

# Der elektrische Stromkreis

Computer, Handy, Tablet, Kühlschrank, Backofen, Waschmaschine, Wasserkocher und Lötcolben funktionieren wie die meisten modernen Geräte mit elektrischem Strom. Die elektrische Energie im Strom wird dabei je nach Verwendungszweck in Wärme, Bewegung und Licht umgewandelt. Damit das funktionieren kann, müssen **Elektronen** über einen **metallischen Leiter** von einem Pol der **Stromquelle** über den **Verbraucher** zum anderen Pol der Stromquelle wandern können.

## Was sind Spannungsquellen?

Eine Spannungsquelle stellt in einem Stromkreis elektrische Energie zur Verfügung. Sie hat mindestens zwei Anschlüsse. Du kannst dabei Spannungsquellen für **Gleichspannung** und für **Wechselspannung** unterscheiden. Beispiele für Spannungsquellen sind Batterien, Akkus und Solarzellen.

➤ **Lexikon**  
Gleichspannung  
Wechselspannung



1 Spannungsquellen

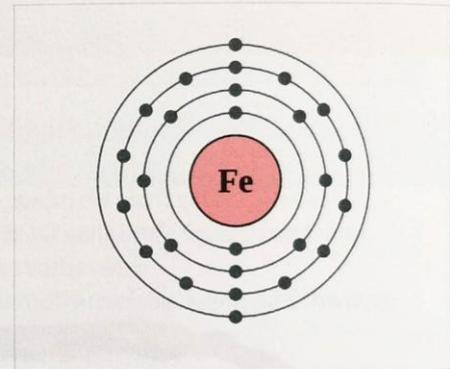
## Was sind Verbraucher?

Der Begriff Verbraucher beschreibt das Bauteil (Betriebsmittel), in dem die elektrische Energie umgewandelt wird. Der Name ist irreführend, da die Energie nicht verbraucht, sondern umgewandelt wird. Verbraucher sind z. B. Lämpchen, Motoren oder ein Heizstab.

➤ **Lexikon**  
elektrische Energie

## Was sind Elektronen?

Ein Atom ist die kleinste Einheit der Materie. Das Atom hat eine Hülle aus Elektronen, die sogenannte Elektronenhülle. Diese Elektronen können aus jedem Material austreten.



2 Atomhülle von Eisen

## Was ist ein metallischer Leiter?

Ein Teil der Elektronen kann sich in Metallen frei bewegen. Je nachdem wie gut das klappt, hat der Leiter eine bessere oder schlechtere elektrische Leitfähigkeit. Häufig wird als Leiter ein Kupferdraht mit einer Isolierung aus Kunststoff genutzt.



3 verschiedene Leiter

### Was ist die Spannung?

Die elektrische Spannung beschreibt vereinfacht gesagt die Stärke einer Spannungsquelle. Sie drückt den Ladungsunterschied zwischen zwei Polen aus. Je höher die Ladung zwischen zwei Punkten ist, umso mehr Elektronen sind bereit zu wandern. Die Spannung wird in Volt (V) gemessen und das Formelzeichen ist U.

Für ein besseres Verständnis ist ein Wassermodell geeignet. Es vergleicht den Stromkreis mit einem System aus Wasserrohren. Die Spannung drückt aus, wie viel Wasserdruck sich auf einer Seite des Rohrs im Unterschied zu der anderen Seite befindet.

### Was ist die Stromstärke?

Die elektrische Stromstärke bezeichnet im einfachsten Fall die Anzahl der Elektronen, die in einer bestimmten Zeit an einem Messpunkt vorbeiwandern. Die Einheit für die elektrische Stromstärke ist Ampere (A) und das Formelzeichen I. Sie ist abhängig von der Größe der Spannung und dem Widerstand in der elektrischen Leitung.

Beim Wassermodell entspricht die Stromstärke dem Volumenstrom und gibt an, wie viel Wasser in einer bestimmten Zeit durch ein Rohr fließt.

### Was ist der elektrische Widerstand?

Der elektrische Widerstand beschreibt, wie viel Spannung nötig ist, um eine bestimmte Stromstärke durch einen elektrischen Leiter zu bringen. Das Formelzeichen ist R und die Einheit des Widerstands ist Ohm ( $\Omega$ ).

Wenn das Wasserrohr im Querschnitt immer kleiner wird (höherer Widerstand), dann muss immer mehr Druck (höhere Spannung) auf die Leitung ausgeübt werden, um die gleiche Menge Wasser (Stromstärke) hindurchzubefördern.

### Rechenformel $U = R \cdot I$

Wie du bemerkt hast, sind Spannung, Stromstärke und Widerstand voneinander abhängig. Dies lässt sich auch ausrechnen. Die Formel dazu lautet  $U = R \cdot I$ .  
 Rechenbeispiel: Wenn ein Mensch einen Widerstand von 1000  $\Omega$  hätte und mehr als 0,02 A Stromstärke für ihn gefährlich werden, dann ergibt sich eine maximale Spannung von  $0,02 \cdot 1000 =$  also 20 Volt.

#### Achtung:

Zu deiner Sicherheit darf in Schulen nur mit maximal 24 V experimentiert werden!

#### Aufgaben

- 1 Welche Hilfsmittel, Geräte und Anlagen kennst du, die keinen elektrischen Strom benötigen? Woher kommt dort die Energie?
- 2 Nenne je vier Beispiele für Elektrogeräte, die die Energie in Bewegung oder in Wärme umwandeln.
- 3 Erstelle mithilfe einer Batterie, zwei Kabeln und einem Leuchtmittel einen einfachen Stromkreis. Nutze auch dein Wissen aus NT.
- 4 Ergänze den Stromkreis durch einen Schalter und ein drittes Kabel. Prüfe: Kannst du mit dem Schalter das Leuchtmittel ein- und ausschalten?

# Spannungsquellen

## Gleich- und Wechselspannung

Bei Gleichspannungsquellen fließt der Strom immer in die gleiche Richtung von einem Pol zum anderen. Bei Wechselspannung wechselt der Strom seine Richtung ständig. Die Anzahl der Wechsel pro Sekunde wird in Hertz (Hz) angegeben. In Deutschland hat die Netzspannung 50 Hertz. Sie wechselt 50-mal pro Sekunde ihre Stromrichtung.

