

ALTER  
8+

$$\pi = 3,14$$

IDEA!

# Adventskalender Experimentieren & Entdecken



Magnetismus



Akustik



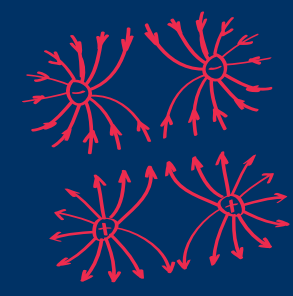
Elektronik



Mechanik



Optik



ROBOT



$$\sin x = \frac{1}{\sqrt{2}}$$

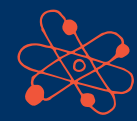
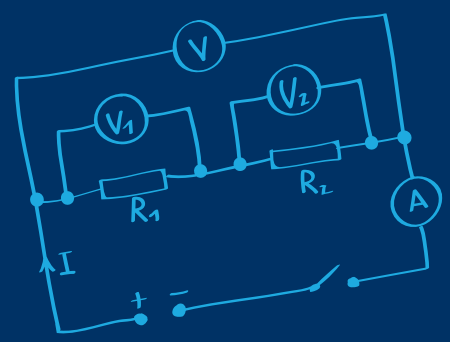
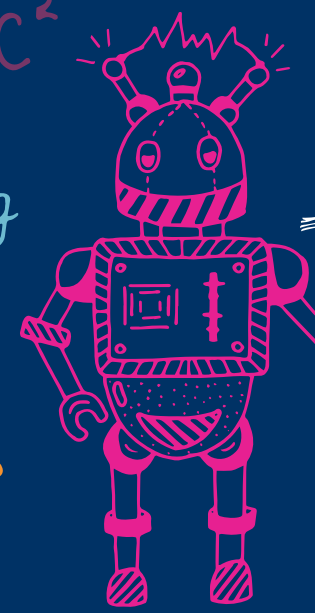
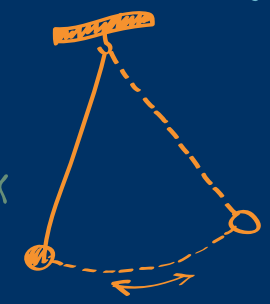
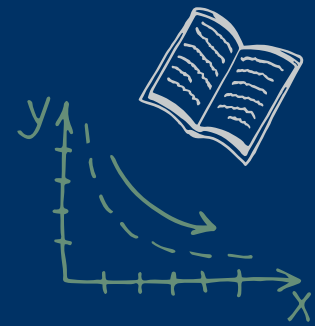
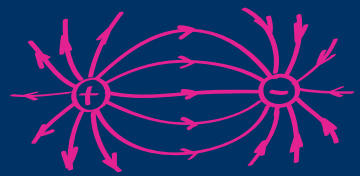
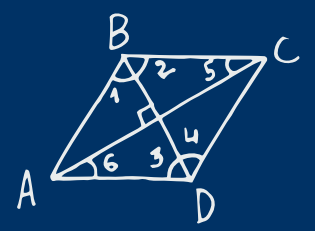
$$E = mc^2$$

$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$

$$\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$$

$$ax^2 + bx + c = 0, a \neq 0$$
$$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha$$

$$P = m \times g$$



# Impressum

© 2018 Franzis Verlag GmbH, Richard-Reitzner-Allee 2,  
85540 Haar bei München

Änderungen, Innovationen und Druckfehler  
vorbehalten

[www.franzis.de](http://www.franzis.de)

Text: Burkhard Kainka

Idee/Konzeption: Burkhard Kainka

Copy Editor: Claudia Fliedner

Coverdesign: [www.ideehoch2.de](http://www.ideehoch2.de)

Design Inhalt: Nelli Ferderer

GTIN: 4019631670427

---

## Bildnachweis:

Shutterstock.com: S. 23 rechts, 29 rechts oben,  
rechts unten, 41 rechts, 42 rechts | Talos/Jakov/  
Wikipedia.com (veröffentlicht unter CC-Lizenz 3.0):  
S. 19 | Alle weiteren Abbildungen von B. Kainka

Alle Rechte vorbehalten, auch die der fotomechanischen Wiedergabe und der Speicherung in elektronischen Medien. Das Erstellen und Verbreiten von Kopien auf Papier, auf Datenträger oder im Internet, insbesondere als PDF, ist nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Verlags gestattet und wird widrigenfalls strafrechtlich verfolgt.

Die meisten Produktbezeichnungen sowie Firmennamen und Firmenlogos, die in diesem Werk genannt werden, sind in der Regel gleichzeitig auch eingetragene Warenzeichen und sollten als solche betrachtet werden. Der Verlag folgt bei den Produktbezeichnungen im Wesentlichen den Schreibweisen der Hersteller.

Alle in diesem Buch vorgestellten Bauanleitungen und Tipps wurden mit der größtmöglichen Sorgfalt entwickelt, geprüft und getestet. Trotzdem können Fehler im Buch und im Bausatz nicht vollständig ausgeschlossen werden. Verlag und Autor haften in Fällen des Vorsatzes oder der groben Fahrlässigkeit nach den gesetzlichen Bestimmungen.

Im Übrigen haften Verlag und Autor nur nach dem Produkthaftungsgesetz wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit oder wegen der schuldhaften Verletzung wesentlicher Vertragspflichten. Der Schadensersatzanspruch für die Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht ein Fall der zwingenden Haftung nach dem Produkthaftungsgesetz gegeben ist.

**CE** Dieses Produkt wurde in Übereinstimmung mit den geltenden europäischen Richtlinien hergestellt und trägt daher das CE-Zeichen. Der bestimmungsgemäße Gebrauch ist in der beiliegenden Anleitung beschrieben. Bei jeder anderen Nutzung oder Veränderung des Produktes sind allein Sie für die Einhaltung der geltenden Regeln verantwortlich. Bauen Sie das Produkt deshalb genau so auf, wie es in der Anleitung beschrieben wird. Das Produkt darf nur zusammen mit der Anleitung und diesem Hinweis weitergegeben werden.



Das Symbol der durchkreuzten Mülltonne bedeutet, dass dieses Produkt getrennt vom Hausmüll als Elektroschrott dem Recycling zugeführt werden muss. Wo Sie die nächstgelegene kostenlose Annahmestelle finden, sagt Ihnen Ihre kommunale Verwaltung.



# Sicherheits- und Warnhinweise

---

Hinweise und Regeln beim Aufbau der Bastelprojekte sind unbedingt einzuhalten. Nicht alle Kinder haben die gleichen Fertigkeiten. Auch in einer vergleichbaren Altersgruppe sollte der betreuende Erwachsene für die Kinder geeignete Experimente auswählen. Die Versuchsanweisungen helfen dabei zu beurteilen, ob Experimente geeignet sind. Vor dem Experiment sollte der betreuende Erwachsene mit den Kindern die erforderlichen Warnungen und Sicherheitsvorkehrungen durchsprechen.

## Batteriehinweise

- Für den Betrieb sind drei 1,5-Volt-Batterien der Größe AA (Mignon-Batterien) erforderlich, die aufgrund ihrer begrenzten Lagerfähigkeit nicht in der Packung enthalten sind.
- Verwenden Sie nach Möglichkeit keine Akkus, da diese mit 1,2 Volt eine niedrigere Spannung aufweisen und die Ergebnisse der Experimente verfälschen können.
- Ein Kurzschluss der Batterien ist zu vermeiden, da er zum Überhitzen von Leitungen und zum Explodieren der Batterien führen kann.
- Nicht wiederaufladbare Batterien dürfen nicht geladen werden. Es besteht Explosionsgefahr!
- Batterien dürfen nicht mit metallischen Gegenständen zusammengeführt und dadurch kurzgeschlossen werden. Verformungen der Batterien sind zu vermeiden.
- Verbrauchte Batterien sind gemäß den Umweltbestimmungen zu entsorgen.

**ACHTUNG!** Nicht für Kinder unter 3 Jahren geeignet. Es besteht Erstickungsgefahr, da Kleinteile verschluckt oder eingeatmet werden können.

**ACHTUNG!** Ausschließlich für Kinder von mindestens 8 Jahren geeignet. Anweisungen für Eltern oder andere verantwortliche Personen sind beigelegt und müssen beachtet werden. Verpackung und Anleitung müssen aufbewahrt werden, da sie wichtige Informationen enthalten.

**ACHTUNG!** Mit der beigelegten Lupe nicht direkt in die Sonne schauen, da Augen dadurch bleibende Schäden davontragen können. Lupen sind bei direkter Sonneneinstrahlung feuergefährlich, da sie Materialien entzünden können, die zufällig vom wandernden Bild der Sonne getroffen werden. Lupen, die nicht in Benutzung sind, müssen in einem lichtsicheren Behälter verwahrt werden.

**ACHTUNG!** Keine Experimente an Steckdosen durchführen! Die 230 Volt des Stromnetzes sind lebensgefährlich! Alle Experimente dieses Experimentierpakets dürfen nur mit der ungefährliehen Batteriespannung von 4,5 Volt durchgeführt werden. Dann besteht keine Gefahr bei Berührung elektrischer leitender Teile.

**ACHTUNG!** Benutzung nur unter unmittelbarer Aufsicht von Erwachsenen.

**ACHTUNG!** Beim Einsatz von Werkzeugen und bei der Bearbeitung von Holz, Metall und Kunststoff besteht Verletzungsgefahr.

**ACHTUNG!** Augenschutz und LEDs: Blicken Sie nicht aus geringer Entfernung direkt in die LEDs, denn ein direkter Blick kann Netzhautschäden verursachen! Die scheinbare Helligkeit der LED gibt einen falschen Eindruck von der tatsächlichen Gefahr für die Augen.

**ACHTUNG!** Kurzschlüsse vermeiden! Eine direkte Verbindung zwischen Minus- und Pluspol muss unbedingt vermieden werden, weil dabei Drähte und Batterien heiß werden können und weil die Batterien sich dann schnell verbrauchen. Im Extremfall können Drähte glühend heiß werden, und die Batterie kann explodieren. Es besteht Brand- und Verletzungsgefahr.

**ACHTUNG!** Magnete, die im menschlichen Körper einander oder einen metallischen Gegenstand anziehen, können schwere oder tödliche Verletzungen verursachen. Ziehen Sie sofort einen Arzt zu Rate, wenn Magnete verschluckt oder eingeatmet werden. Für empfindliche elektronische Geräte wie z. B. Computer, Datenträger, Datenchips, Bankkarten usw. besteht die Gefahr, dass durch Magnetfelder in direkter Nähe Daten bzw. die Funktion verloren gehen!



1

# Kleine Dinge ganz groß

2

3

4

5

6

7

8

9

10

Öffne das erste Türchen deines Kalenders und finde dahinter eine Lupe. Man nennt sie auch Vergrößerungsglas, weil damit kleine Dinge größer aussehen. Die Lupe besteht aus einer Glaslinse und hat eine Schutzhülle.



## Versuch 1

Eine Lupe kann man auf zwei Arten verwenden. Entweder du hält sie sehr nahe ans Auge. Dann muss das betrachtete Objekt ungefähr in einem Abstand von 8 cm von der Linse gehalten werden, um klar gesehen zu werden. Welcher Abstand der beste ist, muss man ausprobieren. Oder du betrachtest das Objekt aus einer größeren Entfernung von etwa 30 cm und hältst die Lupe nahe an das Objekt. Wenn du sie zu weit weg hältst, wird das Bild unscharf und kehrt sich dann sogar um.

## Versuch 2

Schaue dir ein gedrucktes farbiges Bild in diesem Kalender oder aus einer Zeitung durch die Lupe ganz genau an. Kannst du erkennen, dass es aus einzelnen Farbpunkten zusammengesetzt ist? Es werden nur wenige Farben verwendet. Erst aus der Entfernung siehst du alle Farben und ein richtiges Bild.







# Funktion einer Lupe

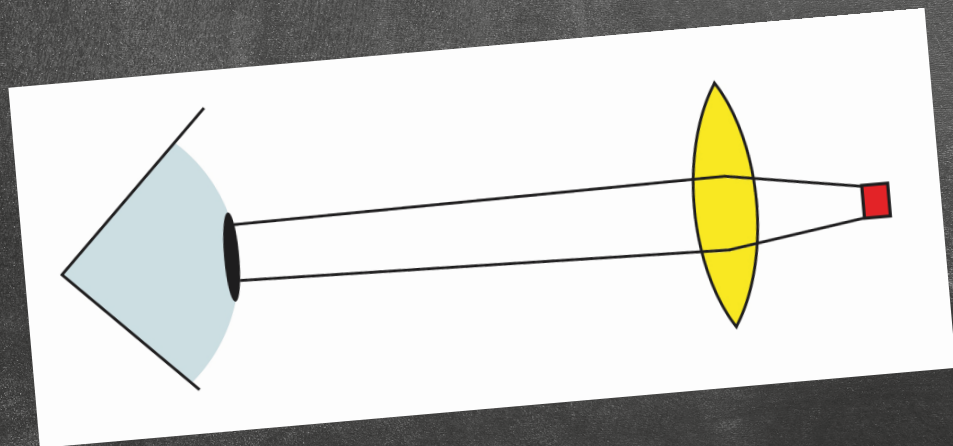
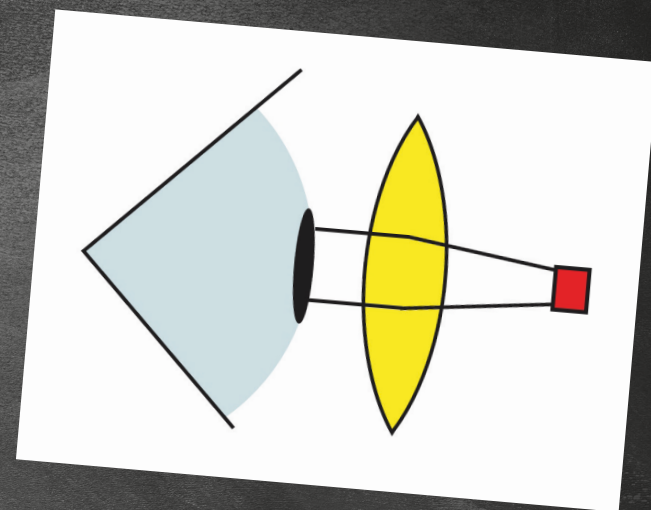


Man muss etwas üben, bis man mit einer Lupe richtig umgehen kann. Dein Auge enthält auch eine Linse. Sie bildet die Umgebung auf der Netzhaut ab. Und du kannst sogar die Krümmung dieser Linse verstellen. Ein Muskel drückt die Augenlinse mehr oder weniger stark zusammen, bis du scharf siehst. Aber das funktioniert nur bei einem Abstand von mindestens 20 cm zwischen Auge und Objekt. Ältere Menschen können oft nur in großen Entfernungen scharf sehen und benötigen eine Lesebrille, die fast genauso funktioniert wie deine Lupe.

Deine Lupe hat eine stärkere Krümmung als eine Lesebrille. Wenn du sie wie eine Brille nah an dein Auge hältst, verringert sich die Entfernung, in der du scharf sehen kannst. Das betrachtete Ob-

jekt kann in einer Entfernung von 8 cm gehalten werden. Weil es nun so viel näher ist, siehst du es sehr viel größer. So erreichst du die beste Vergrößerung. Du musst aber immer etwas probieren, welcher Abstand der beste ist. Schau dir möglichst viele Dinge oder kleine Tiere mit der Lupe an

Man kann die Lupe auch ganz anders benutzen, indem man das Objekt aus größerer Entfernung betrachtet. Dazu muss man die Linse nahe an das Objekt halten. Wenn du die beste Position der Linse gefunden hast, sieht das Objekt sehr viel größer aus. Aber wenn du die Linse zu weit vom Objekt entfernst, wird es sehr klein und steht auf dem Kopf.



**Achtung Augenschutz!**  
Schau niemals mit der Lupe in die Sonne oder eine andere starke Lichtquelle, denn das kann schwere Augenschäden bis zur Erblindung verursachen. Vermeide auch den Blick auf eine eingeschaltete LED durch die Lupe.





# Farben mischen



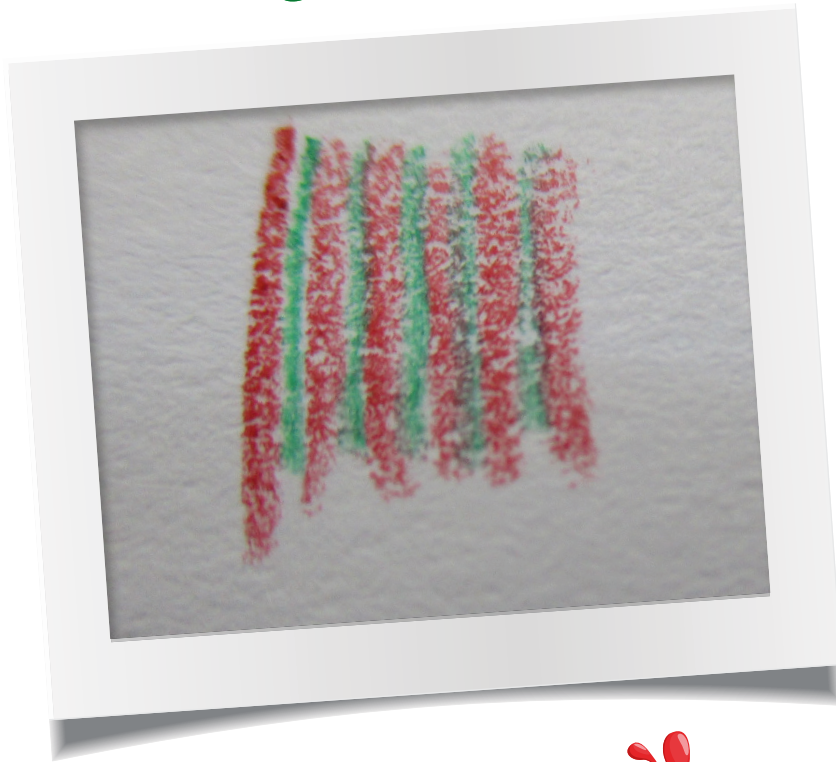
2

Hinter dem zweiten Türchen findest du vier Aquarell-Malstifte. Man kann sie verwenden wie normale Buntstifte, oder man kann mit ihnen arbeiten wie mit Wasserfarben.

## Versuch 1

Zeichne dünne rote und grüne Linien eng nebeneinander. Aus großer Entfernung siehst du eine Mischfarbe, Orange oder Braun. Das ist ähnlich wie bei gedruckten Bildern, weil wir sehr kleine Punkte oder Linien nicht erkennen können, sehen wir eine einfarbige Fläche.

Betrachte die Linien mit deiner Lupe ganz genau. Das Papier ist nicht völlig eben. Und an den höher liegenden Stellen hat sich die Farbe abgesetzt. Du kannst immer noch weiße Stellen sehen, aber auch rote und grüne. Und an manchen Stellen erkennst du dunkle, fast schwarze Stellen. Hier liegen beide Farbschichten übereinander. Betrachte deine Linien aus großer Entfernung. Nun können die Feinheiten nicht mehr deutlich unterschieden werden. Aus noch größerer Entfernung siehst du nur noch eine Mischfarbe.



3

4

5

6

7

8

9

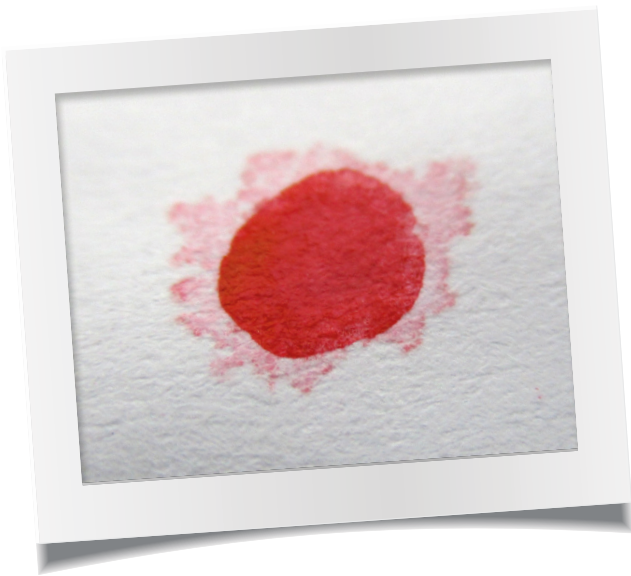
10





## Versuch 2

Im zweiten Versuch male mit etwas Wasser. Der Stift wird dabei jeweils kurz in Wasser getunkt. Das Papier wird feucht, und die Farbe löst sich. Lass das Papier dann trocknen und betrachte das Ergebnis. An manchen Stellen ist die Farbe etwas verlaufen, also mit dem Wasser an andere Stellen geflossen. Am Rand des mit Wasser bedeckten Bereichs entsteht oft eine scharfe Grenze. Mit dem verdunstenden Wasser wurde etwas mehr Farbe dorthin gezogen.



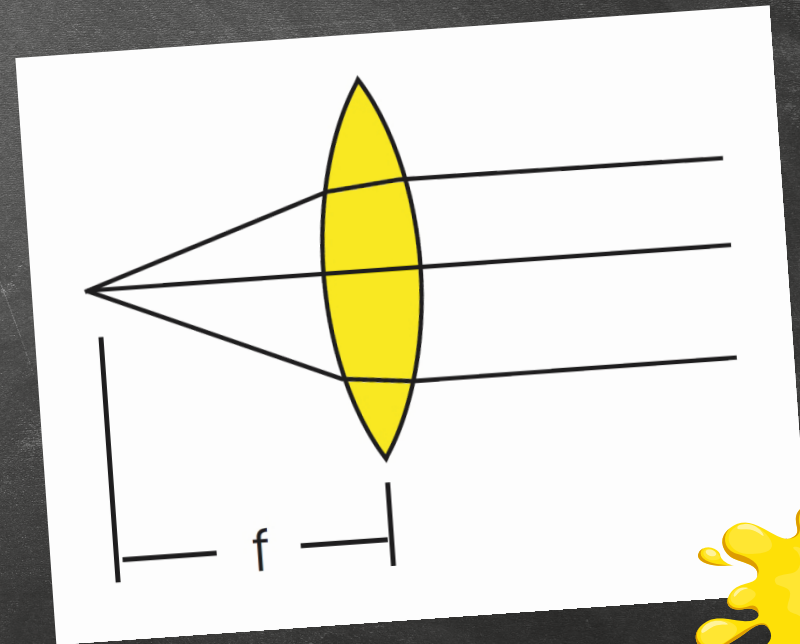
Versuche auch einmal, einen gleichmäßigen Farbverlauf von Rot nach Grün zu malen. Schau dir das Ergebnis aus größerer Entfernung und ganz aus der Nähe mit der Lupe an.

## Die Linse

Eine Linse ändert die Richtung von Lichtstrahlen, weil das Licht an den meisten Stellen auf eine geneigte Glasfläche trifft. Nur genau in der Mitte treffen Lichtstrahlen rechtwinklig auf das Glas und ändern ihre Richtung nicht. Je weiter außen ein Strahl auf die Linse trifft, desto stärker wird er nach innen abgelenkt. Wenn viele parallele Lichtstrahlen auf die Linse fallen, treffen sie auf der anderen Seite auf den gemeinsamen Brennpunkt (Fokus). Die Entfernung zwischen Linse und Brennpunkt nennt man Brennweite  $f$ . Sie ist umso kürzer, je stärker die Linse gekrümmt ist. Bei deiner Lupe beträgt die Brennweite 12 cm.

### Achtung Brandgefahr!

Im Brennpunkt können die Lichtstrahlen der Sonne sogar ein Feuer entfachen. Lass deine Lupe deshalb niemals achtlos liegen und verschließe sie mit der Schutzhülle, wenn sie nicht gebraucht wird.





