Größe wird mit dem Buchstaben  $I$  abgekürzt.

## Wird Strom verbraucht?

Baut mit den gleichen Bauteilen erst den einen, dann den anderen Stromkreis auf und mißt jeweils die Größe des Stromes.



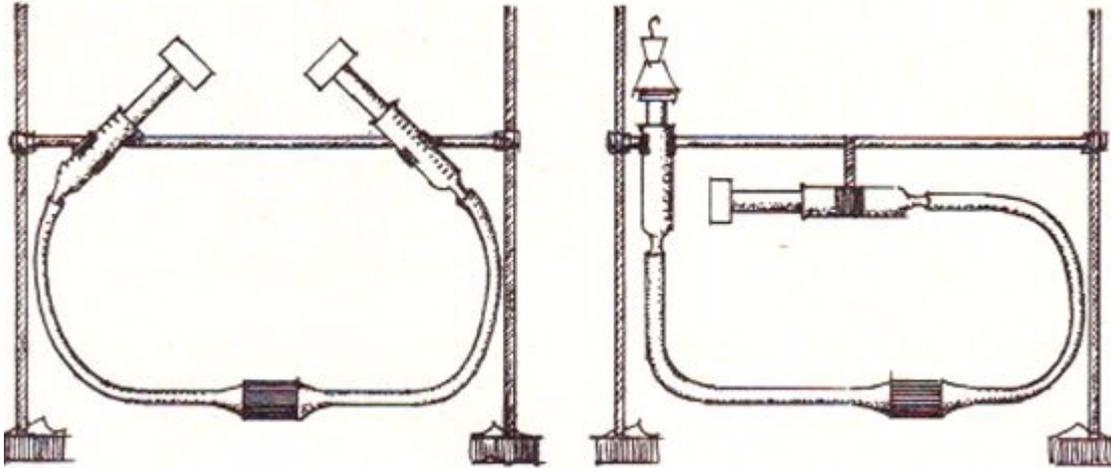
Ergebnis:  $I_1 =$  \_\_\_\_\_  $I_2 =$  \_\_\_\_\_

Das Meßergebnis gibt euch einen Hinweis für die Beantwortung der Frage, ob bei einem elektrischen Stromkreis der Strom (fließende Materie) verbraucht wird.

Ergebnis: \_\_\_\_\_

## Messungen an einem Wassermodell

Die folgende Abbildung stellt einen Wasserkreis dar, in dem das Wasser durch zwei Kolben hin und her gedrückt werden kann. In der Mitte ist durch eine Art Schwamm ein Strömungswiderstand erzeugt worden.



Durch einen einfachen Umbau kann mit Hilfe eines Gewichtstückes der Inhalt eines Kolbens durch den Wasser„kreis“ gedrückt werden.

Welche Ähnlichkeit besteht zwischen diesem Modell und einem elektrischen Stromkreis?

Füllt die folgende Tabelle mit den entsprechenden Teilen aus dem Wasserkreis aus.

Stromkreis	Wasserkreis
Energiequelle	
Leiter	
Widerstand	
Schalter	
Strom	
Strommeßgerät	

Welche Werte müssen bei dem Wassermodell gemessen werden, um zu berechnen, welche Wassermenge pro Sekunde durch den Strömungswiderstand fließt?

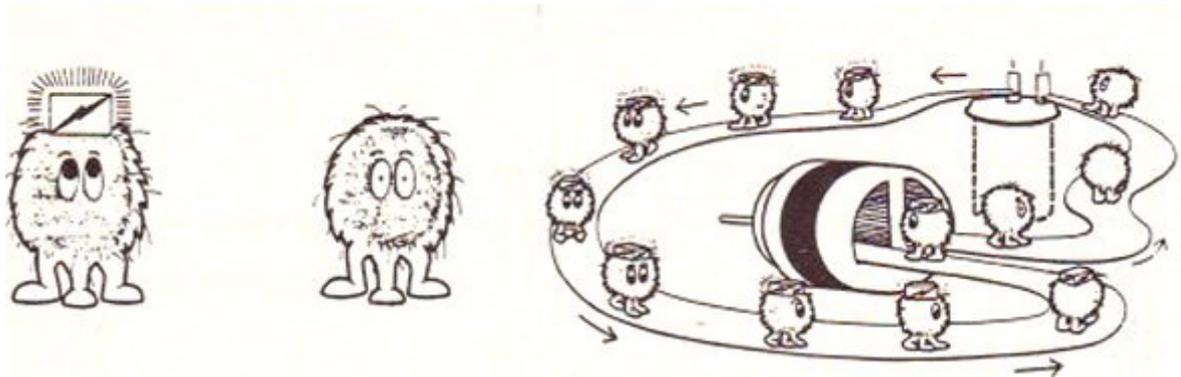
---



---

## Ein lustiges, aber fragwürdiges Modell

In einem Physikbuch wurde der elektrische Stromkreis einmal durch folgendes Modell dargestellt:



Elektroteilchen  
mit Energie

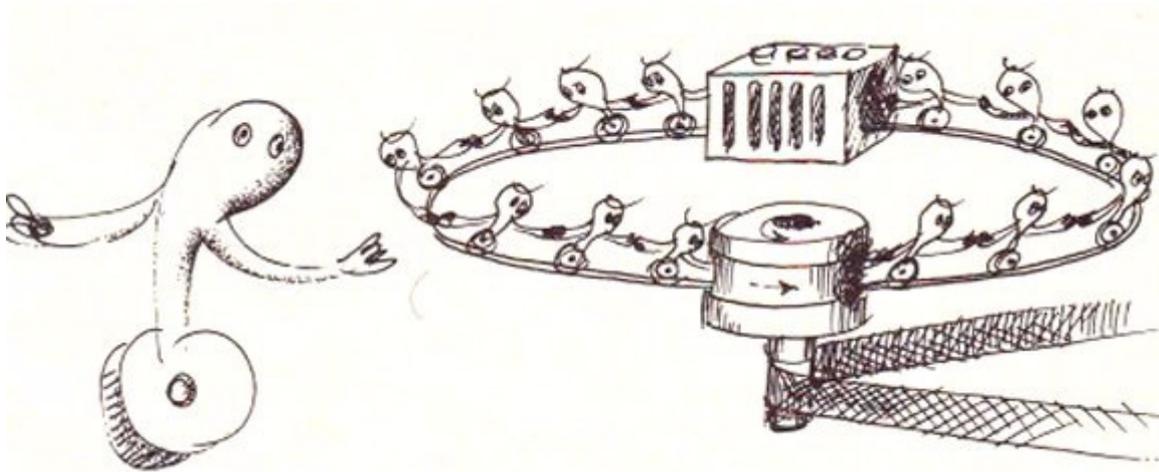
Elektroteilchen  
ohne Energie

Die Elektroteilchen bekommen in der Energiequelle ihre Energie, sie laufen dann zum Motor „geben dort ihre Energie ab und kehren „erschöpft“ zur Batterie zurück.

Dieses Modell ist sehr lustig und wirkt deshalb auf Schüler sehr anziehend. Es führt aber in einigen wichtigen Punkten zu Ergebnissen, die unverständlich sind. Ihr könnt diese Schwachpunkte selbst herausfinden, wenn ihr versucht, die folgenden Fragen zu beantworten:

- Bei einem Stromkreis hört der Strom auf zu fließen, wenn an irgendeiner Stelle der Leiterkreis unterbrochen wird. Was wird in dem obigen Modell passieren, wenn an einer Stelle der Weg versperrt wird? Bleiben die Elektroteilchen alle schlagartig stehen? Wenn ja, warum?
- Was geschieht mit der Energie auf den Köpfen der Teilchen, wenn der Weg an irgendeiner Stelle unterbrochen wird? Bleibt die Energie für längere Zeit erhalten? Steht sie nach einem Wiedereinschalten wieder zur Verfügung?
- Was wird eintreten, wenn der Widerstand (im Bild ist es der Widerstand des Motors) plötzlich größer wird, d. h. wenn die Teilchen sich mit größerer Anstrengung hindurchzwängen müssen. Gibt es dann einen Stau vor dem Widerstand, oder werden die Teilchen überall entsprechend langsamer? Wenn das letztere gilt, so ist zu fragen, woher die weit entfernten Teilchen erfahren, daß sie langsamer laufen müssen.

In der folgenden Abbildung ist das Modell etwas umgezeichnet worden. Die Teilchen hängen jetzt alle zusammen und der Antrieb erfolgt ausschließlich durch die Batterie.



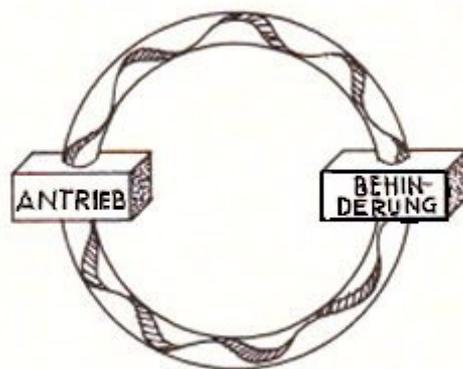
Bewegliches Elektro-  
teilchen ohne eigenen  
Antrieb

Zusammenhängender Ring von Elektroteilchen,  
über die von der Batterie eine Kraft auf den Treibriemen übertragen wird.

Versucht, die drei Fragen mit diesem Modell zu beantworten. Welches der beiden Modelle paßt besser für den Stromkreis?

Ein Stromkreis wird also aus drei wesentlichen Elementen gebildet

- 1.: Antrieb
- 2.: ein in sich abgeschlossener Materiefluß
- 3.: eine Behinderung

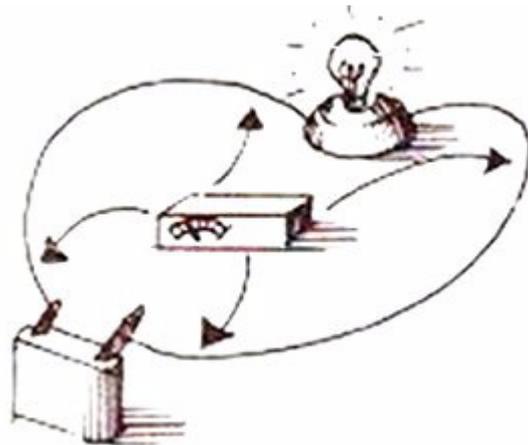


Durch den Antrieb (die Batterie) wird die bewegliche Materie in Bewegung gesetzt und dadurch wird die Energie übertragen. Die Behinderung (der Widerstand) hemmt diese Bewegung und wandelt dadurch die Energie um.

