

Inhaltsverzeichnis

ALLGEMEINE HINWEISE ZUR FACHSPRACHE	2
ALLGEMEINE HINWEISE AUF MATERIALIEN UND LITERATUR	3
1 STROM AUS SOLARZELLEN / SOLARHAUS	4
2 STROM AUS SPULE MIT MAGNETEN	5
3 STROM AUS WINDKRAFT	5
4 STROM AUS OBST	5
5 STROM AUS DER BIOGASANLAGE	5
6 STROM AUS WASSERKRAFT	5
7 DER MENSCHLICHE KÖRPER LEITET STROM	5
8 DREI LAMPEN	5
9 BATTERIEN ALS SPANNUNGSQUELLEN	5
10 VOLLE UND LEERE BATTERIEN	5
11 DIE WELT BEI NACHT	5
12 WIDERSTAND	5
13 KRAFTWERKE	5
14 LANGES KABEL	6
15 HOCHSPANNUNGSLEITUNG	7
16 STROMKREIS BAUEN UND ZEICHNEN	7
17 DER „HEIßE DRAHT“	7
18 STYROPORSCHNEIDER	8
19 LEITER UND NICHTLEITER	11
20 HERZEN PRÜFEN	12
21 WAS STROM ALLES KANN	12
22 PARALLELSCHALTUNG	12
23 REIHENSCHALTUNG	13
24 WECHSELSCHALTUNG	14
25 SICHERHEITSSCHALTUNG	15
26 DER ELEKTROMAGNET	17
27 DER ELEKTROMOTOR	17
28 SOLARPANELEE	18
29 ÜBERLASTSICHERUNG	18
30 KNOBELAUFGABE	18

Allgemeine Hinweise zur Fachsprache

Allgemeine Hinweise zur Fachsprache

Dieses Forscherheft beschäftigt sich mit dem „elektrischen Strom“. Davon ist auch fast immer die Rede obwohl es manchmal besser wäre an einzelnen Stellen von der elektrischen Energie, der elektrischen Spannung oder der elektrischen Leistung zu sprechen. Aber Hand aufs Herz: Welcher Erwachsene durchblickt schon diese verschiedenen physikalische Begriffe und kann sie richtig einsetzen. Aus Rücksicht auf die angesprochenen Lerngruppen erschien es uns sinnvoll, weitgehend von der elektrischen Stromstärke bzw. von dem elektrischen Strom zu sprechen. Das entspricht dem allgemeinen Sprachgebrauch und vielen Lehrbüchern für die anvisierten Altersgruppen.

Trotzdem sollten Lehrerinnen und Lehrer ihren Schülern ja idealerweise fachlich ein wenig voraus sein (und das nicht immer raushängen lassen). Deshalb hier der Versuch, diese verschiedenen physikalischen Begriffe in den passenden Zusammenhang zu setzen:

Physikalische Größe	Abkürzung	Einheit	Meßgerät
elektr. Stromstärke	I	Ampere (A)	Amperemeter
elektr. Spannung	U	Volt (V)	Voltmeter
elektr. Energie	W	Kilowattstunden (kWh)	Energiezähler (Umgangssprachlich: Stromzähler)

Ausgangspunkt fast aller elektrischer Erscheinungen ist das Vorhandensein einer elektrischen Spannung. Diese kann durch eine Batterie erzeugt werden oder an der Steckdose (als Wechselspannung) vorliegen. Die Spannung besteht immer zwischen zwei Punkten also z. B. den beiden Polen der Batterie, den beiden Anschlüssen der Steckdose oder auch zwischen Wolken und Erde (Gewitter!). Solange die beiden Punkte nicht mit einem Leiter verbunden sind geschieht eigentlich nichts. Insbesondere fließt kein Strom und es wird keine elektrische Energie erzeugt.

Sobald jetzt ein elektrischer Leiter (z. B. ein Kupferdraht) zwischen die beiden Punkte der Spannungsquelle gelegt wird, fließt ein Strom und ab dem Augenblick wird auch elektrische Energie erzeugt.

Das vom elektrischen Strom so viel geredet wird liegt daran, dass man diese elektrische Energie in so viele unterschiedliche andere Energieformen umwandeln kann (siehe Station 21). Außerdem kann man diese Energieform relativ leicht über große Entfernungen transportieren und in die letzte Ecke eines Hauses transportieren.

Außerdem ist sie ja soo sauber!

Aber Stopp: Der Strom kommt zwar oft aus der Steckdose. Vorher muss er aber erzeugt werden.

Und dabei wird bei Kohlekraftwerken z. B. fast 60% der in der Kohle gespeicherten Energie nutzlos aus dem Kühlturm geblasen oder es fallen bei Kernkraftwerken Abfälle an, die keiner gerne haben will oder es wird jede Menge Mais angebaut, um die Biogasanlage zu betreiben ...

Auf jeden Fall muss man für die elektrische Energie bezahlen und zwar nach der Anzahl der Kilowattstunden, die man benutzt hat und nicht für den Strom – auch wenn der Kasten im Keller oder anderswo im Haus, der als Messgerät dient, meist „Stromzähler“ genannt wird.