# Eine LED-Lampe

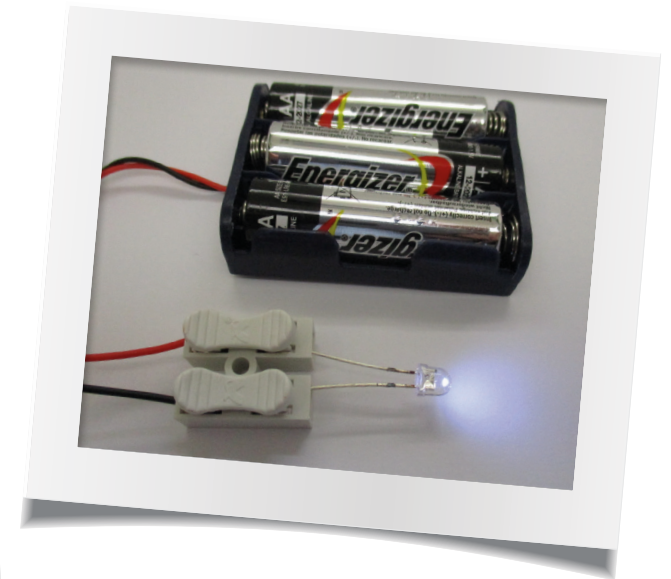
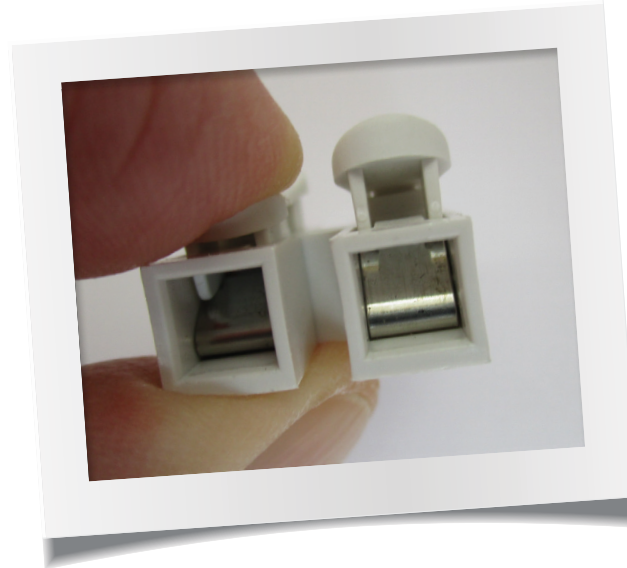
Im dritten Fach findest du drei elektrische Bauteile, ein Batteriefach mit Anschlussdrähten, eine Doppelklemme und eine weiße Leuchtdiode (LED).

## Versuch



Verbinde die Drähte des Batteriefachs mit der Klemme, indem du die Hebel auf einer Seite herunter drückst, Drähte hineinsteckst und dann die Hebel loslässt. Schaue einmal von vorn in die Kontakte und du siehst, wie sich eine Öffnung bildet, in die ein Draht passt.

Beim Einbau der Leuchtdiode musst du auf die Richtung achten. Der kürzere Draht ist der Minuspol und muss mit dem schwarzen Draht vom Batteriefach verbunden werden. Der längere Draht ist der Pluspol und gehört an das rote Kabel.



**ACHTUNG AUGENSCHUTZ!** Schaue niemals aus kurzer Entfernung oder mit der Lupe auf eine eingeschaltete LED, denn das kann deine Augen schädigen!



**ACHTUNG!** Kurzschlüsse vermeiden! Eine direkte Verbindung zwischen Minus- und Pluspol muss unbedingt vermieden werden, weil dabei Drähte und Batterien heiß werden können und die Batterien sich dann schnell verbrauchen. Im Extremfall können Drähte glühend heiß werden, und die Batterie kann explodieren. Es besteht Brand- und Verletzungsgefahr.

3

4

5

6

7

8

9

10



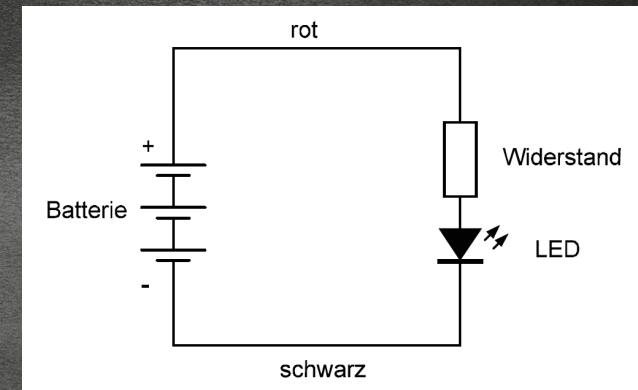


# Der Stromkreis

Nun erst lege drei AA-Batterien (1,5 Volt) mit zusammen 4,5 Volt in das Batteriefach. Achte auf die Einbaurichtung, die Federn müssen jeweils den Minuspol berühren. Die LED leuchtet hell auf und erzeugt ein strahlend weißes Licht. Schalte am Ende deine Lampe aus, indem du eine Batterie halb heraushebst.



Betrachte die weiße LED ganz genau. Das Gehäuse hat die Form einer Linse und funktioniert selbst schon wie eine Lupe. Versuche, ob du mit dem Vergrößerungsglas noch mehr erkennen kannst. Der eigentliche LED-Kristall auf dem Minusdraht ist von einem gelben Leuchtstoff überzogen. Zu ihm führen zwei dünne Drähte. Der Plus-Anschluss trägt einen kleinen schwarzen Block. Das ist ein Widerstand, der die Stromstärke verringert. Nur ganz spezielle LEDs haben diesen Widerstand, damit sie ohne zusätzliche Bauteile direkt an eine Batterie angeschlossen werden dürfen. Sie haben ein kürzeres Gehäuse als andere LEDs, damit sie nicht verwechselt werden können.



Ein Schaltplan kann helfen, alle Bauteile und Verbindungen des Versuchs zu verstehen. Die Batterie hat drei Zellen. Der Plus-Anschluss wird durch den längeren Strich dargestellt. Das Schaltsymbol für die LED zeigt ein Dreieck, das die Stromrichtung andeutet. Zwei kleine Pfeile stellen das erzeugte Licht dar. Der im LED-Gehäuse mit eingebaute Widerstand wird als Rechteck gezeichnet. Alle Bauteile sind zu einem geschlossenen Stromkreis verbunden.





# Bilder projizieren



Öffne das vierte Türchen und nimm eine grüne LED heraus. Betrachte sie vor dem Einbauen mit der Lupe. Du erkennst diesmal außer dem Widerstand auch den eigentlichen LED-Kristall in einer kleinen Vertiefung.

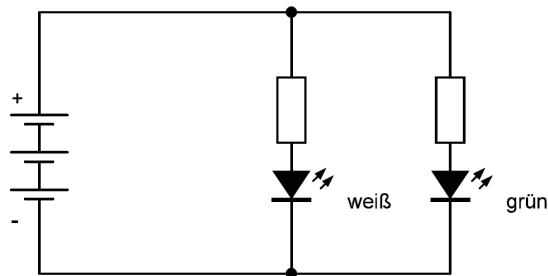
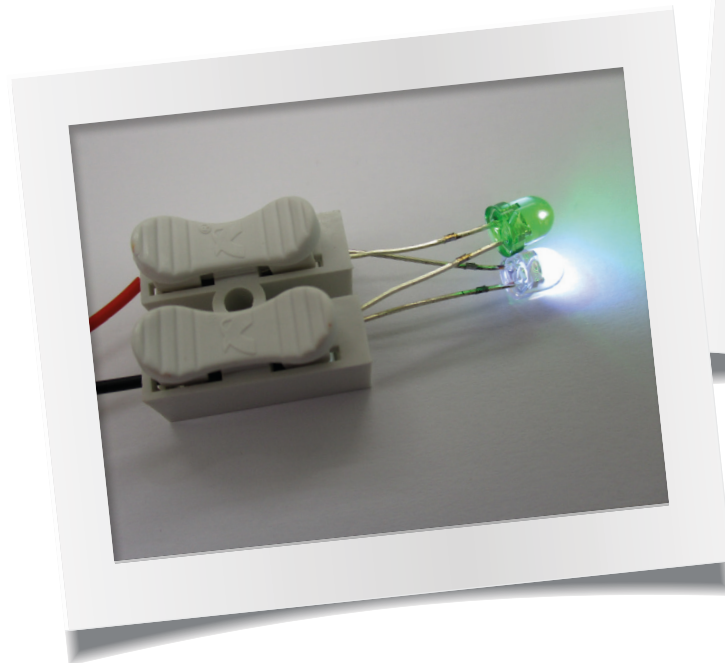


## Versuch

Schließe die grüne LED mit an die Klemme an. Die weiße und die grüne LED teilen sich den Anschluss und bilden eine Parallelschaltung. Sobald die Batterien eingelegt sind, leuchten beide LEDs.

Halte die beiden LEDs etwa 75 cm über ein weißes Blatt Papier, sodass es von beiden beleuchtet wird. Halte dann die Lupe in etwa 15 cm Abstand über das Papier. Verändere den Abstand, bis du zwei helle, scharfe Lichtpunkte siehst. Es ist eine verkleinerte Abbildung (Projektion) der beiden LEDs.

Es gibt noch eine zweite Position der Lupe, an der ein scharfes Bild entsteht. Diesmal beträgt der Abstand der Lupe zu den beiden LEDs etwa 15 cm, der zum Papier etwa 60 cm. Damit erhältst du eine Vergrößerung, die allerdings nur in einem dunklen Raum zu erkennen ist.





# Abbildung mit Linsen

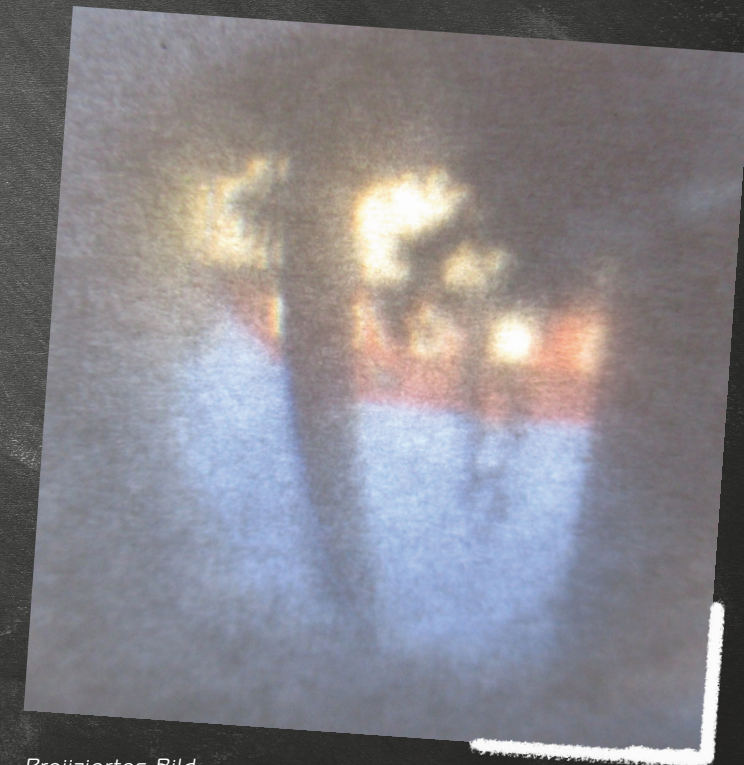
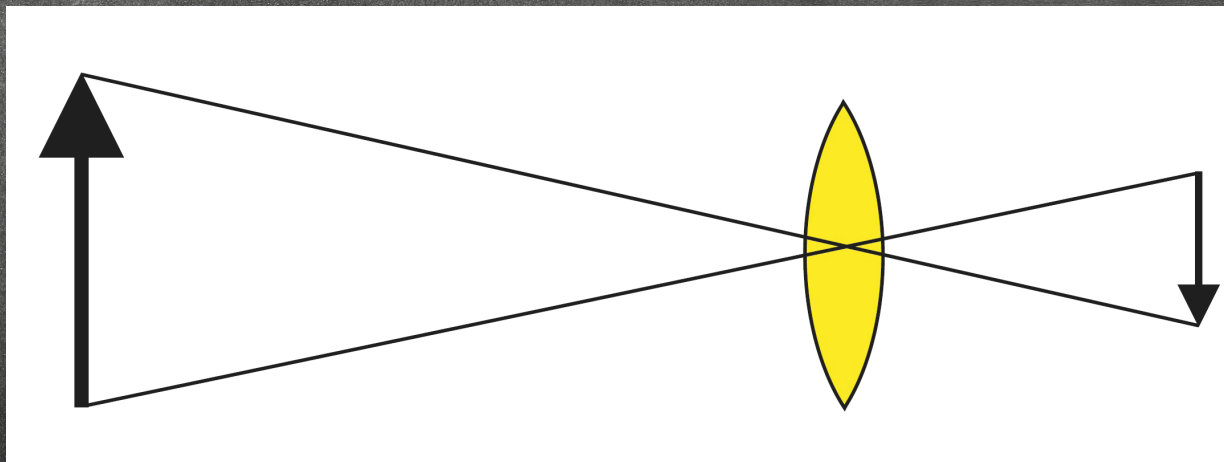


Du kannst die Brennweite einer Linse ausmessen, indem du die Linse mehr oder weniger nahe an ein weißes Blatt Papier hältst. In einer ganz bestimmten Entfernung siehst du plötzlich ein verkleinertes Bild der entfernten Umgebung. Du erkennst zum Beispiel ganz klar die Fenster des Raums. Weit von Objekte erzeugen mit deiner Lupe ein scharfes Bild genau im Abstand der Brennweite von 12 cm. Nähere Objekte werden in etwas größerer Entfernung scharf abgebildet.

Halte die Lupe gegen dein Fenster und projiziere das Bild auf ein Blatt Papier. Das projizierte Bild leuchtet durch das Papier hindurch und kann von der Rückseite betrachtet werden. Auch Einzelheiten wie die Pflanzen auf der Fensterbank sind erkennbar, aber alles steht auf dem Kopf.



Direkte Ansicht



Projiziertes Bild



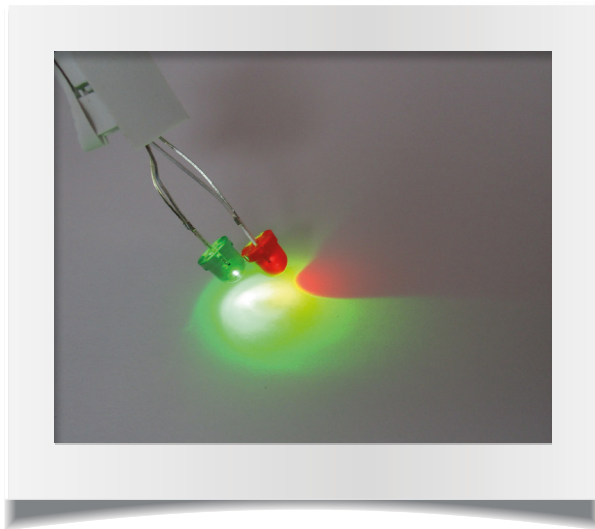
# Die vielen Farben des Lichts



Hinter dem fünften Türchen findest du eine rote LED. Auch sie hat einen eingebauten Widerstand. Untersuche das Bauteil mit der Lupe und vergleiche den Aufbau mit dem der grünen LED.

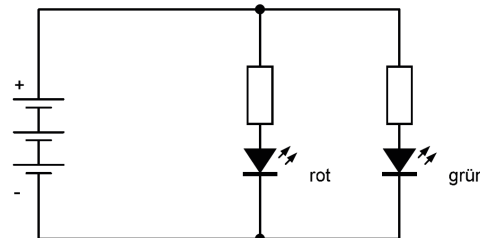
## Versuch 1

Baue die rote und die grüne LED zusammen ein. So erhältst du eine rotgrüne Lampe. Lasse beide LEDs auf ein weißes Papier scheinen. Jede LED erzeugt einen Leuchtfleck. Da, wo sich beide Leuchtflecken überdecken, entsteht eine Mischfarbe: Gelb. Es handelt sich um eine Addition zweier Grundfarben. Man bezeichnet dies deshalb als additive Farbmischung.



## Versuch 2

Verwende deine Aquarellstifte und etwas weißes Papier, um daraus Farbfilter zu bauen. So ein Filter lässt jeweils nur eine Farbe hindurch und schwächt alle anderen Farben. Gelingt es dir, mit der weißen LED eine rote oder grüne Lampe zu bauen?



## Versuch 3

Male mit allen Farben deiner Aquarellstifte ein Bild. Betrachte es im Licht deiner LED-Lampen. Mit der weißen LED sind alle Farben erkennbar, aber das Bild hat einen leichten Blaustich. Die weiße LED enthält nämlich einen blau leuchtenden LED-Kristall, dessen Licht durch die Leuchtschicht teilweise in alle anderen Farben umgewandelt wird. Mit der grünen oder der roten LED allein werden die Farben nicht richtig sichtbar. Aber wenn du die rote und die grüne LED zusammen verwendest, sind die meisten Farben schon gut erkennbar.



# Das weiße Licht und seine Farben

Weißes Licht enthält alle Farben von Rot über Gelb bis Blau und Violett. In einem Regenbogen werden die einzelnen Farben sichtbar. Alle Regenbogenfarben zusammen nennt man das Spektrum des Lichts. Immer wenn weißes Licht auf einen farbigen Gegenstand fällt, wird nur der Teil des Lichts mit der gleichen Farbe reflektiert. Dieses reflektierte Licht erreicht unser Auge, sodass wir den Gegenstand in seiner eigenen Farbe sehen. Weiße Gegenstände reflektieren dagegen alle Farben.



Wenn ein grüner Gegenstand mit rotem Licht beleuchtet wird, kann kein grünes Licht reflektiert werden. Der Gegenstand bleibt daher dunkel. Wenn rotes Licht dagegen auf einen weißen Gegenstand fällt, erscheint er rot.



Weiße LED



Grüne LED



Rote LED



Rote und grüne LED





# Es leuchtet in Reihe

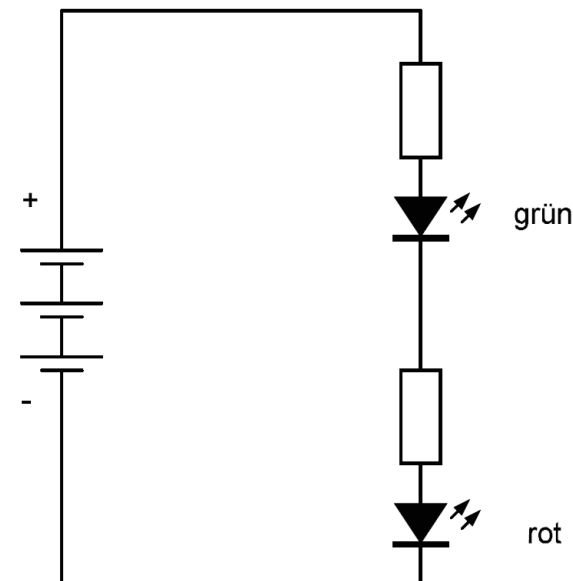


Öffne das Fach Nummer 6 und nimm eine weitere Doppelklemme heraus. Damit kannst du auch kompliziertere Schaltungen bauen.



## Versuch

Baue mit der roten und der grünen LED eine Reihenschaltung. Achtung, beide LEDs müssen richtig herum, mit dem kürzeren Minusanschluss in Richtung zum Minuspol der LED, eingebaut werden. Nur dann fließt Strom. Durch beide LEDs fließt derselbe Strom. Aber beide müssen sich die elektrische Spannung teilen. Du siehst, dass die LEDs nun schwächer leuchten.



- ~~1~~
- ~~2~~
- ~~3~~
- ~~4~~
- ~~5~~
- 6**
- 7
- 8
- 9
- 10





# Spannung und Strom

Alles, was dich umgibt, enthält elektrische Ladungen, und zwar in Form von Elektronen mit negativer Ladung und Protonen mit positiver Ladung. Meist gibt es gleich viel positive wie negative Ladung, dann hebt sich die Wirkung nach außen auf. Eine Batterie verschiebt jedoch die Ladungen so, dass ein Unterschied zwischen Pluspol und Minuspol besteht. Es entsteht eine Spannung, die man in Volt (V) misst. Eine Batteriezelle hat eine Spannung von 1,5 V.

Positive und negative elektrische Ladungen ziehen einander an. Deshalb fließen Ladungen durch Drähte und andere elektrische Bauteile, sobald ein Stromkreis geschlossen wird. Wenn viel Ladung in kurzer Zeit bewegt wird, fließt ein großer Strom. Die Stromstärke misst man in Ampere (A). Bei deinen Versuchen fließen nur sehr kleine Ströme von einigen Tausendstel Ampere, die man in Milliampere (mA) misst.

In der Reihenschaltung fließt überall derselbe Strom, weil es nur einen Weg ohne Abzweigungen gibt. Die Reihenschaltung bezeichnet man daher auch

als unverzweigten Stromkreis. Aber die elektrische Spannung müssen sich die einzelnen Verbraucher teilen. Insgesamt hat die Batterie eine Spannung von 4,5 V, die sich nicht gleichmäßig aufteilen muss. In deinem Versuch bekommt die grüne LED mit 2,5 V etwas mehr Spannung als die rote LED mit nur 2,0 V.

Jede LED hat eine Mindestspannung, bei der sie zu leuchten beginnt. LEDs am roten Ende des Farbspektrums haben die kleinste Spannung, solche am blauen Ende die größte. Weil die weiße LED eigentlich eine blaue LED ist, braucht sie die größte Spannung.

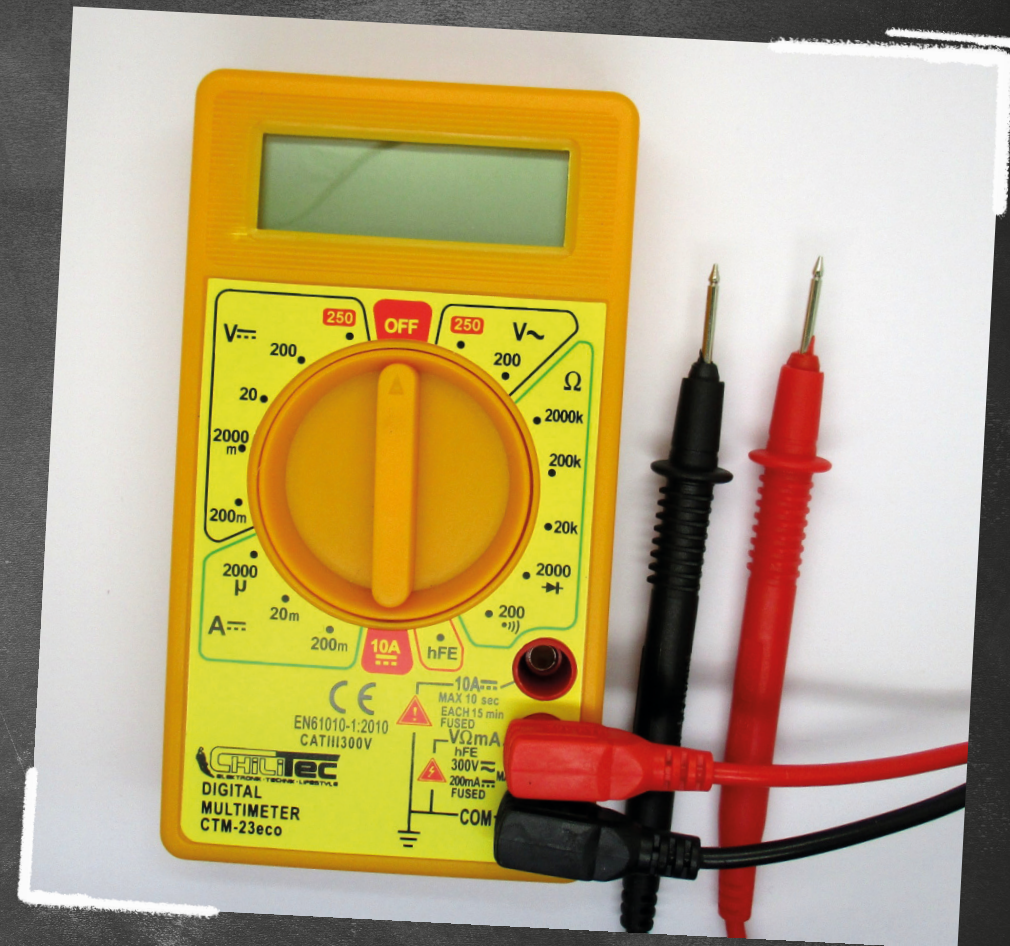
Rot: 1,6 V

Gelb: 1,7 V

Grün: 2,0 V

Weiß: 2,8 V

Zur Messung von Spannungen, Stromstärken und Widerständen verwendet man oft digitale Messgeräte mit umschaltbaren Messbereichen.