Wenn ihr versucht, dieses Muster bei allen kommenden Aufgaben anzuwenden, werdet ihr die folgenden Experimente besser verstehen und die auftretenden Fragen besser beantworten können.

## Wie verhält sich der elektrische Strom bei einer Verzweigung?

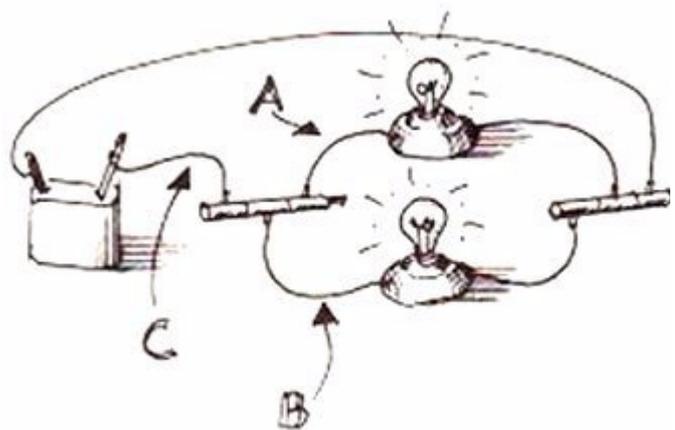
Im Unterricht habt ihr erfahren, daß der Strom in einem unverzweigten Stromkreis überall gleich groß ist. Zur Messung des Stromes kann man das Meßgerät an jeder Stelle in den Stromkreis einbauen.



Wie ist es nun bei einer Stromverzweigung?

Wird man in diesem Fall auch an den Stellen A, B und C den gleichen Meßwert für den Strom erhalten?

Vermutung: \_\_\_\_\_

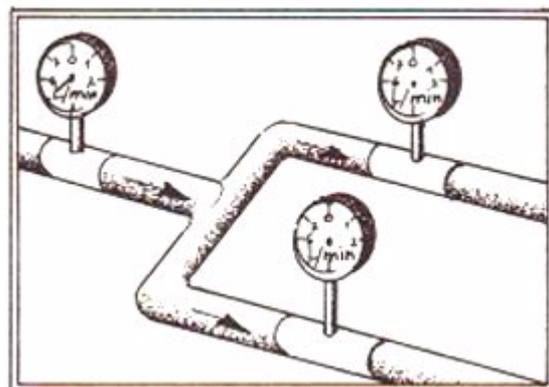


Überprüft eure Vermutung, indem ihr den Stromkreis aufbaut und jeweils an den drei angegebenen Stellen das Strommeßgerät einschaltet.

Meßpunkt	mA
A	
B	
C	

Ihr könnt euch das Ergebnis verständlich machen, indem ihr euch eine Verzweigung in einer Flüssigkeitsströmung vorstellt.

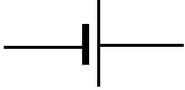
Das linke Meßgerät in dem Hauptrohr vor der Abzweigung zeigt eine Flüssigkeitsströmung von 5 l/min an. Was werden die beiden anderen Durchflußmesser in den Zweigrohren anzeigen?



Antwort: \_\_\_\_\_

## Darstellung eines Stromkreises in der Form einer Schalt- skizze

Jeder Stromkreis besteht aus einer oder aus mehreren Energiequellen, aus einem oder mehreren Widerständen und aus Zuleitungskabeln. Um einen Stromkreis in einfacher Form darstellen zu können, hat man Symbole für diese einzelnen Elemente eingeführt.

Energiequelle  Der kurze Querstrich kennzeichnet den Minus-Pol, der lange Strich den Plus-Pol.

Widerstand 

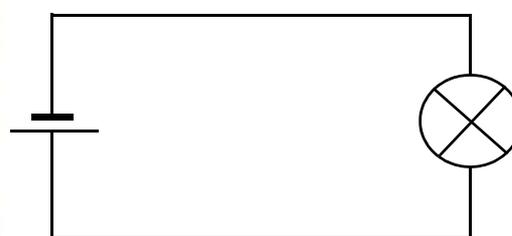
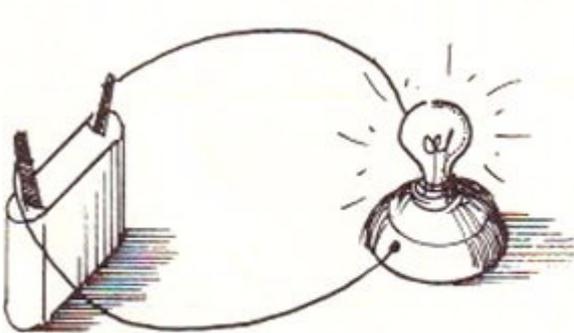
Glühlampe 

Motor 

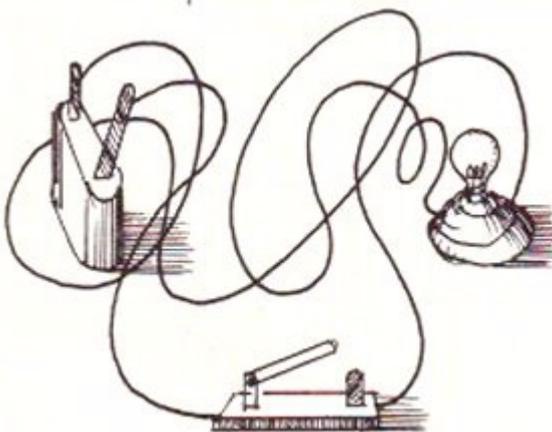
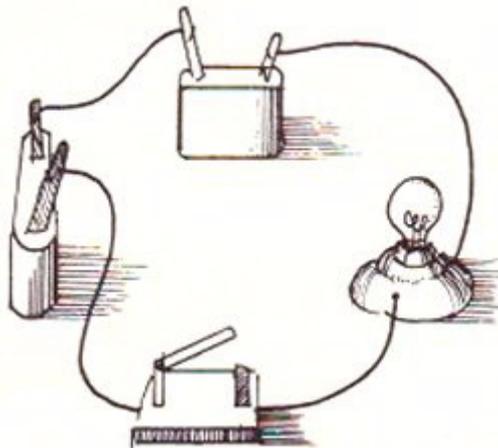
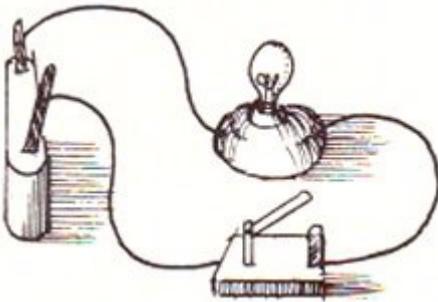
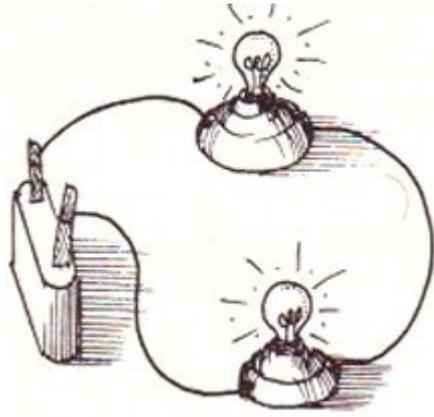
Zuleitungskabel  Zuleitungskabeln werden stets als waagerechte oder senkrechte Linien gezeichnet.

Schalter  geöffnet  
 geschlossen

Beim Lösen der folgenden Aufgaben könnt ihr feststellen, ob ihr nach der Darstellung eines realen Stromkreises Schaltskizzen anfertigen könnt.  
Zeichnet die zugehörigen Schaltskizzen.



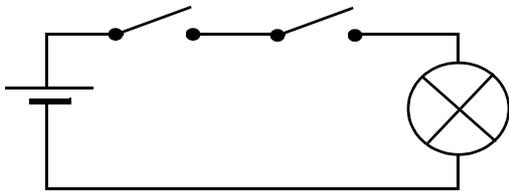
Beispiel



## Der verzweigte Stromkreis

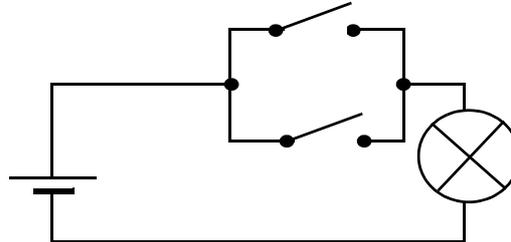
Ein einfacher elektrischer Stromkreis besteht aus einer Energiequelle, einem Verbraucher, einem Schalter und den Zuleitungen. Sind zwei oder mehrere Schalter, Verbraucher oder Energiequellen vorhanden, so ergeben sich jeweils zwei verschiedene Schaltungsarten.

### 1. Zwei Schalter



Reihenschaltung

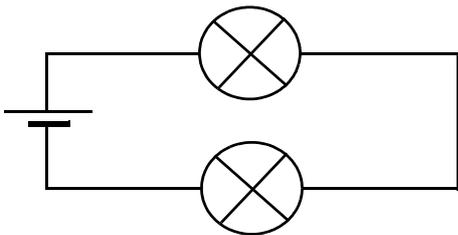
Die Lampe leuchtet nur, wenn beide Schalter geschlossen sind.



Parallelschaltung

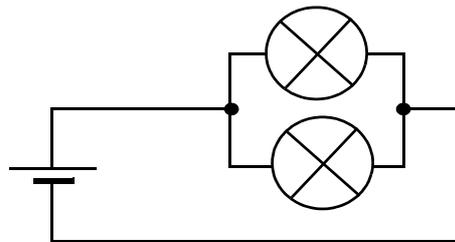
In diesem Fall müssen nicht gleichzeitig beide Schalter geschlossen sein, damit Strom fließt

### 2. Zwei Verbraucher



Reihenschaltung:

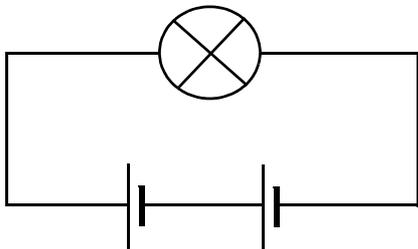
Es können nur beide Lampen gleichzeitig leuchten. Wenn eine der beiden Lampen herausgedreht wird, verlöscht auch die andere.



Parallelschaltung:

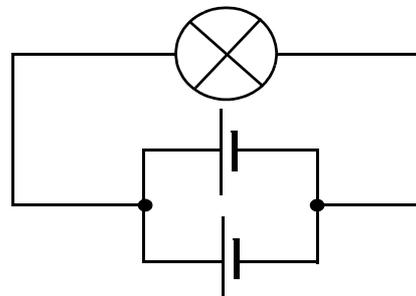
Jede der Lampen kann unabhängig von der anderen leuchten.