Allgemeine Hinweise auf Materialien und Literatur

Materialien und Poster (zum Teil kostenfrei) auf der Seite von „innogy SE“

<http://www.3male.de/web/cms/de/1459958/home/>

1 Strom aus Solarzellen / Solarhaus

Das in der „Messstation“ verwendete digitale Einbaumessgerät ist für viele unterrichtliche Anwendungen brauchbar. Die technischen Daten werden deshalb hier mit Bezugsquellen benannt.




Digitales Voltmeter 4 Digit



Technische Daten

Artikel Nr.	COM-VM433
Betriebsspannung	3,5 - 30V (DC) Betrieb über Messspannung möglich
Messbereich	0 - 33V
Messgenauigkeit	+/-0,3%
Betriebstemperatur	-10 - 65°C
Aktualisierungsrate	500MS
Anzeigemodus	4 Ziffern Segmentanzeige
Displaygröße	0,36"
Display Farbe	Rot
Eigenschaften	Kabelbelegung -(Rot): Versorgungsspannung (+) -(Schwarz): Masse (-) -(Gelb): Messspannung Kabellänge: 14cm
Abmessungen	48 x 29 x 22mm
Gewicht	16g
EAN	4250236817873

Quelle: www.joy-it.net am 21.09.2018

Bezugsquelle: www.conrad.de Best.Nr. 1874703 (6,50 € am 13.01.2019)

2 Strom aus Spule mit Magneten

3 Strom aus Windkraft

Internetseite mit Hintergrundinformationen:

<https://www.weltderphysik.de/gebiet/technik/energie/windenergie/technik-der-windkraft/>

4 Strom aus Obst

Ausführliche Hintergrundinformationen und Tipps zum Nachbauen und Experimentieren:

<https://www.geo.de/geolino/basteln/10782-rtkl-strom-experimente-mit-strom>

5 Strom aus der Biogasanlage

6 Strom aus Wasserkraft

7 Der menschliche Körper leitet Strom

8 Drei Lampen

9 Batterien als Spannungsquellen

10 Volle und leere Batterien

11 Die Welt bei Nacht

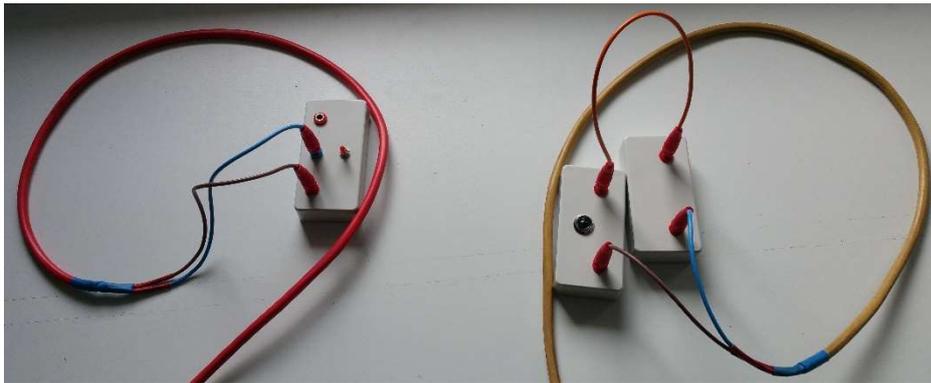
12 Widerstand

13 Kraftwerke

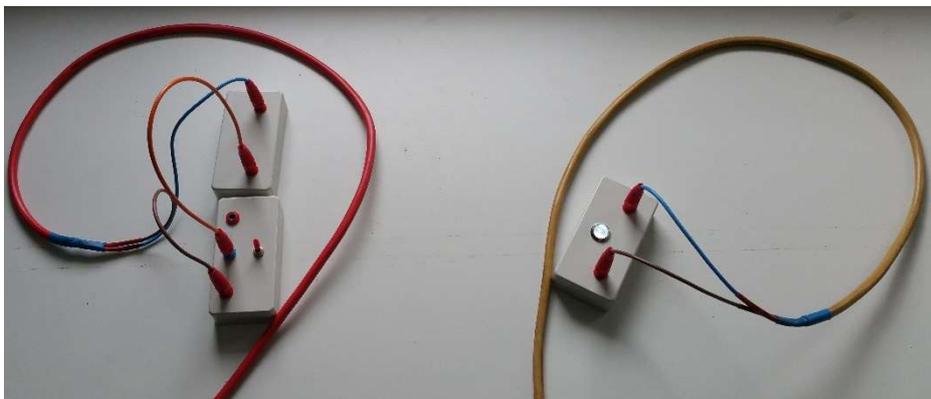
14 Langes Kabel

Grundsätzlich gibt es drei unterschiedliche Möglichkeiten der Anordnung „am langen Kabel“. Diese entsprechen unterschiedlichen räumlichen Vorgaben im Anwendungsfall. Zu jeder der folgenden Abbildungen können „häusliche“ Szenarien entwickelt werden.

