

# Elektro- Experimentier- Kasten

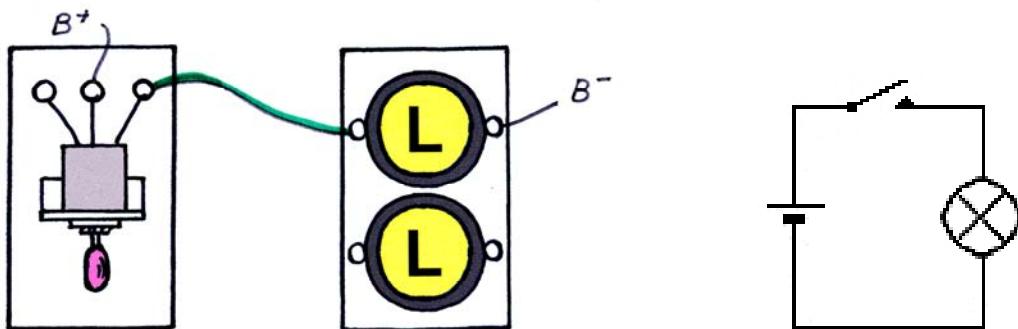


# Grundlagen

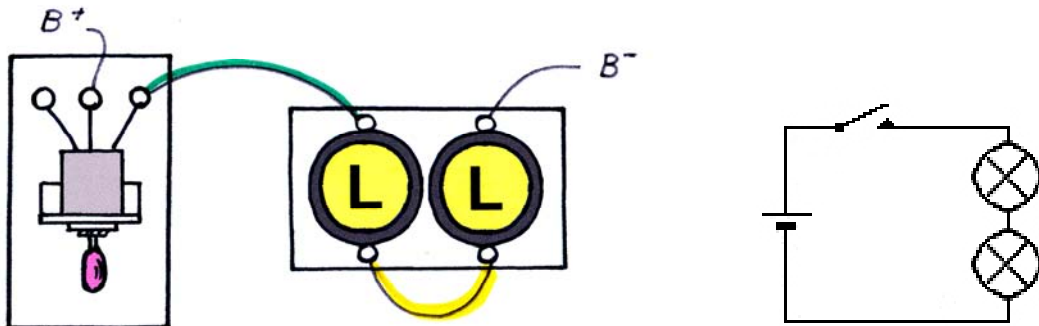
- Alle in diesem Experimentier-Kasten vorgeschlagenen Versuche benutzen die harmlose Spannung einer Batterie von 4 - 5 Volt. Spannungen unter 42 Volt sind ungefährlich! Mache **nie Versuche mit Strom aus Steckdosen**. Sie besitzen eine lebensgefährliche Spannung von 220 Volt!!
- Ein **Stromkreis** ist die Zusammenschaltung einer Batterie mit Verbrauchern (Lampen, Motoren, elektronische Schaltungen, etc.)
- Beim Zusammenbauen von Stromkreisen ist darauf zu achten, dass der Strom vom Pluspol (+ / rot) der Batterie über die einzelnen Verbraucher zum Minuspol (- / schwarz) der Batterie fließen kann.
- Bitte nirgends eine direkte Verbindung vom Pluspol (+) zum Minuspol (-) der Batterie machen. Das wäre ein **Kurzschluss** und würde der Batterie schaden!  
**Tipp:** Immer zuerst den Stromkreis aufbauen und erst dann mit der Batterie verbinden bzw. einschalten.
- Den meisten Schaltungen ist neben dem Bild noch ein **Schaltplan** beigelegt (Details dazu siehe Anhang III).
- Damit die Batterie nicht zu rasch entladen wird, lasse die Verbraucher (Lampen, Motoren, elektronische Schaltungen, etc.) nicht zu lange in Betrieb!
- Ist die **Batterie leer**, können die einzelnen Batterie-Zellen dem Batterie-Kästchen entnommen und mit einem Ladegerät geladen werden (s. Anhang I).

## Lampen-Experimente

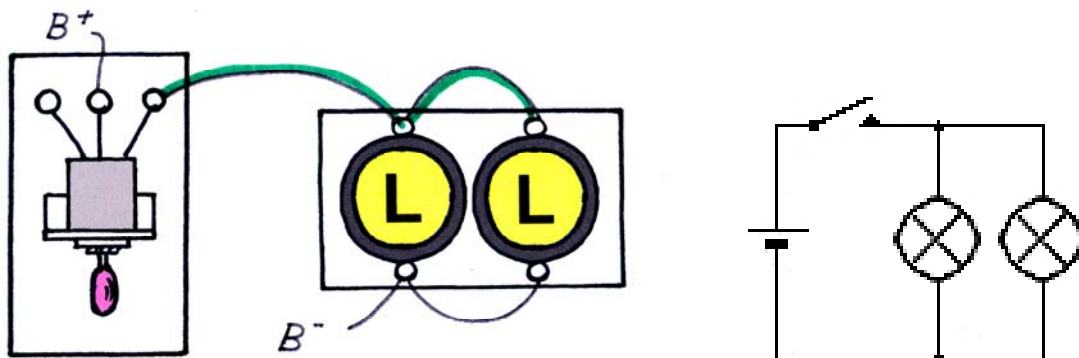
- **Einfache Lampenschaltung:** Das Lämpchen lässt sich mit dem eingeschlauchten Schalter ein- und ausschalten.



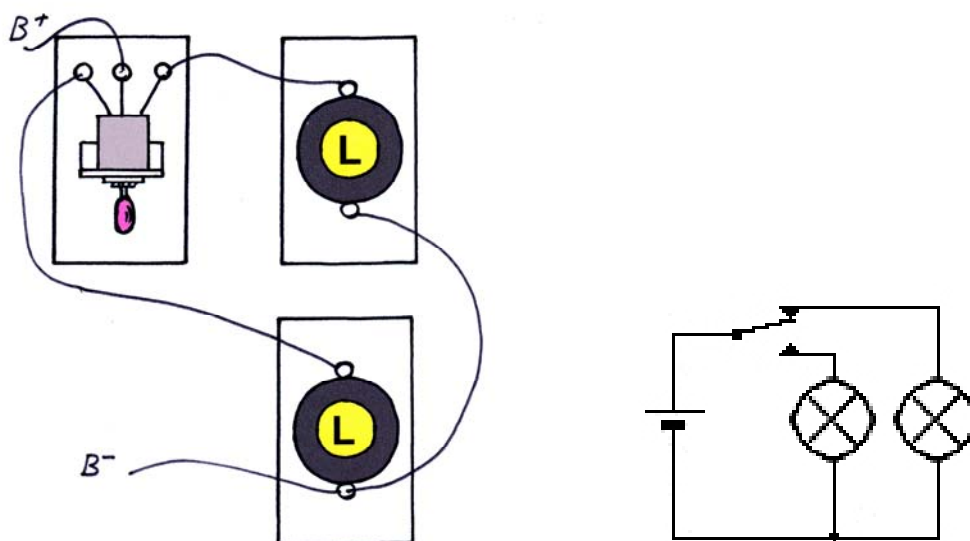
- **Serieschaltung von Lampen:** Bei der Serieschaltung gleich starker Lampen (die zwei weissen) leuchten beide gleich schwach. Wenn ungleiche Lampen in Serie geschaltet werden, leuchtet die schwächere Lampe (weiss) heller und die stärkere Lampe (rot) schwächer. Die schwächere benötigt weniger Strom und brennt daher heller.



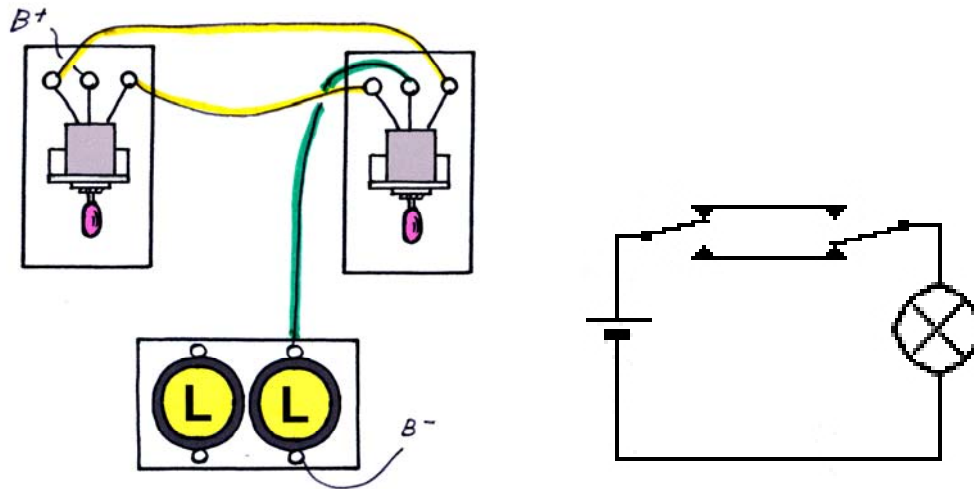
- **Parallelschaltung von Lampen:** Bei der Parallelschaltung von zwei Lampen leuchten beide Lampen, unabhängig von ihrer Stärke, mit ihrer maximalen Helligkeit. Die Lampen können sich nicht beeinflussen, da sie immer die volle Batteriespannung erhalten.



- **Einfache Verkehrsampel:** Mit dem Kippschalter kann von einer zur anderen Lampe umgeschaltet werden.



- **Treppenhaus-Schaltung:** Die Lampe kann von beiden Schaltern ein und ausgeschaltet werden. Diese Schaltung findest du sicher auch irgendwo in deiner Wohnung.



- **Wieso blinken Blinklämpchen?** Im Lämpchen ist ein Bimetallstreifen, der bei Erwärmung die Lampe ausschaltet und sie nach Abkühlung wieder einschaltet. Siehst du den Bimetallstreifen neben dem Glühfaden?