## In welche Richtung fließt der Strom?

Bei Gleichspannung ist die technische Stromrichtung vom Pluspol zum Minuspol. Eigentlich wandern die Elektronen genau umgekehrt. Dies wurde aber erst später entdeckt, nachdem die technische Stromrichtung schon festgelegt war. Die eigentliche Wanderung vom Minuspol zum Pluspol nennt man physikalische Stromrichtung.

## Was passiert beim Stromfluss?

Die Elektronen bewegen sich im Stromkreis. Dabei macht das erste Elektron an der Stromquelle nur eine ganz kleine Bewegung und die vorhandenen Elektronen in den Leitern machen alle sofort mit. Dadurch merkt man als Benutzer keine Verzögerung, wenn man eine Glühlampe einschaltet. Das Elektron muss nicht den ganzen Weg bis zum Verbraucher zurücklegen, damit etwas passiert. Es reicht, wenn es alle anderen Elektronen dazu bringt, sich zu bewegen.

## Spannungsquelle: Zellen

Elektrische Zellen wandeln chemische Energie in elektrische Energie um. Man unterscheidet zwischen Batterien und Akkus (Akkumulatoren). Während Batterien nach der Verwendung entsorgt werden müssen, können Akkus wieder aufgeladen werden, indem der chemische Vorgang umgekehrt wird. Zellen sind Gleichspannungsquellen.

Akkus haben bei gleicher Bauform oft eine niedrigere Spannung, sind aber umweltfreundlicher. Eine Mignonzelle AA hat als Akku beispielsweise nur 1,2 V. Die meisten Geräte funktionieren auch mit der niedrigeren Spannung.



1 Bauformen von Batterien



2 offene Wasserturbine



3 Windrad



4 Solarzelle

Lexikon  
Magnetfeld  
Bewegungsenergie

Lexikon  
Turbine

### Spannungsquelle: Generator

Ein elektrischer Generator wandelt mithilfe von Magnetfeldern (Induktion) Bewegungsenergie in elektrische Spannung um. Er ist im Kleinformat als Dynamo am Fahrrad verbaut, aber auch in beeindruckender Größe in Kraftwerksgeneratoren. In Kohle- und Atomkraftwerken wird aus Wärmeenergie Dampf erzeugt. Dieser Dampf treibt Turbinen an und die Turbinen den angeschlossenen Generator. In Wasserkraftwerken wird der Wasserdruck genutzt, um über Wasserturbinen einen Generator anzutreiben. Bei einem Windrad treiben die Flügel einen Generator an.

### Spannungsquelle: Solarzelle

Mithilfe von Solarzellen wird Lichtenergie in elektrische Spannung umgewandelt. Eine Solarzelle erzeugt Gleichspannung. Um die Spannung ins Netz einzuspeisen, wird sie deswegen zuerst von einem elektronischen Gerät (Wechselrichter) in eine Wechselspannung umgewandelt.

### Warnung: Netzspannung

An den Steckdosen zuhause und in der Schule liegt eine gefährliche Wechselspannung von 230 V an. An diesem Stromnetz dürfen nur geschulte Fachkräfte arbeiten. Ein Stromschlag aus diesem Netz kann tödlich sein. Experimentiere niemals mit diesen Spannungen!

### Netzgerät

Damit du mit Gleichspannung bis 24 Volt experimentieren kannst, gibt es Netzgeräte. Sie werden am normalen Stromnetz eingesteckt und stellen dir dann eine regelbare Gleichspannung zur Verfügung. Ein gutes Gerät ist kurzschlussicher. Dann ist es nicht gleich defekt, wenn du bei deinem Versuchsaufbau einen Fehler machst.

#### Achtung:

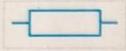
Vor dem Einschalten des Netzgeräts solltest du die Spannung kontrollieren. Stelle den Regler auf die niedrigste Spannung, um deine Bauteile nicht versehentlich zu zerstören.

### Aufgaben

1 Was ist im Auto, in der Solaruhr und in der Wanduhr verbaut: Batterie oder Akku?

2 Mit welcher Spannung arbeiten die Geräte aus deinem Umfeld? Suche die Information auf dem Typenschild oder der Zelle.

# Widerstände und Leuchtdioden



1 Schaltzeichen Widerstand



2 Schaltzeichen Poti

Elektrische **Widerstände** sind häufig verwendete Bauteile. Ihre Einheit ist Ohm ( $\Omega$ ). Widerstände begrenzen die Stromstärke. Dabei wird der Strom in Wärme umgewandelt. Sie können empfindliche Bauteile, wie z. B. Leuchtdioden, schützen.

### Festwiderstände

Diese Widerstände haben fast immer ihren Widerstandswert als farbige Ringe aufgedruckt. Wenn du diesen Code entziffern kannst, brauchst du kein Messgerät. Kontrolliere zuerst, ob es 4 oder 5 Ringe sind. Bei 4 Ringen steht der Gold- oder Silbererring für die Toleranz und muss nach rechts abgelesen werden und der dritte Ring ist der Multiplikator. Beispiel: braun, rot, braun, silber steht für  $120 \Omega$ .

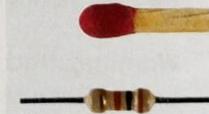
### Stellwiderstände

Diese Widerstände haben einen (durch Drehen oder Schieben) verstellbaren „Schleifer“, der auf einer harten Kohleschicht beweglich ist. Je größer der Abstand vom Schleifer zum Anfangspunkt wird, umso größer wird der Widerstandswert. Eine Bauart sind **Potentiometer**. Ein „Poti“ könnte der Lautstärkereglern an einem Verstärker sein. Hier wird der Widerstandswert durch den Menschen regelmäßig verändert, damit sich die Lautstärke der Stereo-Anlage verändert. Eine Sonderform des Poti ist der **Trimmer**. Sie sind zwar auch verstellbar, aber normalerweise im Gerät versteckt verbaut und werden nur benötigt, um das Gerät nach der Herstellung richtig einzustellen.