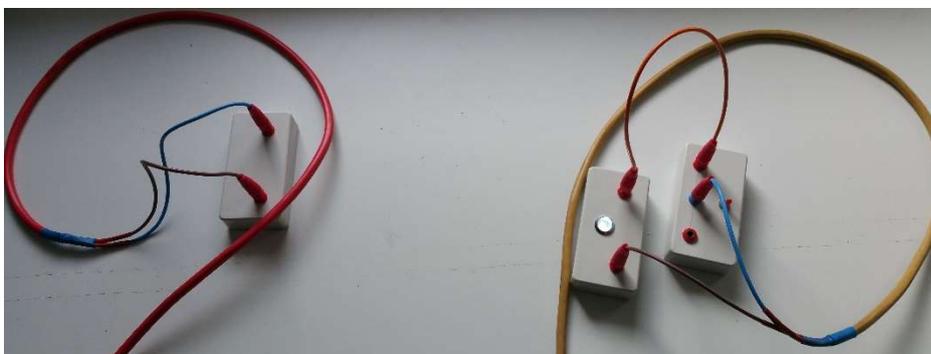
Das Bauelement Spannungsquelle war zum Zeitpunkt der Aufnahmen noch nicht beschriftet.



Die Spannungsquelle liegt in der Nähe der Lampe. Der weit entfernte Schalter wird über das „lange Kabel“ angeschlossen.



Die Spannungsquelle liegt in der Nähe des Schalters. Die Lampe muss über das „lange Kabel“ verbunden werden.



Schalter und Lampe liege nahe beieinander. Die Spannungsquelle muss über das „lange Kabel“ verbunden werden.

- 15 Hochspannungsleitung**
- 16 Stromkreis bauen und zeichnen**
- 17 Der „heiße Draht“**

18 Styroporschneider



Achtung:
Vorsicht mit dem Heizdraht!
Er wird sehr heiß!

**Der Hartschaumschneider
sollte möglichst vor einem
belüfteten Fenster betrieben
werden (besonders bei
Verwendung von Styropor)!**

Technische Dokumentation

Wir haben uns für einen Aufbau ähnlich einer Dekupiersäge entschieden, da das Handling für Grundschüler dadurch vereinfacht wird, Verletzungen durch den heißen Draht werden minimiert.

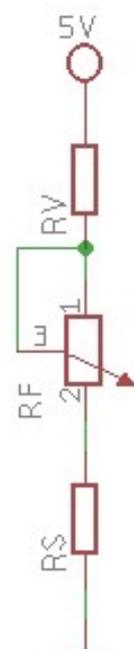
Die üblicherweise für den Ausbildungsbetrieb angebotenen Styroporschneider weisen durch ihren einfachen Aufbau verschiedene Mängel auf. Als Schneidedraht wird häufig ein kurzer Widerstandsdraht aus Konstantan ohne Vorwiderstände verwendet. Konstantan leitet für diese Anwendung „zu gut“, so dass die einfachen Netzteile praktisch im Kurzschlussbetrieb laufen. Daher besteht eine erhöhte Erhitzungsgefahr für das Netzteil. Eine weitergehende Kritik der Fehler findet man unter:

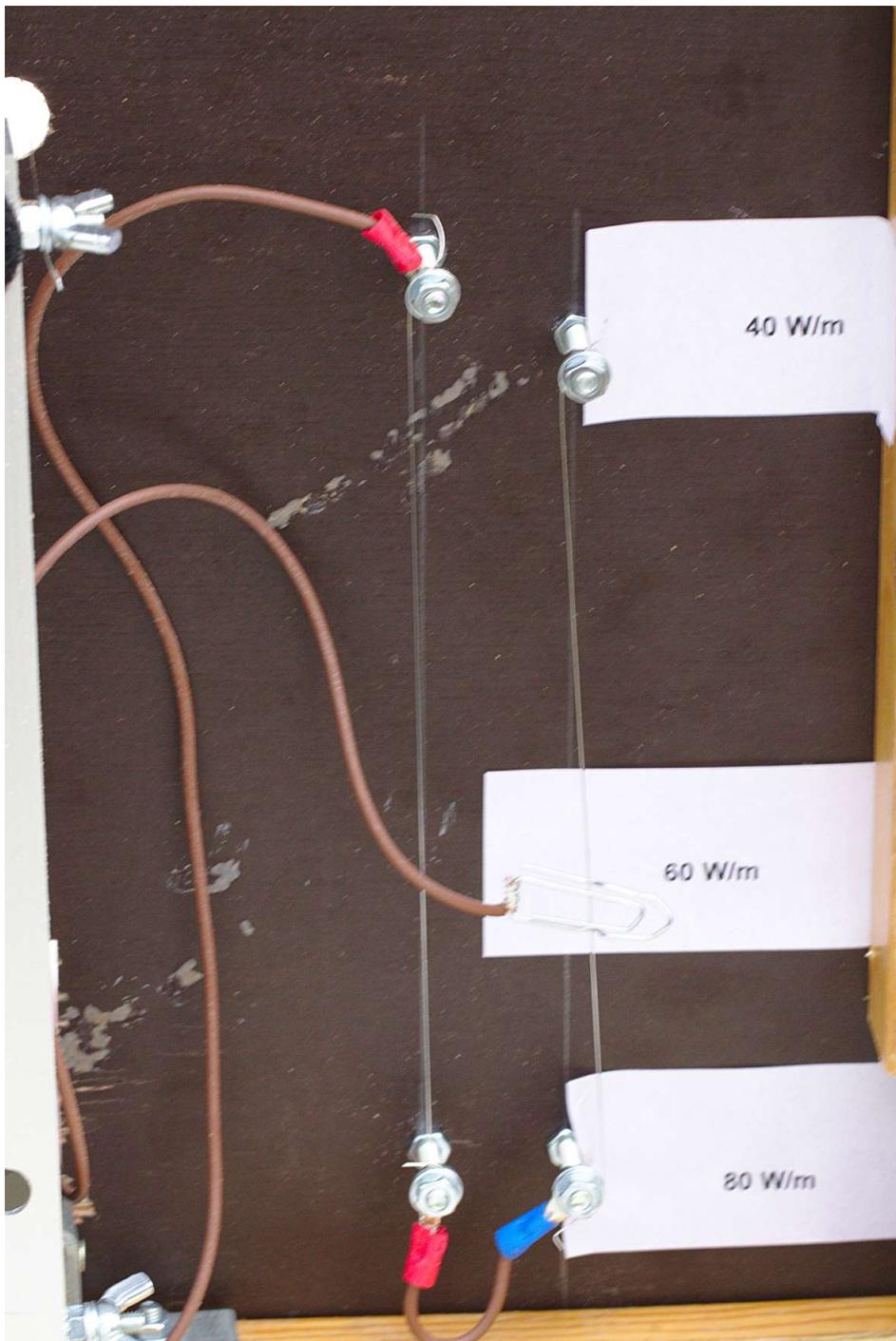
<http://www.suessbrich.info/elek/Styrosaege/StyrosaegeKritik.html>

Im Folgenden wird das „Innenleben“ unseres Schneiders vorgestellt.

Die Konstruktion unseres Schneiders beruht auf nebenstehendem Schaltbild.

In unserer Anordnung werden sowohl für den Schneidedraht wie auch für die Vorwiderstände Stücke einer Gitarrensaite aus Stahl (0,3 mm Durchmesser) verwendet. Der variable Widerstand RF ist als gespanntes Drahtstück mit einer Büroklammer als verschiebbarer Abgriff realisiert (siehe Bild auf der nächsten Seite).





Unsere Konstruktion verwendet ein ausreichend dimensioniertes Netzteil (5V / 12 A), so dass bei einem maximalen Strom von 6A ausreichend Reserven vorliegen. Sowohl für den Schneidedraht wie auch für die Vorwiderstände wird eine Gitarrensaite aus Stahl verwendet ($\varnothing=0,3$ mm, $2,3 \Omega/m$). Außerdem ist die Widerstandsfähigkeit einer Stahlsaite im „rauen“ Lernbetrieb deutlich höher als die eines Konstantandrahtes.

Die der Konstruktion zugrundeliegenden elektrischen Berechnungen gehen aus nachfolgender Tabelle hervor:

Den Berechnungen liegen folgende elektrische Grundformeln und eventuelle Umstellungen zugrunde: $U = I \cdot R$ und $P = I^2 \cdot R$

Berechnung der elektrischen Daten des Styroporschneiders

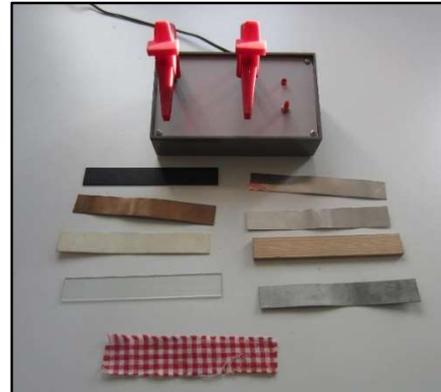
Netzgerät: 5V 12A 60W

Schneide- / Widerstandsdraht: 2,3 Ω /m (Gitarrensaite, Länge Schneidedraht 20cm, also 0,46 Ω)

	W/m			
	40	60	80	
<i>I / A</i>	4,17	5,11	5,90	<i>Erforderlicher Strom</i>
<i>Uh / V</i>	1,92	2,35	2,71	<i>Spannungsabfall am Schneidedraht</i>
<i>R / Ω</i>	0,74	0,52	0,39	<i>Vorwiderstand R_v+R_F</i>
<i>s / cm</i>	32,1	22,6	16,9	<i>Länge Vorwiderstandsdraht R_v+R_F</i>
<i>L / cm</i>	15,3	5,7	0	<i>Länge variabler Widerstandsdraht R_F</i>

Praktischer Hinweis: Wenn einmal der Schneidedraht ausgetauscht werden muss, sollte der Draht beim Spannen erhitzt sein. Da Materialien sich im erhitzten Zustand ausdehnen, hätte man durch Spannen im kalten Zustand hinterher beim Schneiden einen „schlappen Draht“!