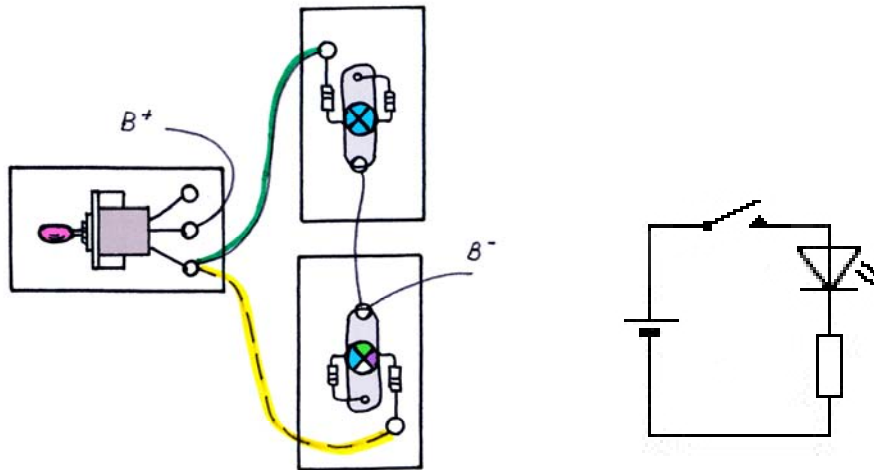


Blinklämpchen

## *Leuchtdioden*

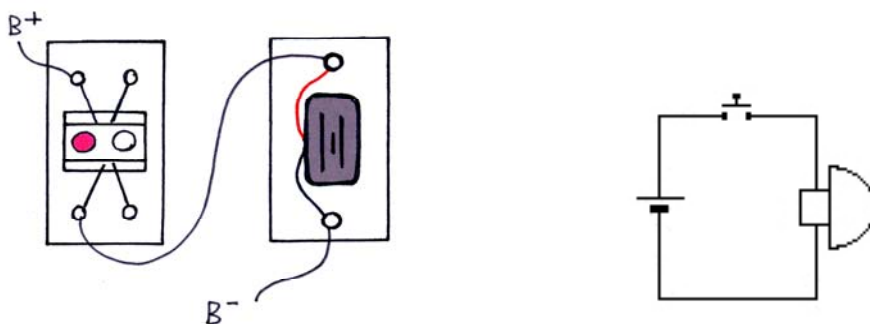
- Leuchtdioden (auch LED genannt) sind elektronische Elemente, die bei Stromdurchfluss leuchten. Damit sie leuchten müssen sie richtig gepolt angeschlossen sein (beachte daher die Markierungen an den Anschlussklemmen!).
- Leuchtdioden benötigen bedeutend weniger Strom und haben eine bedeutend höhere Lebenserwartung als Lämpchen.
- Es gibt Leuchtdioden die statt sichtbarem Licht infrarotes Licht ausstrahlen. Diese werden sehr oft in Radio- und TV-Fernsteuerungen eingesetzt.

- Im Experimentierkasten findest du zwei Leuchtdioden: eine die dauernd blau leuchtet und eine die in den Regenbogenfarben wechselt (gestrichelt angeschlossen).



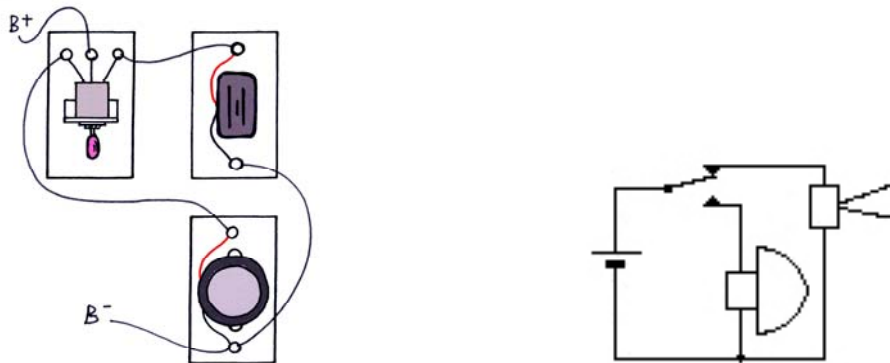
## *Akkustikgeber*

- Türglocke:



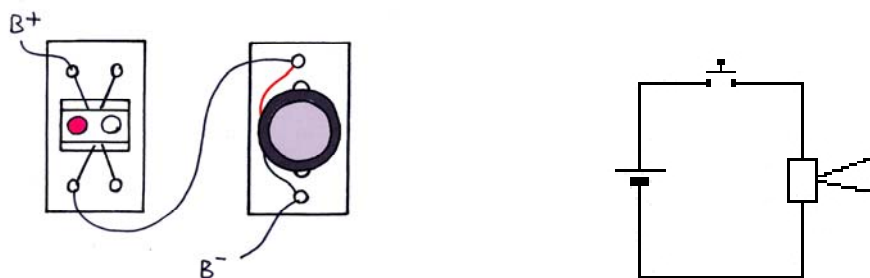
Bei Druck auf die rote Taste schnarrt der Summer.

- **Umschaltung von Sirene auf Summer:**



Je nach Stellung des Umschalters heult die Sirene oder schnarrt der Summer

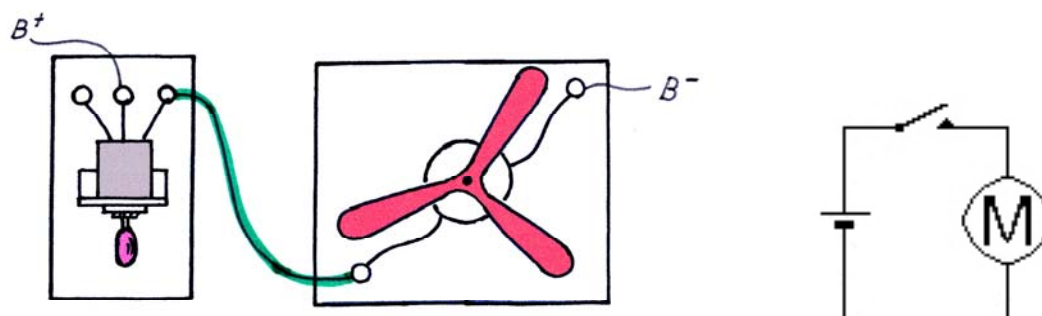
- **Morseschaltung:**



Mit dieser Schaltung kannst du telegrafieren! Dabei werden Buchstaben und Zahlen in kurze und lange Töne verwandelt und durch Pausen getrennt. Das dabei verwendete Morsealphabet findest du im Anhang II. Telegrafieren war vor ca. 80 Jahren die einzige Methode um zwischen Kontinenten oder zwischen Schiffen und Land zu kommunizieren.

## ***Motoren***

- **Motor mit Schalter:**

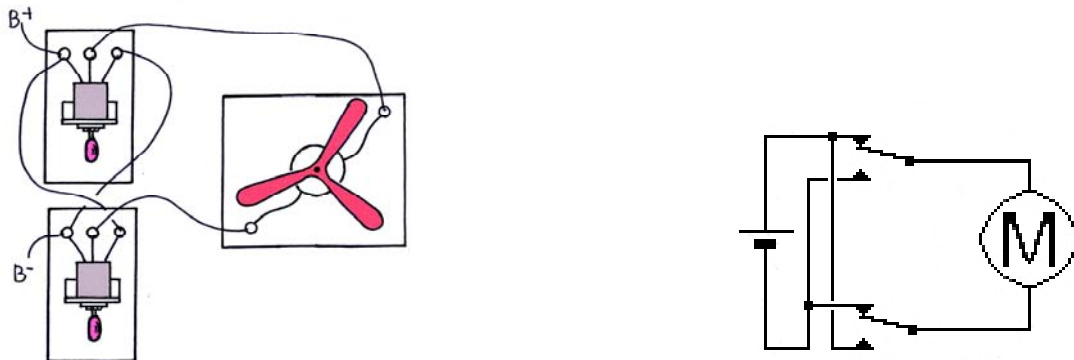


Mit dem Schalter kannst du den Motor Ein- und Ausschalten.

Der Motor wandelt elektrische Energie in mechanische Rotations-Energie um. Die Drehrichtung des Gleichstrommotors hängt vom Anschluss an die Batterie ab. Vertausche einmal die Batterieanschlüsse und du wirst sehen, dass sich die Drehrichtung des Motors ändert.

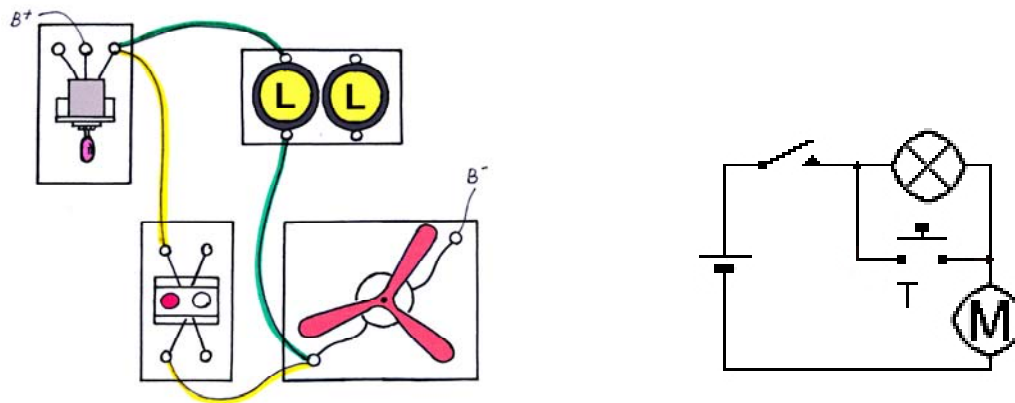
- **Schaltung zur Drehrichtungsänderung:**

Die Drehrichtung lässt sich mit folgender Schaltung (immer beide Schalter betätigen!) steuern:

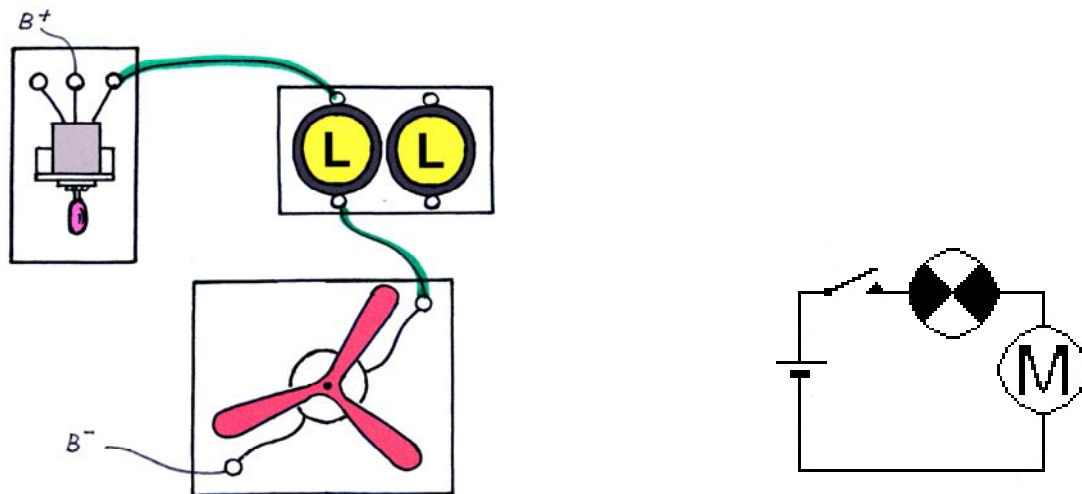


- **Geschwindigkeits-Steuerung:**

Die Geschwindigkeit eines Motors hängt vom Speisestrom ab. Wird der Strom durch ein seriegelochter Widerstand (hier z.B. eine Lampe) reduziert so läuft er weniger schnell. Bei der folgenden Schaltung erhöht sich die Geschwindigkeit des Motors beim Drücken des Tasters (T).