Ringe Ringfarbe	1.	2.	3.	4.	Beispiel
	1.	2.	3.	4.	
schwarz	0	0	0	x 1 $\Omega$	
braun	1	1	1	x 10 $\Omega$	
rot	2	2	2	x 100 $\Omega$	
orange	3	3	3	x 1 k $\Omega$	
gelb	4	4	4	x 10 k $\Omega$	
grün	5	5	5	x 100 k $\Omega$	
blau	6	6	6	x 1 M $\Omega$	
violett	7	7	7	x 10 M $\Omega$	
grau	8	8	8	x 100 M $\Omega$	
weiß	9	9	9	x 1 G $\Omega$	
gold				± 5 %	
silber				± 10 %	

3 Farbring-Tabelle für Widerstände mit 4 und 5 Ringen

a) Kohlschichtwiderstand 100  $\Omega$



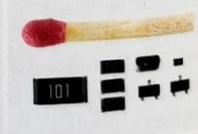
b) Kohlschichtwiderstand 680  $\Omega$



c) Drahtwiderstände



d) SMD-Widerstände



e) Potentiometer



f) Trimmer



4 Bauformen

### Leuchtdioden

Eine Diode ist ein elektronisches Bauteil, das die Elektronen nur in eine Richtung hindurch wandern lässt. Eine Leuchtdiode strahlt zusätzlich dazu noch Licht aus. Die Abkürzung LED kommt aus dem Englischen: light emitting diode – lichtaussendende Diode. Leuchtdioden waren zu Beginn der Massenproduktion ca. 1960 nur in Rot und dann in Grün verfügbar. Erst mit der Entwicklung von blauen LEDs in den 1990er-Jahren war es dann einige Jahre später durch das Mischen der Farben möglich, weiße LEDs herzustellen.

### Aufbau

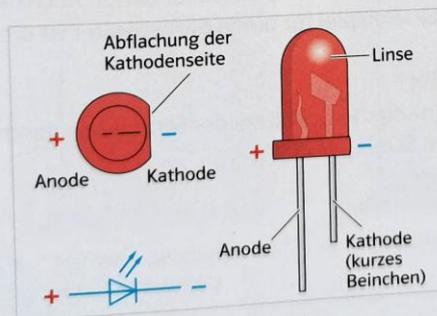
Für den Einbau ist es wichtig, den Minus- und Pluspol (Anode) der LED unterscheiden zu können. Der Minuspol (Kathode) hat ein kürzeres Beinchen und das Gehäuse ist an dieser Seite abgeflacht.

### Vorteile von LEDs

- unempfindlich
- geringer Stromverbrauch
- preisgünstig
- schnelle Reaktion
- geringer Platzbedarf
- lange Lebensdauer

### Verwendung von LEDs

Ein wichtiger Baustein bei der Energiewende sind die LEDs wegen ihrer Sparsamkeit. In Fahrzeugen als Innen- und Außenbeleuchtung, Straßenlampen, Scheinwerfern, Taschenlampen und Zimmerlampen – überall wird heute die LED als Leuchtmittel eingesetzt. Auch bei Fernsehern und Monitoren werden sie als Hintergrundbeleuchtung benutzt. Daneben gibt es noch viele weitere Einsatzmöglichkeiten wie beispielsweise auf Anzeigetafeln, bei der Aushärtung von Kunststoffen oder in der Medizintechnik.



5 LED-Aufbau und Schaltzeichen

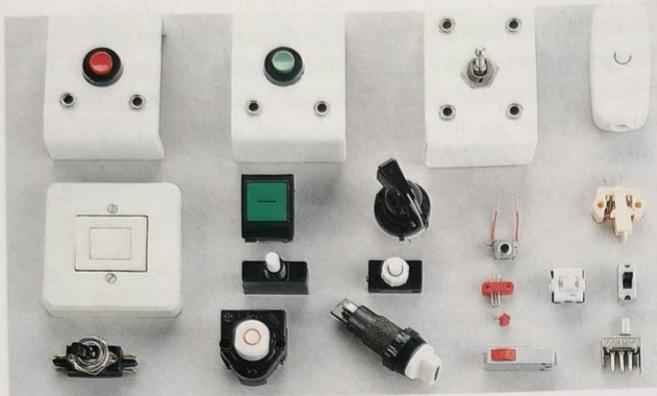


6 Bauformen

### Aufgaben

- 1 Bestimme den Widerstandswert verschiedener Widerstände mithilfe der Farbcode-Tabelle. Nutze auch dein Wissen aus NT.
- 2 Baue einen Stellwiderstand in einen einfachen Stromkreis mit Leuchtmittel ein. Verändert sich die Helligkeit, wenn du den Trimmer verstellst?

# Schalter



1 Verschiedene Schalter



2 Türklingel als Tastschalter

Täglich benutzen wir an vielen Stellen Schalter, ohne darüber nachzudenken. Vom Handy bis zum Lichtschalter neben der Türe – überall begleiten sie uns. Schalter lassen sich zwei Gruppen zuordnen: den Tast- und den Stellschaltern. Zusätzlich gibt es noch die Unterscheidung in Öffner, Schließer oder Wechselschalter.

### Was ist ein Taster?

Ein Tastschalter öffnet oder schließt einen Stromkreis auf Tastendruck. Nach dem Loslassen kehrt der Taster wieder in seine Ausgangslage zurück. Ein Beispiel für einen Taster ist die Türklingel.

### Was ist ein Stellschalter?

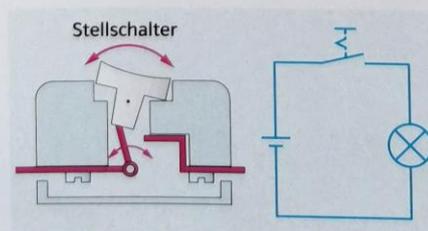
Ein Stellschalter schaltet einen Stromkreis. Er behält nach dem Loslassen seine neue Schaltstellung bei. Ein Beispiel für einen Stellschalter ist ein Lichtschalter.

### Was ist ein Schließer?

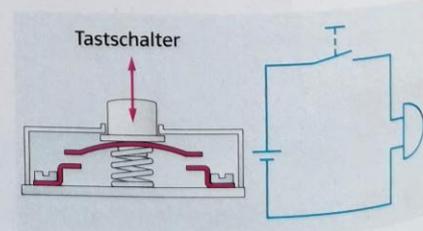
Wenn bei der Betätigung des Schalters der Stromkreis geschlossen wird, dann handelt es sich um einen Schließer.