19 Leiter und Nichtleiter



Lösung der 2. Aufgabe

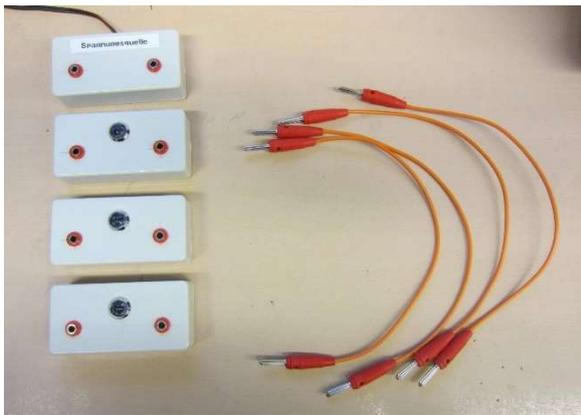
Trage die Stoffe in die Tabelle ein!

Leiter (rote LED leuchtet)	Nichtleiter (rote LED leuchtet nicht)
<i>Kupfer</i>	<i>Holz</i>
<i>Nickel</i>	<i>Plastik</i>
<i>Aluminium</i>	<i>Wollstoff</i>
<i>Zink</i>	<i>Plastik</i>

20 Herzen prüfen

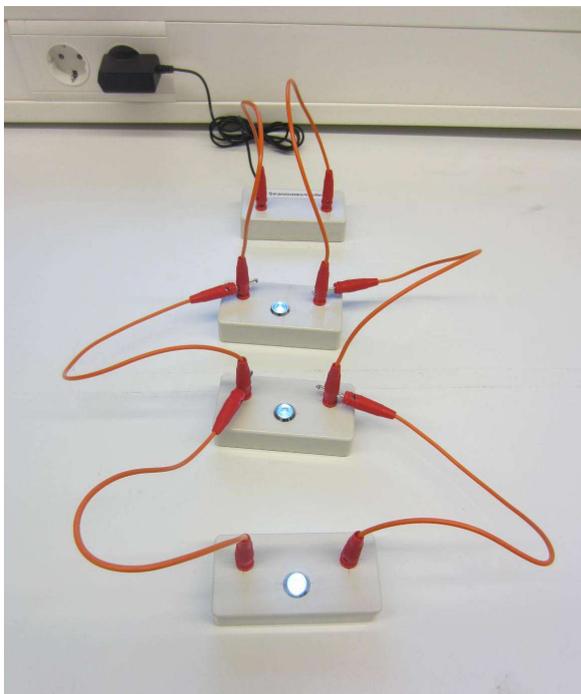
21 Was Strom alles kann

22 Parallelschaltung

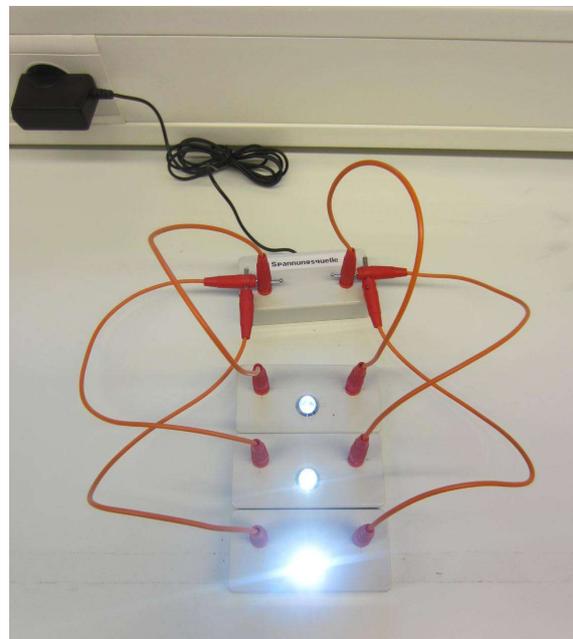


Materialvorgabe

Lösung 1



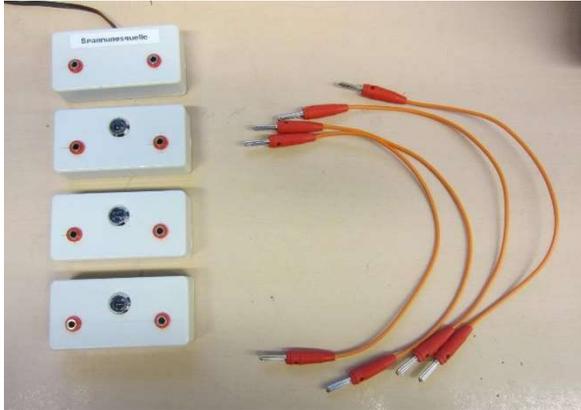
Lösung 2



Es gibt auch noch weitere richtige Lösungen, die sich ebenfalls ausschließlich in der Lage der Anschlusspunkte unterscheiden.