- **Trickreiche Motorschaltung:**  
Hier unterbricht ein seriegeschaltetes Blinklämpchen periodisch den Lauf des Motors:

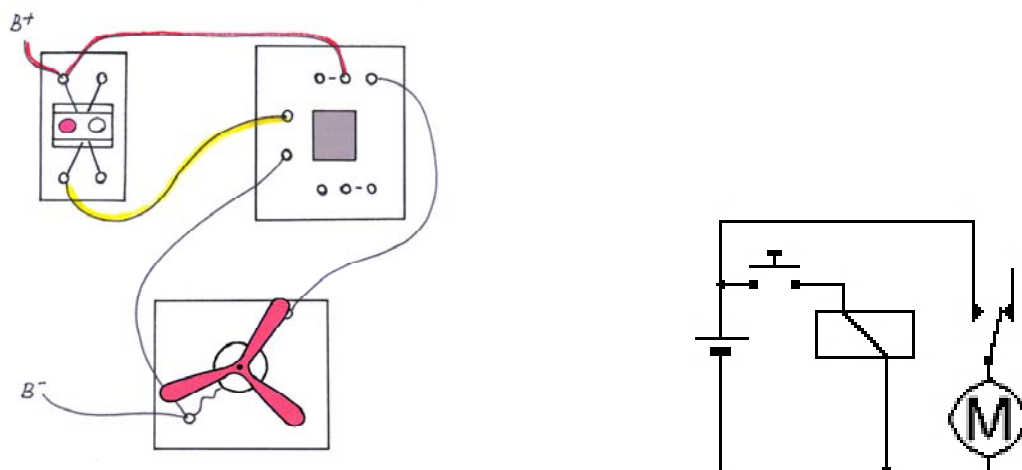


## *Das Relais*

- Das Relais ist eine Art ferngesteuerte Kippschalter, welcher beim Anschalten einer Spannung an die Spule (mittlere zwei Anschaltunkte) die vorhandenen Relaiskontakte ein-, aus- oder umschaltet.
- Mit dem Relais können Verbraucher mit grosser Leistung (Motoren, etc) mit kleiner Leistung gesteuert werden. Man kann es daher auch als Leistungsverstärker ansehen.
- Durch spezielle Schaltungskombinationen kann das Relais zum Speichern von Impulsen erweitert werden
- Im Experimentierkasten findest du zwei Relais mit je zwei Umschaltkontakten. Das sind die drei nebeneinander liegenden Anschlüsse links und rechts am Relaisbrettchen. In Ruhestellung des Relais ist der mittlere Anschlusspunkt auf eine Seite verbunden (durch Farbpunkt bezeichnet) und in Arbeitsstellung wird er auf die andere Seite umgeschaltet.
- Im Schaltschema eines Relais können die Kontakte beidseitig der Relaispule liegen und werden bei Aktivierung in Richtung der Spule gezogen.



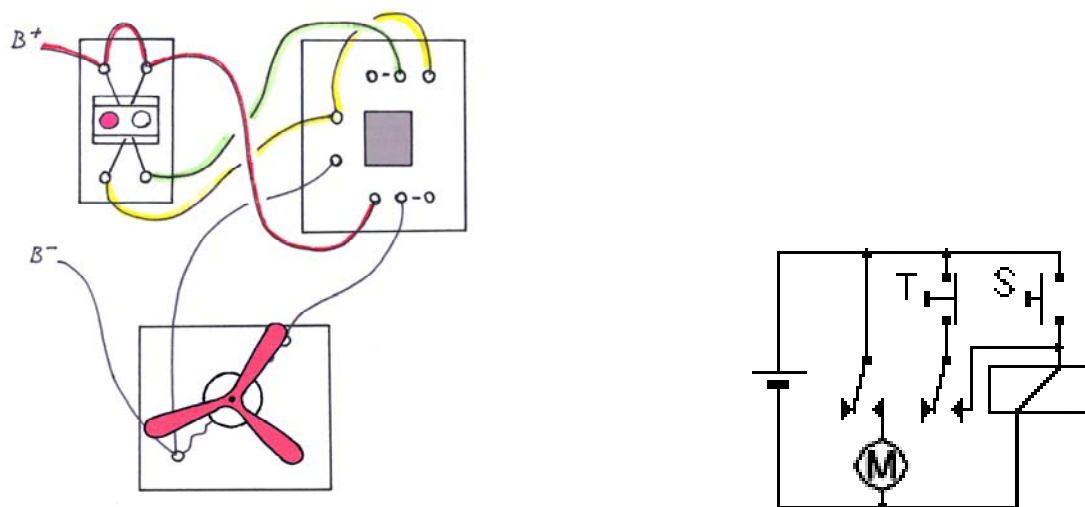
- **Ein- und ausschalten eines Motors mit einem Relais:**



Beim Drücken der Schliesstaste zieht das Relais mit einem hörbaren Geräusch auf und lässt den Motor anlaufen. Der Motor läuft solange die Taste gedrückt bleibt.

- **Komplete Drucktastensteuerung:**

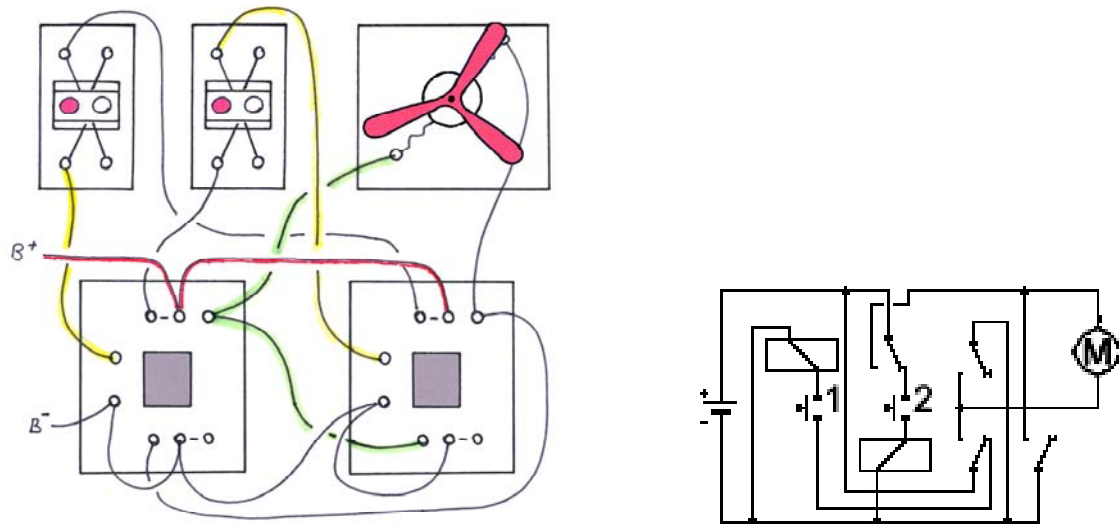
Erweitert man die Relaisschaltung so, dass sich das einmal aufgezugene Relais über einen eigenen Kontakt aufgezogen hält, erhält man bereits eine erste einfache Motorsteuerung:



Nach Drücken der Schliesstaste (S, rot) zieht das Relais auf und bleibt solange gezogen bis die Trenntaste (T) gedrückt wird. Dadurch läuft der Motor an und hält erst beim Drücken der Trenntaste (T) wieder an.

- **Richtungssteuerung mittels Drucktasten:**

Unter Zuhilfenahme eines zweiten Relais und eines zweiten Tasters kann die Schaltung nun so erweitert werden, dass beim Drücken der linken roten Schliesstaste (1) der Motor in Normalrichtung anläuft. Wird hingegen auf die rechte rote Schliesstaste (2) gedrückt dreht der Motor in Gegenrichtung.



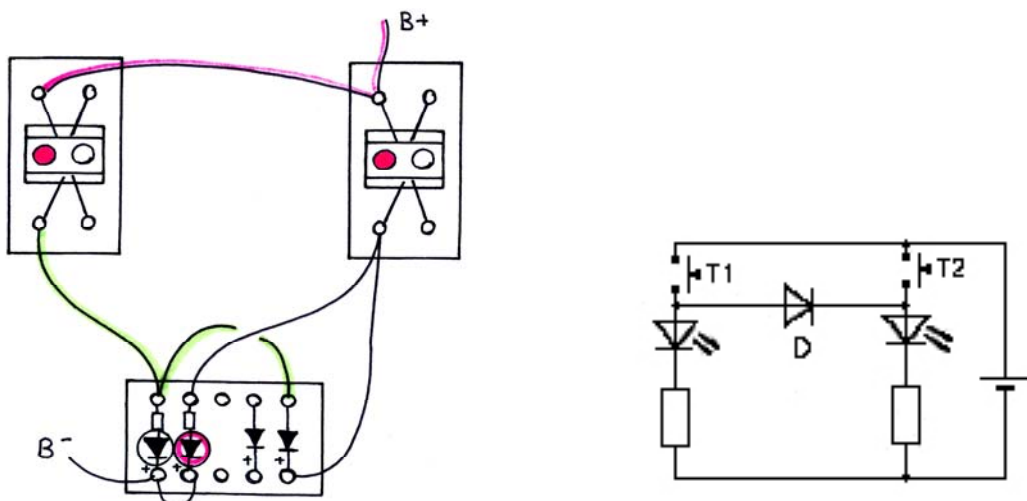
Diese Schaltung hat noch ein Problem: Der Motor lässt nur durch Abtrennen der Batterie anhalten. Mit einer kleinen Modifikation lässt sich aber auch diese Unschönheit lösen. Was schlägst du für eine Änderung vor?

So kann zum Beispiel durch Serieschalten der beiden bis jetzt leerstehenden Trenntasten und Einschleifen in die Batterie-zuleitung von jedem Einschaltbrettchen wieder ausgeschaltet werden. So einfach ist das!

## Die Diode

Die Diode ist ein in der Elektronik weit verbreitetes Bauelement. Sie leitet den Strom nur in einer Richtung, man unterscheidet daher Flussrichtung und Sperrrichtung. Diese Ventilwirkung der Diode wird genutzt um wechselnde Spannung gleichzurichten und Gleichspannung zu erzeugen.

Eine weitere Anwendung der Diode ist das Absperrn von unerwünschten Stromflüssen, was beim folgenden Versuch deutlich wird:



- Beim Drücken des rechten Tasters T2 leuchtet die rote Leuchtdiode; beim Drücken des linken Tasters T1 leuchten die grüne und rote.
- Trennt man den Diodenpfad (via Diode D) zwischen rechtem Taster und Diodenbrettchen, leuchtet beim Drücken des linken Tasters nur noch die grüne Leuchtdiode.
- Kehrt man die Diodenanschlüsse um, ist alles Umgekehrt, d.h. beim Drücken des rechten Tasters T2 leuchten beide Dioden.

Grund: Die Diode D leitet den Strom von einer Leuchtdiode zur anderen, nicht aber in Gegenrichtung!

Die Schaltung kann übrigens auch mit Lämpchen statt LED aufgebaut werden.