### 3. Zwei Energiequellen



Reihenschaltung

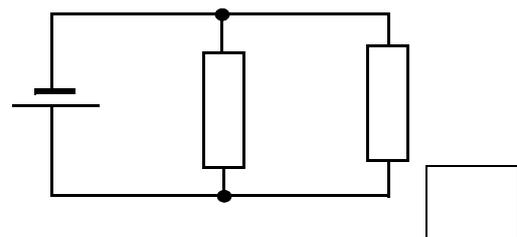
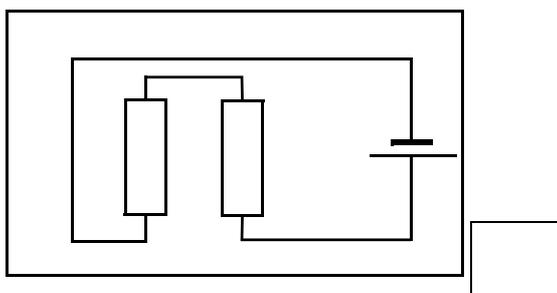
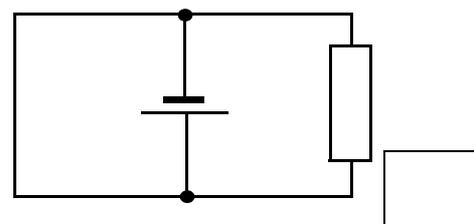
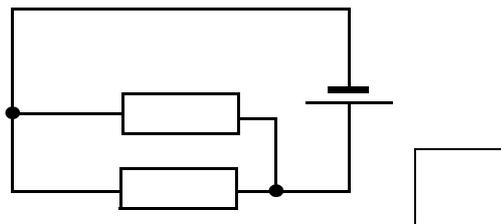
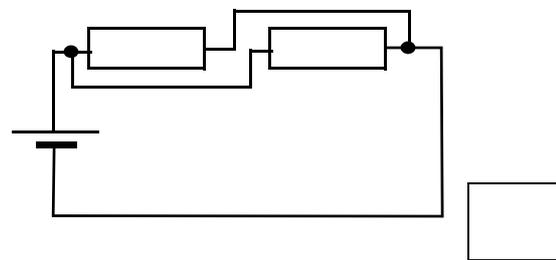
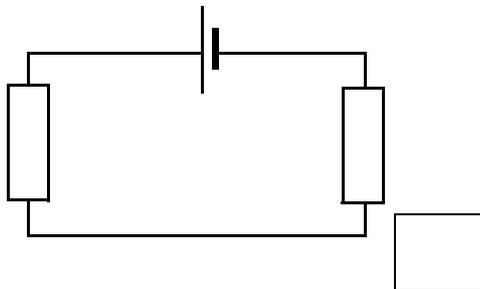
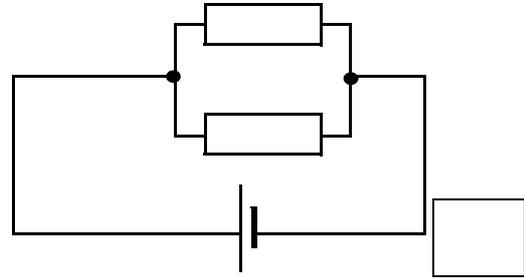
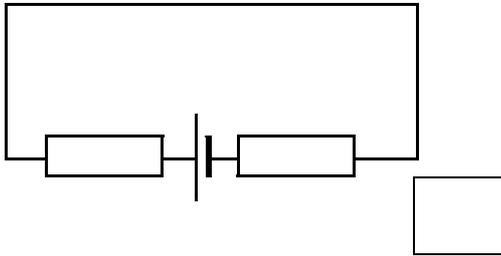
Da die beiden Ausgänge einer Energiequelle aber nicht völlig gleichartig sind (es gibt positive und negative Pole), muß man beim Zusammenschalten von Energiequellen auf eine richtige Zuordnung (siehe Zeichnung) achten. Genaueres über diese Schaltungsarten bei Energiequellen wird später noch ausführlich besprochen.



Parallelschaltung

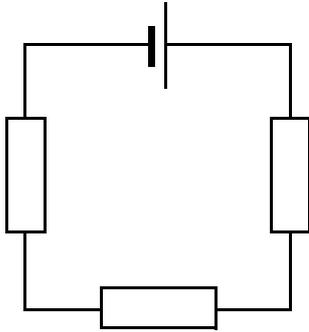
## Schaltskizzen von Reihen- und Parallelschaltungen

Auf dieser Seite findet ihr verschiedene Schaltskizzen von Stromkreisen, die jeweils aus zwei Widerständen und einer Energiequelle bestehen. Tragt ein, ob es sich um eine Reihenschaltung (R) oder eine Parallelschaltung (P) handelt.

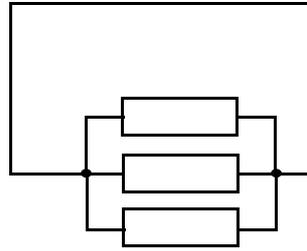


## Zusammengesetzte Schaltungen

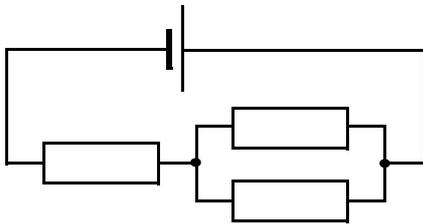
Sind in einem Stromkreis drei Widerstände vorhanden, so können diese auf vier verschiedene Weisen mit einer Energiequelle verbunden werden.



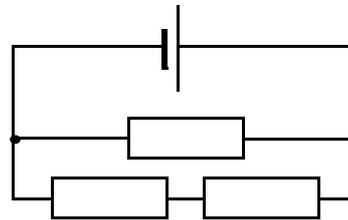
Reihenschaltung R



Parallelschaltung P

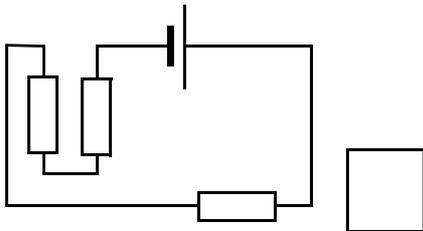


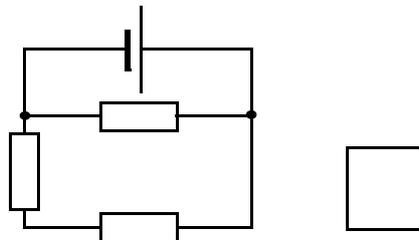
Reihenschaltung mit  
einem Parallelglied R (P)

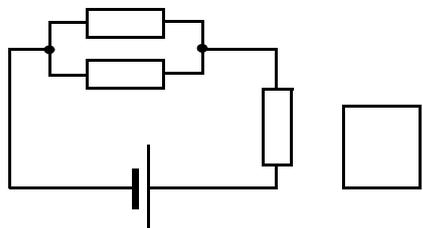


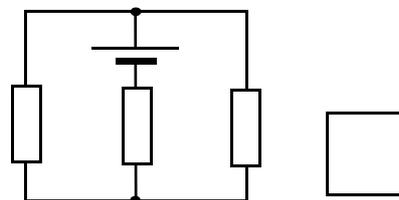
Parallelschaltung mit  
einem Reihenglied P (R)

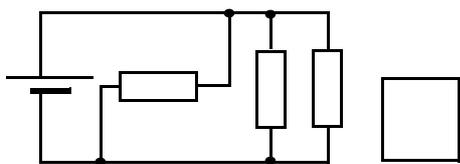
In den folgenden Abbildungen sind immer drei Widerstände mit einer Energiequelle verbunden. Tragt ein, um welche der vier Schaltungsarten (R, P, R (P), P (R)) es sich jeweils handelt.

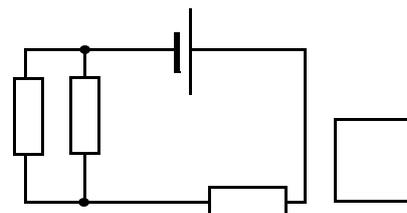








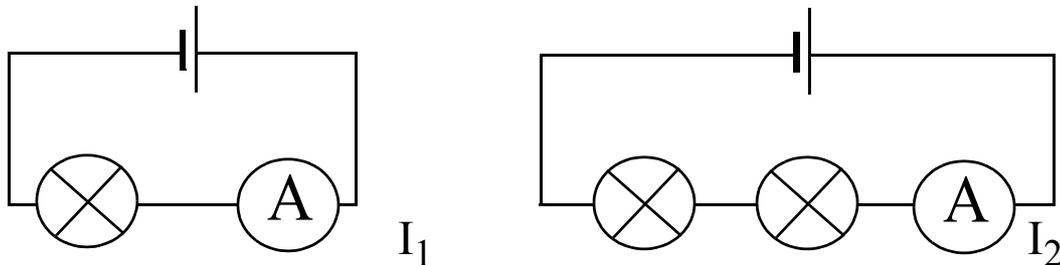




## Strommessungen in einer Reihenschaltung

Unten sind zwei Stromkreise dargestellt, die sich nur durch die Zahl der Widerstände (Glühlampen) unterscheiden.

Fließt in beiden Stromkreisen der gleiche Strom oder ist dieser unterschiedlich?



Vermutung:  $I_1 = I_2$

$I_1 < I_2$

$I_1 > I_2$

Baut nacheinander die beiden Stromkreise auf und mißt in beiden den Strom.

Ergebnis:  $I_1 =$  \_\_\_\_\_

$I_2 =$  \_\_\_\_\_

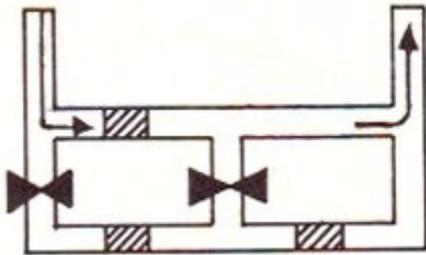
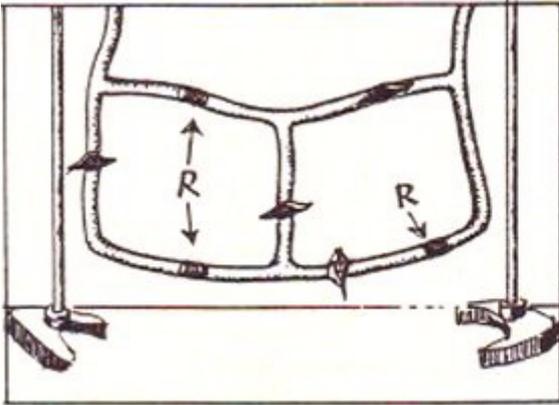
War die Vermutung zutreffend?