# Ein Druckschalter



Hinter dem siebten Türchen findest du einen Meter aufgewickelten Draht. Er besteht aus Kupfer und hat eine rote Isolierung aus weichem Plastik.

## Versuch 1

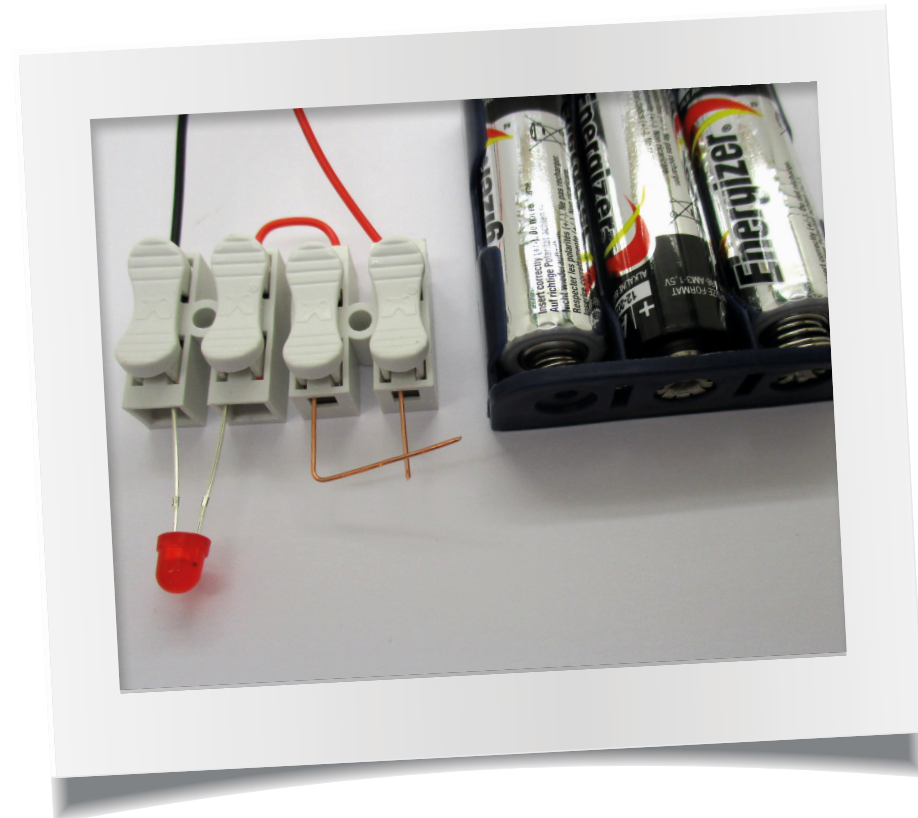
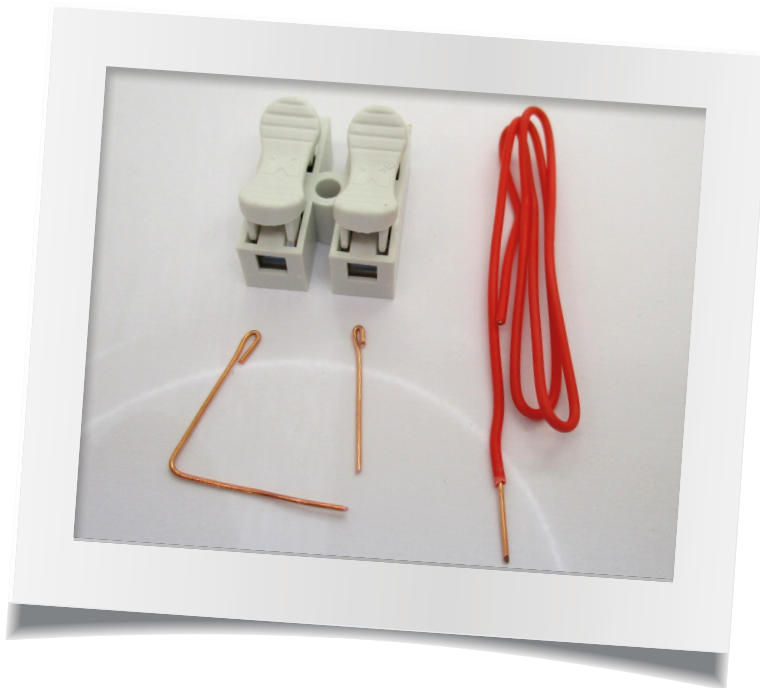
Baue dir einen Schalter aus Draht und einer Doppelklemme. Entferne die Isolierung auf einer Länge von 6 cm und schneide zwei Drahtstücke unterschiedlicher Länge ab. Verwende dazu eine

Zange oder eine alte, nicht mehr gebrauchte Schere. Die Isolierung kann man mit den Fingernägeln abziehen. Leichter geht es, wenn man sie vorher mit einem Messer oder mit einer Schere etwas anritz. Lass dir dabei von einem Erwachsenen helfen.

Der kürzere Draht hat 2 cm und bleibt gerade. Der längere Draht mit 4 cm wird in der Mitte gebogen. Die umgebogenen Enden bewirken einen besseren Halt in der Klemme. Beide Drähte werden so

eingesetzt und gebogen, dass sie sich noch nicht berühren. Wenn man aber mit dem Finger darauf drückt, wird die Verbindung hergestellt.

Baue dir eine Lampe mit Tastschalter. Du brauchst dazu einen weiteren Draht, der an beiden Enden abisoliert wird und die beiden Klemmen verbinden soll. Die LED leuchtet nur, wenn man den Schalter drückt. Die kannst sie auch als Signallampe verwenden und damit Morsezeichen senden.



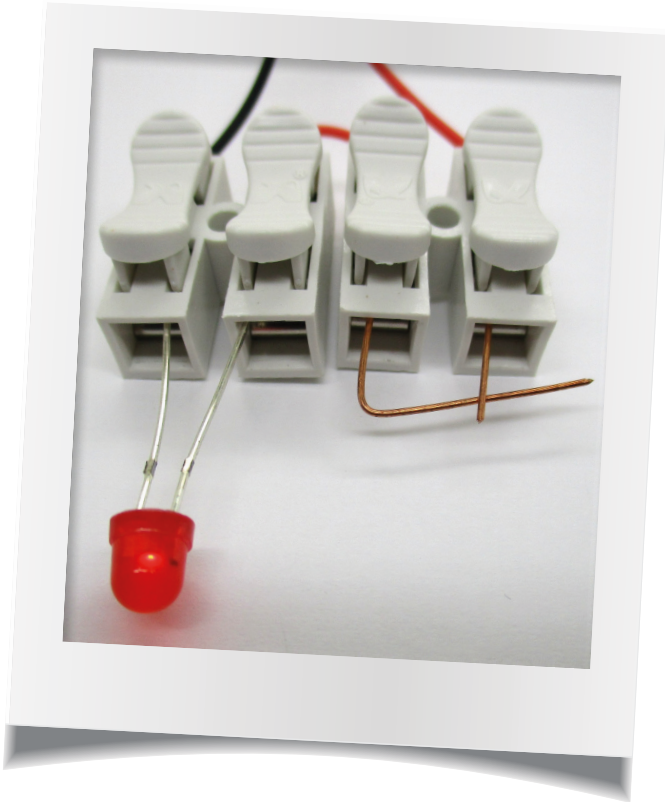




## Versuch 2



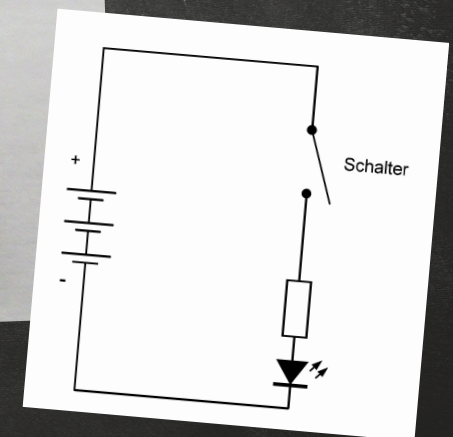
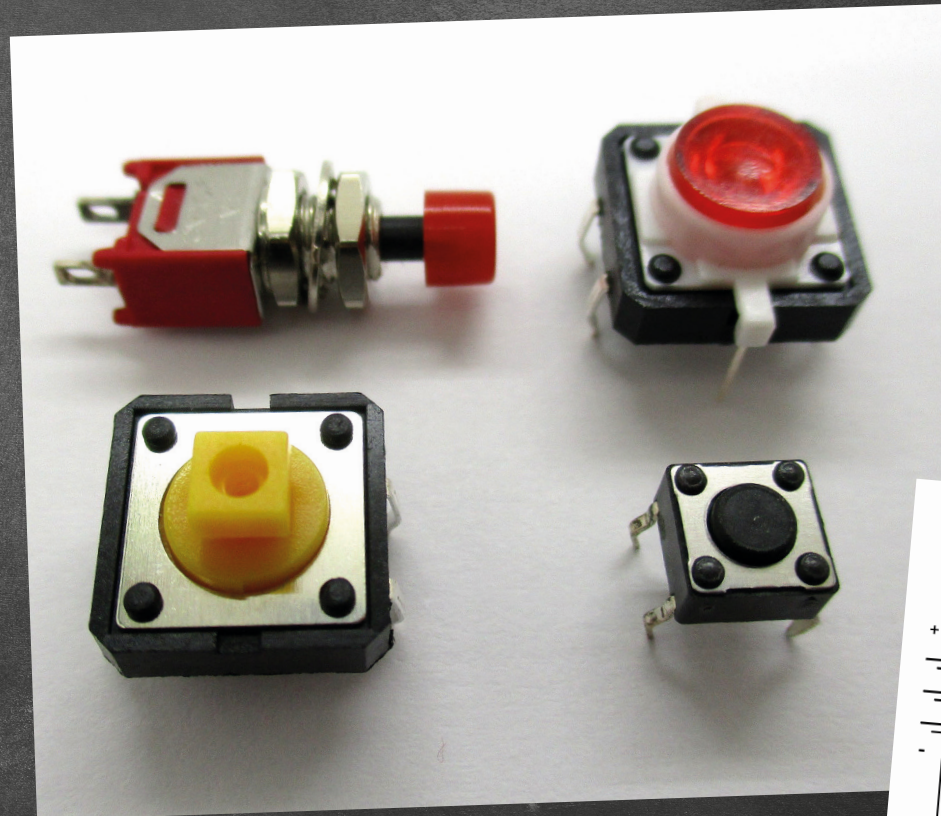
Manche Schalter kann man mit einmal kurz Drücken dauerhaft einschalten. Das funktioniert auch mit deinem Eigenbau-Schalter. Du musst nur den gebogenen Draht unter den geraden Draht klemmen. Die Federkraft sorgt dann für eine dauerhafte Verbindung, die LED bleibt von allein eingeschaltet.



## Stromkreise öffnen und schließen

Der Schalter bildet eine Unterbrechung in deinem Stromkreis. Im Normalfall ist der Strom also ausgeschaltet, der Schalter ist geöffnet. Wenn du aber auf den Draht drückst, wird der Stromkreis geschlossen.

Für den Einbau in Geräten gibt es eine Vielzahl ganz unterschiedlicher Druckschalter. Aber alle funktionieren genauso wie dein selbst gebauter Schalter. Wenn man auf den Schalter drückt, berühren sich innen zwei Teile aus Metall und schließen den Stromkreis.





# Magnetische Kräfte



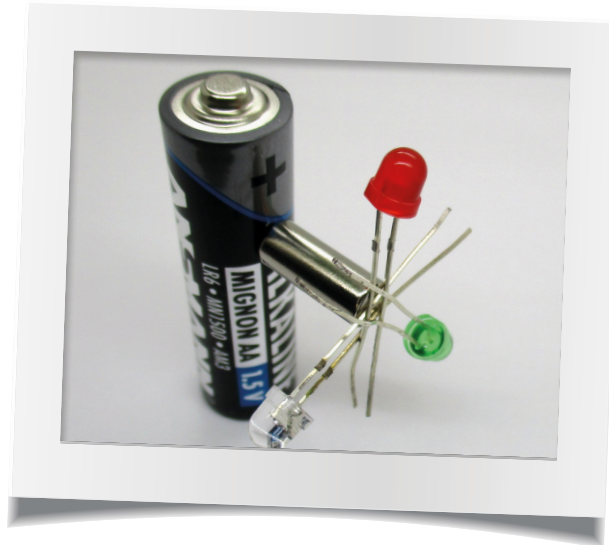
## Versuch 1

Öffne das Türchen Nummer 8 und nimm einen Stabmagneten heraus. Halte den Magneten an unterschiedliche Gegenstände. Manche werden angezogen, manche nicht. Alle Gegenstände aus Eisen oder Stahl werden von einem Magneten angezogen. Er eignet sich daher zur Materialuntersuchung.



## Versuch 2

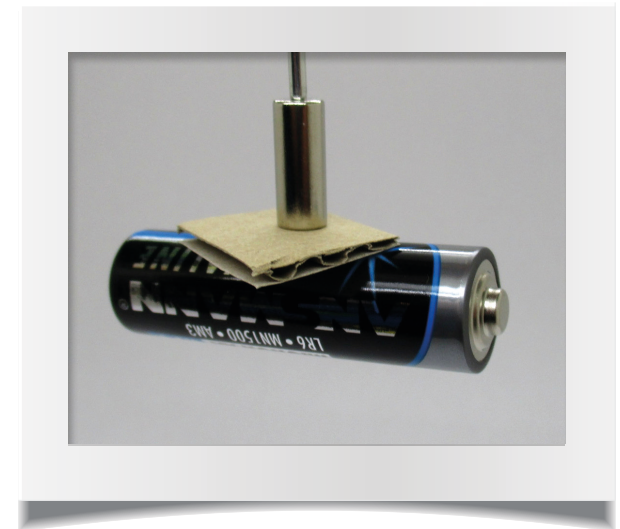
Untersuche deine Batterien. Einfache Zink-Kohle-Batterien werden nicht angezogen, denn Zink ist nicht magnetisch. Aber wenn es Alkalizellen sind, kann der Magnet sie anheben oder an ihnen haften, weil die äußere Hülle aus Stahl besteht.



## Versuch 3



Teste die Anschlussdrähte der LEDs. Sie werden stark angezogen. Es sind nämlich Drähte aus Eisen, das mit einem anderen Metall wie Silber oder Zinn überzogen ist. Teste deinen isolierten Draht. Er reagiert nicht auf den Magneten, weil er aus Kupfer besteht. Untersuche das Batteriefach. Du wirst leicht feststellen, dass die Kontakte und Federn magnetisch sind, sie bestehen aus Stahl.



**Achtung Verletzungsgefahr!** Dieser Magnet ist sehr stark. Sei vorsichtig bei der Annäherung an Eisen und Stahl und vermeide es, deine Finger einzuklemmen.



Magnetische Kräfte dringen auch durch nicht magnetische Stoffe hindurch. Papier selbst wird nicht angezogen. Aber wenn du ein Blatt Papier oder ein Stück Karton zwischen Batterie und Magnet legst, wird die Batterie angezogen.

8

9

10



# Gegenstände magnetisieren



Mit dem Magneten kannst du Gegenstände aus Eisen oder Stahl magnetisieren. Der Magnet kann auf diese Weise eine ganze Kette von Büroklammern oder von Schrauben und Muttern halten. Eine Büroklammer wird nahe am Magneten selbst ein Magnet. Aber wenn du den Magneten entfernst, verliert sie in den meisten Fällen ihre magnetische Kraft sofort wieder. Sie wurde also nur vorübergehend magnetisiert. Manche Dinge aus Stahl behalten jedoch einen Teil der magnetischen Kraft, sie werden also dauerhaft magnetisiert und können dann selbst andere Dinge aus Eisen anziehen.

Jeder Magnet hat einen Nordpol und einen Südpol. Für zwei oder mehr Magneten gilt: Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an. Wenn der Magnet mit seinem Nordpol die erste Büroklammer berührt, bildet sich in ihr an der Berührungsstelle ein Südpol, die andere Seite wird zum Nordpol. Genauso geht es der letzten Büroklammer. An drei Stellen berühren sich Nord- und Südpole.

## Einen Kompass bauen

Wenn du wissen willst, welche Seite deines Magneten der Nordpol oder der Südpol ist, lege ihn auf ein Holzbrettchen, das im Wasser schwimmt. Damit hast du einen einfachen Kompass gebaut, wie er schon von den alten Griechen in der Seefahrt verwendet wurde. Das Brettchen wird sich so drehen, dass der Magnet in Nord-Süd-Richtung liegt. Die Seite, die dann nach Norden zeigt, ist der Nordpol des Magneten, die andere ist der Südpol. Die Erde ist nämlich selbst ein Magnet. An ihrem geografischen Nordpol liegt ihr magnetischer Südpol und umgekehrt.

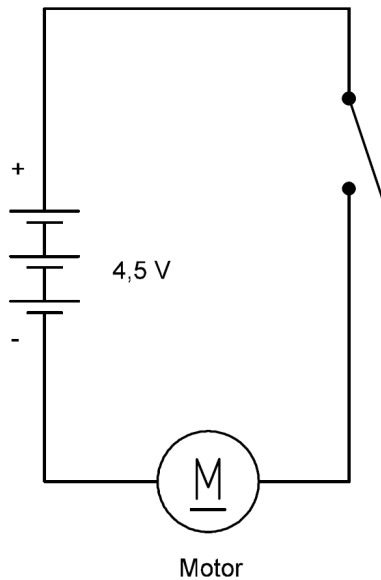




# Bewegte Farben



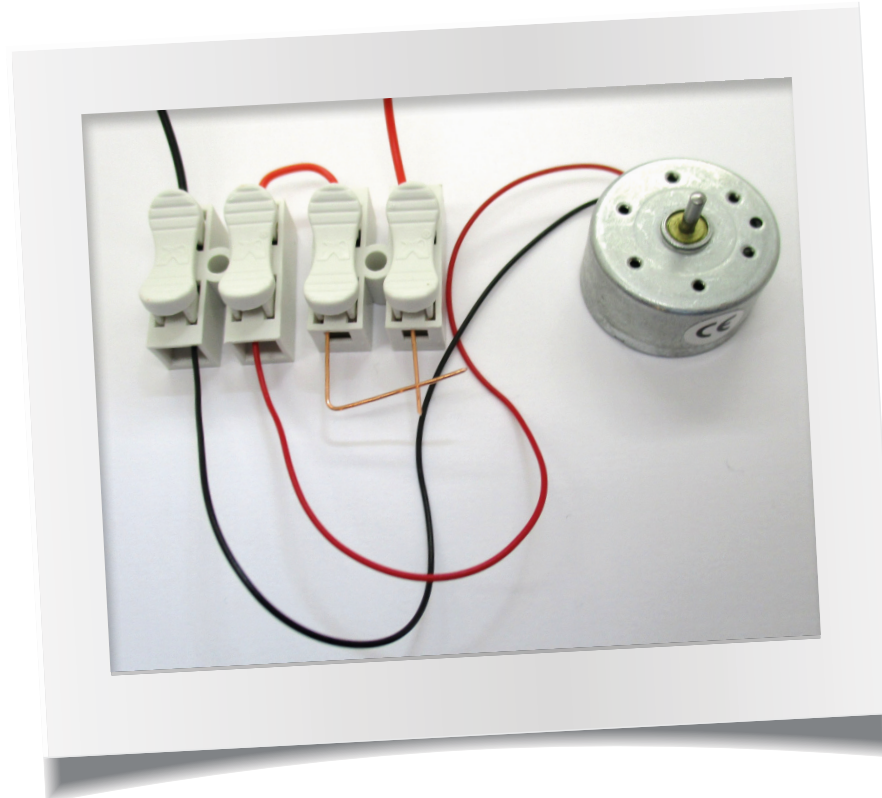
Das Fach Nummer 9 bringt dir einen kleinen Elektromotor mit zwei Anschlussdrähten. Der rote Draht ist der Pluspol, der schwarze der Minuspol. Schließe ihn an die Batterie und den Schalter, den du gestern gebaut hast, an.



## Versuch 1

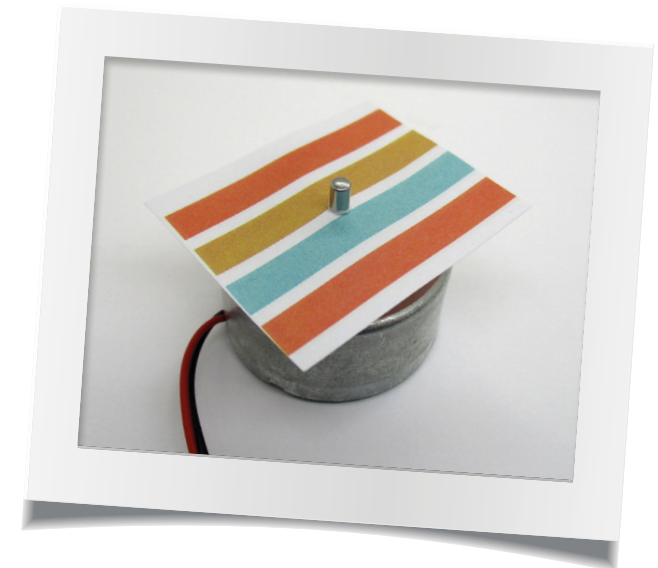
Drücke auf den Schalter. Der Motor läuft mit einem deutlichen Ruck an. Die Achse dreht sich, aber man hört und sieht kaum etwas davon. Wenn du aber die Drehung der Achse mit den Fingern stoppst, spürst du die Kraft.

Vertausche die beiden Drähte des Motors. Nun dreht sich die Achse anders herum. Anders als bei einer Leuchtdiode kann der Strom durch den Motor in unterschiedlichen Richtungen fließen.



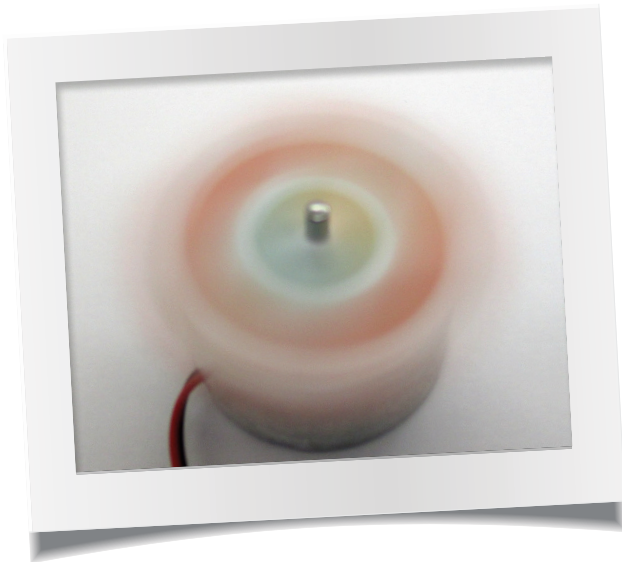
## Versuch 2

Schneide ein rechteckiges Stück Papier mit einer Kantenlänge von 2 cm aus und stich ein Loch in die Mitte, um es auf die Achse zu stecken. Schalte den Motor ein. Das Papier dreht sich nun so schnell, dass du seine Form nicht mehr erkennen kannst. Aus dem Rechteck wird ein Kreis mit unscharfen Rändern.