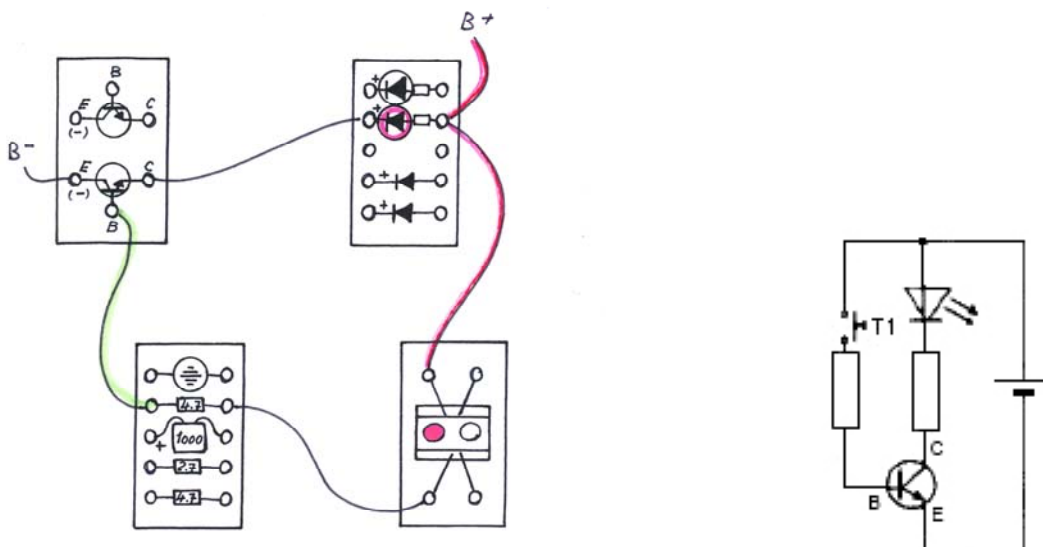
## Transistoren

Der Transistor kann wie die Diode den Strom in eine Richtung fließen lassen und darüber hinaus entscheiden, ob überhaupt ein Strom fließt und wie stark dieser sein soll. Der Transistor ist daher **als Schalter und als Verstärker einsetzbar**. Alle bekannten Geräte, wie z.B. Computer, Walkman, Taschenrechner, etc. wären ohne Transistoren nicht herstellbar.

Nimmt man einen Transistor in die Hand fällt auf dass er drei Anschlüsse hat. Es sind dies der **Emitter (sendet Elektronen)**, die **Basis (steuert den Fluss der Elektronen)** und der **Collektor (sammelt die Elektronen)**. Die Elektronen fließen vom Emitter (E) durch den Transistor zum Kollektor (C) und die Basis (B) steuert diesen Elektronenfluss.

**Transistoren sind empfindliche Elemente**. Sie ertragen keine falsche Polung und keine zu grossen Ströme!

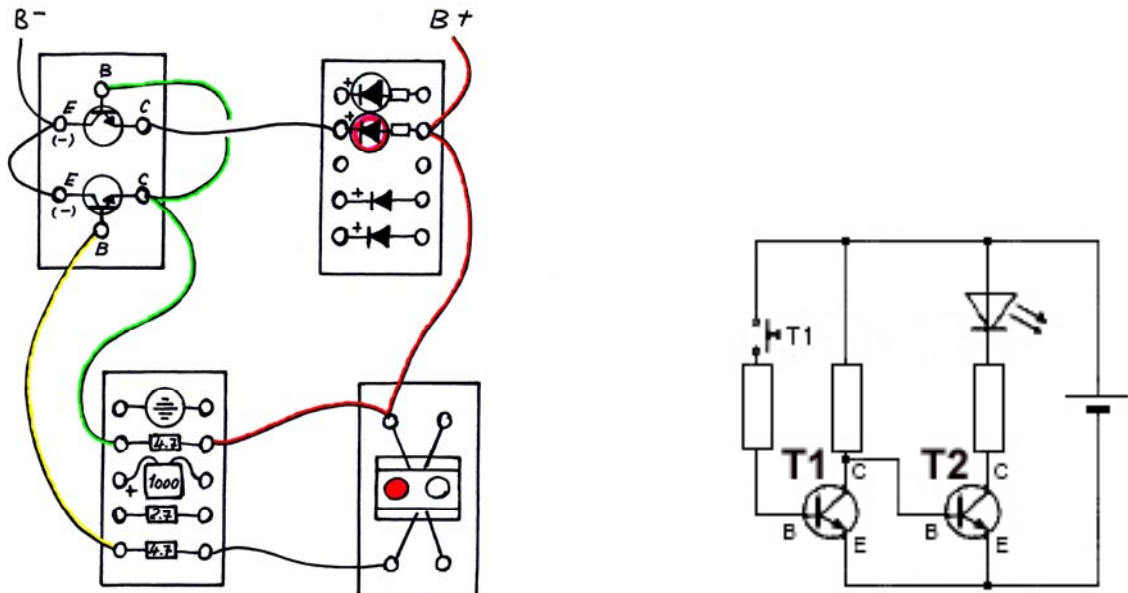
- **Der Transistor wirkt als Schalter**



Im Leerlauf (Drucktaster T1 nicht gedrückt) leuchtet die Leuchtdiode nicht. Bei Druck auf

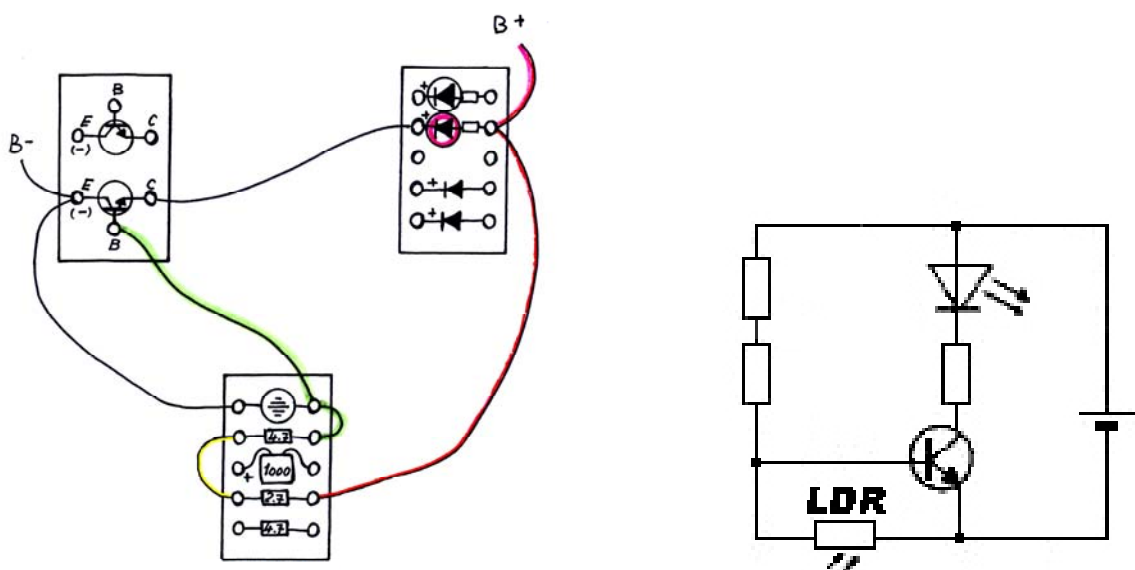
Schliesstaster T1 wird die Basis B des Transistors mit Strom versorgt, wobei der Transistor durchschaltet und die Leuchtdiode zum Brennen bringt.

- Umkehrung eines Schaltbefehls:



Im Leerlauf (T1 nicht gedrückt) leuchtet die rote Leuchtdiode. Bei Druck auf Schliesstaster T1 wird die Basis B des Transistors T1 mit Strom versorgt, wobei der Transistor T1 durchschaltet und der Basis des Transistors T2 den Strom wegnimmt. In der folge sperrt Transistor T2 und die Leuchtdiode löscht. Diese Schaltung wird auch „Inverter“ genannt.

- Der Dämmerungsschalter



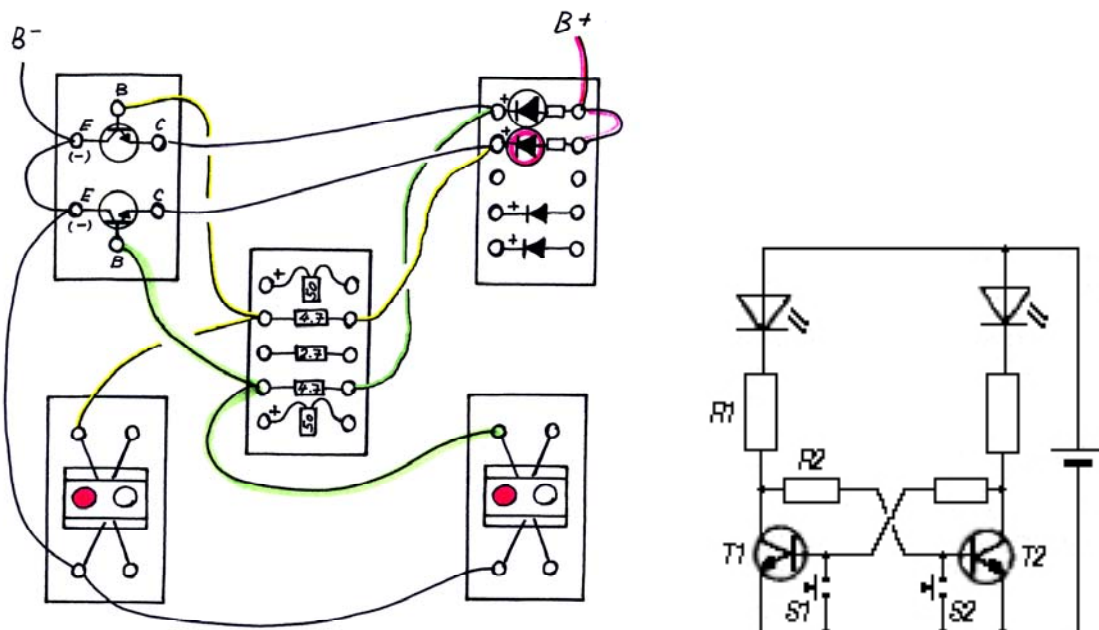
Der LDR (Light Dependent Resistor) ist ein lichtabhängiger Widerstand. Er wird niederohmig bei Lichteinfall. Im Ruhezustand der Schaltung (kein Licht am LDR) leuchtet

die rote Leuchtdiode. Trifft aber der Lichtstrahl einer Taschenlampe auf den LDR-Widerstand löscht die Leuchtdiode.

Grund: Im Ruhezustand empfängt der LDR kein Licht. Er lässt nur wenig Strom durch (er ist hochohmig) und schickt den Strom durch die Basis zum Emitter. Der Transistor wird leitend und lässt die Leuchtdiode leuchten.

Empfängt der LDR Licht, wird er niederohmig und nimmt der Basis den Strom weg, wodurch der Transistor nicht mehr leitet und der LED keinen Strom mehr liefert.