Vergleicht dieses Ergebnis mit den entsprechenden Messungen am Wassermodell.

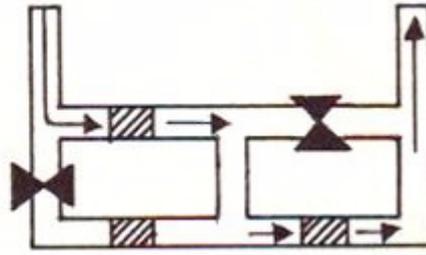
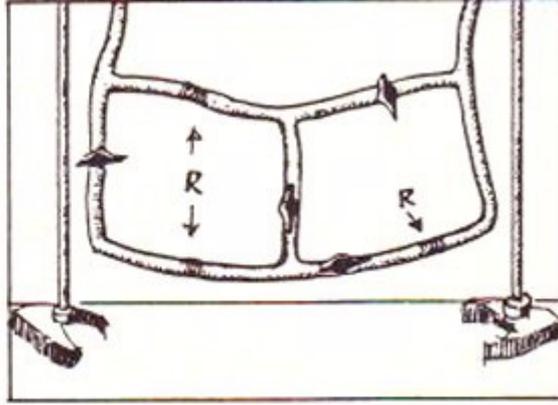
## Reihenschaltung am Wassermodell

Das in der Abbildung dargestellte Wassermodell erlaubt es, das Wasser entweder nur durch einen Widerstand oder durch zwei in Reihe geschaltete Widerstände fließen zu lassen.

Messung mit einem Widerstand:



Messung mit zwei Widerständen:



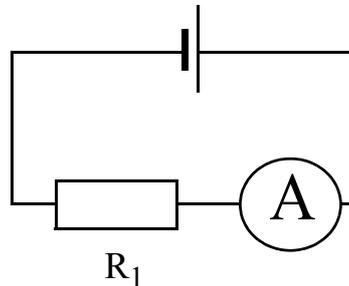
Wassermenge	Zeitdauer (in s)	$\frac{\text{Wassermenge}}{\text{Zeitdauer}}$ (in g/s)

Wassermenge	Zeitdauer (in s)	$\frac{\text{Wassermenge}}{\text{Zeitdauer}}$ (in g/s)

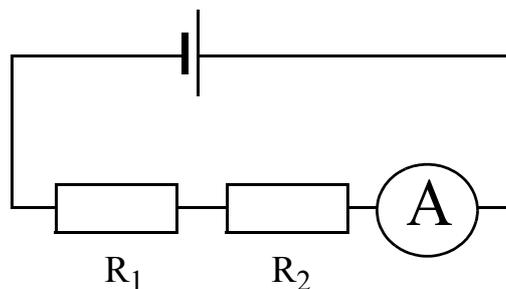
Ergebnis: Je mehr Widerstände in Reihe geschaltet werden, desto \_\_\_\_\_ wird der Strom.

## Ein unerwartetes Versuchsergebnis bei einer Reihenschaltung

Gesetzt den Fall, ein Strommeßgerät in einem Stromkreis zeigt den Wert von  $I = 0,2 \text{ A}$  an.



Jetzt wird ein zusätzlicher Widerstand in Reihe zugeschaltet. Eigentlich sollte der Meßwert jetzt kleiner werden.



Das Instrument zeigt aber nach wie vor  $0,2 \text{ A}$  an. Wie ist dieses Verhalten zu erklären?

a) Meßgerät defekt:

b)  $R_1$  viel kleiner als  $R_2$

c)  $R_1$  viel größer als  $R_2$

Wie könnt ihr prüfen, welche Erklärung zutrifft?

---

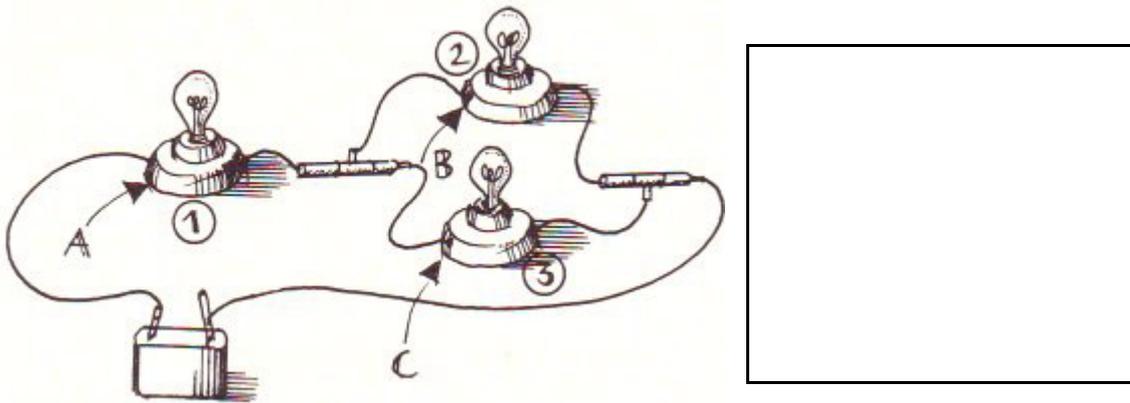
---

Erklärung des Versuchsergebnisses:

Wenn der Widerstand  $R_2$  sehr viel kleiner ist als der Widerstand  $R_1$ , ändert sich auch der Meßwert nur sehr wenig.

## Wie teilt sich ein Strom bei einer Stromverzweigung auf?

Die Abbildung zeigt einen Stromkreis, in dem drei Lampen an eine Energiequelle angeschlossen sind.



Zeichnet die zugehörige Schaltskizze.

Welche der Lampen leuchtet am hellsten? Könnt ihr begründen, warum das so ist?

---



---

Die Größe des Stromes durch die Lampe (1) sei  $I = 0,2$  Ampere. Welchen Wert vermutet ihr für die beiden Teilströme  $I_2$  und  $I_3$ ?

Vermutung:  $I_2 =$  \_\_\_\_\_

$I_3 =$  \_\_\_\_\_

Überprüft eure Vermutung, indem ihr an den Meßstellen A, B und C die Größe des Stromes mit einem Strommeßgerät bestimmt.

Meßergebnis:

Meßstelle A:  $I_1 =$  \_\_\_\_\_

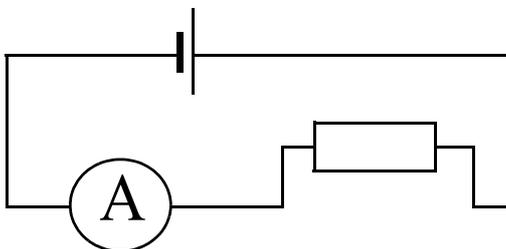
Meßstelle B:  $I_2 =$  \_\_\_\_\_

Meßstelle C:  $I_3 =$  \_\_\_\_\_

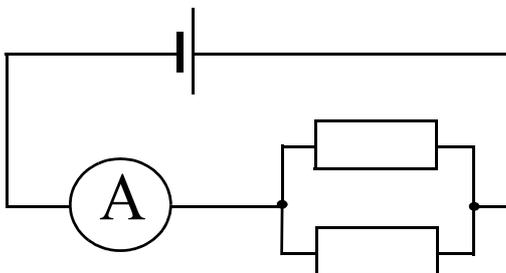
Regel: Bei einer Reihenschaltung ist die \_\_\_\_\_ der Teilströme gleich dem Gesamtstrom.

## Strommessungen an einer Parallelschaltung

In dem in der Schaltskizze dargestellten Stromkreis sei ein bestimmter Wert für den elektrischen Strom  $I$  gemessen worden.



Wie verändert sich  $I$ , wenn ein zweiter Verbraucher parallel zum ersten hinzugeschaltet wird?



Schreibt eure Vermutung auf und überprüft sie anschließend mit Hilfe eines Experimentes. Die Analogie zum Wasserkreis ist in diesem Fall für das Verstehen sehr hilfreich.

Vermutung:

- a) bleibt gleich   
 I      b) wird größer   
       c) wird kleiner

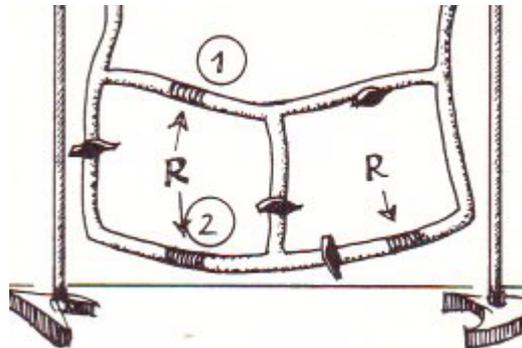
Meßergebnis:  $I =$  \_\_\_\_\_

Regel: Je mehr Widerstände parallel geschaltet werden,  
desto \_\_\_\_\_ ist der Gesamtstrom.

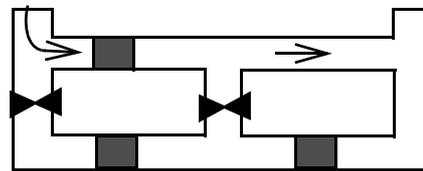
## Messungen an einem Wassermodell mit Parallelwiderständen

An dem in der nebenstehenden Abbildung dargestellten Wassermodell werden nacheinander zwei Versuche durchgeführt.

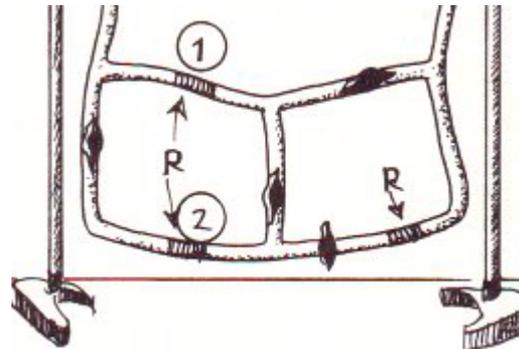
1. Es wird die Zeit bestimmt, in der eine bestimmte Wassermenge durch den Widerstand 1 fließt.