3 EIN-AUS-Schalter eines PC-Netzteils als Stellschalter



4 Stellschalter



5 Taster mit Schließerkontakt

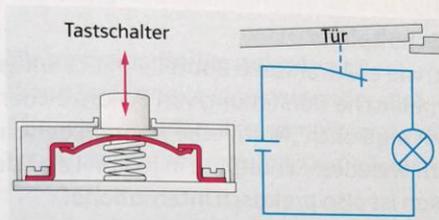


**Tipp:** Die Schaltzeichen für die verschiedenen Schalter findest du im Anhang auf S. 156.

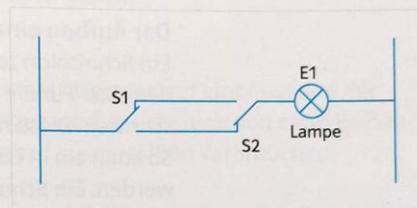
### Was ist ein Öffner?

Wenn bei der Betätigung des Schalters der Stromkreis unterbrochen (geöffnet) wird, dann handelt es sich um einen Öffner. Ein Beispiel für einen Taster als Öffner findet sich im Kühlschrank. Solange die Kühlschranktür geschlossen ist, bleibt der Taster gedrückt. Wird die Türe geöffnet, dann ist der Taster nicht mehr gedrückt und der Stromkreis ist nicht mehr unterbrochen. Im Ergebnis geht im Kühlschrank die Beleuchtung an.

Schalter können auch nach ihrer Funktion unterschieden werden wie beispielsweise Lichtschalter, Hauptschalter oder Not-Aus-Schalter.



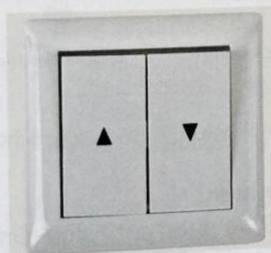
6 Taster mit Öffnerkontakt



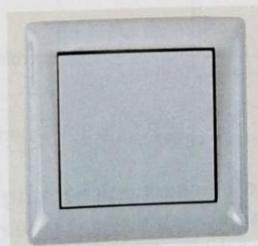
7 Schaltplan einer Wechselschaltung

### Was ist ein Wechselschalter?

Wechselschalter (Wechsler) öffnen bei einer Betätigung einen Stromkreis und schließen gleichzeitig einen anderen Stromkreis. Sie besitzen im Normalfall drei Anschlüsse. Sie werden oft in Räumen mit zwei Türen als Lichtschalter eingebaut. Wird die sogenannte **Wechselschaltung** richtig eingebaut, kann an der einen Türe das Licht eingeschaltet werden und an der anderen Türe wieder aus. Auch für Jalousien werden oft Wechselschalter eingesetzt. Ein Beispiel dafür ist der Doppeltaster auf Bild 8.



8 Tast-Wechselschalter für Jalousiesteuerung



9 Wippschalter



10 Drehschalter

### Aufgaben

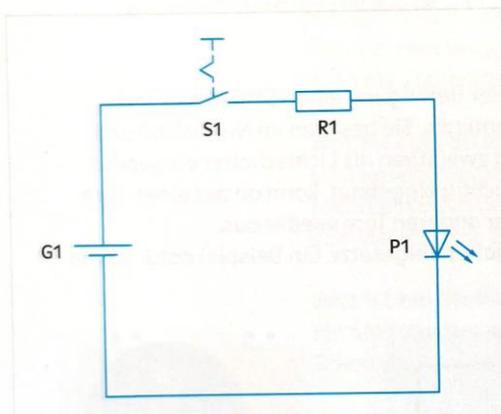
- 1 Nenne verschiedene Beispiele für Schalter aus dem täglichen Leben.
- 2 Beschreibe, was ein Öffner und was ein Schließer ist.
- 3 Baue mit verschiedenen Schaltern kleine Schaltungen auf, um deren Funktion besser zu verstehen.
- 4 Erkläre die Funktion eines Tastschalters und des Jalousie-Schalters.

# Schaltung mit „Plan“

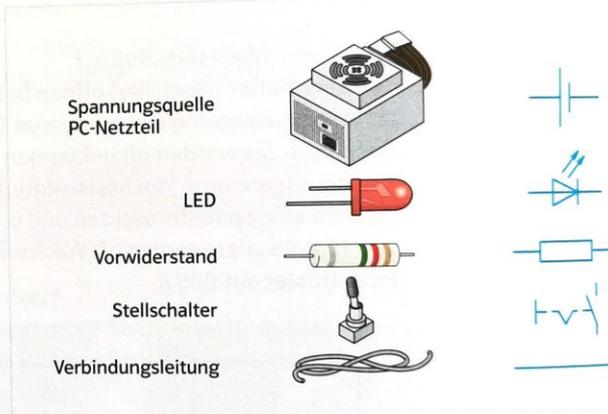
Du kennst bereits Bauanleitungen, die bei der Montage von Gegenständen helfen. Wenn ein Elektrogerät (oder ein Teil davon) entstehen soll, nennt man die Bauanleitung **Schaltplan**. In dem Schaltplan sind die einzelnen Bauteile mit einem Symbol, dem sogenannten **Schaltzeichen**, eingezeichnet. Zusätzlich können die Schaltzeichen noch mit **Kennbuchstaben** beschriftet werden, damit die Teile in einer Teileliste genau benannt werden können. Du findest eine Zusammenstellung von Schaltzeichen und Kennbuchstaben auf den Seiten 156 und 157.

## Der Aufbau eines Schaltplans

Ein Schaltplan zeigt, wie elektronische Bauteile mit Leitungen miteinander verbunden sind. Für die symbolische Darstellung von Schaltzeichen gibt es genaue Vorschriften. Diese nennt man auch „Norm“. Die Normen gelten auf der ganzen Welt. So kann ein in Bayern erstellter Schaltplan in jedem Land der Erde verstanden werden. Ein Schaltplan ist also praktisch international.



1 Beispiel für einen Schaltplan



2 Gegenüberstellung Betriebsmittel – Schaltzeichen

**Tipp:**

Viele Bauteile sehen dem Schaltzeichen sehr ähnlich. Legst du z. B. einen Widerstand auf den Tageslichtprojektor, kannst du den Umriss des Bauteils erkennen, er sieht aus, wie das dazugehörige Schaltzeichen.