- **Die Kippschaltung bzw. der Flip-Flop**



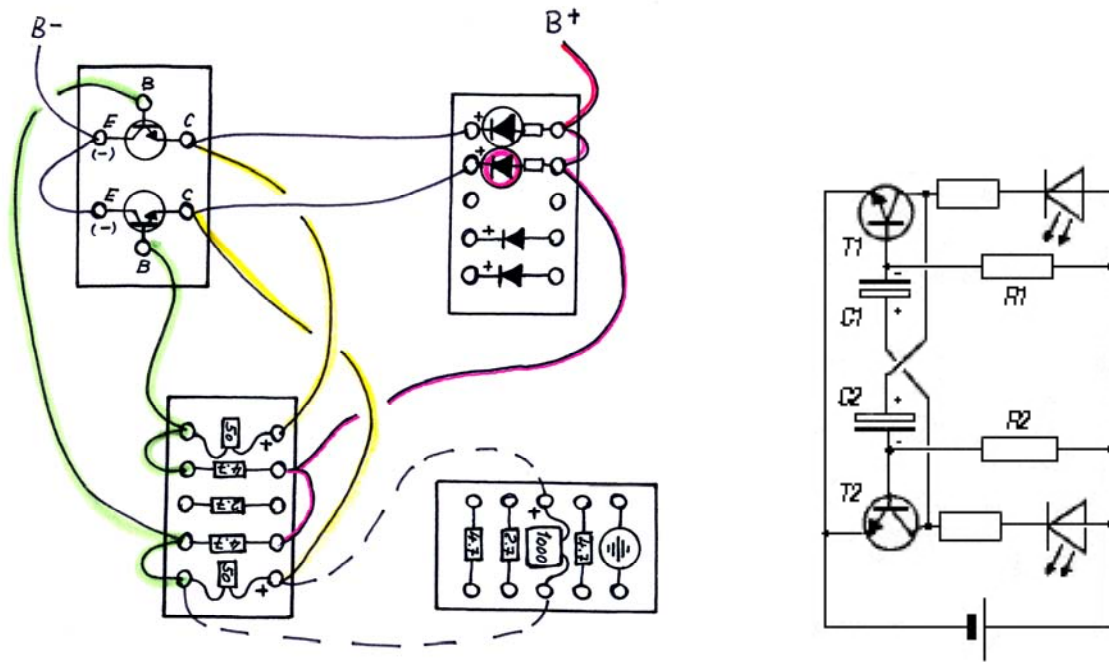
Dies ist eine wichtige Grundschaltung der Computertechnik da sie Informationen speichern kann. Im gezeigten Versuchsaufbau lässt sich die Schaltung mit den Schliesstastern S1 und S2 zwischen zwei Zuständen hin und herkippen.

Grund: Beim Drücken der Schliesstaste S1 wird Transistor T1 gesperrt und Transistor T2 aktiviert. Dieser Zustand bleibt so lange bestehen bis die Schliesstaste S2 gedrückt wird. Dann wird Transistor T2 gesperrt und Transistor 1 wird leitend.

Der Elektroniker bezeichnen eine solche Schaltung als bistabile Kippschaltung oder Flip-Flop

- **Der Wechselblinker oder die astabile Kippschaltung:**

Bei Beginn ist Transistor T1 geschaltet (grüne LED leuchtet) und ladet den Kondensator C2 auf. Sobald er genug geladen ist, beginnt die Basis des Transistors 2 wieder Strom zuführen und schaltet die rote LED an. Nun wird Transistor 1 gesperrt bis Kondensator 1 soweit umgeladen ist, dass die Basis des Transistors 1 wieder Strom führen und die grüne LED aktivieren kann. Auf diese Weise kippt die Schaltung nun endlos hin und her.

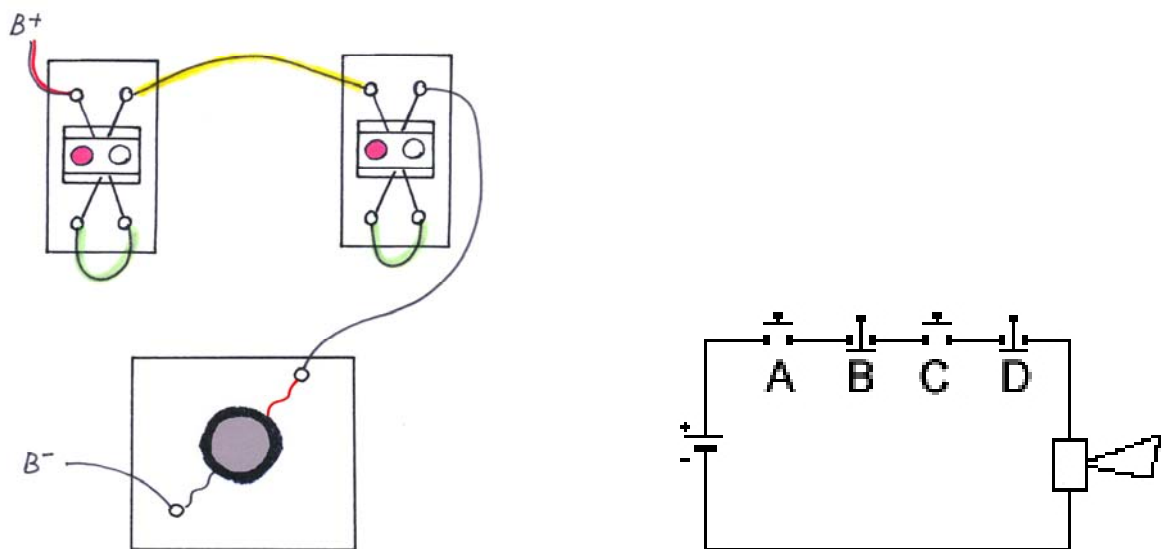


Die Frequenz oder der Takt der Kippbewegungen lässt sich mit der Grösse der Kondensatoren verändern. Schalte versuchsweise einen zusätzlichen Kondensator parallel zum C1 (gestrichelten Verbindungen) und die Flackerschaltung wird langsamer!

## *Schaltungstechnik*

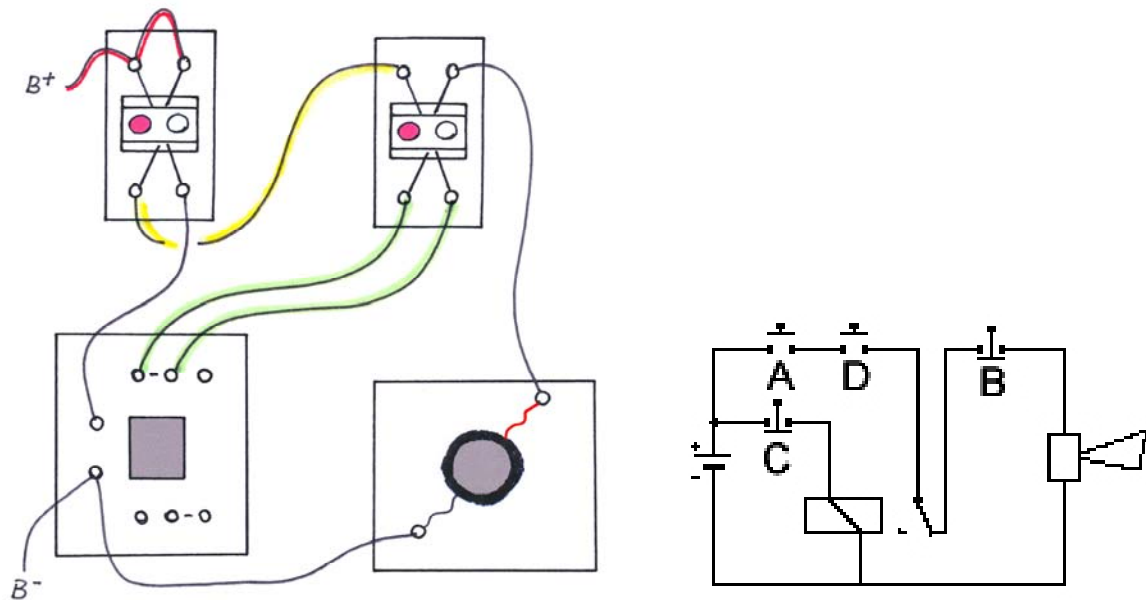
Mit der Schaltungstechnik werden die elektrischen Schalt- und Bauelemente zu einem funktionierenden System verbunden. Eine fertige Schaltung kann mit einem Schaltplan (siehe Anhang III) dargestellt werden.

- **elektrische Türöffnung mit 4 Tasten:**



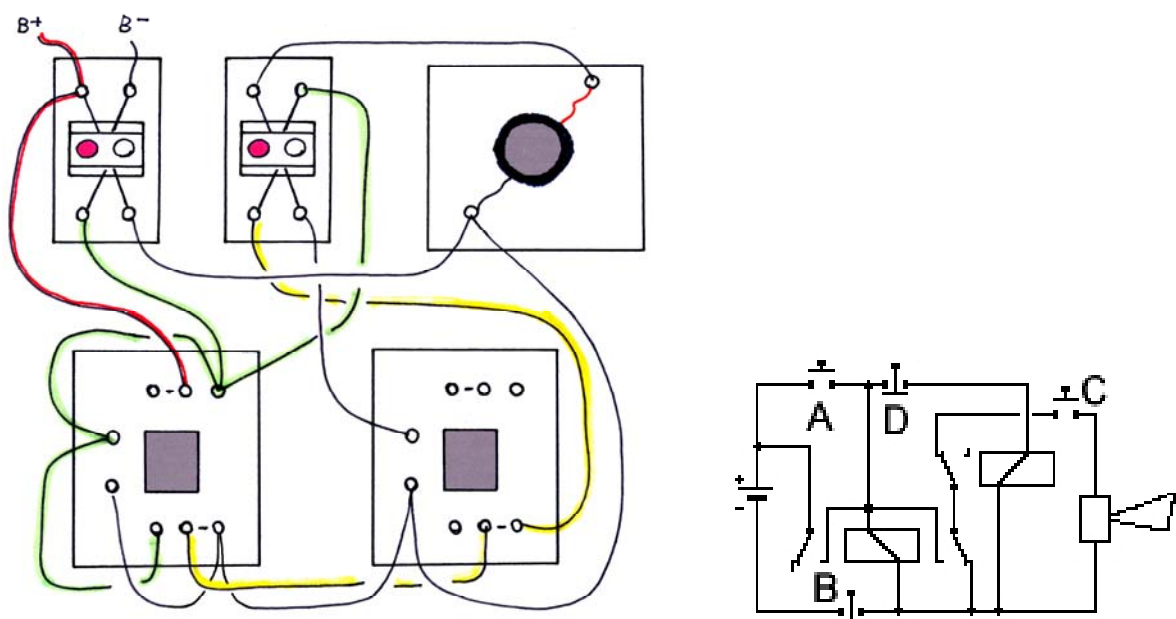
Diese Schaltung erlaubt das Öffnen eines Türschlosses (hier mit einer Akkustiksirene ersetzt) mittels Drücken der Schliesstasten A und C. Trenntasten B & D dürfen aber dabei nicht gedrückt sein!