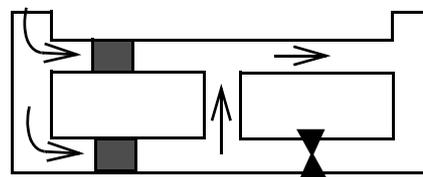
Wassermenge (in g)	Zeitdauer (in s)	$\frac{\text{Wassermenge}}{\text{Zeitdauer}}$ (in g/s)



2. Es wird die Zeit bestimmt, in der die gleiche Wassermenge durch die in Reihe geschalteten Widerstände 1 und 2 fließt



Wassermenge (in g)	Zeitdauer (in s)	$\frac{\text{Wassermenge}}{\text{Zeitdauer}}$ (in g/s)

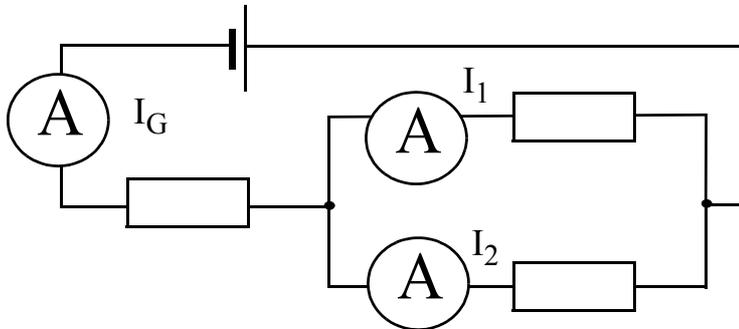


Vergleiche die beiden Meßergebnisse.

Regel: Je mehr Widerstände parallel geschalt werden, desto \_\_\_\_\_ ist der Gesamtstrom (bei gleicher Antriebskraft).

## Eine Parallelschaltung mit unterschiedlichen Widerständen

In dem in der Abbildung dargestellten Stromkreis werden an drei Stellen die folgenden Werte mit einem Strommeßgerät bestimmt.



$$I_G = 0,3 \text{ A}$$

$$I_1 = 0,1 \text{ A}$$

$$I_2 = 0,2 \text{ A}$$

Wie kann ein solches Meßergebnis erklärt werden?

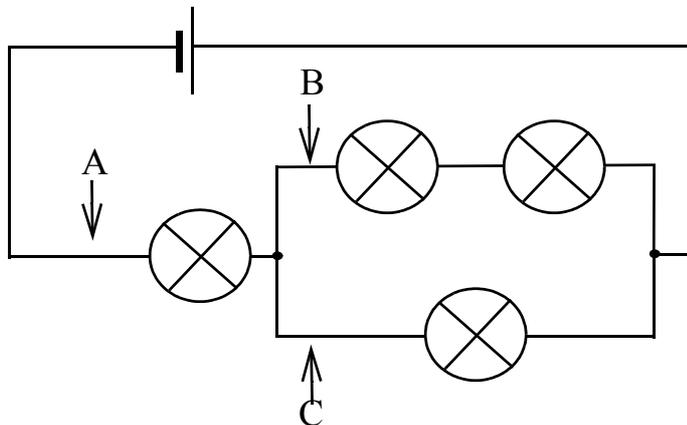
---



---

Die beiden Ströme  $I_1$  und  $I_2$  sind unterschiedlich groß, weil die Widerstände  $R_1$  und  $R_2$  verschieden groß sind.

Baue die folgende Schaltung auf und messe die Größe des Stromes an den drei gekennzeichneten Meßstellen.



Ergebnis

A: \_\_\_\_\_

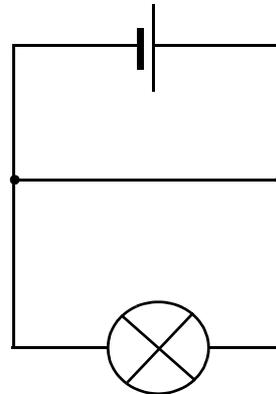
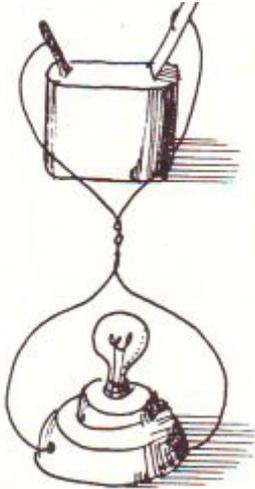
B: \_\_\_\_\_

C: \_\_\_\_\_

Regel: Je größer die Summe der Widerstände in einem Parallelzweig, desto \_\_\_\_\_ ist der Strom in diesem Parallelzweig.

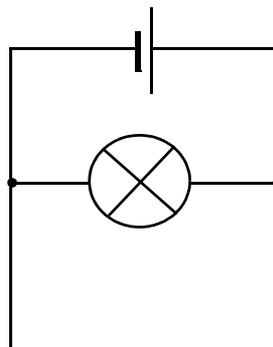
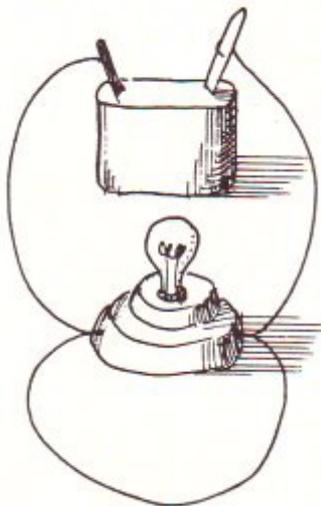
## Was ist ein Kurzschluß?

Von einem Kurzschluß wird immer dann gesprochen, wenn in einer Schaltung die Anschlüsse einer Batterie ohne Widerstand miteinander verbunden werden.



Ein solcher Kurzschluß kann dadurch entstehen, daß sich zwei Kabel ohne Isolierung berühren.

Ein Kurzschluß kann natürlich auch durch eine besondere Verbindung hergestellt werden.



Ist ein Kurzschluß vorhanden, so fließt wegen des fehlenden Widerstandes der gesamte Strom durch den Parallelkreis ohne Widerstand.

Der andere Parallelzweig ist damit stromfrei.

Man spricht auch von einem Kurzschluß, wenn in einer Parallelschaltung ein Zweig nur aus einer leitenden Verbindung besteht (siehe folgende Aufgabe).

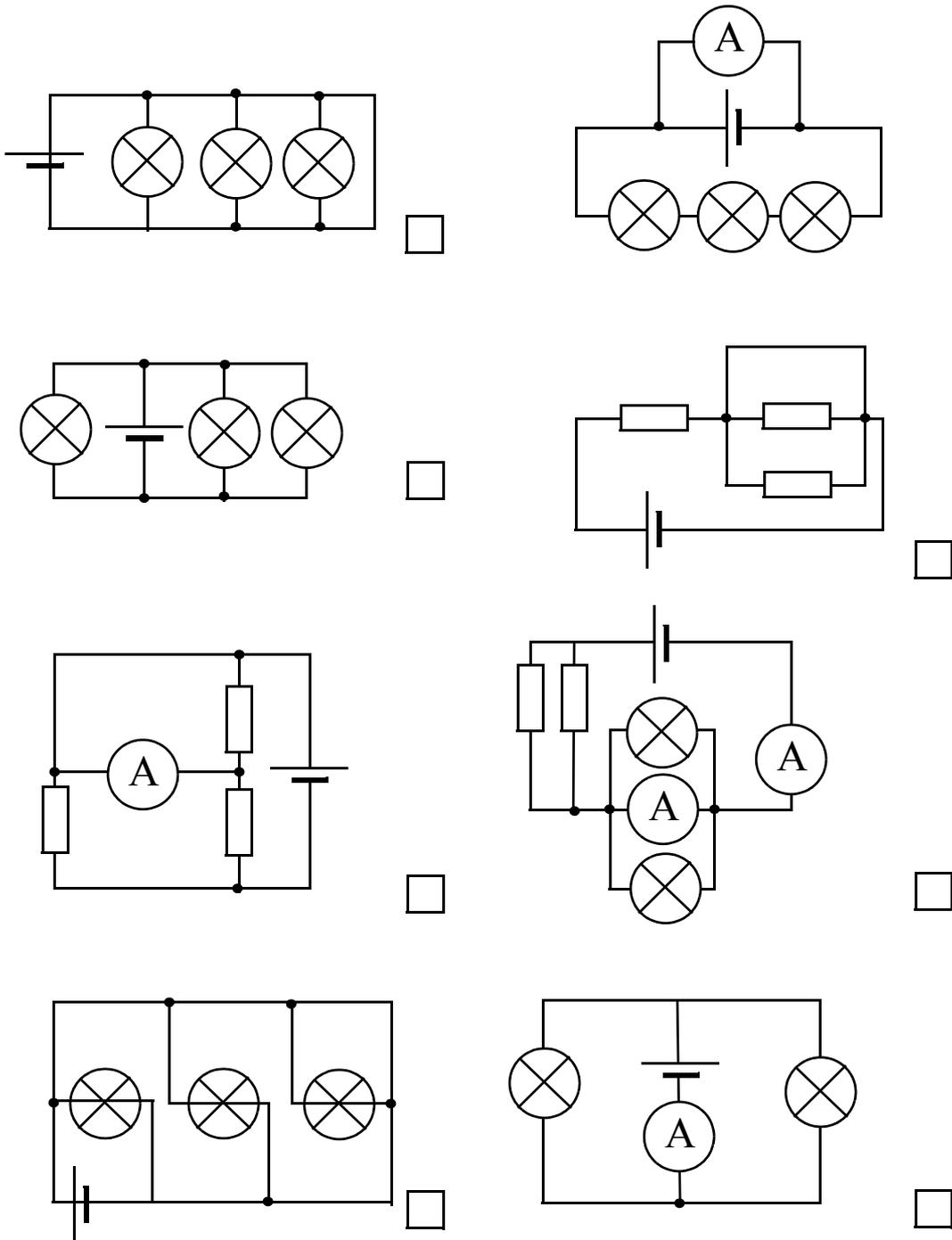
## Wo ist der Kurzschluß?

In einigen der dargestellten Stromkreise sind Kurzschlüsse eingebaut, d. h. mindestens ein Bauteil ist mit einem Zuleitungskabel parallel geschaltet.

Beachtet: Ein Strommeßgerät wirkt wie ein Leiter ohne Widerstand.