Male mit deinen Aquarellstiften farbige Streifen auf das Blatt oder schneide ein passendes Stück aus einem farbig bedruckten Papier aus. Wenn du es mit dem Motor in schnelle Drehung versetzt, verschwimmen die Farben. Das ist eine andere Form der additiven Farbmischung. Sie funktioniert nur deshalb, weil unser Auge zu träge ist, die schnellen Änderungen zu sehen.



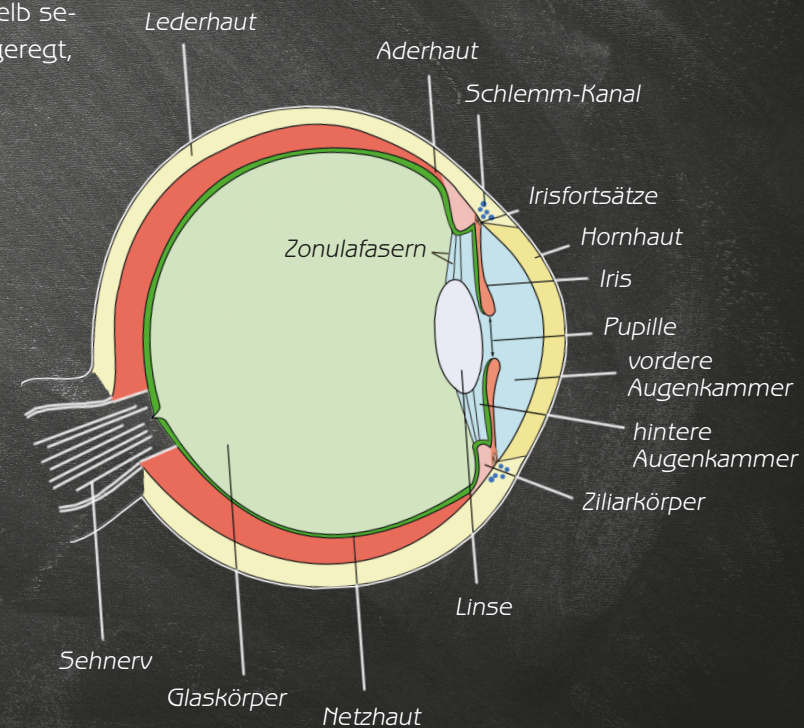
# Das Auge

Unser Auge besitzt in seiner Rückwand (der Netzhaut) eine große Zahl lichtempfindlicher Sehzellen. Sie sind unterteilt in Stäbchen, die nur schwarzweiß erkennen, und Zäpfchen für die Wahrnehmung der Farben. Bei sehr schwachem Licht funktionieren nur noch die Stäbchen, sodass wir in der Nacht keine Farben unterscheiden können. Deshalb sagt man auch: Nachts sind alle Katzen grau.

Unter den Zäpfchen gibt es drei unterschiedliche Zellen für die Farben Rot, Grün und Blau. Alle anderen Farben lösen jeweils zwei benachbarte Farbempfindungen aus. Wenn wir Gelb sehen, werden rote und grüne Zäpfchen angeregt, aus Rot und Blau wird Lila.



Unsere Sehzellen sind nicht sehr schnell. Wir können nur bis zu 16 Bilder in einer Sekunde unterscheiden. Weil der Motor das Bild mit 80 Umdrehungen pro Sekunde dreht, verschwimmt alles zu Mischfarben. So funktionieren auch das Kino und das Fernsehen. Es werden 50 Bilder oder mehr pro Sekunde gezeigt, die wir dann nicht mehr als Einzelbilder wahrnehmen.





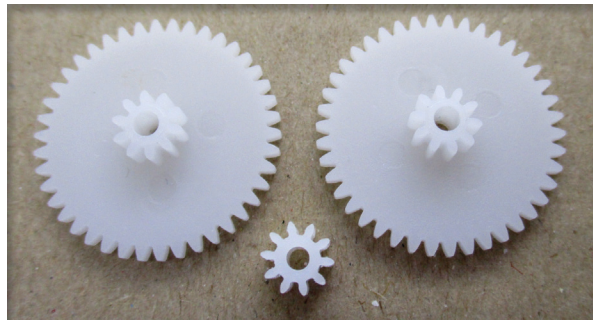
# Töne erzeugen

Verwende den Aufbau von Tag 9. Öffne das Türchen Nummer 10 und nimm drei Zahnräder aus Kunststoff heraus. Das kleine Zahnrad hat zehn Zähne und ein kleines Loch in der Mitte, sodass es mit Kraft auf die Motorachse gesteckt werden kann. Die beiden größeren Zahnräder haben 40 Zähne und ein kleineres verbundenes Zahnrad mit 10 Zähnen. Das Loch in der Mitte ist so groß, dass es locker über die Achse geschoben werden kann.

## Versuch 1

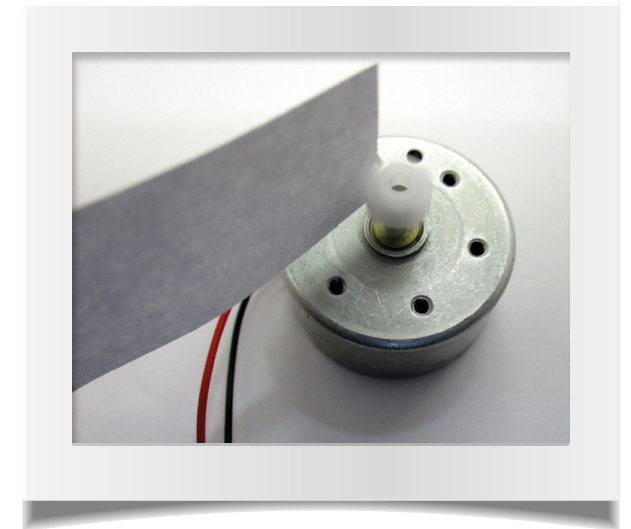
Drücke das kleine Zahnrad auf die Achse. Das erfordert viel Kraft, weil das Loch in der Mitte etwas kleiner ist als die Achse mit ihrem Durchmesser von 2,0 mm. Lege das Zahnrad auf eine harte Oberfläche und drücke den Motor mit seiner Achse in die Bohrung. Es reicht, wenn die Ache etwa zur Hälfte im Zahnrad steckt.

Wenn du den Motor einschaltest, kannst du wie erwartet die einzelnen Zähne nicht mehr sehen, denn dein Auge ist einfach nicht schnell genug. Halte nun das Zahnrad mit den Fingern fest. Du kannst den Motor viel leichter stoppen, wenn das Zahnrad aufgesetzt ist, als nur an der blanken Achse. Mit dem aufgesetzten Zahnrad hast du einen größeren Radius und damit einen längeren Hebelarm. Deshalb brauchst du weniger Kraft, um den Motor anzuhalten. Später werden noch weitere Versuche mit Hebeln und Kräften durchgeführt.



## Versuch 2

Halte den Rand eines Papierblatts an das rotierende Zahnrad. Nun hörst du ein lautes Geräusch. Die Zähne versetzen das Blatt in Schwingungen. Diese übertragen sich auf die Luft. Und die Luftschwingungen werden als Ton wahrgenommen.

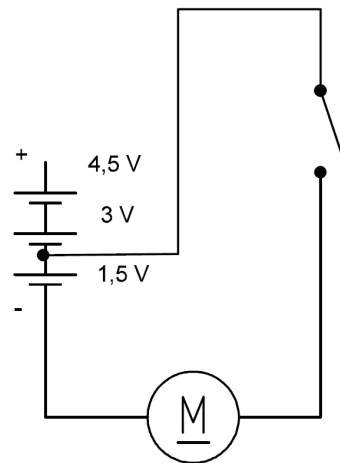
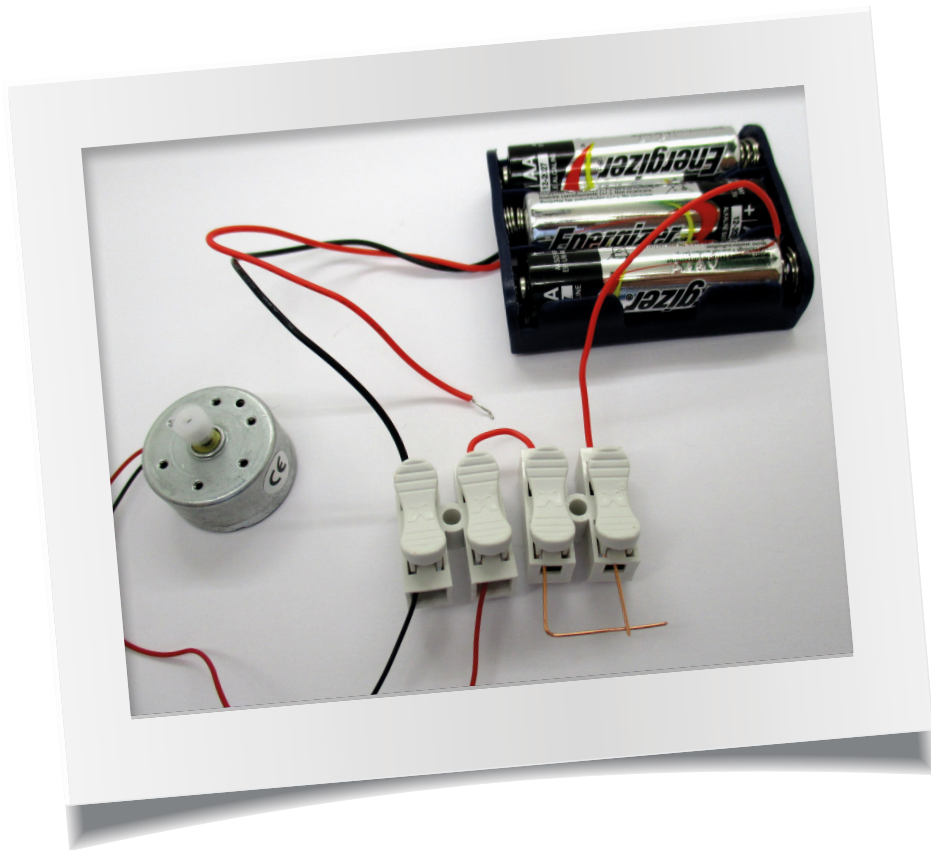




## Versuch 3

Du kannst auch mit dem Batteriefach einzelne Zellen anschließen. Entferne den roten Plus-Draht vom Batteriefach aus der Klemme und setze dort einen neuen Draht ein. Damit kannst du einzelne Anschlusspunkte im Batteriefach berühren, um nur eine, zwei oder drei Batteriezellen zu verwenden.

Probiere alle Kontakte aus. Schaue dir den Aufbau des Batteriefachs und seine Drahtverbindungen genau an und finde heraus, welche Spannung wo erreichbar ist. Achtung, der freie Draht des Batteriefachs darf keine andere leitende Stelle berühren, denn dann gäbe es einen Kurzschluss.



## Drehzahl und Frequenz

Die Frequenz eines Tons misst man in Hertz (Hz). Ein Hertz ist eine Schwingung pro Sekunde. Das kleine Zahnrad hat 10 Zähne, es entstehen deshalb 10 Schwingungen pro Umdrehung. Schließe den Motor an deine Batterie mit 4,5 V an und halte das Papier an das Zahnrad. Der Motor dreht sich mit einer Drehzahl von 80 Umdrehungen pro Sekunde (das sind 4800 Umdrehungen in der Minute), du hörst also einen hohen Ton von ungefähr 800 Hz. Insgesamt können wir Töne im Bereich von 20 Hz bis 16000 Hz hören.

### Spannung und Drehzahl

Hältst du die Drähte des Motors an eine einzelne Batteriezelle mit 1,5 V, entsteht ein tieferer Ton. Teste auch zwei Zellen in Reihe, also eine Spannung von 3 V. Der Ton wird deutlich höher als bei 1,5 V.







Heute findest du eine Stange Knete in deinem Kalender. Damit kannst du Gegenstände formen oder Dinge befestigen. Verschließe die Knete nach jedem Versuch wieder luftdicht, damit sie nicht austrocknet. Du kannst auch ein paar Tropfen Wasser dazutun, um die Knete wieder weicher zu machen.

## Versuch 1

Forme aus einem Stück Knete eine kleine Kugel mit einem Durchmesser von 1 cm. Drücke die Kugel so genau wie möglich mit ihrer Mitte auf das Motor-Zahnrad. Schalte den Motor an. Er vibriert und bewegt sich auf dem Tisch. Halte den laufenden Motor in der Hand und spüre die Vibrationen.



## Versuch 2

Versuche, die Kugel noch genauer auf die Mitte auszurichten, damit die Vibrationen möglichst gering werden oder sogar aufhören. Dieses »Auswuchten« ist allerdings sehr schwierig. In der Autowerkstatt macht man dasselbe mit Autorädern, indem man kleine Gewichte an der Seite befestigt, wo das Rad etwas leichter ist.

## Versuch 3

Einfacher ist es, die Unwucht zu vergrößern. Drücke die Knete-Kugel absichtlich außerhalb der Mitte auf das Zahnrad. Die Vibrationen werden deutlich stärker. Versuche es auch einmal mit einer größeren Kugel von 2 cm Durchmesser. Dabei entstehen noch größere Kräfte. Und es kann sogar passieren, dass sich die Kugel vom Zahnrad löst und seitlich wegfliegt. Achte auf deine Augen und schaue dir den Motor nur in Richtung der Achse an.

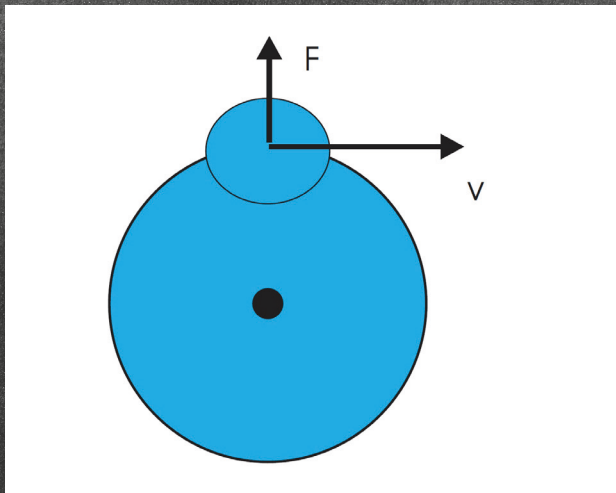




# Die Trägheit der Masse

Wenn du einen Ball an einem Seil im Kreis herum schleuderst, scheint er nach außen zu streben. Aber wenn du loslässt, fliegt er nicht in Richtung des Seils weg, sondern rechtwinklig dazu. Das liegt an seiner trägen Masse.

Jeder Gegenstand und jeder Mensch besitzt Masse. Man nennt sie auch »träge Masse«, weil sie nur mit Kraftaufwand zu einer Änderung des Bewegungszustands gebracht werden kann. Wenn du in einem Auto sitzt, spürst du diese Beschleunigungskräfte beim Anfahren, beim Bremsen und in Kurven.



Genauso verhält es sich mit deiner Knetekugel auf der Motorachse. Betrachte einen Teil, der etwas nach außen ragt. Auf ihn wirkt die Fliehkraft  $F$ , weil er dauernd daran gehindert wird, in Richtung seiner momentanen Geschwindigkeit  $V$  geradeaus weiter zu fliegen. Aber wenn sich ein Teil löst, fliegt es tatsächlich in Richtung  $V$  davon. Also wenn du alles nur von oben betrachtest, kann die Knete dich nicht treffen.

## Fallversuche

Die Masse eines Körpers spüren wir auch deshalb, weil sie schwer ist, also weil sie von der Erde angezogen wird. Auf eine Masse von einem Kilogramm (1 kg) wirkt auf der Erdoberfläche eine Gewichtskraft von rund 10 Newton (genauer 9,81 N). Auf dem Mond wäre die Gewichtskraft nur 1,6 N, in einer Raumstation wäre sie null.

Vor über 500 Jahren haben die meisten Menschen noch geglaubt, dass schwere Gegenstände schneller zu Boden fallen als leichte. Aber dann kam Gali-



leo Galilei und wollte es genau wissen. Er ließ große und kleine Gegenstände vom Schiefen Turm von Pisa fallen und fand heraus, dass sie gleich schnell unten ankommen. Das ist so, weil der größere Gegenstand nicht nur mehr Gewichtskraft, sondern auch mehr Trägheit hat. Versuche das selbst einmal mit großen und kleinen Knetekugeln, die du gleichzeitig auf den Boden fallen lässt.







# Leitfähigkeit testen

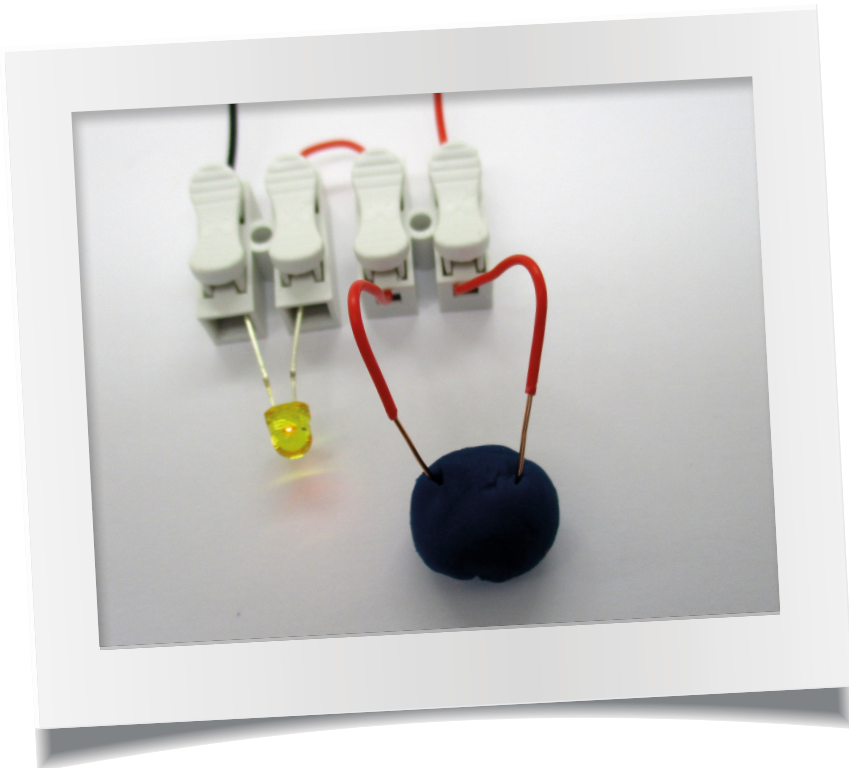


12

Im Fach Nummer 12 findest du eine gelbe LED.

## Versuch 1

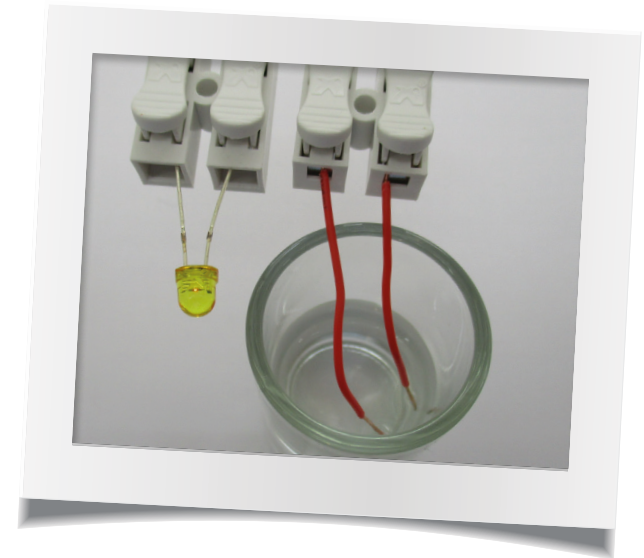
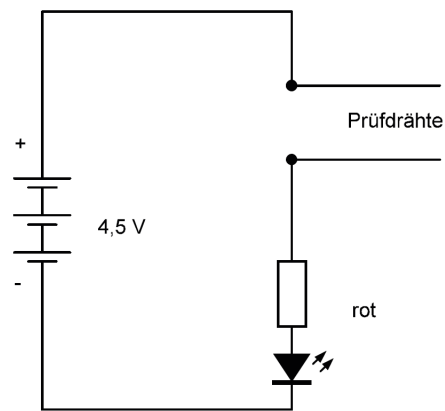
Baue deinen Schalter zu einem Prüfkabel um. Zwei 5 cm lange Drähte sollen an beiden Enden auf einer Länge von 1 cm von der Isolierung befreit werden. Baue sie dann in die Doppelklemme ein, sodass du zwei freie Enden hast. Du kannst beide Enden zusammendrücken und hast dann wieder eine Art Schalter. Teste das mit der gelben LED.



## Versuch 2

Aber auch die elektrischen Eigenschaften der Knete sind sehr interessant. Berühre mit beiden Drähten die Knete. Auch so leuchtet die LED, wenn auch weniger hell. Damit ist bewiesen: Diese Knete leitet den elektrischen Strom. Teste auch andere Stoffe und Gegenstände. Viele (Glas, Gummi, Kunststoffe) leiten den Strom nicht. Alle Metalle leiten den Strom sehr gut. Teste auch einmal eine Bleistiftmine. Die besteht aus Graphit und leitet den Strom gut.

Die Leitfähigkeit eines Gegenstands hängt nicht nur von seinem Material, sondern auch von seiner Form ab. Wenn du eine Kugel aus Knete bildest, und die Drähte auf beiden Seiten fest eindrückst, fließt viel Strom. Wenn du aber eine lange, dünne Rolle formst, fließt deutlich weniger Strom hindurch.



13

14

15

16

17

18

19

20



## Versuch 3

Teste auch einmal reines Wasser. Es leitet nur sehr wenig. Wenn du aber etwas Salz hinzugibst, steigt die Leitfähigkeit deutlich an. Genau das ist auch der Grund, warum deine Knete Strom leitet. Sie enthält Wasser und Salz.

## Versuch 4

Auch deine Finger leiten etwas Strom, denn auch sie enthalten Wasser und Salz. Wenn du beide Drähte sehr fest berührst, fließt mehr Strom. Aber es hängt auch von der Hautfeuchtigkeit ab. Angefeuchtete Finger leiten besser. Aber wenn du dir die Hände mit Seife wäschst und gut abtrocknest, ist die Leitfähigkeit sehr gering. Der bei diesem Versuch fließende Strom ist so klein, dass du ihn nicht spürst.

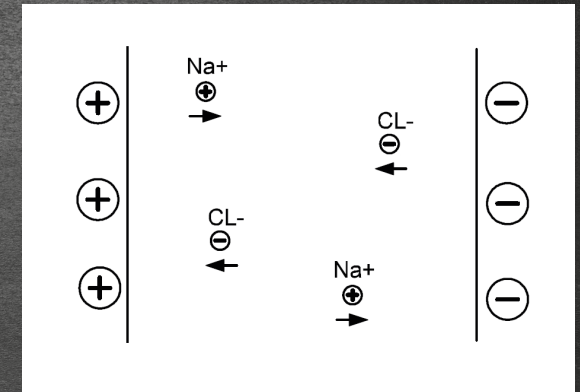
**Achtung!** Die Berührung der Drähte ist nur deshalb ungefährlich, weil die Batteriespannung kleiner als 12 Volt ist. Bei großen Spannungen wie an einer Steckdose (230 V) besteht Lebensgefahr!

# Stromleitung in Metall und Salzlösungen

Elektrische Ladung kennst du vielleicht von der Aufladung eines Kamms, der deine Haare anzieht. Es gibt positive und negative elektrische Ladung. Beide ziehen sich gegenseitig an. Wenn elektrische Ladung sich bewegt, fließt elektrischer Strom. Das hast du vielleicht schon einmal erlebt, wenn du dich auf einem Teppich elektrisch aufgeladen und dann eine Türklinke angefasst hast. In dem Moment hast du einen Stromschlag gespürt.