23 Reihenschaltung

Die Materialvorgabe stimmt mit der zur Parallelschaltung überein!

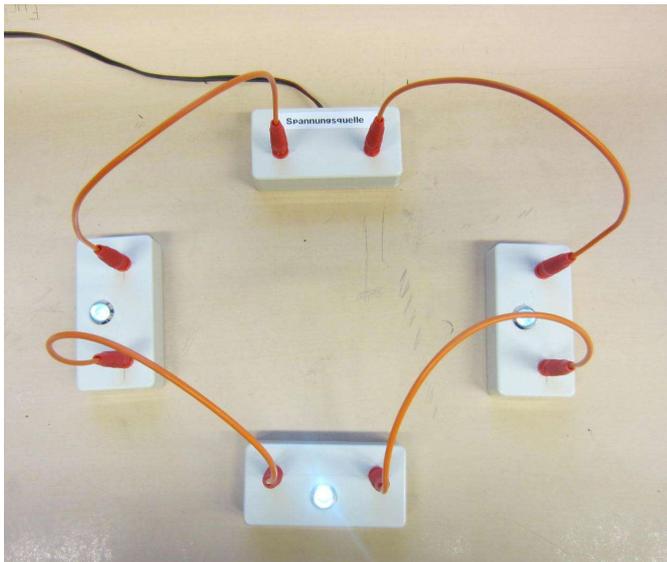


Hinweis für Lehrkräfte:

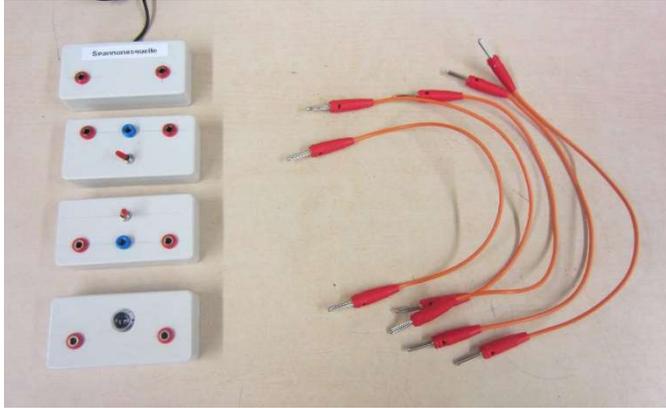
Die Spannungsquelle für diese Schaltung liefert eine höhere Spannung als bei den übrigen Schaltungen, weil sonst die drei LEDs in der Reihe kaum sichtbar leuchten.

Die richtige Spannungsquelle ist mit der Stationsnummer gekennzeichnet.

Lösung



24 Wechselschaltung

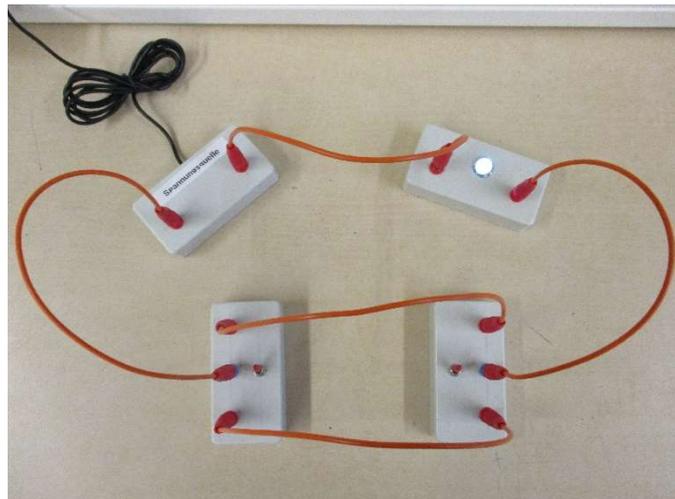
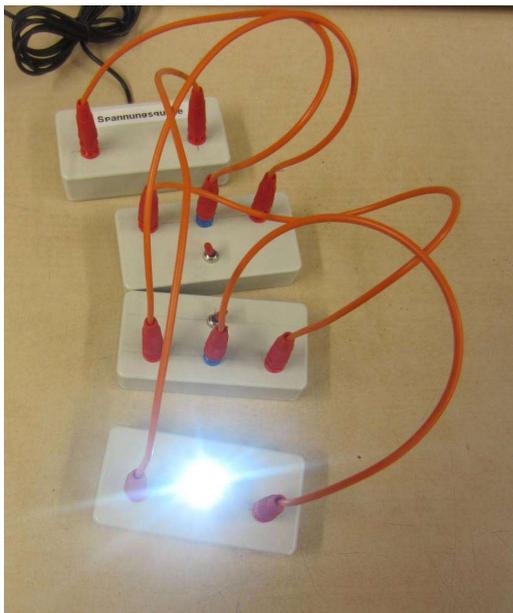


Materialvorgabe

Hinweis zur Funktion:

Die Schaltelemente verbinden den blauen Anschluss je nach Schalterstellung mit genau einem der roten Anschlüsse.