- **verbesserte Schaltung**



Diese Schaltung ist bereits etwas raffinierter und verwendet auch die Trenntasten. Zum Öffnen müssen die Schliesstasten A und B und die Trenntaste D gedrückt werden. Die Trenntaste C darf aber nicht betätigt werden.

- **sequentielle Türöffnungsschaltung:**



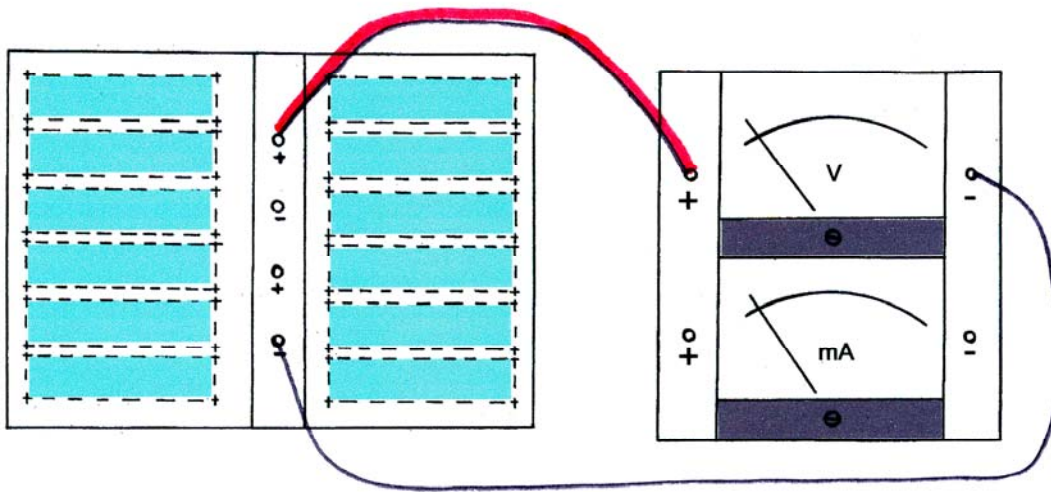
Hier wird das Schloss nur geöffnet, wenn in einem ersten Schritt die Taste A und anschliessend in einem zweiten Schritt die Tasten C und D gedrückt werden. Rückstellung der Schaltung mittels Trenntaste B.

# Messtechnik

Links unten im Experimentierkasten findest du ein Messmodul, welches zwei verschiedene Messinstrumente enthält.

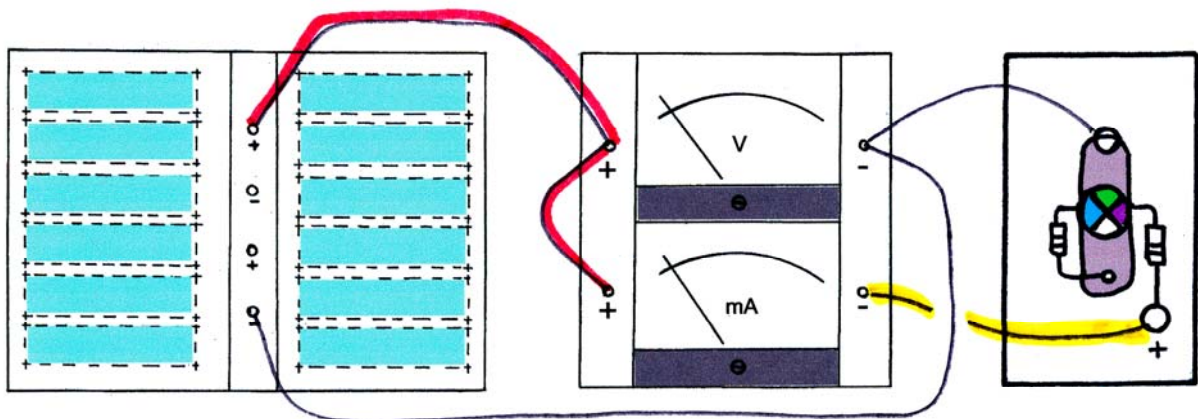
Im oberen Teil ist ein **Voltmeter** mit welchem die Spannung (Volt) an einem Element gemessen werden kann. Es ist für 15 Volt Gleichstrom ausgelegt, was für unsere Versuche vollständig genügt. Das Gerät ist polaritätsempfindlich; wenn der Zeiger nach links ausschlägt ist es falsch angeschlossen!

Beispiel: Messen der Spannung einer Solarzelle mit dem Voltmeter



Im unteren Teil ist ein **Ampèremeter** mit welchem man den Strom (Ampère) der durch ein Element fließt messen kann. Es ist für Gleichströme bis 100 Milliampère (mA sind Tausendstel-Ampère) ausgelegt, was bei den meisten Versuchen in diesem Experimentier-Kasten genügt.

Beispiel: Messen von Kurzschlussstrom und Spannung an einer Solarzelle:



Zum Messen des Kurzschlussstromes der Solarzellen, des Stromes des Motors und der Blinklämpchen muss der Messbereich aber vergrößert werden. Dazu kann der auf der linken



Seite der Instrumente angebrachte rote Kippschalter nach unten gekippt werden. Nun misst das Instrument bei Vollausschlag 2 Ampère statt der angezeigten 100 mA an (effektiver Strom ist 20 Mal den Anzeigewert!).

**Messinstrumente sind etwas Delikates.** Sie können durch unsachgemässe Behandlung (d.h. zuviel Spannung oder zuviel Strom) sehr leicht zerstört werden. Wende daher bei der Verwendung dieser Geräte stets grösste Vorsicht an und überprüfe vor jeder Messung die Schaltung noch einmal auf Richtigkeit.

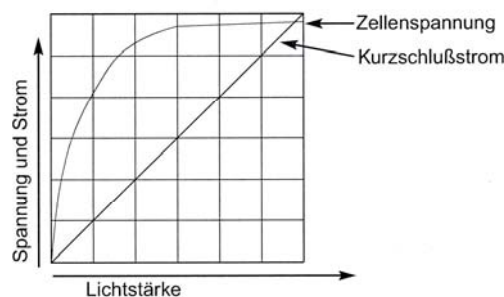
## *Solarzellen*

Im rechten Teil des Experimentierkastens befindet sich über dem Transistoren-Brettchen ein Solarmodul. Es besteht aus zwei 6-zelligen Einzelementen von je 3 V Spannung welche einen maximalen Kurzschlussstrom von 250 mA liefern können. Sie sind so auf dem Modul zusammengebaut, dass sie seriell oder parallel zusammengeschlossen werden können.

- **Hier etwas Theorie zur Solarzelle:**

Die heute üblicherweise verwendeten Solarzellen bestehen aus Silizium. Diese Siliziumzellen werden in einem zylinderförmigen Block "gezüchtet" und anschließend in Scheiben geschnitten. Fällt nun Licht auf eine solche Siliziumscheibe, so wird dieses Licht absorbiert, dabei werden Elektronen freigesetzt und es fliesst ein Gleichstrom.

Bei optimalem Lichteinfall beträgt die maximal zu erreichende Zellenspannung ca. 0,45V. Der Strom kann dabei - je nach Größe der Zelle - von 2mA bis 700mA betragen. Das typische Verhalten einer Solarzelle sieht wie folgt aus:



Zum Messen der Zellenspannung wird ein Voltmeter parallel zur Zelle angeschlossen. Da sich der Strom proportional zur Stärke der Lichtquelle verhält, und er vom Widerstand des angeschlossenen Verbrauchers abhängig ist, misst man den Strom normalerweise mit einer Kurzschlussmessung; das Ergebnis zeigt dann den sogenannten Kurzschlussstrom an.

Vergleicht man die Menge der einstrahlenden Sonnenenergie mit der Menge der verbrauchten Weltenergie, so stellt man fest, dass von der Sonne ca. 10'000 mal mehr Energie geliefert wird als wir verbrauchen. Für Anwendungen auf der Erdoberfläche steht eine Leistung von 1 kW/m<sup>2</sup> zur Verfügung. Diese Leistung ist zur Mittagszeit (höchster Sonnenstand) überall auf der Erdoberfläche gleich gross und wird "Globalstrahlung" genannt. Diese Globalstrahlung ist abhängig von der Jahreszeit und hat folgende Werte:

### Stärke der Sonnenbestrahlung

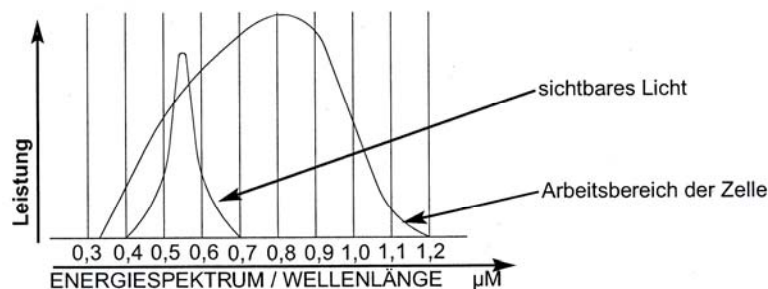
klarer Himmel im Sommer  
leicht bewölkter Himmel im Sommer  
stark bewölkter Himmel im Sommer

### Wert der Globalstrahlung

600 – 1000 W/m<sup>2</sup>  
300 – 600 W/m<sup>2</sup>  
100 – 300 W/m<sup>2</sup>

Die mögliche Globalstrahlung kann allerdings nicht voll genutzt werden, da der Wirkungsgrad einer Solarzelle je nach Qualität nur zwischen 9 und 12 % beträgt. Im Mittel steht also nur eine Leistung von ca. 15 W pro m<sup>2</sup> zur Verfügung.

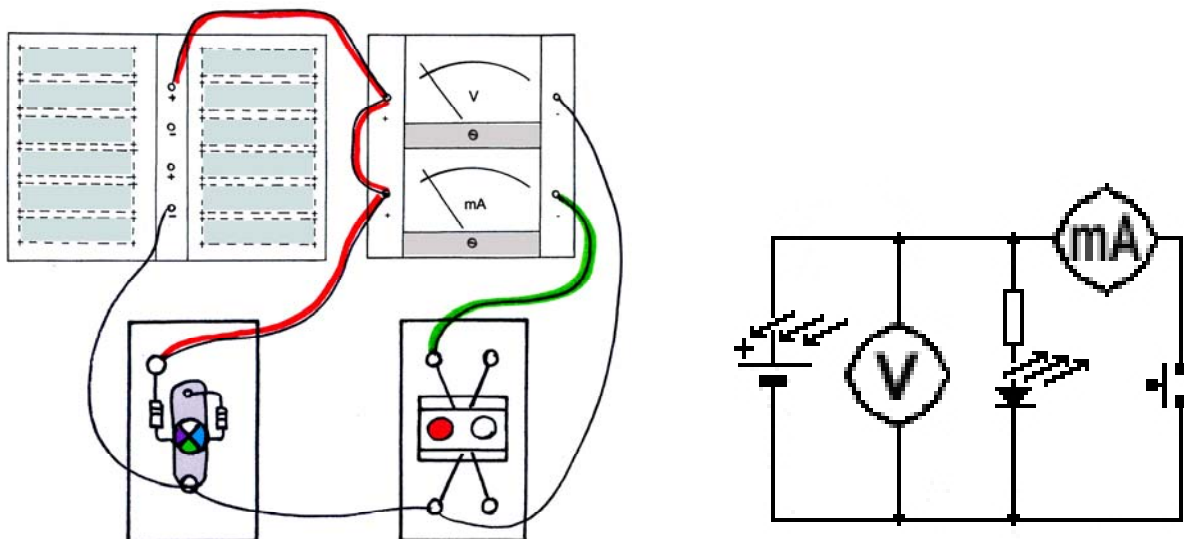
Solarzellen arbeiten vor allem im Wellenbereich von 0,4 µm bis 1,1 µm. In diesem Bereich befindet sich neben dem sichtbare Licht (0,4 – 0,7 µm) auch die infrarote Strahlung (0,7 – 1,1 µm). Die grösste Leistung geben Solarzellen im Infrarotbereich ab, was aus der untenstehenden Figur eindeutig hervorgeht.