Alle Dinge bestehen aus Atomen, und alle Atome bestehen aus einem positiv geladenen Kern und einer Hülle aus Elektronen, die negative Ladung tragen. In vielen Stoffen sind die Elektronen so fest an ihre Kerne gefesselt, dass sie sich nicht fortbewegen können. Dann ist dieser Stoff ein Nichtleiter (Isolator).

In allen Metallen sind zwar die Atomkerne fest verankert, aber viele Elektronen können sich frei bewegen. Damit wird ihre Ladung beweglich, es kann also Strom fließen. In einem Stromkreis fließt Ladung vom Pluspol der Batterie durch die LED oder den Motor und die Drähte zum Minuspol. Tatsächlich bewegen sich die frei beweglichen Elektronen im Draht in Gegenrichtung, vom Minuspol zum Pluspol. Ganz anders ist es in Flüssigkeiten. Da bewegen sich Ladungsträger in beiden Richtungen.



Kochsalz besteht aus Natriumchlorid, also aus einer Verbindung aus dem Metall Natrium und dem Gas Chlor. Die trockenen Salzkristalle leiten den Strom nicht. Aber wenn sich Salz in Wasser auflöst, trennt es sich teilweise in positiv geladene Natrium-Atome  $\text{Na}^+$  und negativ geladene Chlor-Atome  $\text{Cl}^-$ . Diese geladenen Teilchen nennt man auch Ionen. Wenn eine elektrische Spannung angelegt wird, bewegen sich die  $\text{Na}^+$ -Ionen zum Minuspol und die  $\text{Cl}^-$ -Ionen zum Pluspol. Beide tragen also zum Strom bei, ganz anders als in einem Draht, wo nur die negativen Elektronen den Strom bilden.





# Eine Balkenwaage



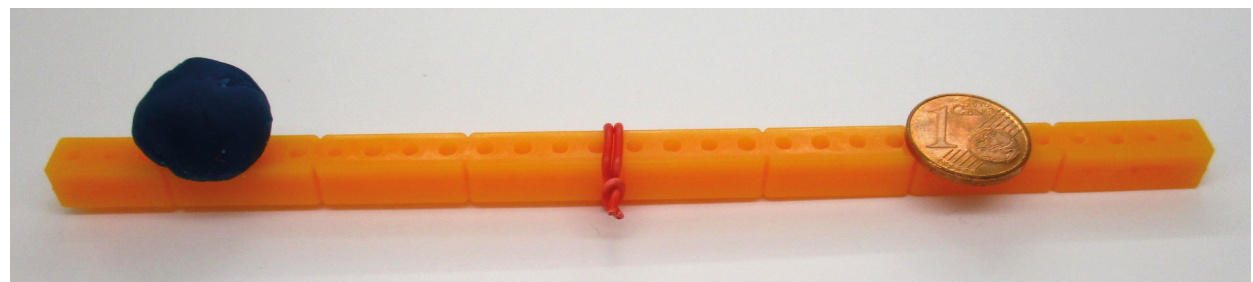
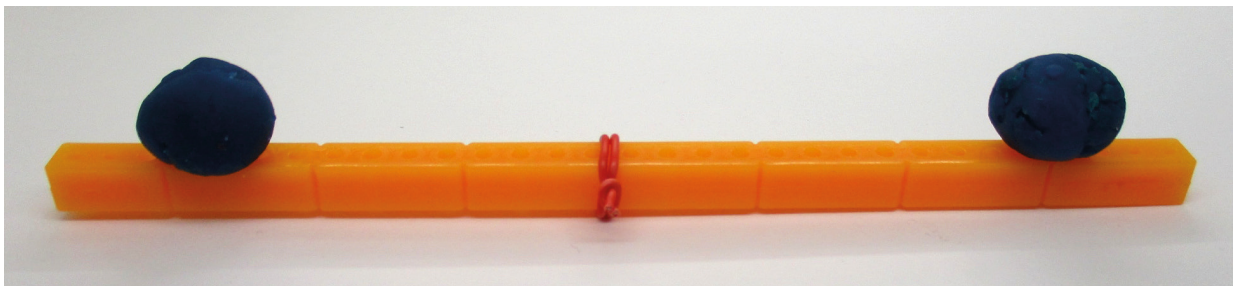
Hinter dem Türchen Nummer 13 findest du zwei Kunststoffbalken mit größeren und kleineren Löchern. Sie dienen zur Befestigung von Bauteilen und für vielseitige Konstruktionen.

## Versuch 1

Heute soll einer der beiden Balken für eine einfache Balkenwaage verwendet werden. Eine Balkenwaage ist ähnlich aufgebaut wie eine Wippe. Der Balken ist in der Mitte drehbar gelagert und kann zu beiden Seiten kippen. Wickle den isolierten Draht zweimal um den Balken und drehe ihn fest. Damit bekommt der Balken seinen erhöhten

Drehpunkt. Du kannst die Drahtschleufe etwas verschieben, bis sie genau in der Mitte sitzt und der Balken von allein zu keiner Seite kippt. Weil es mit den beiden Drähten zwei nahe beieinander liegende Auflagepunkte gibt, ist das ausreichend genaue Gleichgewicht etwas leichter zu finden.

Lege dann Gewichte auf die beiden Seiten und verschiebe sie so, dass die Waage im Gleichgewicht ist. Stelle zwei möglichst gleiche Kugeln aus Knete her. Mit der Balkenwaage kannst du überprüfen, ob beide gleich schwer sind oder welche von beiden schwerer ist. Die Kugeln müssen dabei genau gleich weit von der Mitte aufgelegt werden. Der Balken kippt immer zur schwereren Seite.



## Versuch 2

Ist die Knetekugel schwerer als eine Cent-Münze? Das Bild zeigt, dass ein Cent schwerer ist. Die Münze wurde sogar etwas näher zur Mitte geschoben, aber die Waage neigt sich immer noch nach rechts. Eine Cent-Münze wiegt übrigens 2,3 Gramm, und eine Zwei-Cent-Münze wiegt 3,06 g, also fast genau 3 g. Kannst du damit herausbekommen, wieviel deine Kugel wiegt?

## Versuch 3

Die Balkenwaage wird nicht nur durch Gewichtskräfte beeinflusst, sondern auch durch beliebige andere Kräfte, also auch durch magnetische Kräfte. Versuche einmal, das Gleichgewicht der Waage mit dem Magneten in großer Entfernung zu beeinflussen, der dann kleine zusätzliche Kräfte auf die Münze ausübt. Eine Cent-Münze besteht nämlich nur außen aus Kupfer und hat einen Kern aus Eisen.



~~1~~

~~2~~

13

14

15

16

17

18

19

20





# Drehmoment und Hebel

Die Balkenwaage gehorcht den Hebelgesetzen. Sie besagen, dass eine große Kraft an einem kurzen Hebelarm die gleiche Wirkung haben kann wie eine kleine Kraft an einem langen Hebelarm. An der Balkenwaage wirken zwei Gewichtskräfte,  $F_1$  und  $F_2$ . Und sie wirken in unterschiedlichen Abständen  $r_1$  und  $r_2$  vom Drehpunkt. Beide Wirkungen heben sich auf, wenn Kraft 1 mal Hebelarm 1 genauso groß ist Kraft 2 mal Hebelarm 2. Die Kraft wird in Newton (N) gemessen, der Hebelarm in Meter (m).

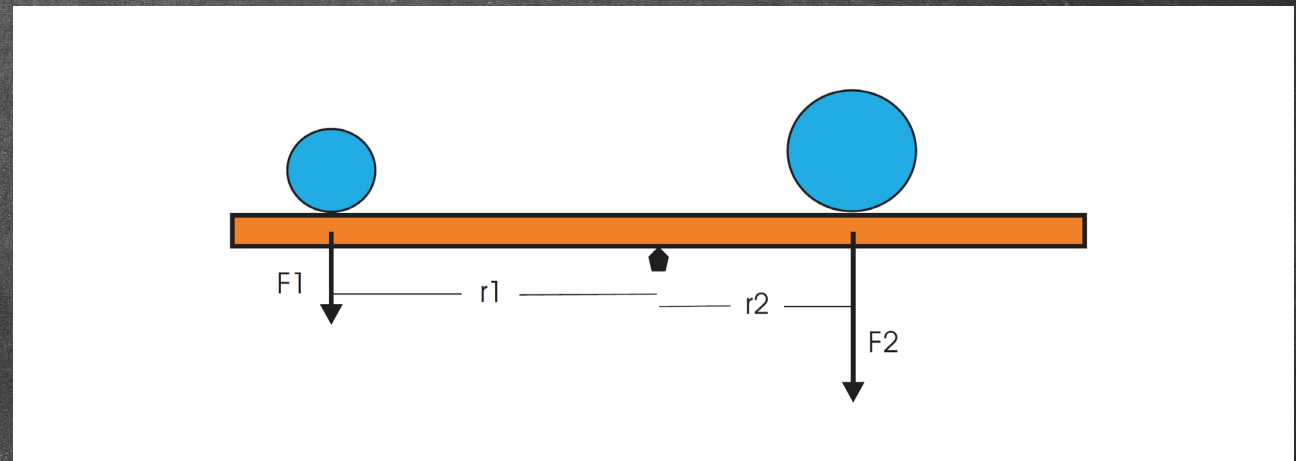
$$\text{Kraft1} \cdot \text{Hebelarm1} = \text{Kraft2} \cdot \text{Hebelarm2}$$

$$F_1 \cdot r_1 = F_2 \cdot r_2$$

Die eine Last möchte den Balken nach links drehen, die andere nach rechts. Jede bewirkt ein Drehmoment, die man in Newtonmeter (Nm) misst. Je größer die Kraft ist und je weiter vom Drehpunkt sie ansetzt, desto größer ist das Drehmoment.

Das Drehmoment spielt auch bei Motoren oder bei Werkzeugen eine Rolle. Wenn eine Schraube sehr fest sitzt, verlängert man manchmal den Schraubenschlüssel. Bei gleicher Kraft ver-

größert man damit das Drehmoment und kann die Schraube dann doch noch lösen. Und bei Radmuttern oder Radschrauben am Auto gibt es genaue Vorschriften, mit welchem Drehmoment sie festgezogen werden müssen, damit sie sich während der Fahrt nicht lösen können. Das erforderliche Drehmoment ist bei jedem Auto anders, liegt aber bei ungefähr 100 Nm.





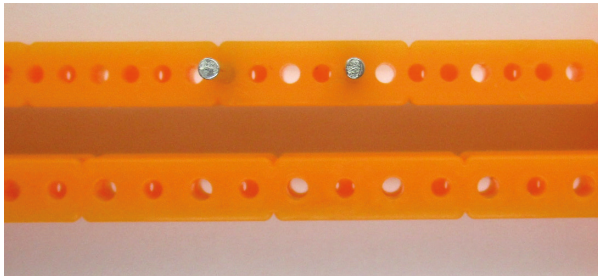
# Das Zahnradgetriebe



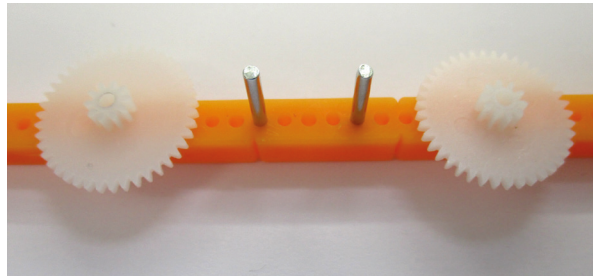
Öffne das Türchen Nummer 14 und nimm vier kleine Stangen heraus. Sie haben eine Dicke von 2 mm, genau wie die Achse des Elektromotors. Die größeren Zahnräder können locker aufgeschoben werden und drehen sich dann frei auf der Achse.

## Versuch 1

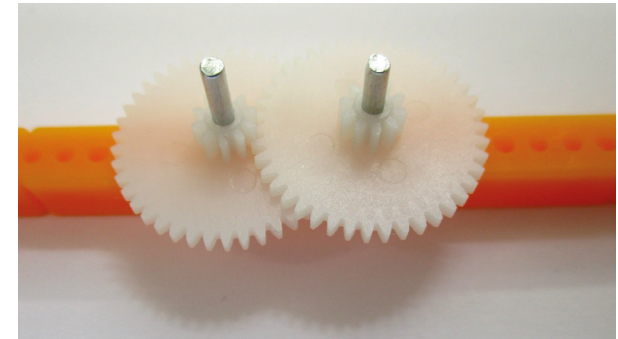
Nun sollen zwei der Achsen auf einen Balken montiert werden. Schau dir die Balken genau an. Sie haben größere und kleinere Löcher. Du kannst die Achsen durch die größeren, durchgehenden Löcher stecken, wo sie sich frei drehen können. Die kleineren Löcher sind dagegen so eng, dass die Achsen nur mit viel Kraft eingesteckt werden können. Sie führen nur bis zur Mitte des Balkens.



Die Balken haben zwei unterschiedliche Seiten mit unterschiedlichen Lochabständen. Auf einer Seite gibt es jeweils ein kleines Loch zwischen zwei größeren, durchgehenden Löchern. Du brauchst die andere Seite mit jeweils zwei kleinen Löchern zwischen zwei großen Löchern. Stecke zwei Achsen im Abstand von vier Lochabständen in zwei kleine Löcher. Das geht sehr schwer. Halte die Achse auf eine harte Tischoberfläche und drücke den Balken von oben darauf. Lass dir dabei von einem Erwachsenen helfen. Die Achsen sitzen dann sehr fest im Balken und könnten nur mit einer Zange wieder herausgezogen werden.

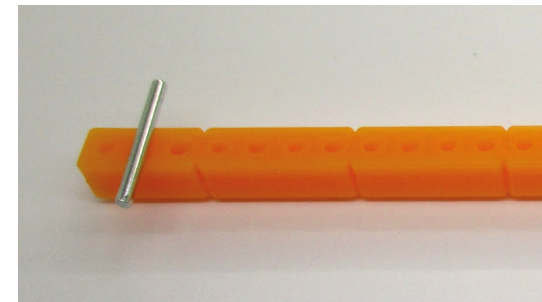


Mit den beiden Achsen und zwei großen Zahnradern kannst du nun ein Zahnradgetriebe bauen. Die Zähne des einen Rads sollen jeweils in die des anderen Rads greifen. Es gibt unterschiedliche Möglichkeiten, die Zahnräder aufzusetzen. Richtig ist es, wenn ein kleines Zahnrad in ein großes greift.



Drehe das linke Rad mit den Fingern und betrachte die Bewegung des rechten Rads. Es dreht sich viel langsamer. Mache dir mit einem Stift Markierungen auf beide Räder, sodass du die Bewegung genauer untersuchen kannst. Damit das rechte Rad sich einmal vollständig dreht, muss das linke Rad sich viermal drehen. Das liegt an der Anzahl der Zähne. Das kleine Rad hat 10 Zähne, das große hat 40 Zähne, also viermal mehr.

Nun drehe das linke Rad und versuche, das rechte mit der anderen Hand festzuhalten. Dabei stellst du fest, dass rechts eine viel größere Kraft



- ~~1~~
- ~~2~~
- ~~3~~
- 14**
- 15
- 16
- 17
- 18
- 19
- 20





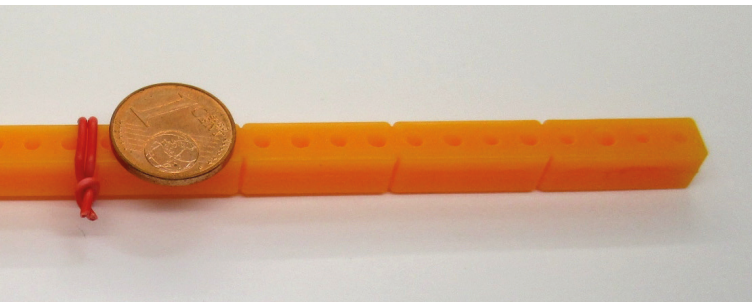
erforderlich ist. Warum das so ist, kann man mit den Hebelgesetzen erklären. Zahnräder funktionieren wie Hebel. Das größere Zahnrad stellt einen größeren Hebel dar, und deshalb findet man auf der Seite ein größeres Drehmoment vor.

## Versuch 2

Untersuche mit dem Magneten, ob die Achsen angezogen werden können. Weil die Achsen aus Stahl sind, sollten sie magnetisch sein. Teste auch, wie viele Achsen der Magnet in einer Kette halten kann.

## Versuch 3

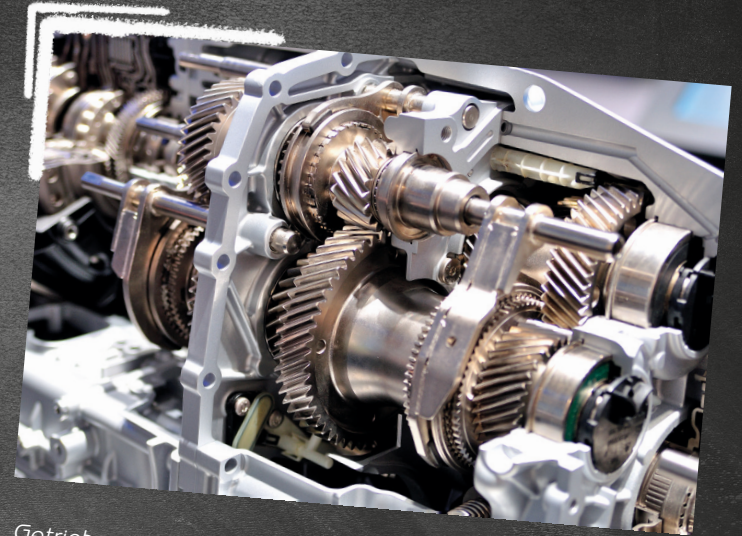
Wiege die Stangen mit deiner Balkenwaage. Verwende eine Cent-Münze mit ihrer bekannten Masse von 2,3 g als Gegengewicht.



# Getriebe

Zahnradgetriebe wurden schon in Wasser- und Windmühlen verwendet, um am Mühlstein die richtige Drehzahl zu erreichen. Damals waren die Zahnräder noch aus Holz. In Autos verwendet man Getriebe mit Zahnrädern aus Stahl. Der Motor hat nämlich eine viel größere Drehzahl als die Autoräder. Und außerdem wird an den Rädern ein größeres Drehmoment gebraucht, als der Motor allein liefern kann.

Und das Fahrrad verwendet ein Kettengetriebe mit der Fahrradkette über unterschiedlich großen Kettenrädern. Hier dreht sich das Hinterrad schneller als die Tretkurbel. Wenn eine Gangschaltung vorhanden ist, kann man das Übersetzungsverhältnis für unterschiedliche Geschwindigkeiten verändern.



*Getriebe eines Autos*



*Gangschaltung eines Fahrrads*





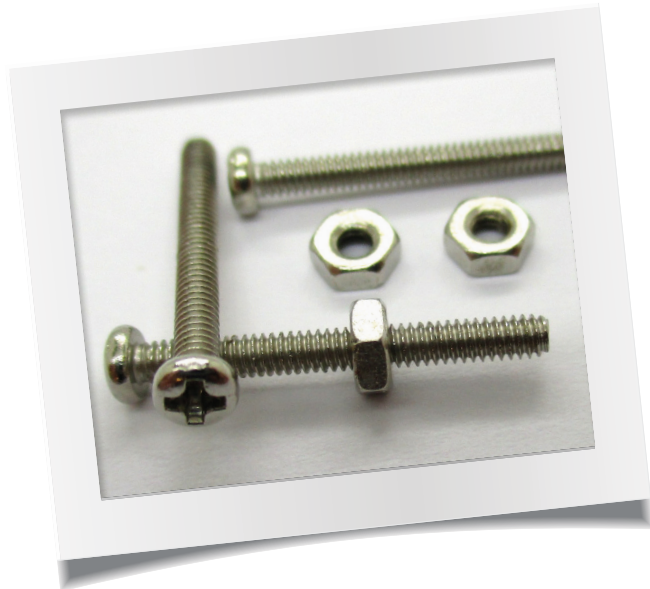
# Standfester Versuchsaufbau



Hinter dem Türchen Nummer 15 findest du zehn 2-mm-Metallschrauben mit Kreuzschlitzkopf und die zugehörigen Muttern. Ein passender Schraubendreher ist auch dabei.

## Versuch 1

Wiederhole den Versuch zur Überprüfung der elektrischen Leitfähigkeit und teste die Schrauben und die Muttern. Weil sie aus Metall sind, sollten sie gut leiten.



## Versuch 2

Untersuche die Schrauben und Muttern mit der Balkenwaage. Findest du heraus, wieviel Masse eine Schraube oder eine Mutter hat? Und hättest du gedacht, dass zwei Muttern zusammen schwerer sind als eine Schraube?

## Versuch 3

Untersuche auch die magnetischen Eigenschaften. Werden Schrauben und Muttern vom Magneten angezogen? Wie viele Schrauben kann der Magnet in einer Kette heben? Können die Schrauben dauerhaft magnetisiert werden, oder verlieren sie ihre Magnetisierung sofort wieder?

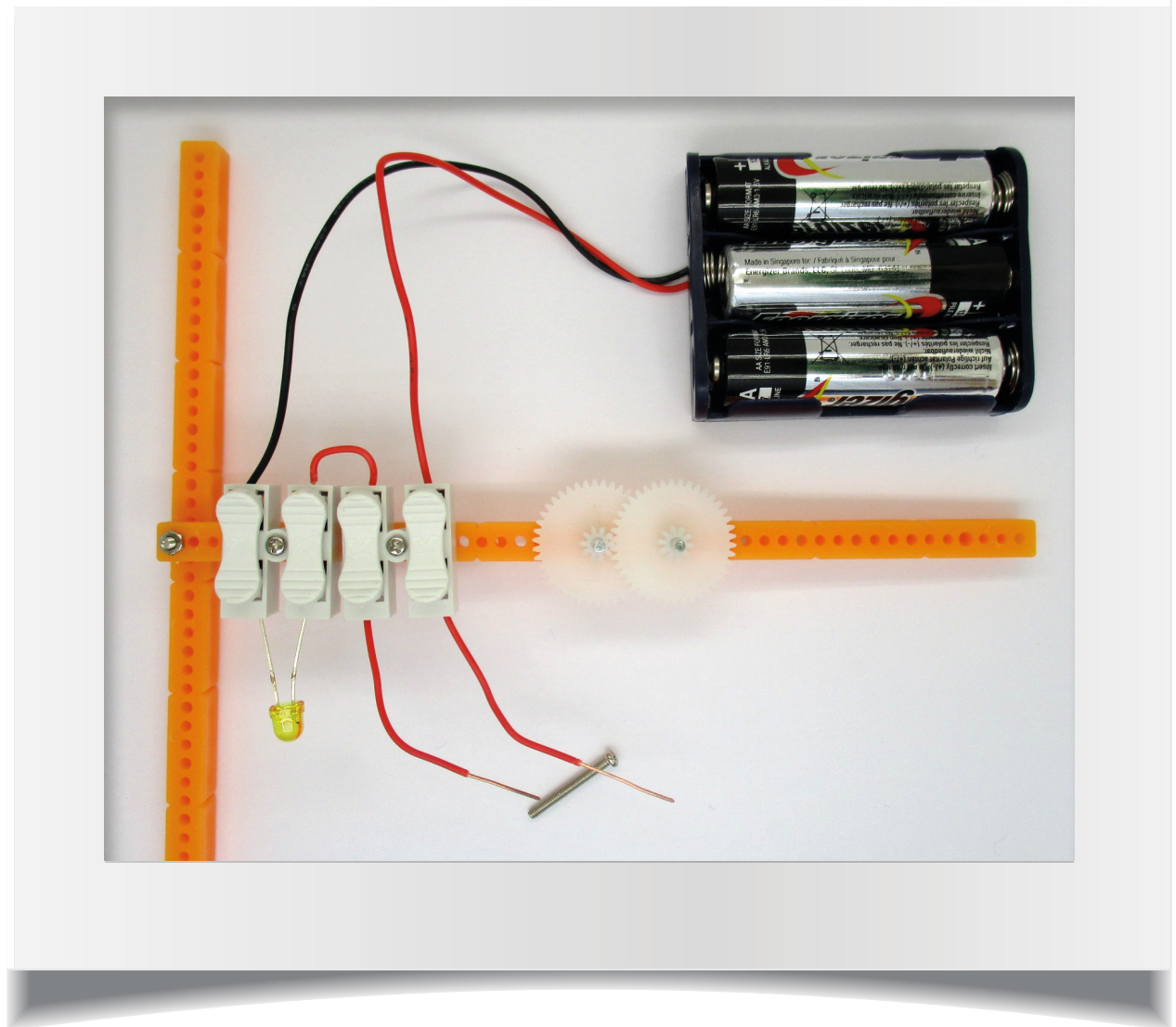


~~1~~  
~~2~~  
~~3~~  
~~4~~  
15  
16  
17  
18  
19  
20



# Aufbau

Mit den Schrauben und Muttern kannst du von nun an alle Versuche stabiler aufbauen. Beginne mit einem Versuchshalter in T-Form aus zwei Balken. Eine Schraube hält beide zusammen. Auch die Kabelklemmen werden ordentlich nebeneinander festgeschraubt.