**Wie kann ich eine Schaltung aufbauen?**

Richte dir die Bauteile von deinem Schaltplan her. Folge nun dem Schaltplan von einem Schaltzeichen zum nächsten und verbinde die Bauteile dementsprechend durch Verbindungsleitungen mit Krokodilklemmen miteinander.

**Merke:**

Schaltpläne werden mit genormten Schaltzeichen erstellt. Zusätzlich können die Schaltzeichen mit Kennbuchstaben beschriftet werden. Die Leitungen werden immer senkrecht oder waagrecht gezeichnet. Dadurch hat man einen guten Überblick. Dieser Überblick hilft dir beim Übertragen des Schaltplanes auf dein Werkstück. So kannst du genau einzeichnen, wo sich die Bauteile befinden und die Länge der einzelnen Leitungen abmessen.

**Unterschiedliche Schaltungen haben unterschiedliche Auswirkungen.**

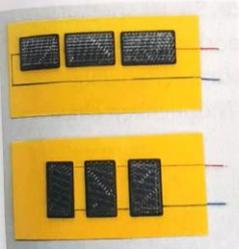
Bei Schaltungen kommt es nicht nur darauf an welche Bauteile verwendet werden, sondern auch darauf, wie die Bauteile miteinander verbunden sind. So leuchten z. B. mehrere Lämpchen, die in einer Reihe miteinander verbunden sind, weniger hell als Lämpchen, deren Leitungen parallel verbunden sind.

**Was ist eine Parallelschaltung?**

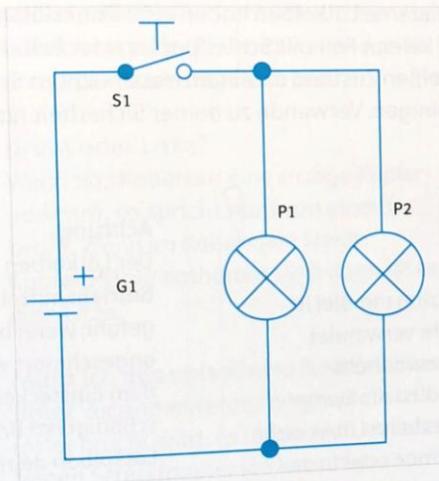
Wenn du Bauteile nebeneinander, also in mehreren Stromverläufen einbaust und immer die gleichnamigen Pole verbunden werden, spricht man von einer Parallelschaltung. Die Spannung ist für alle Verbraucher gleich.

**Was ist eine Reihenschaltung?**

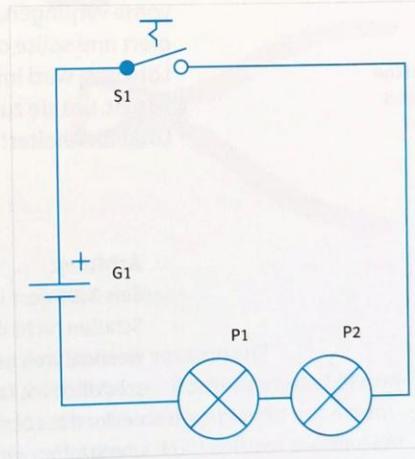
Wenn du Bauteile hintereinander, also in einem Stromverlauf einbaust und der Minuspol jeweils mit einem Pluspol verbunden wird, spricht man von einer Reihenschaltung. Dabei verteilt sich die Spannung auf die einzelnen Verbraucher.



5 Reihen- und Parallelschaltung von Solarzellen



3 Parallelschaltung



4 Reihenschaltung

**Aufgaben**

- 1 Betrachtet den Schaltplan von Bild 1. Beschreibt zuerst alle Bauteile und dann die Funktion der Schaltung. Stellt danach mithilfe des Schaltplans die Schaltung her. Achte auf den richtigen Einbau der LED.
- 2 Stellt mithilfe des Schaltplans von Bild 3 die Schaltung her. Probiert aus: Wie verändert sich die Helligkeit bei der Schaltung, wenn ihr ein Lämpchen entfernt? Erklärt, wieso das so ist.
- 3 Führt unter Anleitung eurer Lehrkraft Experimente durch: Wie reagieren zwei oder sogar drei Leuchtmittel im Stromkreis in Reihenschaltung? Erklärt, wieso das so ist.
- 4 Erstelle eine Übersicht der wichtigsten Schaltzeichen, deren Bezeichnungen und deren Zweck.

# Löten

Um **dauerhafte** Schaltungen herzustellen, werden die Bauteile miteinander verlötet. Das **Lötzinn** sorgt dafür, dass eine **leitfähige** Verbindung entsteht.

## Was ist Lötzinn?

Das Lötzinn ist ein Draht auf einer Rolle. Es besteht aus einer Legierung mit einem hohen Zinn-Anteil. Es ist hohl und mit dem Flussmittel Kolophonium gefüllt. Das **Kolophonium** bereitet die Oberfläche der Metalle vor. Das Metall der Bauteile reagiert ständig auf den Sauerstoff in der Luft. Dabei entsteht die sogenannte Oxidschicht. Das Kolophonium entfernt diese störende Oxidschicht beim Löten. Für elektronische Schaltungen wird nur dünner Lötendraht von 0,5 bis 1,5 mm Durchmesser verwendet.

## Was ist beim LötKolben zu beachten?

Um Schaltungen zu löten, reichen LötKolben mit 15 bis 30 Watt aus. Noch besser ist eine Lötstation mit einstellbarer Temperatur. Die dünne Lötspitze sollte sich nach vorne verjüngen. Moderne LötKolben haben eine **Dauerlötspitze**. Sie ist speziell legiert und sollte auf keinen Fall mit Schleifpapier oder Feilen bearbeitet werden. Die Lötspitze wird im heißen Zustand an einem nassfeuchten Schwämmchen abgewischt, um sie zu reinigen. Verwende zu deiner Sicherheit nach Möglichkeit einen LötKolbenhalter!