Solarzellen können (wie Batterien) sowohl parallel als auch in Reihe geschaltet werden. Mit der Reihenschaltung wird die Spannung erhöht, während der Maximalstrom gleichbleibt. Mit der Parallelschaltung erreicht man eine Erhöhung des Stromes bei gleichbleibender Spannung, was sinnvoll ist, wenn Verbraucher mit hohem Strombedarf (Motoren, starke Lampen, etc) angeschlossen werden.

- **Und nun betrachten wir unsere Solarzelle etwas genauer:**

Mit der folgenden Messschaltung können wir die Spannung und den Kurzschlussstrom einer einzigen Solarzelle messen.



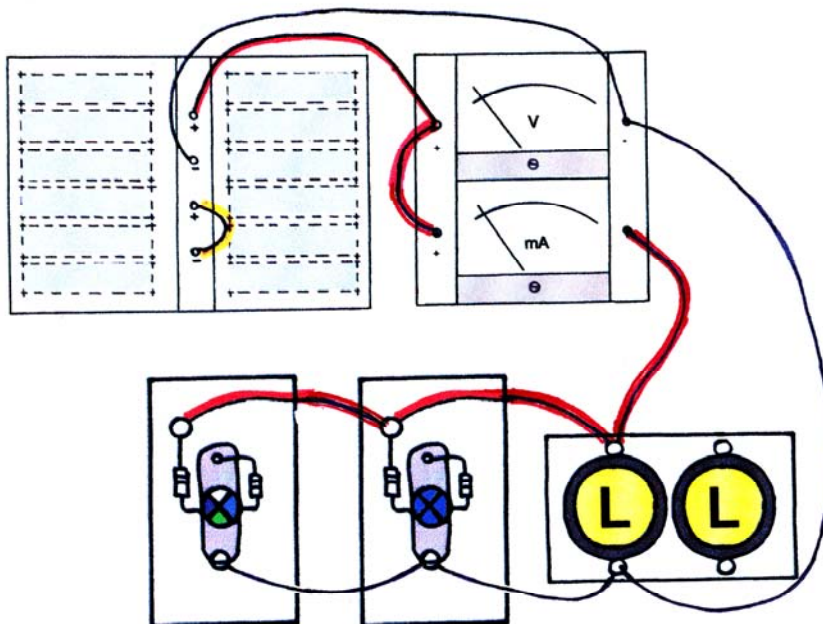
Schon bei **normalem Tageslicht** ist die Spannung sehr rasch auf ca. 3 Volt und die Leuchtdiode beginnt leicht zu flackern. Bei Druck auf den roten Drucktaster wird der Kurzschlussstrom angezeigt, welcher bei normalem Tageslicht unterhalb 100 mA liegt.

Scheint hingegen die **Sonne direkt auf die Solarzelle** steigt die Spannung nicht mehr merkbar an, dafür beginnt die Leuchtdiode wie wild zu flackern. Ein kurzer Druck auf den roten Taster zeigt, dass der Kurzschlussstrom schon ausserhalb des Messbereichs des Instruments liegt. Aus diesem Grund muss der rote Kippschalter am Instrument heruntergekippt werden. effektive Kurzschlussstrom ist nun 20 Mal grösser als der am Instrument abgelesene Wert!

Wichtig ist, dass die Solarzelle gut gegen die Sonne ausgerichtet ist. Schon eine Abweichung von einigen Grad bringt eine deutlich merkbare Reduktion der Leistung!

- **Solarstrom bringt Lämpchen zum Leuchten**

Die Wirkung der Solarzelle kann am Besten mit der folgenden Schaltung gezeigt werden:

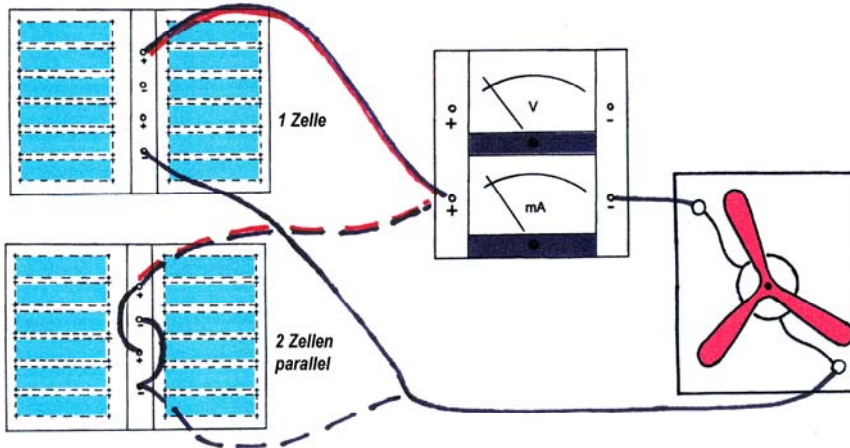


Bei herausgeschraubtem Lämpchen leuchten die LED bereits bei normalem Tageslicht. Sie benötigen zusammen nicht einmal 10 mA. Da das Lämpchen allein über 50 mA benötigt funktioniert die Schaltung mit eingeschraubtem Lämpchen erst bei voller Sonneneinstrahlung! Durch Abdecken der Solarzellen mit der Hand kann das Lämpchen sehr schnell ausgelöscht werden.

Während die LED's und das Lämpchen brennen, kann der von der Solarzelle abgegebene Strom am Ausschlag des Amperemeters betrachtet werden. Er ist sehr stark abhängig von der Intensität des Sonnenlichtes und der Richtung des Solarmoduls zur Sonne.

- **Solarstrom treibt Motor an**

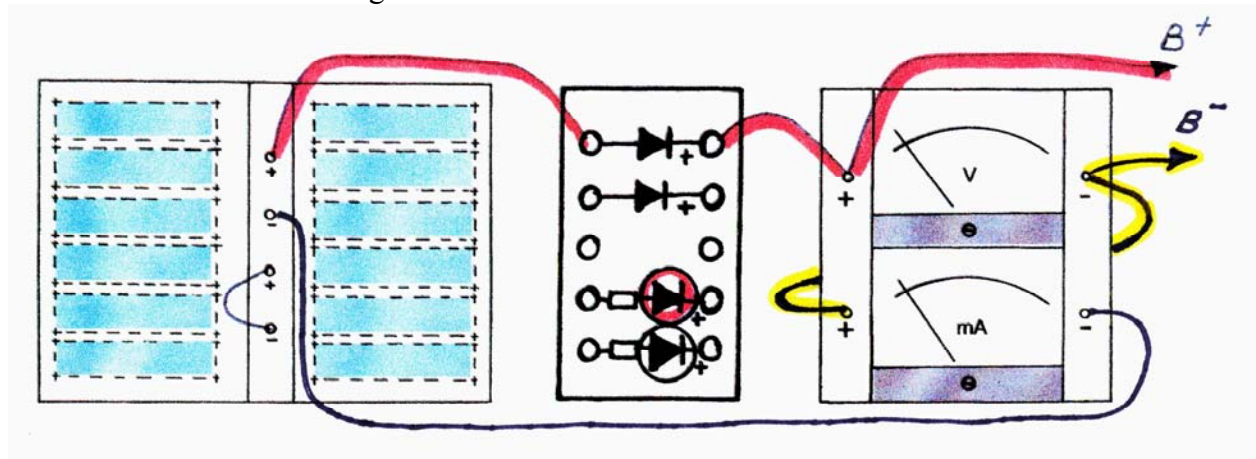
Der Motor kann durch eine einzige Solarzelle nur knapp zum Drehen gebracht werden. Wenn wir zwei Solarzellen in Serie schalten bessert sich die Lage nicht besonders. Viel besser geht's, wenn die zwei Solarzellen parallel geschaltet werden.



**Grund:** Der Motor benötigt eine minimale Spannung von 3 Volt und einen minimalen Strom von 400 mA. Eine Solarzelle kann bei 3 Volt nur 250 mA abgeben und ist daher zu schwach. Mit zwei parallel geschalteten Zellen gibt's bereits 500 mA, wodurch der Motor anspringen kann.

- **Solarstrom ladet Akku des Experimentierkastens**

Durch Serieschaltung der beiden Solarelemente kann die Spannung der Solarbatterie auf 6 V verdoppelt werden. Der Kurzschlussstrom wird bei der Serieschaltung aber nicht vergrößert, er reicht aber mit 250 mA bereits aus um den Akku des Elektro-Experimentierkastens zu laden. Hier die Zusammenschaltung zum Laden des Akkus:



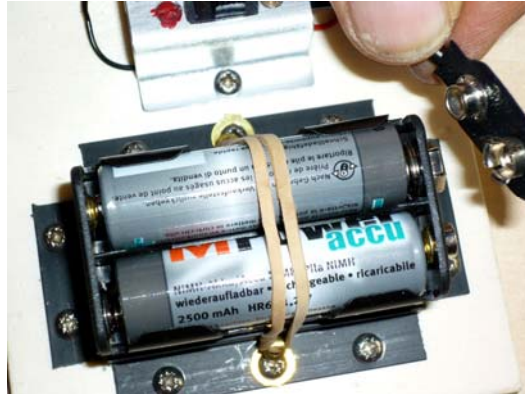
Die seriegeladeten Solarzellen speisen ihre Spannung von 2 x 3 Volt über eine Diode zum Akku-Paket, welches vorher natürlich eingeschaltet werden muss. Das Voltmeter zeigt die Akkuspannung und das mit dem roten Kippschalter auf starken Strom umgeschaltete Ampèremeter zeigt den Ladestrom an. Der effektive Ladestrom ist 20 Mal der angezeigte Wert. Wenn kein Strom angezeigt wird, haben die Solarzellen zu wenig Sonnenlicht.

Zum vollständigen Aufladen eines leeren Akku-Satzes werden ca. 16 Stunden Sonnenlicht benötigt ( $16h \times 155mA = 2500 \text{ mAh}$ ). Da der Akku normalerweise nie ganz entladen ist, genügt in der Praxis meist ein Tag Sonnenlicht zur vollständigen Aufladung.