# Ein Getriebemotor

Heute findest du zwei weitere Balken in deinem Kalender.

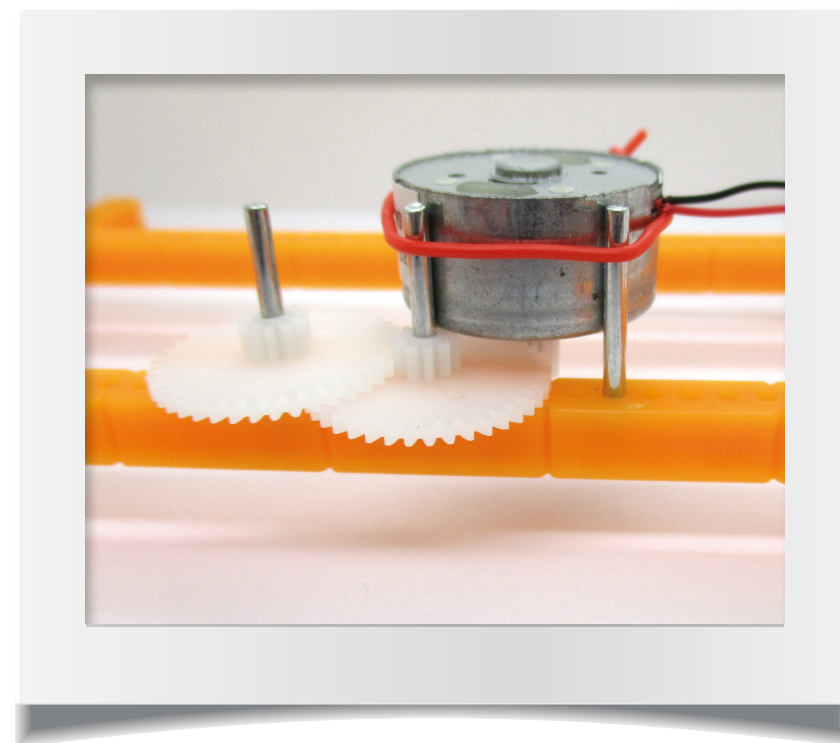
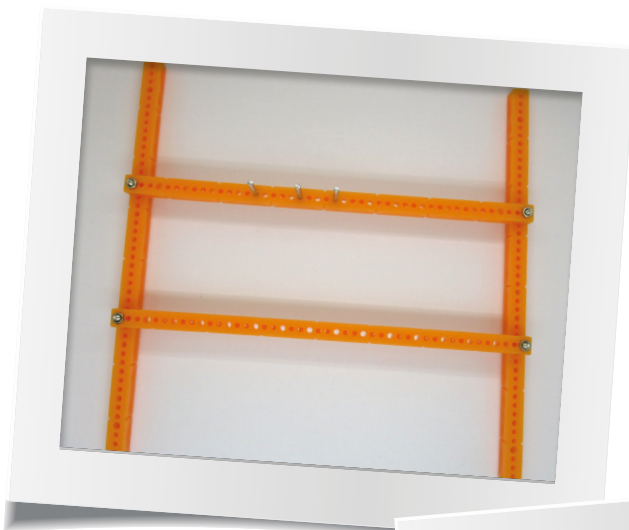
## Aufbau

Baue einen stabilen Rahmen aus vier Balken und vier Schrauben und Muttern. Einer der Balken trägt schon zwei Achsen für die Zahnräder. Stecke links daneben im Abstand von 5 Löchern eine weitere Stange ein. Sie wird gebraucht, um den Motor zu befestigen.

Der Motor wird zwischen den zwei Stangen mit dem etwas größeren Abstand befestigt. Binde ihn mit etwas Draht fest, der um den Motor und die beiden Stangen gelegt wird. Der Motor wird da-

bei an die Stangen gedrückt. Er kann leicht nach oben abgezogen werden. Bei jeder neuen Montage kann der Draht wieder fester gedreht werden, sodass der Motor stabil in Position gehalten wird.

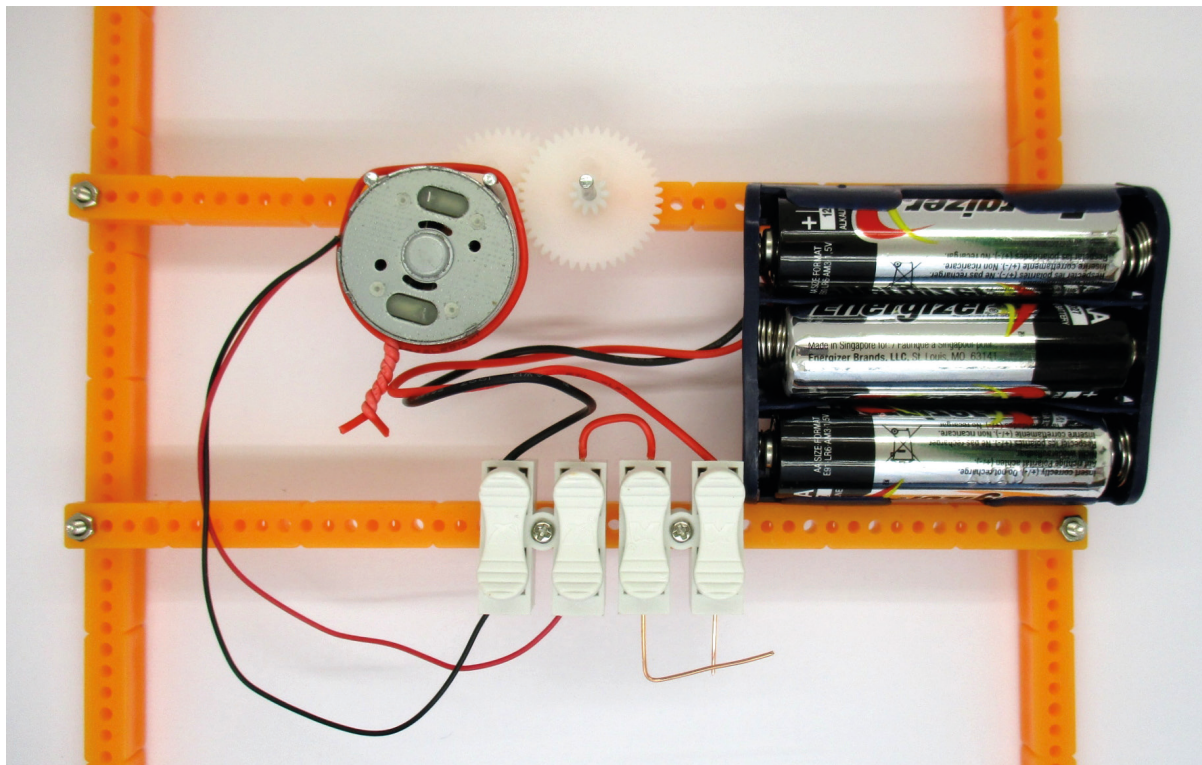
Nimm den Motor noch einmal ab und setze zuerst die beiden Zahnräder ein. Baue dann den Motor so ein, dass sein kleines Zahnrad genau in das erste große Zahnrad greift. Damit hast du ein zweifaches Zahnradgetriebe gebaut.





## Versuch

Schraube auch die Anschlussklemmen mit auf den Rahmen und baue dir wieder einen Draht-Schalter. So kannst du den Motor ein- und ausschalten.



## Vergrößertes Drehmoment



Es fällt sofort auf, dass sich das letzte Zahnrad besonders langsam dreht. Die Motorachse muss sich viermal drehen, damit sich das erste große Rad einmal dreht. Aus 80 Umdrehungen pro Sekunde werden so 20 Umdrehungen pro Sekunde. Das letzte Rad dreht sich noch einmal vierfach langsamer. Insgesamt muss sich die Motorachse 16 Mal drehen, damit es sich einmal dreht. Man sagt auch, das Getriebe hat eine 16-fache Untersetzung. Aus 80 Umdrehungen pro Sekunde werden so 5 Umdrehungen pro Sekunde.

Gleichzeitig wird das Drehmoment 16-fach vergrößert. Du kannst das Zahnrad weniger leicht festhalten und spürst eine sehr viel größere Kraft.

Schalte den Motor aus. Nun kannst du selbst den Motor in schnelle Drehungen versetzen, indem du das große Zahnrad mit den Fingern langsam drehst. Aber auch dazu ist mehr Kraft nötig. Die Motorachse dreht sich dann 16-fach schneller.





# Kompass-Versuche



am Mittag im Süden stehen. Wenn du eine große Abweichung feststellst, kann das daran liegen, dass Gegenstände aus Eisen zu nahe beim Kompass liegen.

## Versuch 2

Halte einmal deine Schrauben oder die Metallstangen nahe an den Kompass. Er wird deutlich beeinflusst. Meist ist erkennbar, dass N und S gleich stark zu den Stangen hin angezogen werden. Dann weiß man, dass sie aus einem magnetischen Material wie Eisen oder Stahl bestehen, aber nicht magnetisiert sind.



## Versuch 3

Halte den Magneten in 5 cm Abstand zum Kompass. Je nachdem, wie herum du den Magneten hältst, also wo Nord- und Südpol des Magneten sind, dreht sich entweder der Nordpol oder der Südpol in diese Richtung. Bringe den Magneten

nicht zu nahe an den Kompass, denn er könnte dadurch beschädigt werden. Teste auch große Entfernungen über 20 cm. In welcher größten Entfernung kannst du noch eine schwache Reaktion am Kompass erkennen? Finde heraus, welche Seite deines Magneten den Südpol des Kompasses anzieht. Dies ist der Nordpol des Magneten. Markiere ihn mit einem Farbstift.

Drehe den Magneten, dann dreht sich auch der Kompass. Das funktioniert auch durch eine Tischplatte hindurch. Du kannst den Kompass auf den Tisch legen und unter dem Tisch den Magneten bewegen. Unsichtbare magnetische Kräfte bewegen dann den Kompass.

## Versuch 4

Magnetisiere deinen Schraubendreher. Am besten funktioniert das, wenn du deinen Magneten mehrmals in gleicher Richtung über den Stahl streichst. Mit dem Kompass kannst du dann die Richtung des neu erzeugten Magneten testen. Wenn der Nordpol an der Spitze ist, wird der Südpol des Kompasses angezogen.



Im Fach Nummer 17 findest du einen Kompass. Die Nadel in einem Kompass besteht aus einem kleinen Magneten, dessen Pole von den Erdmagnetpolen angezogen werden. Sie richtet sich immer in Nord-Südrichtung aus. In diesem Fall ist die Kompassnadel in eine Scheibe eingebaut, die die Himmelsrichtungen anzeigt.

## Versuch 1

Lege deinen Kompass an einen Ort weit weg von allem Eisen. Die Scheibe dreht sich von allein in die richtige Richtung. Nun kannst du alle Himmelsrichtungen ablesen. Das Ergebnis kannst du leicht kontrollieren. Die Sonne sollte um 12 Uhr

~~1~~  
~~2~~  
~~3~~  
~~4~~  
~~5~~  
~~6~~  
~~7~~  
~~8~~  
~~9~~  
**17**  
18  
19  
20





Du kannst den Schraubendreher aber auch anders herum magnetisieren. Dazu musst du nur die andere Seite des Magneten verwenden, um über den Stahl zu streichen.



## Versuch 5

Untersuche auch deinem Motor. Du wirst feststellen, dass auf der einen Seite der Nordpol angezogen wird, auf der anderen Seite der Südpol. Das liegt daran, dass im Motor ein Magnet eingebaut ist. Dein Kompass erkennt das durch die Metallhülle des Motors hindurch. Gleiche Pole stoßen sich ab, ungleiche Pole ziehen sich an.

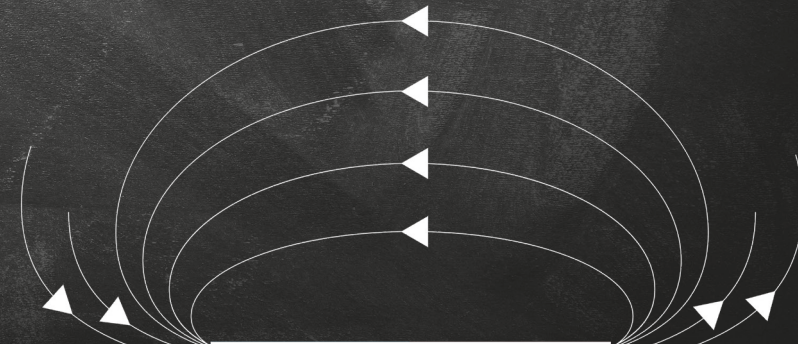
Schalte nun den Motor ein. Das Magnetfeld ändert sich, der Kompass zeigt es. Brems die Drehung mit dem Finger ab. Auch dabei ändert sich die magnetische Kraft und damit der Kompass-Ausschlag.



## Das Magnetfeld der Erde

Das Magnetfeld der Erde gibt es nur deshalb, weil die Erde in ihrem Inneren sehr heiß und flüssig und ständig in Bewegung ist. Es ist nicht nur nützlich, weil es dem Kompass seine Richtung weist. Es schützt uns auch vor gefährlichen elektrisch geladenen Teilchen von der Sonne. Sie werden durch das Magnetfeld umgelenkt und erzeugen die Polarlichter. Die Pole des Erdmagneten haben sich in der Geschichte der Erde mehrfach abgeschwächt und umgekehrt. Zurzeit leben wir in einer Phase, in der sich das Erdmagnetfeld gerade abschwächt.

Alle Planeten waren nach ihrer Entstehung glühend heiß. Auch der Mars hatte einen flüssigen Kern und ein Magnetfeld. Im Laufe der Zeit ist er abgekühlt und erstarrt. Deshalb hat er sein Magnetfeld verloren und ist zu einem Planeten ohne Luft und Wasser geworden, auf dem kein Leben existieren kann.





# Energie und Wärme

Öffne das Fach Nummer 18 und finde ein weiteres elektronisches Bauteil: einen Widerstand. Er tut dasselbe wie die Widerstände, die in den LEDs eingebaut sind: Er verringert die Stromstärke in einem Stromkreis. Das Bauteil hat zwei Anschlussdrähte und darf in jeder Richtung eingebaut werden.



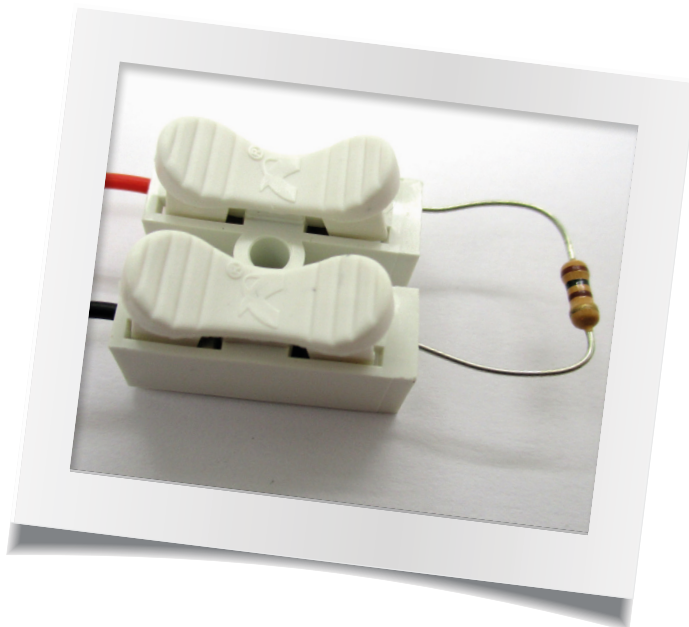
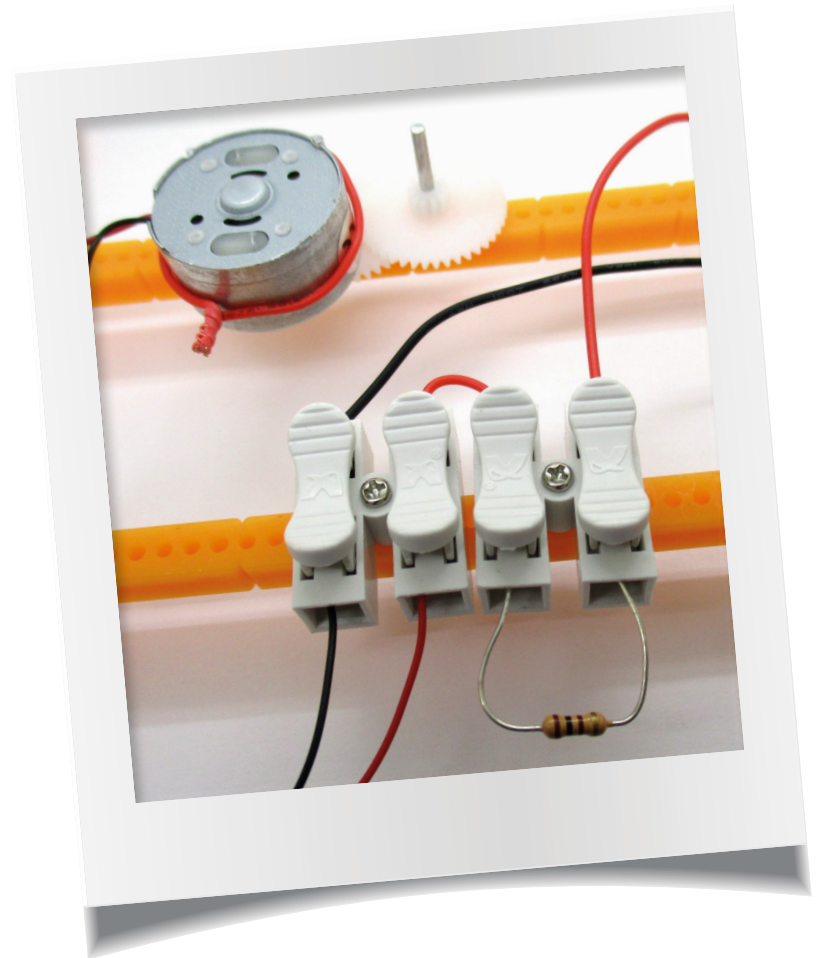
## Versuch 1

Ein Widerstand ist ein elektrischer Verbraucher, ähnlich wie eine LED oder ein Motor. Verbinde den Widerstand mit der Batterie. Warte zehn Sekunden und fasse den Widerstand dann an. Er ist spürbar warm geworden. Der Widerstand hat elektrische Energie verbraucht und in Wärmeenergie umgewandelt. Öffne den Stromkreis wieder, um die Batterie zu schonen.



## Versuch 2

Schalte den Widerstand in Reihe zum Elektromotor. Damit wird der Motorstrom verkleinert. Der Motor dreht sich weniger schnell und mit weniger Drehmoment. Du kannst ihn nun sehr viel leichter anhalten.



18

19

20



# Spannung, Widerstand, Strom, Leistung und Energie



Die in einer Batterie enthaltene Energie kann ganz unterschiedlich genutzt werden. Man kann damit Dinge bewegen oder Licht, Wärme oder Schall erzeugen. In all diesen Fällen wird elektrische Energie in eine andere Energieform umgewandelt. Energie kann niemals einfach verschwinden oder irgendwo aus dem Nichts auftauchen. Der Widerstand wandelt die elektrische Energie vollständig in Wärme um. So funktioniert auch ein elektrischer Herd oder eine elektrische Heizung.

Die Farbringe besagen, dass dieser Widerstand 100 Ohm ( $100 \Omega$ ) hat. Bekannt ist außerdem, dass die Batterie eine Spannung von 4,5 V hat. Daraus kann berechnet werden, wieviel Strom durch den Widerstand fließt. Die Stromstärke misst man in Ampere (A).

Stromstärke = Spannung / Widerstand

Stromstärke =  $4,5 \text{ V} / 100 \Omega$

Stromstärke =  $0,045 \text{ A}$

Aus der Spannung und der Stromstärke kann man die elektrische Leistung in Watt (W) berechnen.

Leistung = Spannung \* Stromstärke

Leistung =  $4,5 \text{ V} * 0,045 \text{ A}$

Leistung =  $0,205 \text{ W}$

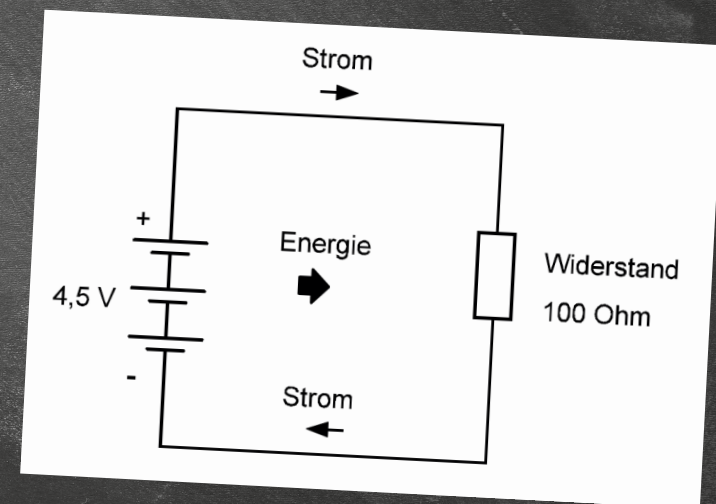
Die Energie misst man in Joule (J). Wieviel Energie umgewandelt wird, hängt auch von der Zeitdauer ab. Der Versuch sollte 10 Sekunden dauern. Daher gilt:

Energie = Leistung \* Zeit

Energie =  $0,205 \text{ W} * 10 \text{ s}$

Energie =  $2,05 \text{ J}$

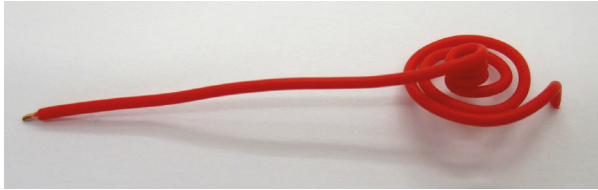
Es wurde also in zehn Sekunden eine elektrische Energie von 2,05 Joule in Wärme umgesetzt. Das ist relativ viel, wenn man es mit dem Verbrauch der LEDs vergleicht. Der Motor hat allerdings einen ähnlichen Energieverbrauch. Er setzt einen Teil davon in Bewegungsenergie um, einen anderen Teil in Wärme, die man jedoch meist kaum bemerkt.