➤ Lexikon  
legiert

### Achtung:

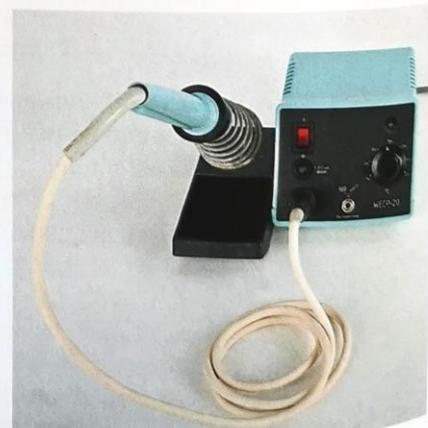
Seit 2006 darf Lötzinn mit Blei in Schulen nicht mehr verwendet werden, weil es gesundheits-schädlich ist. Du sollst die Dampf-wolke des Lötzinns beim Löten nicht unmittelbar einatmen oder in die Augen bekommen. Achte darauf, wo sich dein Kopf befindet, und Sorge für gute Belüftung. Du benötigst kein zusätzliches Flussmittel oder Löt-fett. Es würde nach einiger Zeit nur die Bauteile angreifen.

### Achtung:

Der LötKolben ist ein elektrisches Betriebsmittel. Es besteht Lebens-gefahr, wenn beim Löten das Kabel angeschmort wird. Überprüfe vor dem Einstecken, ob das Kabel be-schädigt ist! Bringe beschädigte LötKolben deiner Lehrkraft. Verlege das Anschlusskabel so, dass es nicht angeschmort werden kann.



1 Dauerlötspitze



2 Lötstation mit Schwamm

### Hart oder weich, wie löten wir?

Elektronikbauteile werden mit ca. 300° gelötet. Die Temperaturgrenze zwischen Weich- und Hartlöten bewegt sich bei ca. 450°. Du kannst also auch von Weichlöten sprechen. Im Gegensatz dazu wird beim Hartlöten eine offene Flamme benutzt, um die Temperaturen zu erreichen. Mit Hartlöten lassen sich z. B. Rohre miteinander verlöten.

### Wie bekomme ich die Kunststoff-Isolierung von den Kabeln?

Die automatischen Abisolierzangen sind einfach zu bedienen. Du musst nur das Kabelende einlegen und die Zange zudrücken. Die klassischen Abisolierzangen haben dagegen eine Einstellschraube. Bei geschlossener Zange sollte die sichtbare Öffnung im Zangenkopf so groß sein wie der Kupferdraht ohne Isolierung. Danach setzt du die Zange an und reißt damit die Isolierung herunter.



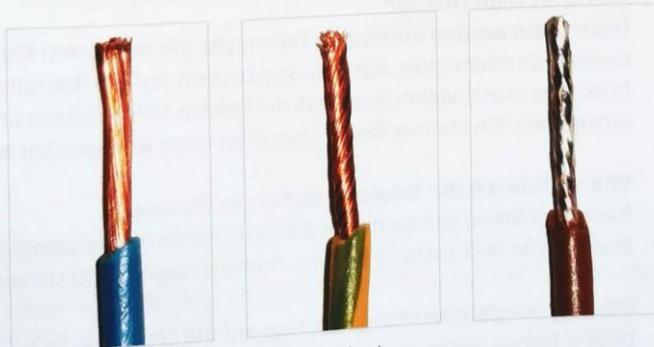
3 Abisolierzangen

### Draht oder Litze?

Wenn das Kabel nur eine einzige Kupferader hat, so spricht man von einem Draht. Wenn im Kabel viele kleine Kupferdrähte enthalten sind, dann ist es eine Litze.

### Muss ich das abisolierte Kabelende oder das Bauteil verzinnen?

Unter Verzinnen versteht man, dass auf die Oberfläche des Bauteils etwas Lötzinn aufgebracht wird. Es muss dazu erhitzt werden. Drahtenden kannst du mit einem feinen Schleifpapier leicht reinigen und auch verzinnen. Litzen solltest du vor dem Verzinnen noch leicht verdrillen, um mehr Stabilität zu erreichen.



4 Litze - abisoliert - verdrillt - verzinkt

### Muss ich die Lötstelle reinigen?

Die zu verbindenden Teile müssen metallisch blank und fettfrei sein. Befreie - wenn nötig - mit einem Stück Schleifpapier die Lötstelle von Verunreinigungen oder Beschichtungen.



1 Löt Arbeitsplatz



2 Hilfsmittel: Dritte Hand

### Was muss ich zum Löten vorbereiten?

Schalte deinen Löt Kolben im Löt Kolbenhalter ein und richte diese Dinge an deinem Arbeitsplatz her:

- Löt zinn
- nassfeuchtes Schwämmchen
- Lötunterlage
- Flachzange
- Rundzange
- Abisolierzange
- Seitenschneider
- feines Schleifpapier
- „Dritte Hand“ oder andere Hilfen
- evtl. eine Entlötpumpe

➤ Lexikon  
Entlötpumpe

### Wie soll ich die Bauteile festhalten?

Du benötigst eine Hand für den Löt Kolben und die andere Hand für das Löt zinn. Lediglich mit dem kleinen Finger oder der Handkante kannst du noch zusätzlich die Bauteile festhalten. Deswegen ist es wichtig, sie vorher gegen Verrutschen zu sichern.

Für Einzelteile ist eine Dritte Hand sehr hilfreich. Alternativ hilft auch eine Klammer, die auf ein Holzstück geschraubt ist. Zur Not kannst du versuchen, die Bauteile einfach zu beschweren. Je kleiner der Abstand zwischen den Bauteilen, desto besser hält danach die Lötstelle.

### Wie lötet man richtig?

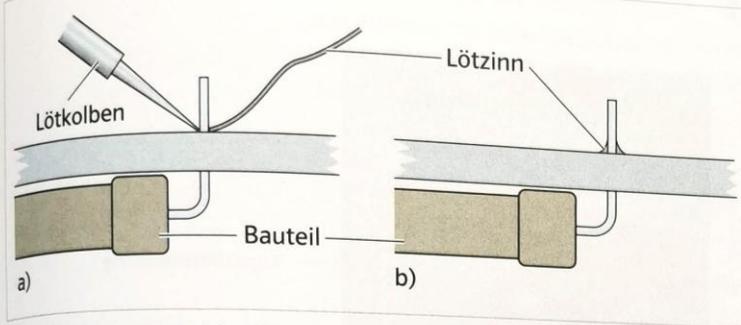
Beim Löten werden die beiden Teile nicht wie mit einem Klebstoff miteinander verbunden. Es reicht nicht, das flüssige Löt zinn auf die Bauteile zu tropfen. Das ist falsch. Du musst vielmehr zuerst die beiden Teile erhitzen und danach das Löt zinn dazugeben. Ein kleines Bauteil benötigt dazu weniger Zeit als ein großes.