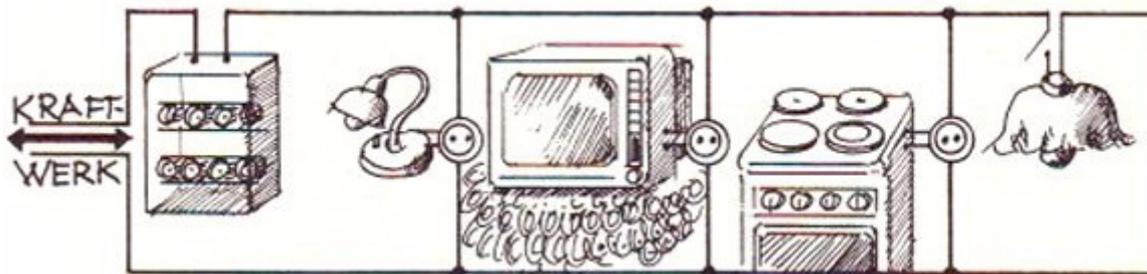
Kreuzt alle Schaltungen an, in denen ein Kurzschluß vorhanden ist

Kreuzt zusätzlich alle Bauteile (Lampen, Widerstände) an, durch die kein Strom fließt.



## Parallelschaltungen im Haushalt

Diese Abbildungen zeigen in vereinfachter Form, wie die verschiedenen Geräte in einem Haushalt geschaltet sind.



Hierzu einige Fragen:

- Welche Geräte sind parallel geschaltet?

---

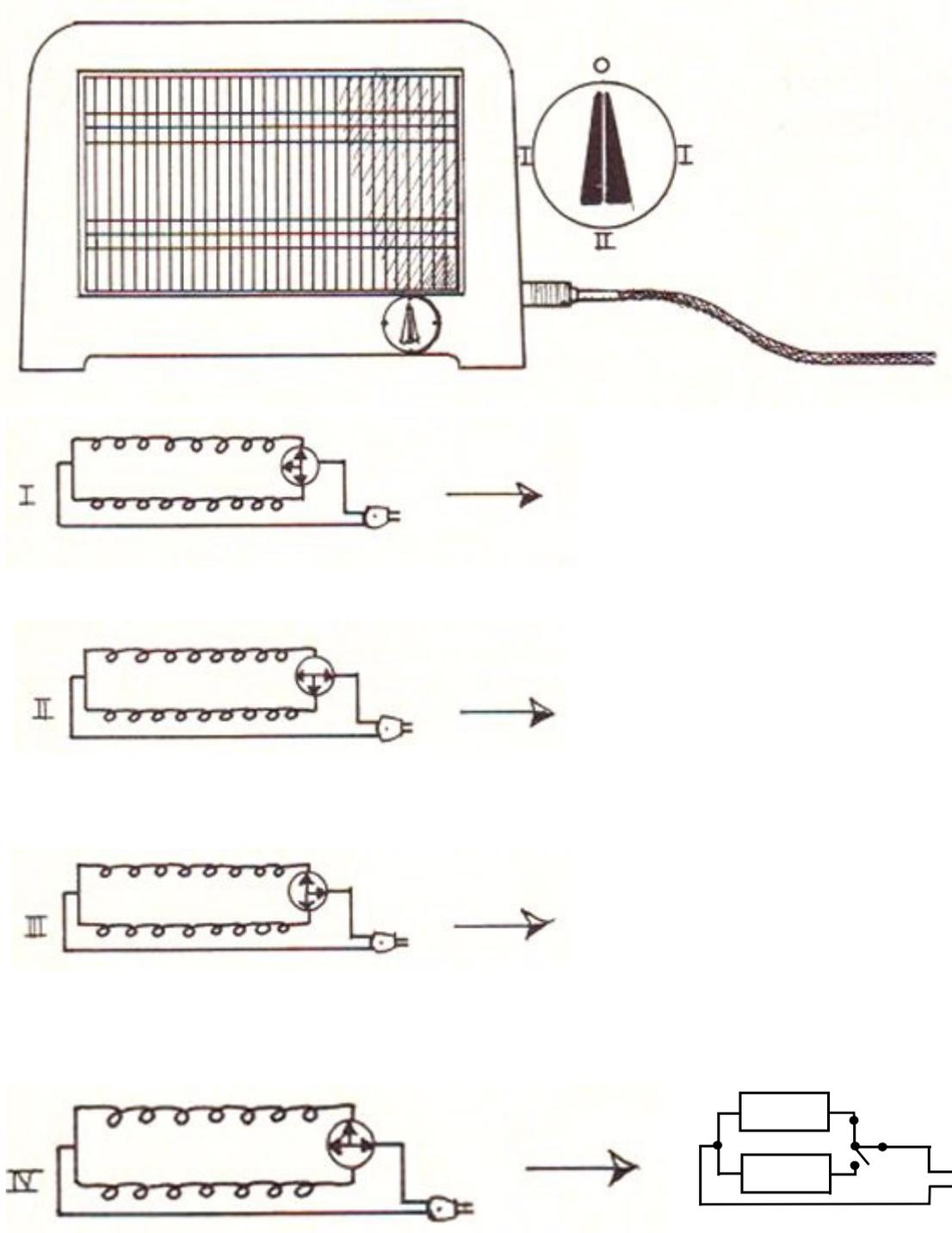
- Welche Geräte sind in Reihe geschaltet?

---

- An welcher Stelle in der Schaltung könnte sich der Energiezähler befinden, so daß stets der gesamte Energieverbrauch erfaßt wird? Kennzeichne diese Stellen mit roter Farbe.
- An welcher Stelle in der Schaltung könnte man einen Schalter anbringen, mit dem nur der Elektroherd ein- und ausgeschaltet werden kann? Kennzeichne diese Stellen mit einer anderen Farbe.

## Beispiele für Parallelschaltungen

Elektrische Heizungsgeräte sind häufig stufenweise regelbar. Im folgenden sind für einen elektrischen Ofen mit Heizspiralen die verschiedenen Stufen dargestellt.



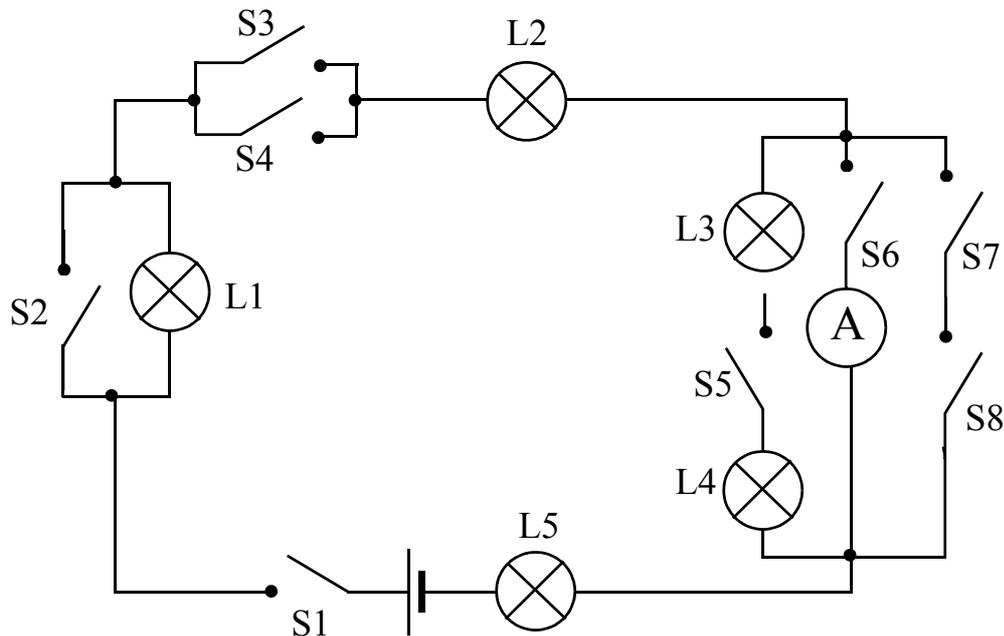
In welcher Stellung ist die Heizwirkung am größten? \_\_\_\_\_

In welcher Stellung ist der Ofen abgeschaltet? \_\_\_\_\_

Zeichnet, wie in dem Beispiel angegeben, die zugehörigen Schaltskizzen.

## Welche Lampe leuchtet?

Die folgende Schaltskizze stellt einen Stromkreis dar, der sehr kompliziert aussieht.



Der Stromkreis besteht aber nur aus mehreren in Reihe und parallel geschalteten Lampen und Schaltern.

Zusätzlich ist ein Amperemeter angebracht.

Wenn ihr über die Verhältnisse bei Reihen- und Parallelschaltungen richtige Aussagen machen könnt, solltet ihr in der Lage sein, die folgende Aufgabe richtig zu beantworten.

Vorgegeben ist eine Aussage über die Stellung der verschiedenen Schalter  $S_1$  bis  $S_8$  (+ = geschlossen; - = offen).

Für diese Schalterstellungen müssen nun zwei Fragen beantwortet werden:

1. Kann überhaupt ein Strom fließen?
2. Wenn ja, welche Lampen leuchten?

Beispiel:     $S_1$     $S_2$     $S_3$     $S_4$     $S_5$     $S_6$     $S_7$     $S_8$   
                   +    +    -    +    +    -    -    +

Fließt ein Strom? Ja

Welche Lampen leuchten?  $L_2$ ;  $L_3$ ;  $L_4$ ;  $L_5$ .