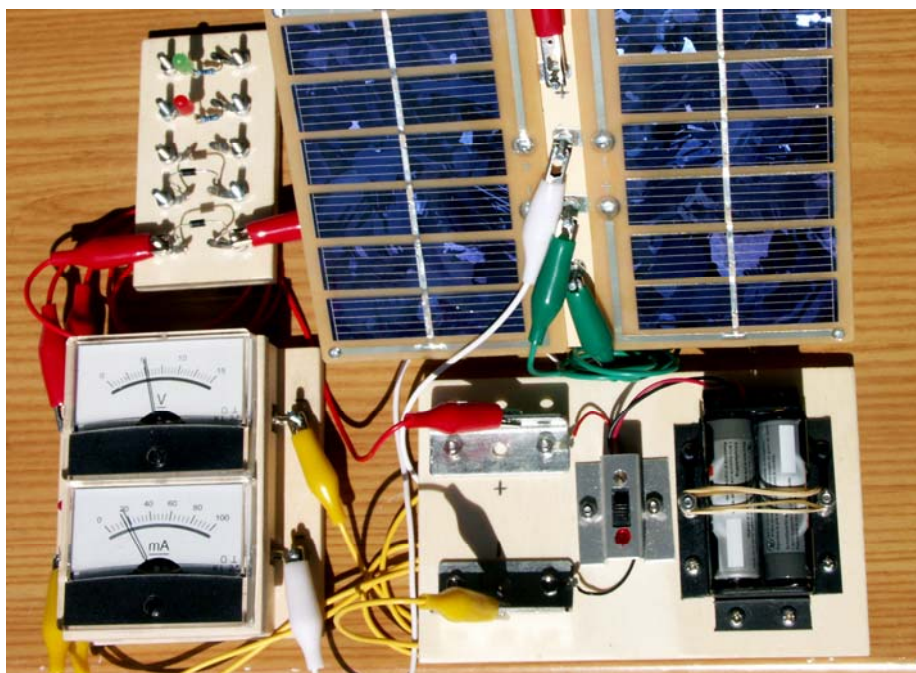
# Akku laden

## Anhang I

- Wenn der Akku leer ist, können die einzelnen Akku-Batteriezellen (Typ AA) dem schwarzen Kästchen entnommen und mit einem Ladegerät wieder geladen werden. Lösen des Kästchens durch entfernen des Haltegummis:



- Es gibt auch die Möglichkeit die Akkus mit dem im Experimentierkasten vorhandenen Solarmodul zu laden. Die zu verwendende Ladeschaltung ist im letzten Abschnitt des Kapitels Solarzellen beschrieben. Sie bietet zudem noch den Vorteil, dass die einzelnen Zellen nicht einmal herausgenommen werden müssen, da das vollständige Akku-Pack angeschlossen werden kann. Ist doch Super, wenn man keinen Strom aus der Steckdose mehr braucht!



# Morsealphabet

## Anhang II

Der Amerikaner Samuel Morse erfand eine Zeichenschrift zum Telegafieren. Er ersetzte Buchstaben und Zahlen durch Striche und Punkte (im Funkverkehr lange und kurze Töne!). Hier sein Codierungssystem:

A	• —	S	• • •
B	— • • •	T	—
C	— • — •	U	• • —
D	— • •	V	• • • —
E	•	W	• — —
F	• • — •	X	— • • —
G	— — •	Y	— • — —
H	• • • •	Z	— — • •
I	• •	1	• — — — —
J	• — — —	2	• • — — —
K	— • —	3	• • • — —
L	• — • •	4	• • • • —
M	— —	5	• • • • •
N	— •	6	— • • • •
O	— — —	7	— — • • •
P	• — — •	8	— — — • •
Q	— — • —	9	— — — — •
R	• — •	0	— — — — —
Punkt	• — • — • —	Fragezeichen	• • — — • •

Die Zeit zwischen den Buchstaben ist 3 bis 5 Mal die Zeit zwischen den einzelnen Funksignalen (Punkt bzw. Strich).

Nun siehst du, wie du mit Funktönen den allgemeinen Hilferuf SOS

• • • — — — • • •






















(SOS = Save Qur Souls = Rette unsere Seelen) senden kannst.

Beim Empfang eines SMS senden die Handy ähnliche Signale. Versuche herauszufinden was das für Zeichen sind.

# Schaltplan

## Anhang III

Der Schaltplan (Schema) stellt die Zusammenschaltung der elektrischen Schalt- und Bauelemente zu einer funktionierenden Schaltung in Zeichnungsform dar. Für die einzelnen Elemente werden dabei folgende genormte Symbole verwendet:

	Lampe		Schliesstaster
	Blinklampe		Trenntaster
	Glocke		Batterie
	Sirene		Kondensator
	Motor		Elektrolyt-Kondensator
	Relais		Transistor
	Schliesskontakt		LED / Leuchdiode
	Trennkontakt		Diode
	Umschaltkontakt		Widerstand
	Voltmeter		Solarzelle
	mA-Meter		

Verbindungen von Drähten werden mit einem Punkt markiert.

# *Daten der Elemente:*

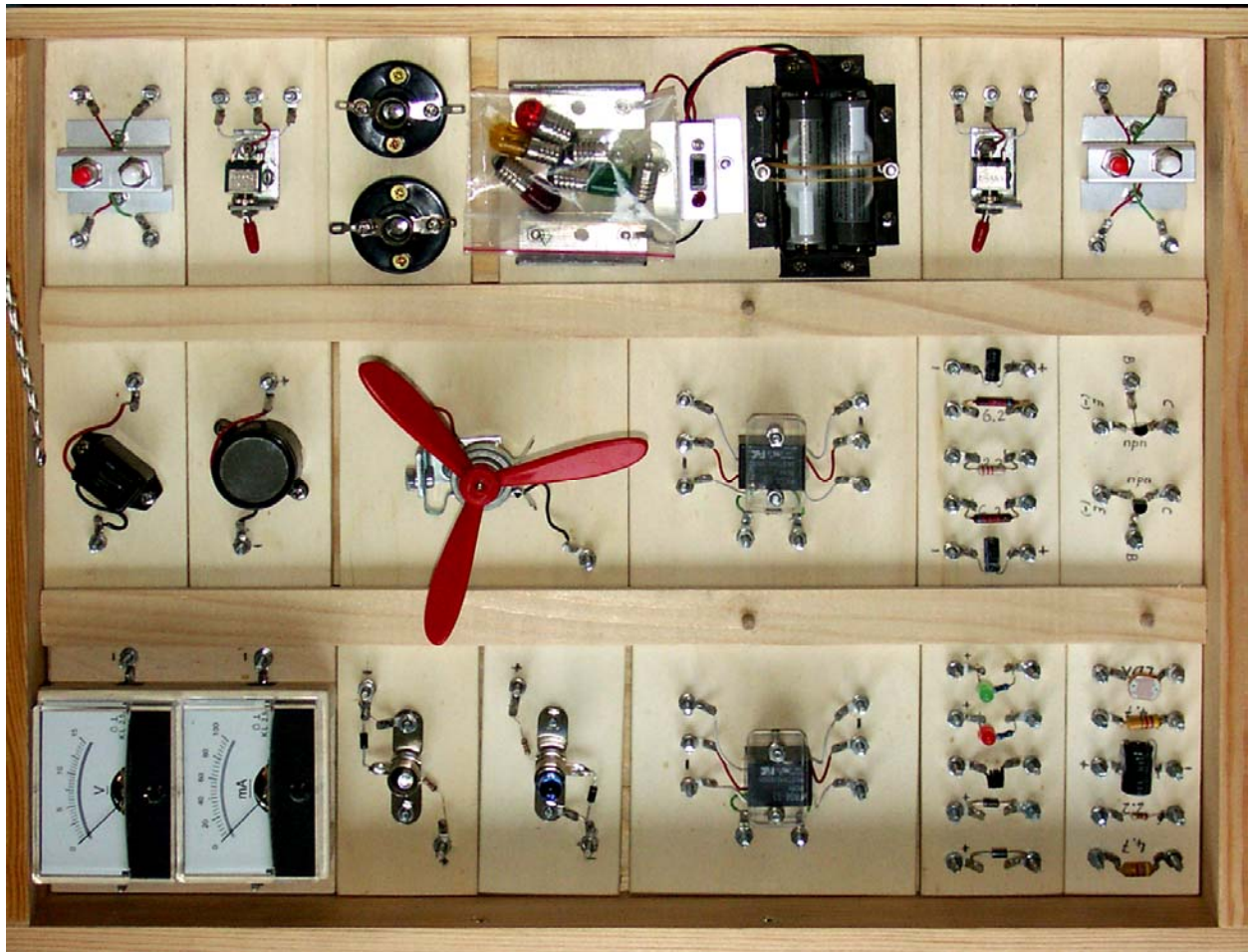
## **Anhang IV**

<b><u>Element</u></b>	<b><u>U<sub>L</sub></u></b> (Volt)	<b><u>I<sub>L</sub></u></b> (Miliampere)	<b><u>R<sub>L</sub></u></b> (Ohm)	<b><u>R<sub>i</sub></u></b> (Ohm)
Batterie	U <sub>0</sub> = 3.8	I <sub>k</sub> = 4'300	-	0.88
Solarpannel 1 + 2	3.5 (max)	250 (max.)		ca. 12
Motor	2.3	1'500	2.3	
Blinklampen	3,3	350	9.5	
Lampe rot	3.4	170	20	
Lampe weiss	3.6	70	52	
Relais	3.5	90	50	
Summer	3.6	45	80	
Sirene	3.6	35	100	
LED Regenbogen	3.7	7.5	495	
LED blau	3.7	3.5	1050	
LDR Widerstand			80..400..2000	
Voltmeter	15			
mA-Meter (Schalter aus)	0.06	100	0.6	
mA-Meter (Schalter ein)	0.06	2000	0.03	



# *Inhalt des Kastens:*

## Anhang V



- 1 Batteriekasten mit Anschlusschiene
- 1 Brettchen mit 2 Lampenfassungen E 10
  - 3 Blinklämpchen (rot, grün, gelb)
  - 1 rotes Lämpchen stark (200 mA)
  - 2 weisse Lämpchen schwach (70 mA)
  - 1 LED blau in Fassung E10
  - 1 LED regenbogenfarbig in Fassung E10
- 2 Kippschalter mit Umschaltkontakten
  - 1 Messmodul V / mA
  - 1 Motor mit Propeller
  - 1 Akustiksirene
  - 1 Magnetsummer
- 2 Relaisbrettchen mit je 2 Umschaltkontakten
- 2 Brettchen mit je 1 Trenn- und 1 Schliesstaster (rot)
- 2 Brettchen mit Widerständen und Kondensatoren
- 1 Brettchen mit 2 LED und 2 Dioden und Shunt
- 1 Brettchen mit 2 Transistoren
- 1 Solarmodul 2 x 3V / 250 mA (oben nicht gezeigt)
- 20 Verbindungskabel