### Wie verlöte ich die Bauteile auf einer Platine?

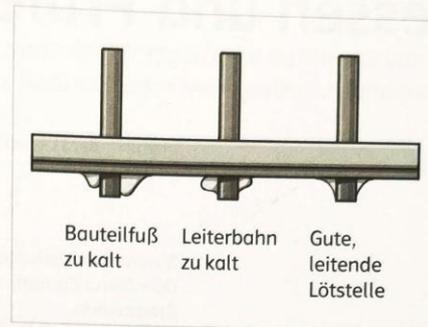
Bei einer Platine kannst du die Bauteile durch die Bohrungen führen und danach die Bauteilfüße leicht schräg biegen. Dadurch sicherst du sie vor dem Herausrutschen.

Gib eine ganz kleine Menge Löt zinn auf die Lötspitze. Es sollen sich keine Tropfen bilden. Bringe vorsichtig die Lötspitze in Kontakt zum Füßchen des Bauteils und gleichzeitig zur Unterseite der Platine.

Nach einer sehr kurzen Aufheizzeit führst du den Löt draht direkt zur erhitzten Stelle und bringst das Löt zinn auf das Füßchen und die Platine auf. Das Löt zinn legt sich um die zu verlötenden Teile.



3 Lötstelle a) während des Lötvorgangs, b) am Ende des Lötvorgangs



4 Lötstellen im Vergleich

**Achtung:**

Durch Berühren der erhitzten LötKolbenspitze, des LötKolbenschaftes und der heißen Lötstelle entstehen Verbrennungen. Deshalb muss der LötKolben immer auf einem Ständer abgelegt werden. – Sollte es zu einer Verbrennung kommen, muss **SOFORT** und bis zu 30 Minuten gekühlt werden, um die unteren Hautschichten zu retten!

Während der Abkühlphase darf das Werkstück nicht erschüttert oder bewegt werden. Eine gute Lötstelle glänzt nach dem Erkalten.

Nach dem Löten werden die überstehenden Füßchen auf der Unterseite der Platine abgezwickt.

Wenn du ein Bauteil falsch eingelötet hast, dann erhitze die Stelle noch einmal und sauge mit einer **Entlötpumpe** das heiße Lötzinn ab. Du musst dabei ganz schnell sein.

**Wird es dem Bauteil nicht zu heiß?**

Du solltest immer nur so lange aufheizen wie für das Löten unbedingt notwendig ist. Wenn es mit dem Aufbringen des Lötzinns mal nicht gleich klappt, dann mache eine kurze Pause, damit sich das Bauteil abkühlen kann. Hitzeempfindliche Bauteile schützt man mithilfe einer Zange, die die Wärme abführt. Setze die Zange am Füßchen zwischen der Lötstelle und dem Bauteil an, um die Hitze in die Zange abzuleiten.

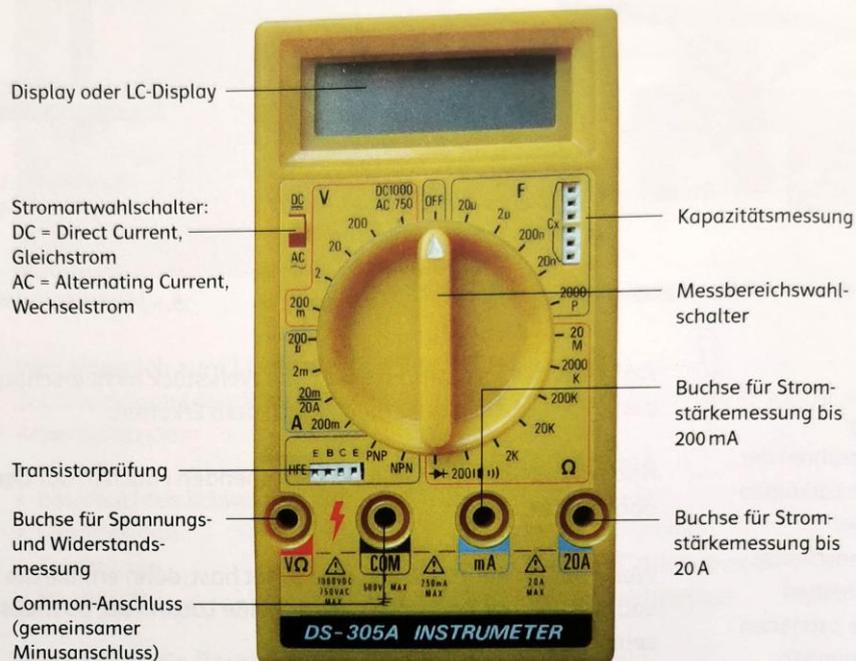
**Was ist eine kalte Lötstelle?**

Wenn das Bauteil oder die Platine nicht heiß genug waren, dann entsteht eine kalte Lötstelle. Auf Bild 4 kannst du sie gut erkennen.

**Aufgaben**

- 1 Was tust du, wenn der LötKolben ein schadhafes Kabel hat?
- 2 Übe an Kabelresten das Abisolieren und anschließend das Verzinnen. Mit einem Stück Lochrasterplatine lässt sich aus den Übungsstücken sogar ein kleiner Igel herstellen.
- 3 Wie reinigt man fachgerecht die Spitze eines LötKolbens?
- 4 An Schrottplatinen kannst du das Ausbauen von Bauteilen üben. Aus den Bauteilen lassen sich dann lustige kleine Figuren zusammenlöten.

# Messen und Prüfen



1 Digitales Multimeter (Vielfachmessgerät)

**Achtung:**

Wenn du das Multimeter falsch benutzt, kann es Schaden nehmen. Stelle vor jeder Messung sicher, dass der Messbereich richtig eingestellt ist!