Zwei richtige Lösungen! Sie unterscheiden sich nicht wirklich. Durch verschieben der Bauelemente auf dem Tisch erhält man den Überblick und kann den Weg des Stromes besser nachvollziehen.



25 Sicherheitsschaltung

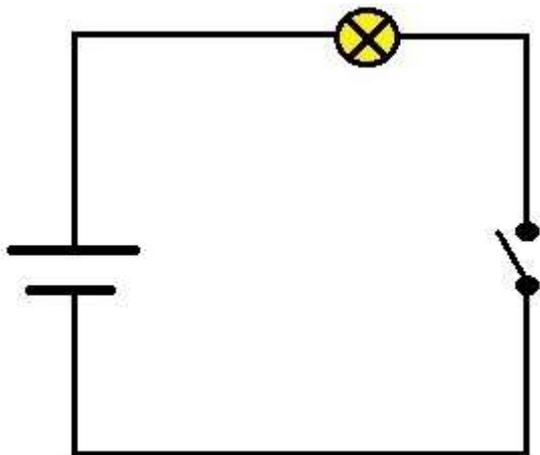
Einen elektrischen Schalter kennt jeder aus dem Alltag: Mit diesem kann man zum Beispiel das Licht in einem Raum anschalten und ausschalten. Schalter sind etwas ganz normales in Schaltungen der Elektrotechnik. Starten wir daher ganz kurz mit der Darstellung eines Schalters in elektrischen Zeichnungen.



**offener
Schalter**



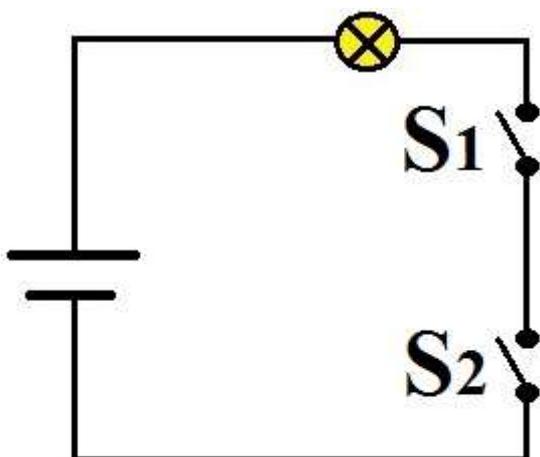
**geschlossener
Schalter**



So einen Schalter kann man nun in einen elektrischen Stromkreis einbauen. Ein Stromkreis besteht dabei aus einer Spannungsquelle, einem Verbraucher und Leitungen. In diesem Fall gibt es noch einen Schalter, mit dem man den Stromkreis schließen und öffnen kann.

Es kann nun passieren, dass es mehr als einen Schalter in einer Schaltung gibt. Sehen wir uns dazu zwei typische Fälle an.

Und-Schaltung:



Liegen zwei Schalter hintereinander - also auf einer Leitung - spricht man von einer UND-Schaltung. Denn hier müssen der erste Schalter und der zweite Schalter geschlossen sein, damit der Stromkreis geschlossen ist. Man nummeriert die Schalter auch durch (S_1 und S_2).

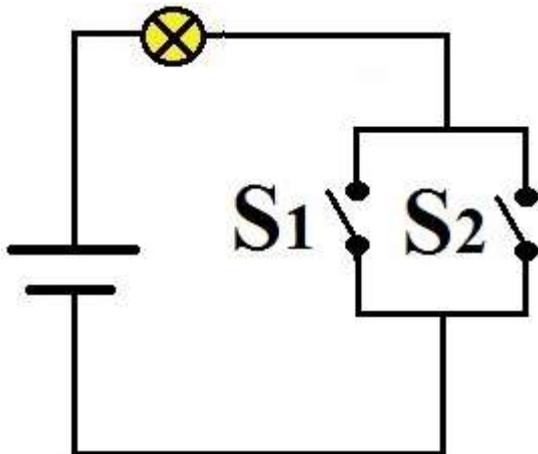
Ist ein Schalter offen fließt kein Strom, man bezeichnet dies mit 0. Ist der Schalter zu kann Strom fließen, dies bezeichnet man mit 1. Damit kann man eine so genannte Wahrheitstabelle

erstellen. Für die Und-Schaltung sieht diese so aus:

S1	S2	L
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

Was besagt die Tabelle? Wenn beide Schalter geschlossen (1) sind, dann ist die Lampe an (1). Sind beide Schalter offen (0) oder ist einer der beiden Schalter offen, dann ist die Lampe aus (0). Sind die beiden Schalter in einer Leitung hintereinander müssen beide geschlossen sein, damit der Strom fließen kann.

Oder-Schaltung:



Zwei Schalter können auch anders angeordnet sein. Die Abbildung zeigt eine Oder-Schaltung. Hier liegen die beiden Schalter nicht in einer Leitung, sondern in zwei Leitungen parallel. Grundsätzlich gilt, dass der Stromkreis geschlossen ist- sobald einer der beiden Schalter zu ist. Dies ist auch logisch, da hier eine Leitung durchgehend vorhanden ist. Die Oder-Schaltung sieht so aus:

Auch für die Oder-Schaltung kann man eine Wahrheitstabelle angeben. Hier gilt: Ist einer der beiden Schalter oder sogar beide Schalter geschlossen (1), dann leuchtet die Lampe (1). Erst wenn beide Schalter offen (0) sind ist auch die Lampe aus (0).