Aufgabe:     $S_1$     $S_2$     $S_3$     $S_4$     $S_5$     $S_6$     $S_7$     $S_8$   
                   +    -    +    -    +    +    +    -

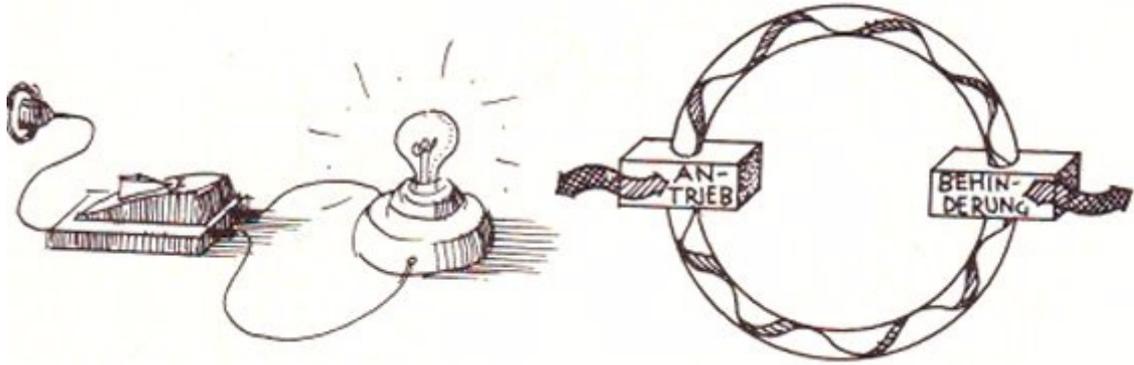
Fließt ein Strom? \_\_\_\_\_

Welche Lampen leuchten? \_\_\_\_\_

## Teil 2 Information

### Beschreibung des elektrischen Stromkreises

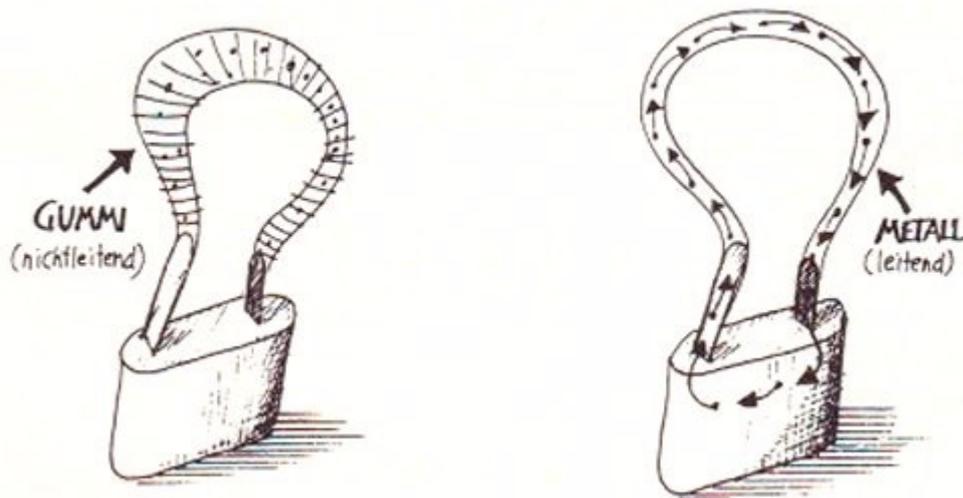
In einem elektrischen Stromkreis wird Energie von der Energiequelle zum Verbraucher durch einen kreisförmigen Materiefluß übertragen und zwar in Form von Kraft und Bewegung. Bei diesem Vorgang bleibt die sich bewegende Materie selbst unverändert.



Diese bewegliche Materie kann man sich als eine gleichmäßig verteilte Menge von kleinen Teilchen vorstellen, die Elektronen genannt werden.

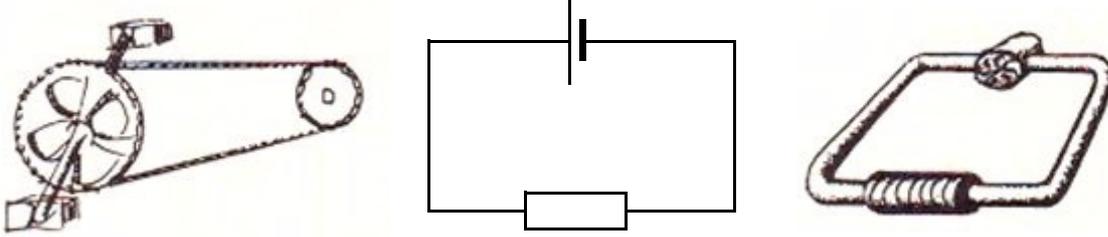
Diese Elektronen sind Bestandteile von Atomen und Atome sind die Grundbausteine, aus denen jeder materielle Körper aufgebaut ist.

Während in einem Nichtleiter diese Elektronen festsitzen, können sie sich in einem elektrischen Leiter sehr leicht bewegen.

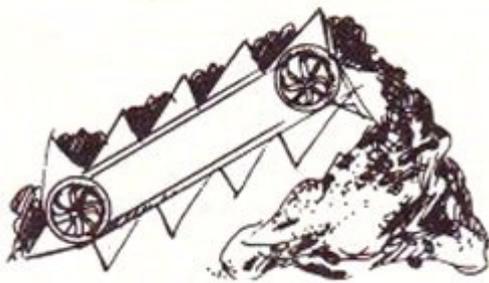


Bei einer solchen Bewegung kann es aber nirgends zu einer Ansammlung von Elektronen oder zu einer Verarmung kommen. Deshalb ist nur eine gemeinsame, gleichförmige Kreisbewegung möglich.

Bei der Betrachtung eines Stromkreises ist es wichtig zu erkennen, daß kein Strom, sondern elektrische Energie verbraucht und in andere Energieformen umgewandelt wird. Ein Stromkreis kann daher - mit Einschränkungen - mit einer Fahrradkette oder einem geschlossenen Wasserkreis verglichen werden.

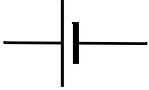
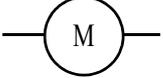


Der Vergleich mit einem Förderband oder einem Blutkreislauf ist nicht gut, weil in diesen Fällen auf der einen Leitung energiereiche Materie transportiert wird und auf der anderen Leitung energiearme Materie zurückgeführt wird.



## Darstellung eines Stromkreises als Schaltskizze

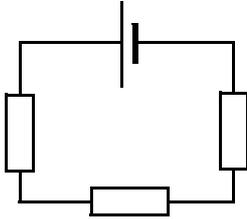
Der Stromkreis wird normalerweise mit genormten Symbolen als Schaltskizze dargestellt. Für die einzelnen Elemente eines Stromkreises werden die folgenden Symbole verwendet.

- Energiequelle Gleichspannung	
Wechselspannung	
- Verbraucher (allgemein)	
- Glühlampe	
Motor	
Amperemeter	
Voltmeter	
- Schalter	

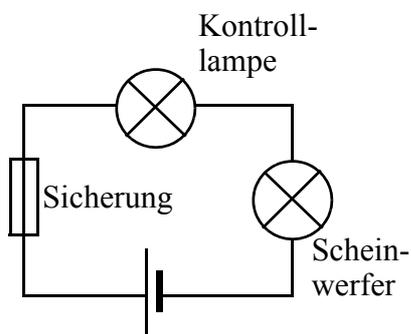
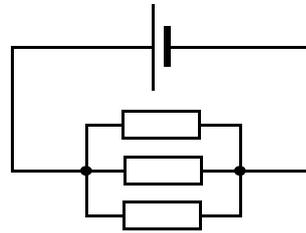
## Reihen- und Parallelschaltungen

Es gibt zwei grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten, um mehrere Verbraucher mit einer Energiequelle zu verbinden:

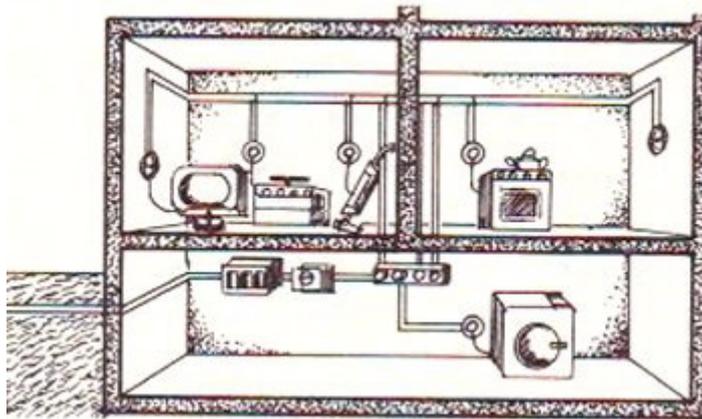
die Reihenschaltung



die Parallelschaltung

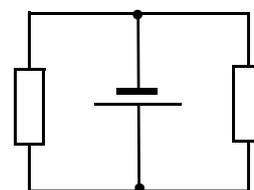
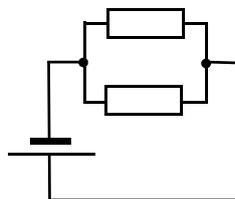
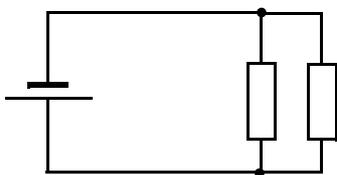


Lichtanlage in einem Auto  
Beispiel für eine Reihenschaltung



Geräte im Haushalt  
Beispiel für eine Parallelschaltung

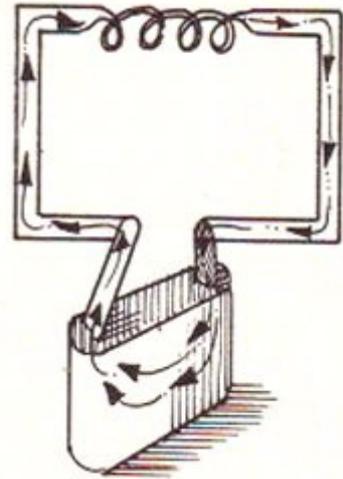
Schaltskizzen für den gleichen Stromkreis können noch verschieden aussehen. Bei einer Schaltskizze kommt es nicht nur auf ein bestimmtes äußeres Aussehen an, sondern auch darauf, ob und wieviele Verzweigungspunkte es gibt und wie diese Verzweigungspunkte in Beziehung zu den anderen Elementen angeordnet sind.



Beispiele für unterschiedlich ausgeführte Schaltskizzen zum selben Stromkreis.

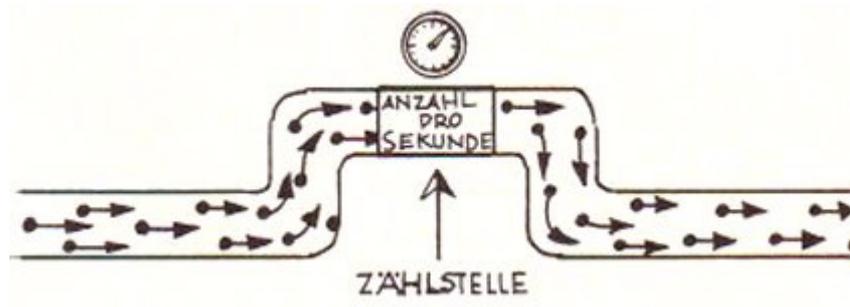
## Der elektrische Strom

Wir sprechen von dem Fließen eines elektrischen Stromes, wenn sich die in einem geschlossenen Leiterkreis befindlichen Elektronen - angetrieben von einer Energiequelle - gleichmäßig im ganzen Kreis in Bewegung setzen.