**Wie benutze ich das Multimeter?**

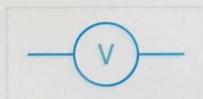
Viele digitale Multimeter haben einen großen Drehschalter (Messbereichswahlschalter) in der Mitte. Mit ihm lässt sich einstellen, ob man Spannung, Strom, Widerstand messen oder eine Durchgangsprüfung durchführen will. Moderne Geräte haben oft noch mehr Funktionen. Gleichzeitig wird aber auch festgelegt, in welchem Messbereich der Benutzer messen möchte. Für eine Batterie, die normalerweise 1,5 Volt hat, wird der Wahlschalter auf 2 V gestellt. Das Messergebnis wird im Display angezeigt. Wenn das Messgerät nicht funktioniert, ist vielleicht seine Batterie leer.

**Wie messe ich die Spannung?**

Stelle den Messbereichsschalter im Voltbereich (V) auf den höchsten zu erwartenden Wert. In der Schule experimentieren wir mit Gleichspannung. Stelle die Stromart DC ein. Das Multimeter ist jetzt im Betriebszustand „Voltmeter“. Kontrolliere die Kabel: Die schwarze Messleitung steckt in der Buchse COM. Das rote Messkabel steckt in der V/Ω-Buchse.

Jetzt legst du die Messspitzen an die zu messenden Punkte deiner Schaltung oder an den Plus- und Minuspol deiner Spannungsquelle an. Spannungsmessungen werden parallel zu den Bauteilen durchgeführt.

Wenn der Messwert auf dem Display zu klein und ungenau ist, kannst du den Drehschalter des Multimeters auf den nächstkleineren Messbereich einstellen.



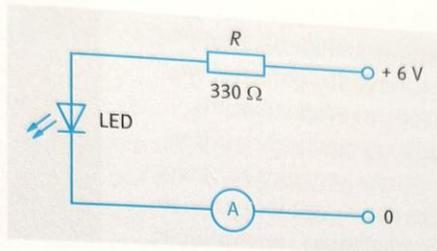
2 Schaltzeichen Voltmeter



3 Schaltzeichen Amperemeter

### Wie messe ich die Stromstärke?

Um die Stromstärke festlegen zu können, muss das Messgerät die Anzahl der vorbeifließenden Elektronen messen können. Dazu muss das Messgerät sich innerhalb der Schaltung befinden!



4 Messen der Stromstärke

Stelle den Messbereichsschalter im Amperebereich (A) auf den höchsten zu erwartenden Wert. Stelle die Stromart DC ein. Das Multimeter ist jetzt ein „Amperemeter“.

Kontrolliere die Kabel: Die schwarze Messleitung steckt in der Buchse COM. Das rote Messkabel steckt in der 20A-Buchse.

Du musst den vorhandenen Stromkreis an einer Stelle öffnen und das Messgerät mit den beiden Messkabeln dazwischen einbauen, wie auf Abb. 4 zu sehen.

Wenn der Messwert auf dem Display zu klein und ungenau ist, kannst du den Dreh- schalter des Multimeters auf den nächstkleineren Messbereich einstellen. Eventuell musst du auch das rote Messkabel in die mA-Buchse umstecken.

#### Achtung:

Der Widerstandswert darf niemals an einer Spannungsführenden Schaltung gemessen werden. Neben der Fehlmessung führt dies auch zur Entladung der Batterie im Mess- gerät.

### Wie messe ich den Widerstand?

Stelle den Messbereichsschalter im Ohmbereich ( $\Omega$ ) auf den höchstmöglichen Wert. Stelle die Stromart DC ein. Das Multimeter ist jetzt ein „Ohmmeter“.

Kontrolliere die Kabel: Die schwarze Messleitung steckt in der Buchse COM. Das rote Messkabel steckt in der V/ $\Omega$ -Buchse.

Jetzt legst du die Messspitzen an die zu messenden Punkte deines Widerstands oder an die Messpunkte einer Schaltung. Eventuell musst du das Bauteil auf einer Seite herauslöten, um den Widerstand messen zu können.

Wenn der Messwert auf dem Display zu klein und ungenau ist, muss auch hier der nächstkleinere Messbereich eingestellt werden.

### Was ist ein Durchgangsprüfer?

Ein Durchgangsprüfer teilt dem Messenden durch ein Signal mit, wenn zwischen zwei Messpunkten Strom fließen kann. Am Stellrad des Multimeters ist diese Funktion meist mit einer Diode und mit einem Summer-Symbol gekennzeichnet. Die zu messenden Teile müssen spannungsfrei sein.

### Aufgaben

- 1 Führt eigene Messungen an Batterien durch. Nutze dazu auch euer Wissen aus NT. Sind die Batterien neu, benutzt oder nicht mehr zu gebrauchen?

- M 2 Baue einen einfachen Stromkreis mit verschiedenen Verbrauchern und einem Multimeter auf. Führe Messungen durch.

# Symbole und Kennbuchstaben

## Schaltzeichen

	Kreuzung ohne leitende Verbindung		Relais mit Öffner		NTC-Widerstand (Heißleiter)
	Kreuzung mit leitender Verbindung		Relais mit Wechsler		PTC-Widerstand (Kaltleiter)
	Batterie mit und ohne Polaritätsangabe		Relais mit dreipoligem Wechsler		Kondensator (allgemein)
	Fotoelement Solarzelle		Stromstoßschalter		Elektrolyt-Kondensator
	Spannungsquelle mit Spannungsangabe		Reedkontakt		Diode
	Gleichspannung Wechselfspannung		Glühlampe		LED (Leuchtdiode)
	Erde		links: Generator rechts: Motor		Fotodiode
	Sicherung		Voltmeter		npn-Transistor
	Wicklung, Spule		Amperemeter		pnp-Transistor
	Schalter (allgemein) links: Schließer rechts: Öffner		Ohmmeter		npn-Fototransistor
	Wechselschalter links ohne, rechts mit AUS-Mittelstellung		links: Klingel rechts: Summer, Schnarre		Darlington-transistor
	Taster, Schließer (handbetätigt)		Intervall-Signalgeber		NICHT (NOT)
	Taster, Öffner (handbetätigt)		Widerstand (Festwiderstand)		UND (AND)
	Stellschalter, Schließer (handbetätigt)		einstellbarer Widerstand		ODER (OR)
	Stellschalter, Wechsler (handbetätigt)		Potenzimeter		NICHT UND (NAND)
	Relais mit Schließer		LDR (Fotowiderstand)		NICHT ODER (NOR)