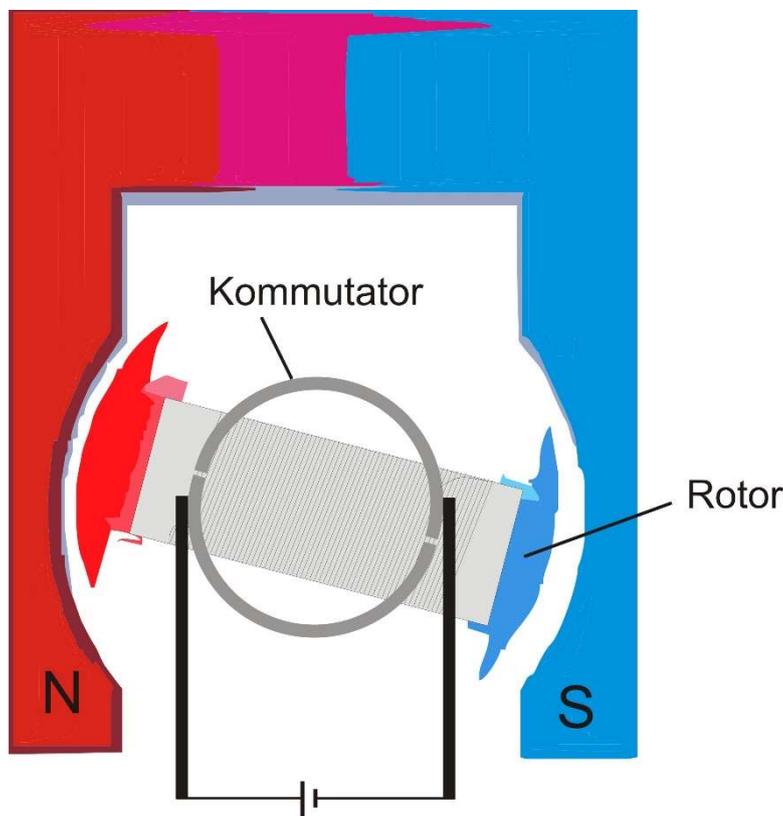
S1	S2	L
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

26 Der Elektromagnet

27 Der Elektromotor

Der (Gleichstrom-) Elektromotor funktioniert aus dem Wechselspiel zwischen einem Permanentmagneten mit einem Elektromagneten, der drehbar zwischen den beiden Polen des Permanentmagneten aufgehängt ist.

Im einfachsten Fall hat der Elektromagnet nur eine einzige Spule (siehe Abbildung unten). Bei der jetzigen Position würden sich der Nordpol des Elektromagneten mit dem Nordpol des Permanentmagneten abstoßen und die beiden Südpole entsprechend.



Der Strom für den Elektromagneten kommt dabei von der Batterie und fließt über die beiden Schleifkontakte zum Kommutator und von dessen beiden Halbringen zur eigentlichen Spule, die auf den Rotor gewickelt ist.

Diese Drehbewegung würde aber zum Stillstand kommen, wenn der Rotor sich um ca. 80 Grad nach rechts gedreht hätte, weil sich dann der Südpol des Permanentmagneten und der Nordpol des Elektromagneten gegenüberstehen und sich beide anziehen.

Hier kommt der Kommutator ins Spiel, der jetzt dafür sorgt, dass der Stromkreis kurzzeitig unterbrochen wird und danach mit umgekehrter Stromrichtung wieder eingeschaltet wird. Dadurch wird die Drehbewegung in der ursprünglichen Richtung fortgesetzt.

In der Elektrotechnik wird mit dem Kommutator (von lat. commutare – vertauschen eine Einrichtung zur Umpolung (Stromwendung) in elektrischen Maschinen bezeichnet. Zur Funktionsweise siehe die sehr anschauliche Darstellung in der Wikipedia

(https://de.wikipedia.org/wiki/Kommutator_%28Elektrotechnik%29)

Diese Erklärung ist schon komplex genug und deshalb haben wir sie in dem Schülerheft bewusst weggelassen.

Hinzu kommt noch, dass der hier geschilderte einfachste Elektromotor manchmal Anlaufprobleme hat und evtl. erst angeschubst werden muss.

In dem für die Schüler benutzten Motor hat der Rotor deshalb drei Elektromagneten und läuft sicherer an und insgesamt „runder“. Gute Motoren haben meist sogar noch mehr als drei Magneten auf dem Rotor.

Dass bedeutet aber auch, dass der Kommutator dann nicht mehr nur 2 Abschnitte hat (siehe Zeichnung) sondern 3 (wie im Modell) oder eben noch mehr.

28 Solarpaneele

29 Überlastsicherung

30 Knobelaufgabe