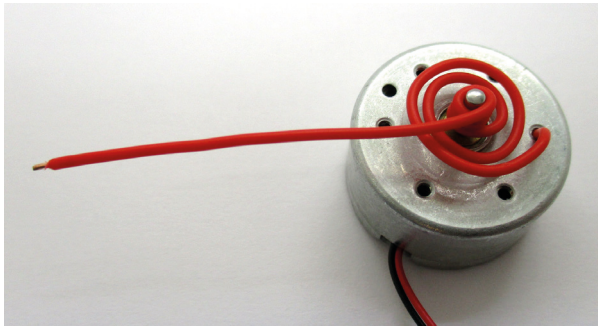
# Messgeräte selber bauen

Hinter dem Türchen Nummer 19 findest du einen weiteren Meter Draht. Baue dir einen Zeiger und eine Spiralfeder. Daraus wird ein einfaches Messgerät für das Drehmoment des Motors.



## Versuch 1

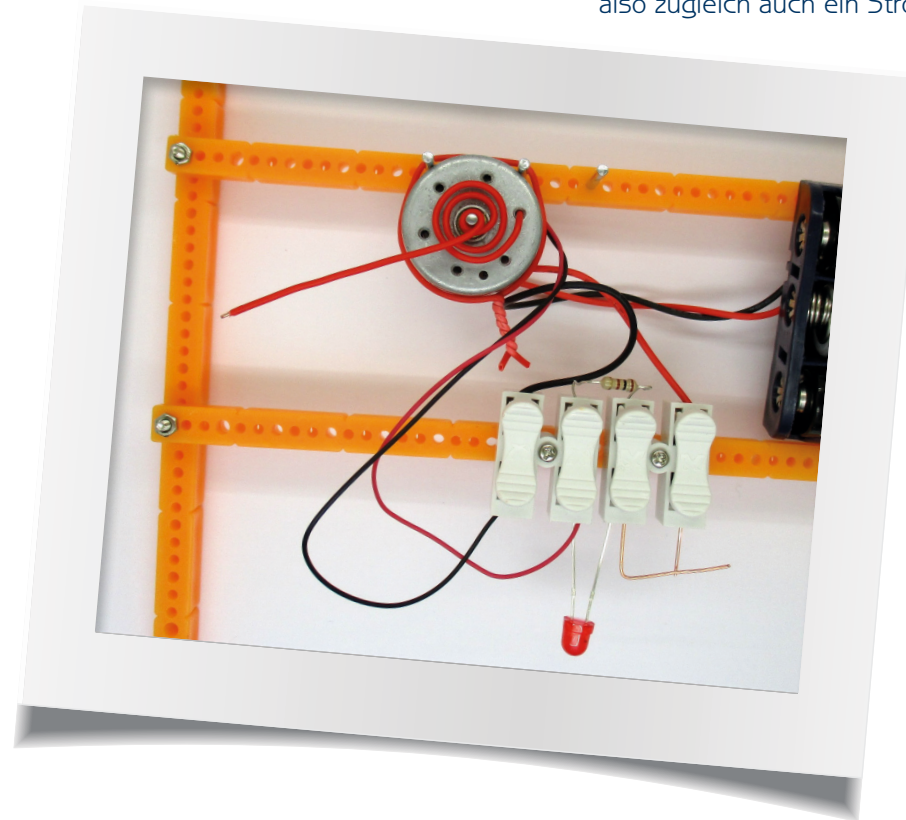
Wickle zuerst drei Windungen eng um die Motorachse, wobei ein Ende von 5 cm als Zeiger gerade bleiben soll. Der ganze restliche Draht soll noch auf der anderen Seite stehen bleiben. Du kannst den Draht dann leicht von der Achse abziehen, weil die enge Wicklung sich durch ihre Federwirkung wieder etwas weitet. Sie soll aber für diesen Versuch ganz fest auf der Achse haften. Ziehe



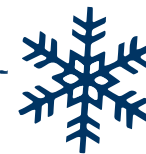
deshalb die Wicklung etwas lang, wodurch der Innendurchmesser kleiner wird. Drücke sie dann wieder auf die Achse, wo sie fest genug sitzt, um den Motor anzuhalten.

Wickle aus dem restlichen Draht eine Spiralfeder mit drei oder mehr Windungen, je mehr desto besser. Schneide erst dann den restlichen Draht ab. Am Ende soll ein kleiner Haken gebogen werden, der in eines der Schraubenlöcher im Motor passt. Der Zeiger hat damit eine bestimmte Ruheposition, aus der er nur mit etwas Kraft bewegt werden kann.

Baue nun einen Stromkreis aus Batterie, Widerstand, LED und Motor (wie in der Abbildung zu sehen) und schalte den Strom ein. Die LED leuchtet und zeigt damit, dass Strom fließt. Der Motor will sich drehen, wird aber von deiner Feder festgehalten. Der Zeiger zeigt einen Ausschlag, der ein Maß für das Drehmoment des Motors ist. Berühre dann beide Seiten des Widerstands mit einem Draht oder einem Schraubendreher oder baue statt der LED einen Draht ein. Der Zeigerausschlag wird dreifach größer. Nun weißt du, dass das Drehmoment dreifach größer ist, genau wie der Strom durch den Motor. Dein Drehmoment-Messgerät ist also zugleich auch ein Stromstärke-Messgerät.

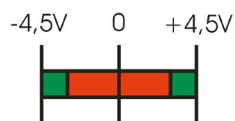






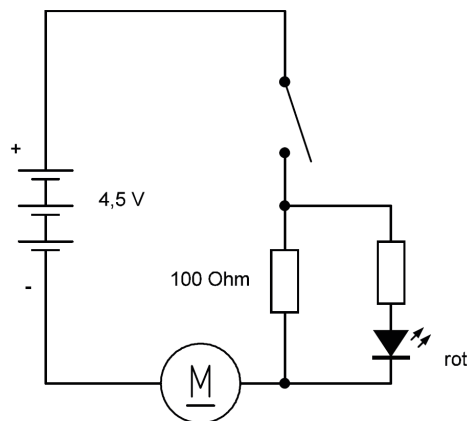
## Versuch 2

Verwende den vorhandenen Aufbau mit dem Motor und der Spiralfeder mit Zeiger als einfaches Batterieprüfgerät. Zeichne eine Skala auf Papier oder Karton. Zuerst wird die Nullposition markiert. Schalte dann den Strom mit drei neuen AA-Batterien ein. Markiere den Zeigerausschlag mit einem Strich. Das ist die Position für gute Batterien. Verwende das Messgerät in beiden Richtungen. Du bekommst einen Messbereich von  $-4,5\text{ V}$  bis  $+4,5\text{ V}$ . Teste dann verschiedene gebrauchte Batterien, die entsprechend kleinere Ausschläge zeigen. Wenn nur noch  $2/3$  des Ausschlags erreicht wird, sollen sie als verbraucht gelten. Zeichne dir einen roten und einen grünen Bereich ein.

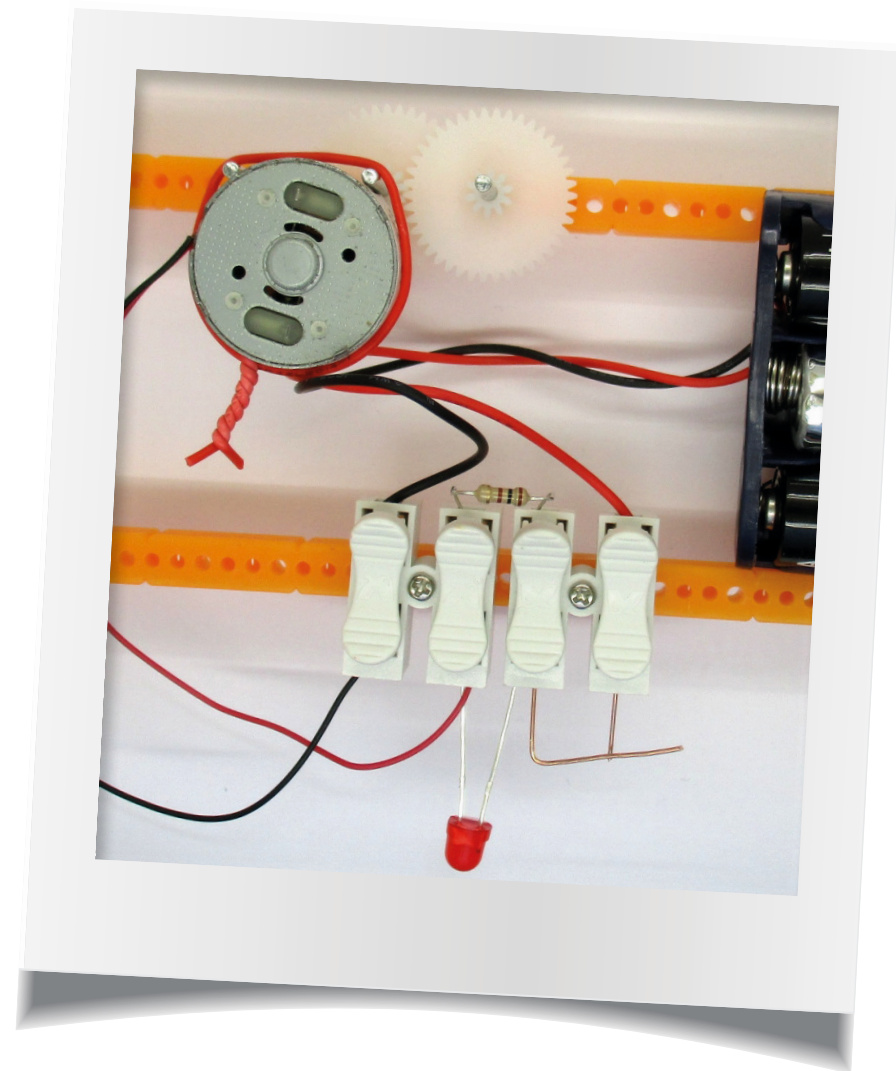


## Versuch 3

Nimm die Feder wieder ab und baue den Getriebemotor auf. Schalte den Widerstand in Reihe zum Motor und schließe parallel dazu die rote LED an. Der Widerstand verringert den Strom durch den Motor. Das merkst du besonders, wenn du den Motor anhältst, denn mit dem Widerstand hat der Motor deutlich weniger Drehmoment.



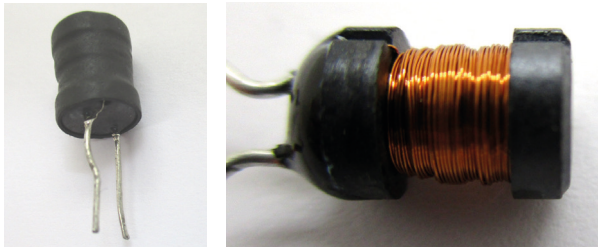
Gleichzeitig wird an der LED sichtbar, wann der Motor viel Strom braucht. Dann steigt nämlich die Spannung am Widerstand, sodass die LED heller leuchtet. Beim Einschalten blitzt die LED kurz auf. Sobald der Motor mit voller Drehzahl läuft, braucht er so wenig Strom, dass die LED ausgeht. Aber wenn du das Zahnrad mit deinen Fingern abbremsst, geht die LED wieder an. Du kannst die LED-Helligkeit beliebig beeinflussen.





# Einen Elektromagneten bauen

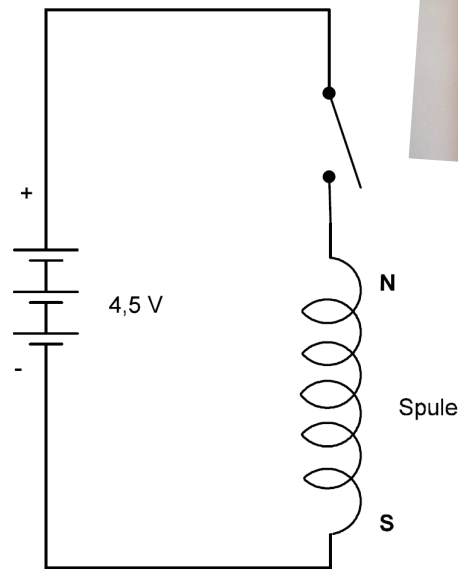
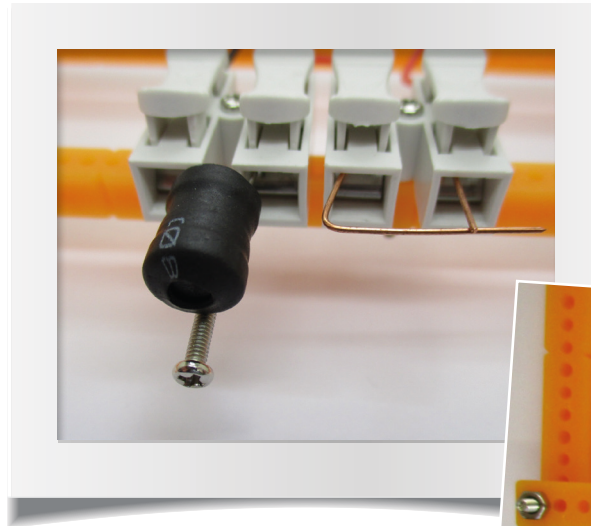
Im Fach Nummer 20 findest du ein Bauteil mit zwei Anschlussdrähten. Es ist eine Drahtspule auf einem Kern aus Ferrit. Ferrit ist ein keramisches Material ähnlich wie Porzellan, aber es enthält Eisen und ist daher magnetisch. Der aufgewickelte Draht wird von einer schwarzen Hülle verdeckt. Du kannst das Bauteil an deinen Kompass halten. Nordpol und Südpol werden gleich stark zur Spule hin angezogen, die Spule ist also magnetisch, aber nicht magnetisiert.



Das innere der Spule

## Versuch 1

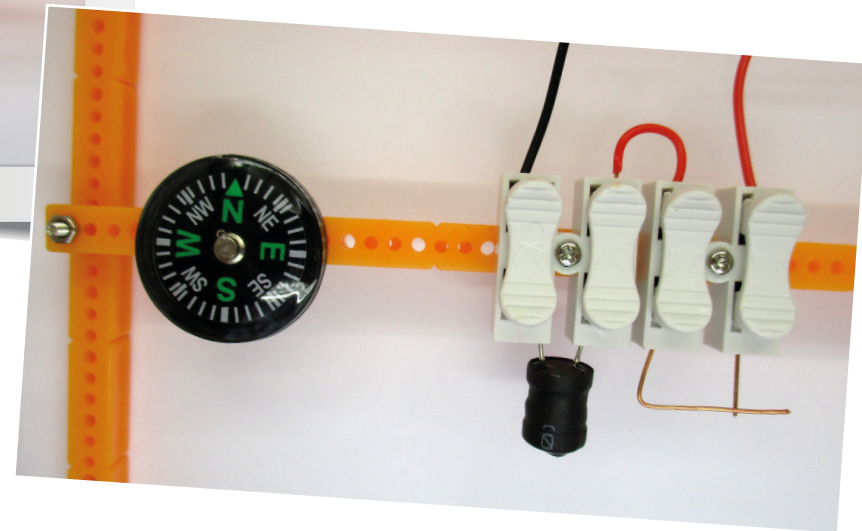
Schließe nun die Spule an die Batterie an. Verwende einen Schalter, damit der Strom immer nur kurz eingeschaltet wird. Immer wenn Strom fließt, wird die Spule ein Magnet, sie ist also ein Elektromagnet. Teste die Kraft des Elektromagneten. Kann er eine Schraube halten?



## Versuch 2



Wie weit reicht die Kraft des Elektromagneten, um den Kompass zu beeinflussen? Teste die Wirkung in allen Richtungen. Vergleiche die magnetische Kraft mit der des Festmagneten.



Wenn der Elektromagnet eine halbe Minute eingeschaltet war, kannst du eine deutliche Erwärmung feststellen. Elektrische Energie wird hauptsächlich in Wärme umgewandelt. Nur ein kleiner Teil der Energie wird verbraucht, um das Magnetfeld aufzubauen.



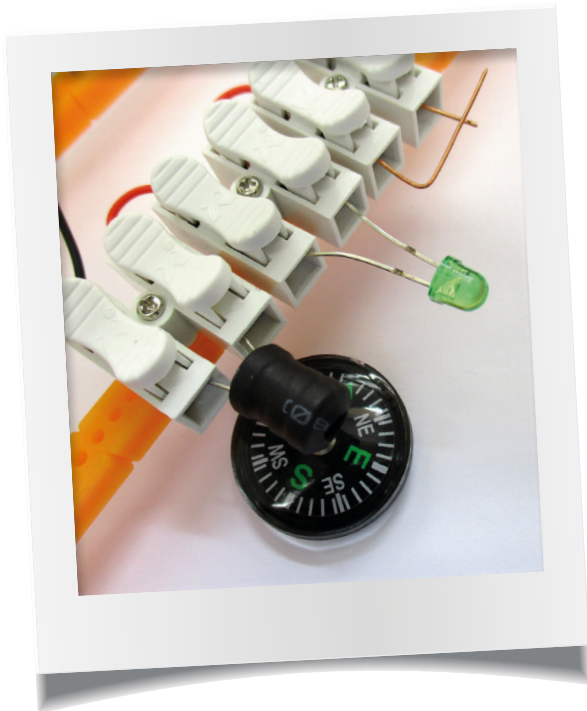




## Versuch 3

Ein Messgerät für kleine Stromstärken: Baue einen Stromkreis aus LED, Schalter und Spule in Reihenschaltung. Lege die Spule in Ost-West-Richtung über den Kompass. Schalte den Strom ein. Die Kompassnadel wird deutlich abgelenkt. Du hast damit ein empfindliches Messgerät für kleine Ströme gebaut. Durch die LED fließt nur ein Strom von ungefähr 2 Milliampere (2 mA).

Setze statt der LED den Widerstand mit 100 Ohm ein. Nun fließt deutlich mehr Strom (45 mA), der Ausschlag wird größer. Teste auch einmal den Motor auf diese Weise. Sein Strom wird merklich größer, wenn er abgebremst wird.



## Anwendung von Elektromagneten



Große Elektromagneten an einem Kran werden verwendet, um Eisenschrott zu verladen. In Elektromotoren sind Elektromagnete eingebaut und sorgen mit ihrer magnetischen Kraft für die Drehung. Aber auch Klingeln und Lautsprecher enthalten Spulen, die beim Einschalten des Stroms eine Bewegung verursachen.

Spulen wie die aus deinem Kalender erfüllen noch viele andere Aufgaben. Dabei kommt es oft gar nicht auf die magnetische Wirkung nach außen an, sondern auf das komplizierte Verhalten der Spule im Stromkreis. Man findet solche Spulen deshalb in elektronischen Geräten aller Art.



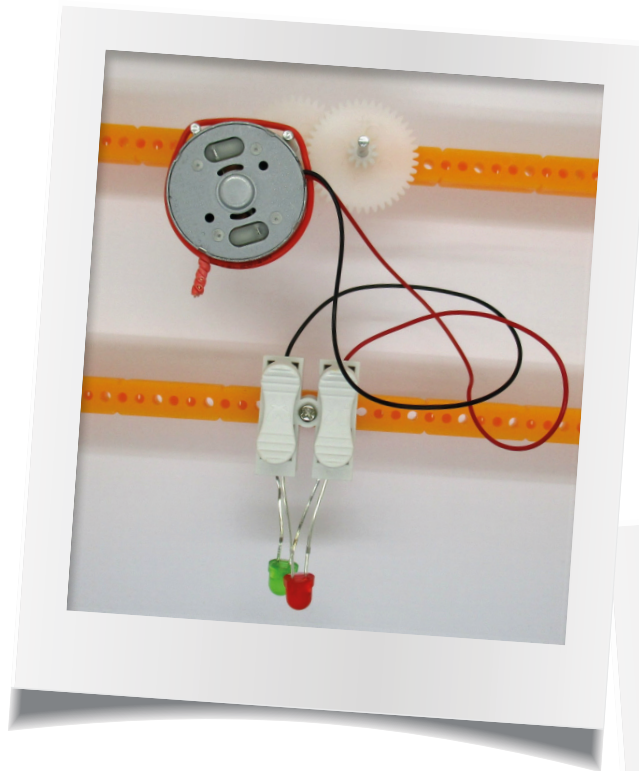
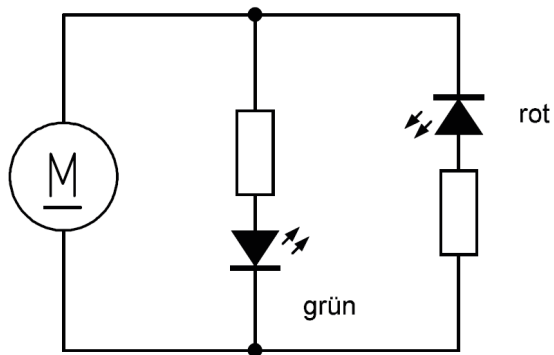




Hinter dem Türchen Nummer 21 findest du eine weitere Klemme. Damit können auch kompliziertere Geräte gebaut werden, denn nun hast du schon drei Klemmen mit insgesamt sechs Anschlüssen.

## Versuch 1

Schließe zwei LEDs in Gegenrichtung (also jeweils ein langes und ein kurzes Bein in eine Klemme) an den Motor an. Die Batterie wird diesmal nicht benötigt, denn der Motor selbst erzeugt die elektrische Energie. Dazu muss er nur in schnelle Drehung versetzt werden. Das Getriebe hilft dabei, denn wenn du das rechte Zahnrad mit deinen Fingern drehst, dreht sich die Motorachse 16 Mal schneller.

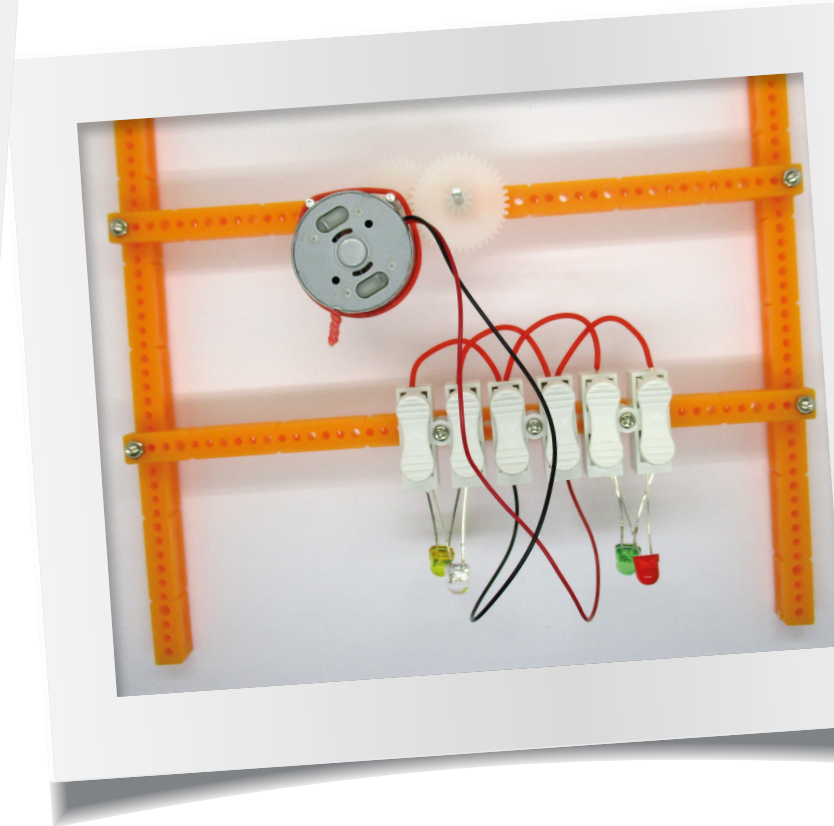


Versetze nun den Motor in Drehungen. Eine der LEDs leuchtet. Drehte das Rad anders herum, dann leuchtet die andere LED. Falls beide gleichzeitig leuchten, muss eine der LEDs umgedreht werden. Denn der Motor erzeugt unterschiedliche Stromrichtungen, je nachdem, wie herum er gedreht wird. Durch abwechselndes Drehen in beiden Richtungen betreibst du einen Wechselblinker.