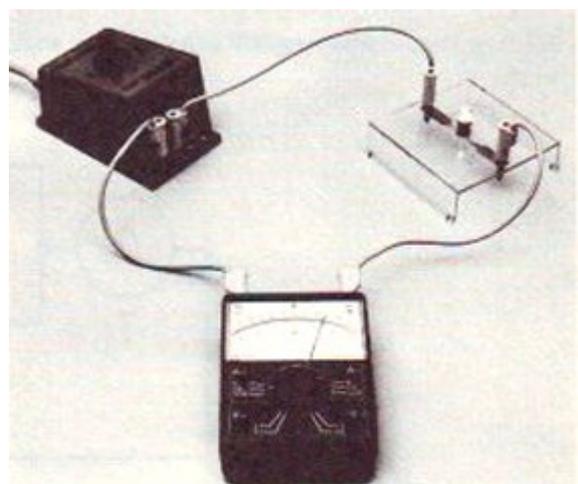


Der Meßwert des elektrischen Stromes entspricht der Zahl der Elektronen, die pro Zeiteinheit durch einen Leiterquerschnitt hindurchfließen.

Um diesen Meßwert festzustellen, muß der Strom durch das entsprechende Meßgerät hindurchfließen.



Um also den Strom mit einem Meßgerät zu messen, muß ein Stromkreis an einer Stelle geöffnet und das Strommeßgerät in den Stromkreis hineingeschaltet werden.

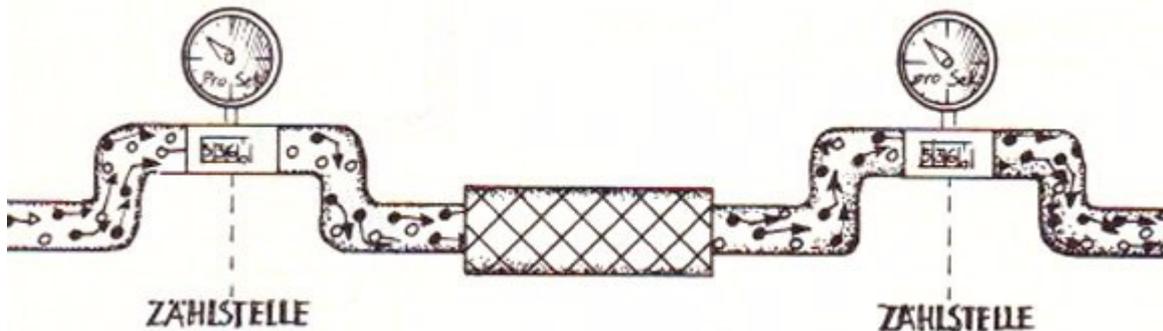


Die Einheit, in welcher der Strom gemessen wird, wird Ampere genannt (A).

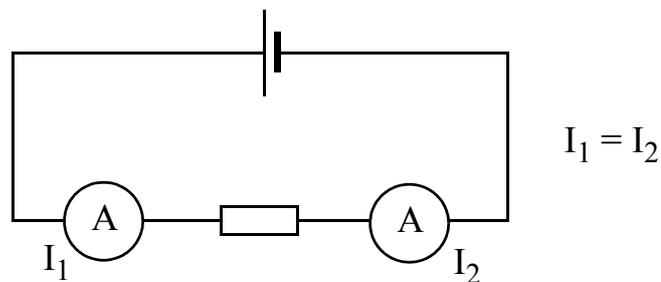
Das Schaltzeichen für das Strommeßgerät ist 

Da die Elektronen nicht erzeugt und nicht vernichtet werden und auch den Stromkreis nicht verlassen können, gilt folgender Satz:

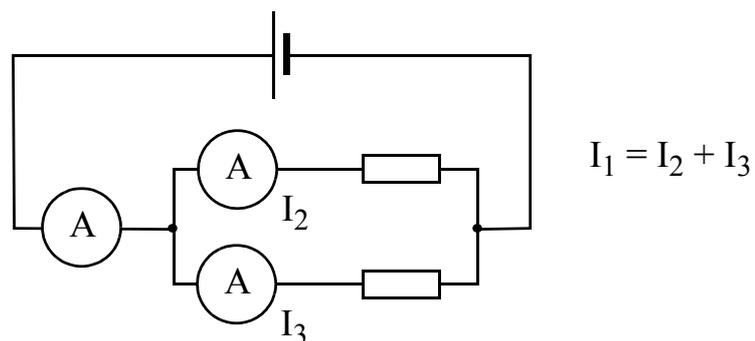
Die Anzahl der Elektronen, die in einen Leiterabschnitt hineinfließen, ist genauso groß wie die Anzahl, die wieder herausfließen.



Für einen einfachen Stromkreis ohne Verzweigung bedeutet dies, daß der elektrische Strom an jeder Stelle gleich groß ist.



Bei einer Parallelschaltung teilt sich der Strom an der Verzweigungsstelle auf und vereinigt sich anschließend wieder.



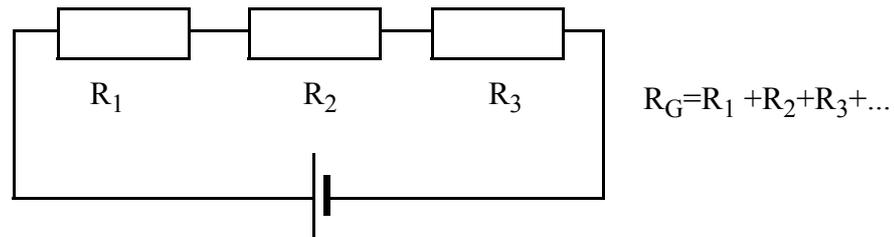
Die Summe der Teilströme ist gleich dem Gesamtstrom.

## Der elektrische Widerstand

Der elektrische Widerstand behindert das Fließen des elektrischen Stromes, d. h. die Bewegung der Elektronen. Gleichzeitig wird in dem Widerstand die elektrische Energie verbraucht und in andere Energieformen umgewandelt.

Mit dem Wort Widerstand wird in der Physik sowohl der Gegenstand - das Bauteil - bezeichnet als auch die Eigenschaft dieses Bauteils, den Strom zu behindern. Der elektrische Widerstand als Eigenschaft wird mit dem Buchstaben R abgekürzt.

Werden mehrere Widerstände in Reihe geschaltet, so vergrößert sich der Gesamtwiderstand der Schaltung.

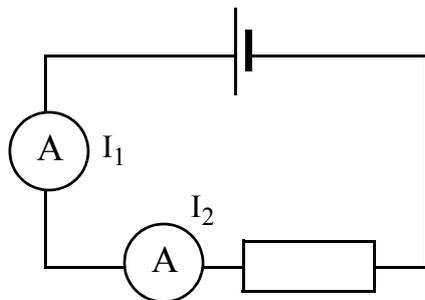


Der Gesamtwiderstand dieser Schaltung ist gleich der Summe der Einzelwiderstände.

Wird zu einem Widerstand ein zweiter, relativ großer Widerstand in Reihe hinzugeschaltet, so sinkt der Strom um einen relativ großen Betrag ab.

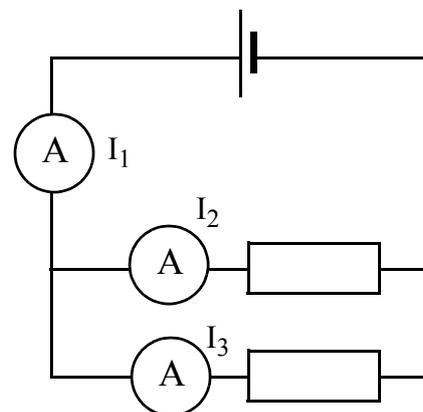
Wird jedoch nur ein relativ kleiner Widerstand hinzugeschaltet, so sinkt der Strom nur um einen kleinen Betrag.

Wird zu einem Widerstand ein zweiter parallel hinzugeschaltet, so steigt der Strom in dem unverzweigten Teil des Stromkreises an. In dem ursprünglichen Parallelkreis bleibt der Strom gleich.



$$I_1 = 0,4 \text{ A}$$

$$I_2 = 0,4 \text{ A}$$



$$I_1 = 0,8 \text{ A}$$

$$I_2 = 0,4 \text{ A}$$

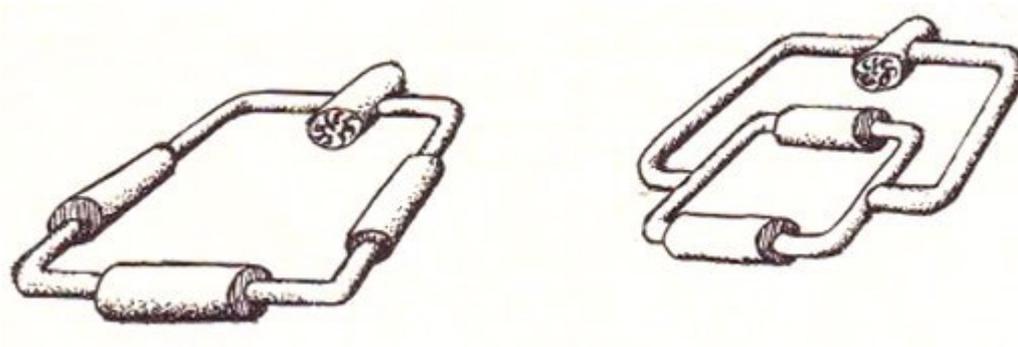
$$I_3 = 0,4 \text{ A}$$

Der zusätzliche Strom fließt durch den neuen Parallelkreis.

Die Größe der Teilströme wird durch die Größe der Parallelwiderstände bestimmt. Durch einen großen Widerstand fließt ein kleiner Strom und umgekehrt.

Bei einer Parallelschaltung sind die einzelnen Parallelkreise voneinander unabhängig. Deshalb sind die Geräte im Haushalt auch parallel geschaltet

Die hier beschriebenen Verhältnisse lassen sich gut mit einer durch eine Pumpe angetriebenen kreisförmigen Wasserströmung vergleichen. (Bei einem Stromkreis ohne Verzweigung kann auch ein Kettenantrieb als Vergleich herangezogen werden.)

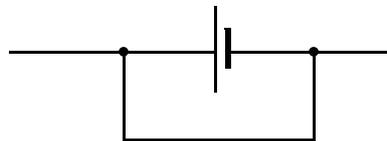


Dabei entspricht der elektrische Strom in einem Wasserkreis der Wassermenge, die pro Zeiteinheit durch einen Querschnitt fließt

## Der Kurzschluß

Wenn die beiden Anschlüsse einer Spannungsquelle durch einen Leiter direkt miteinander verbunden werden, sagt man:

Die Spannungsquelle ist kurzgeschlossen.



Von einem Kurzschluß wird auch dann gesprochen, wenn in einer Parallelschaltung der eine Parallelzweig aus einer einfachen leitenden Verbindung besteht.