## Versuch 2

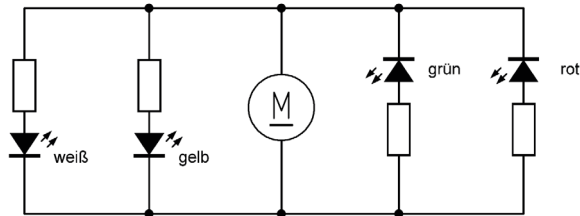
Erweitere den Versuch auf vier LEDs. Verwende dazu alle drei Klemmen, die mit zusätzlichen Drähten verbunden werden. Die weiße und die gelbe LED auf der linken Seite sind in einer Richtung angeschlossen, die rote und die grüne auf der rechten Seite in der anderen Richtung. Wenn du alles richtig verbunden hast, leuchten bei schneller Drehung einmal die gelbe und die weiße LED und bei anderer Drehrichtung die rote und die grüne.







# Generatoren



## Versuch 3

Wenn du aber das Zahnrad langsamer drehst, kannst du erreichen, dass nur die gelbe oder nur die rote LED leuchtet. Das liegt daran, dass jede LED eine bestimmte Mindestspannung hat. Wenn nur die rote LED leuchtet, ist die Spannung kleiner als 2,0 V, aber größer als 1,6 V. Und wenn nur die gelbe LED leuchtet, ist die Spannung größer als 1,7 V, aber kleiner als 2,8 V.

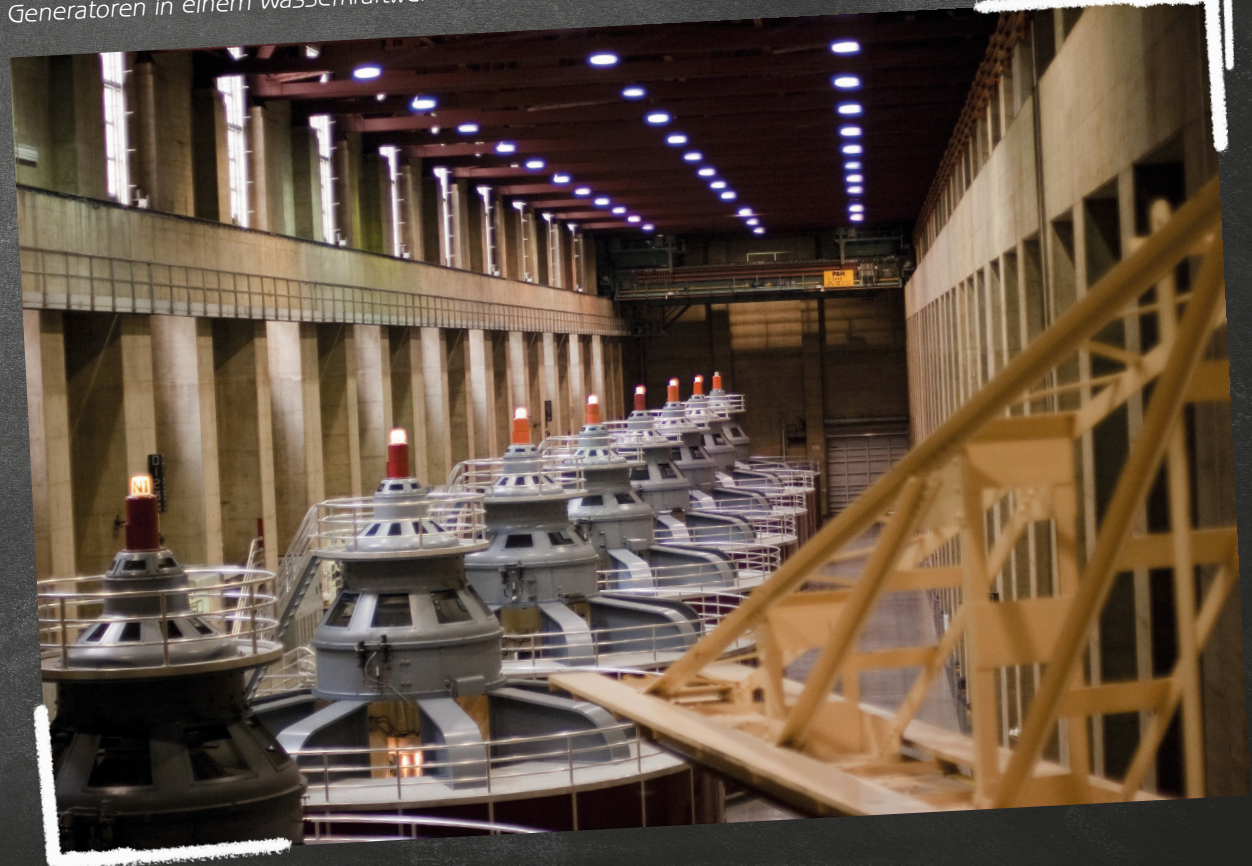
Versetze den Motor in schnelle Umdrehungen und lass ihn dann von allein auslaufen. Dabei werden jeweils die grüne und die weiße LED zuerst ausgehen und die rote und die gelbe LED noch einen Moment länger leuchten.



Große Stromgeneratoren findet man in Kraftwerken, wo sie oft durch Dampfturbinen angetrieben werden. Ein kleiner Generator ist der Dynamo am Fahrrad. Auch er enthält einen Magneten und eine Spule. Motoren und Stromgeneratoren sind oft sehr ähnlich aufgebaut. In Speicherkraftwerken dient die gleiche Maschine zeitweise als Motor und zeitweise als Generator.

Zu einer Zeit, wenn viel Energie zur Verfügung steht, wird Wasser hoch in einen See gepumpt und dabei elektrische Energie verbraucht. Zu anderen Zeiten, wenn viel Energie gebraucht wird, lässt man das Wasser durch die Turbine fließen, um den Generator in Drehung zu versetzen und elektrische Energie zu erzeugen.

*Generatoren in einem Wasserkraftwerk*







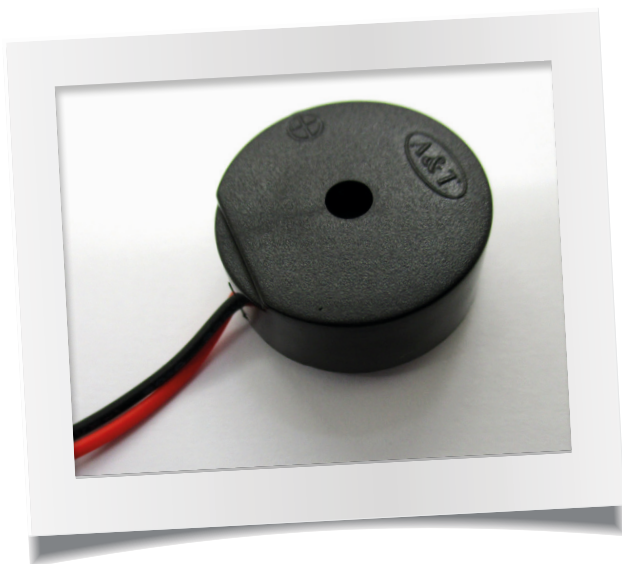
# Klänge erzeugen

22

Öffne das Türchen Nummer 22 und finde ein Bauteil mit zwei Drähten. Es ist ein elektronischer Summer. Ein kleines Loch in der Mitte dient dazu, das summende Geräusch austreten zu lassen.

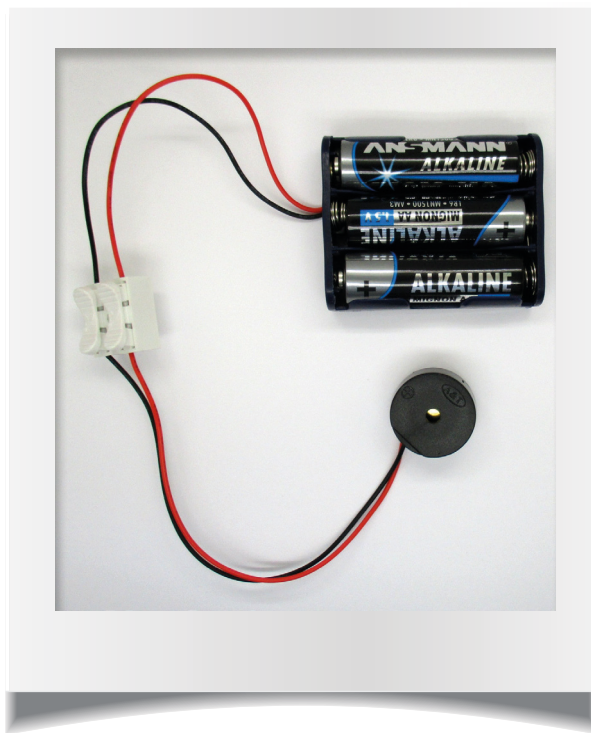
23

24



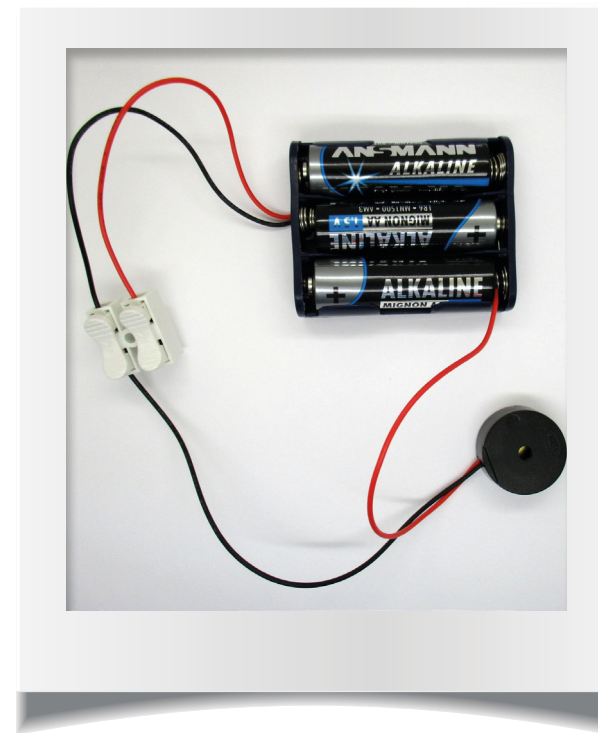
## Versuch 1

Weil die Anschlussdrähte rot und schwarz sind, hast du sicher schon vermutet, dass es auf die Richtung der Batteriespannung ankommt. Schließe den schwarzen Draht an den Minuspol und den roten an den Pluspol an. Du hörst ein Summen oder Piepsen.



## Versuch 2

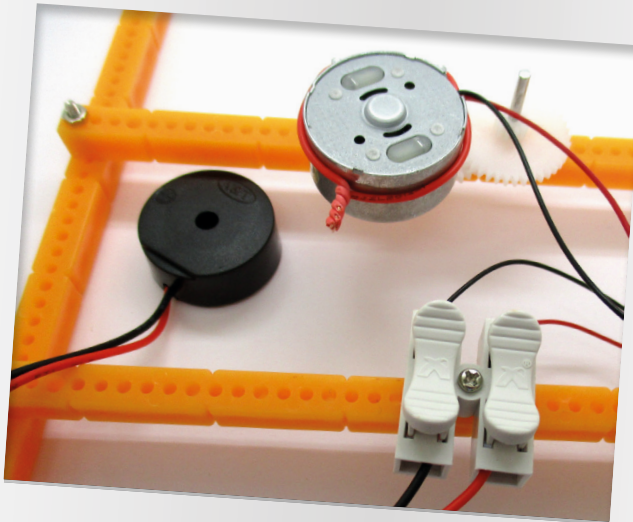
Teste den Summer auch einmal mit einer Spannung von 3 V und mit nur 1,5 V. Er funktioniert auch noch mit kleiner Spannung. Aber je kleiner die Spannung wird, desto leiser ist der Ton. Halte auch einmal das Schallloch teilweise zu. Der Ton verändert sich.





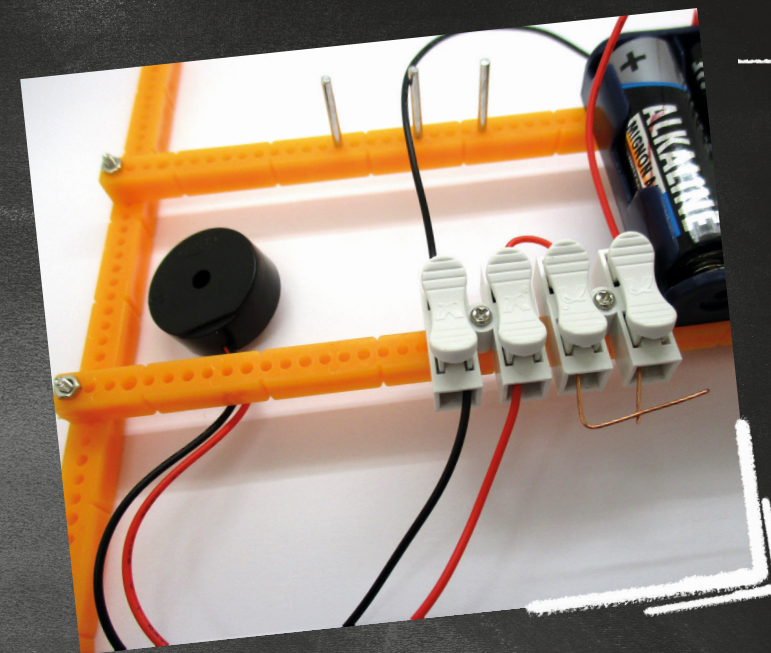
## Versuch 3

Teste den Summer mit dem Motor-Generator. Du findest schnell heraus, in welcher Richtung der Motor gedreht werden muss. In der Gegenrichtung ist die Spannung falsch gepolt, sodass der Summer nicht funktioniert.



## Morsegerät

Baue dir einen Morsesummer mit dem Drahtschalter als Morsetaste. Morsezeichen wurden früher für Telegramme verwendet und sind bis heute noch für spezielle Funkverbindungen gebräuchlich. Übe einige Morsezeichen, bis du deinen eigenen Namen morsen kannst.



## Morse Code

A	• —	M	— —	Y	— • — —	6	— • • • •
B	— • • •	N	— •	Z	— — • •	7	— — • • •
C	— • • • •	O	— — — —	Ä	• — • —	8	— — • • • •
D	— • •	P	• — — •	Ö	— — — •	9	— — — — •
E	•	Q	— • • — —	Ü	• • — —	.	• — • • — —
F	• • — •	R	• — • •	Ch	— — — — —	,	— — • • — — —
G	— • — •	S	• • •	0	— — — — — —	?	• • — • • •
H	• • • •	T	—	1	• — — — — —	!	• • — • • •
I	• •	U	• • —	2	• • — — — —	:	— — — — • •
J	• — — — —	V	• • • —	3	• • • — — —	"	• • • • • •
K	— • — —	W	• — — —	4	• • • • —	'	• — — — — —
L	• — • •	X	— • • —	5	• • • • •	=	— • • • • —



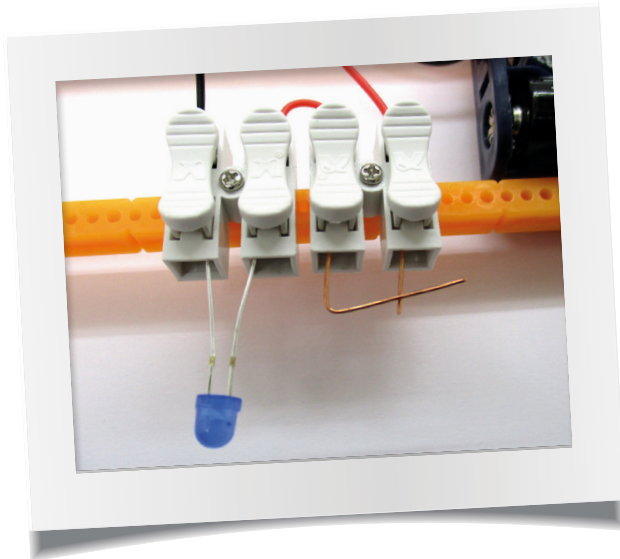
# Spannung testen



Hinter dem Türchen Nummer 23 findest du eine blaue Leuchtdiode.

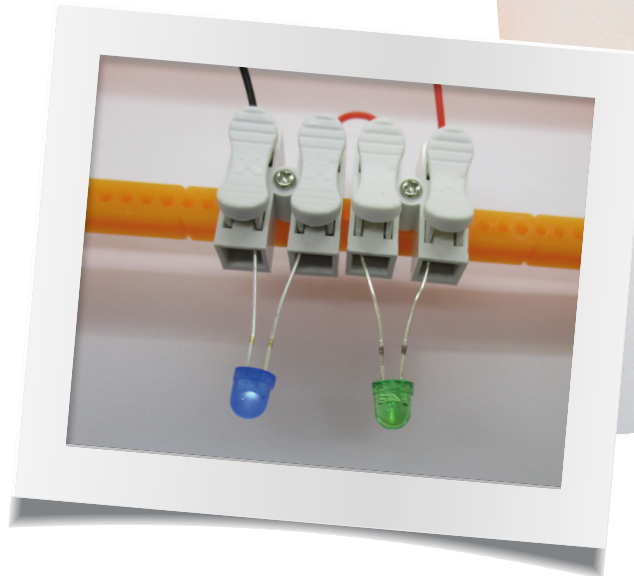
## Versuch 1

Teste die blaue Leuchtdiode zuerst in einem Stromkreis mit Schalter.



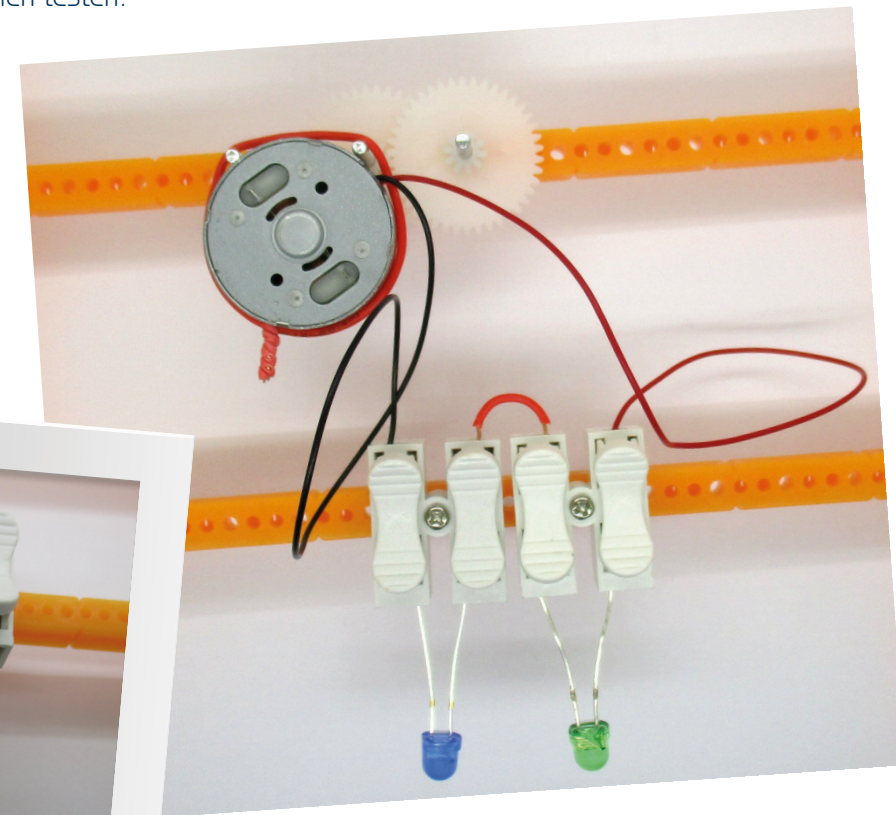
## Versuch 2

Untersuche eine Reihenschaltung mit der blauen LED und der grünen LED. Du siehst nur noch ein sehr schwaches Leuchten, weil die blaue LED besonders viel Spannung benötigt. Die Batteriespannung reicht nur dann für ein schwaches Leuchten aus, wenn deine Batterien noch ganz frisch sind. Auch so kannst du also deine Batterien testen.



## Versuch 3

Teste nun beide LEDs in Reihenschaltung mit dem Motor-Generator. Bei sehr schneller Drehung leuchten beide LEDs hell. Damit hast du bewiesen, dass der Generator eine höhere Spannung als 4,5 V erzeugen kann.





# Elektromagnetische Induktion



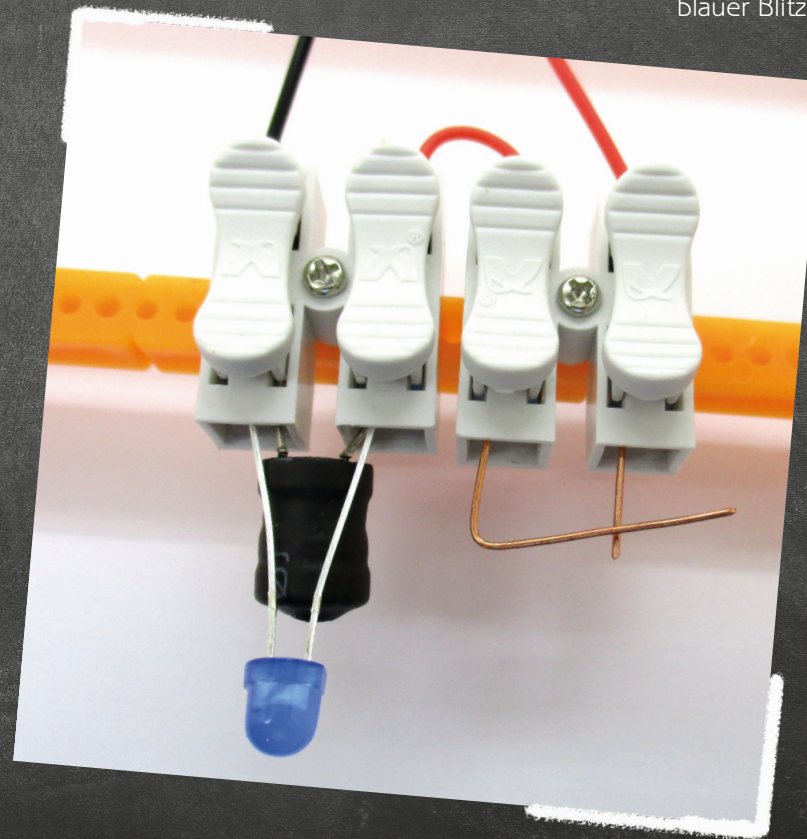
Deine Versuche mit der Spule haben ja schon gezeigt, dass elektrischer Strom ein Magnetfeld erzeugen kann. Dasselbe passiert auch im Motor, wo sich Spulen auf einem Anker in einem ringförmigen Magneten drehen.



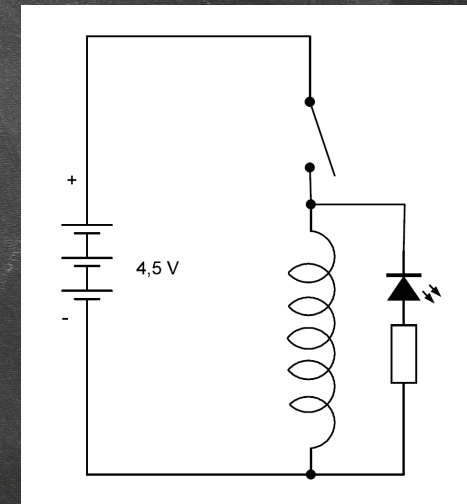
*Der Anker in deinem Motor*

Wenn du den Motor als Generator verwendest, geschieht etwas anderes: Sobald sich das Magnetfeld in einer Spule ändert, wird eine Spannung erzeugt (induziert). Diesen Vorgang nennt man elektromagnetische Induktion. Je schneller du den Motor drehst, desto schneller ändert sich das Magnetfeld in den Spulen und desto größer ist die erzeugte Spannung.

Du kannst die Induktion auch an deiner einzelnen Spule beobachten. Wenn du den Strom einschaltest, entsteht ein Magnetfeld. Wenn du ihn ausschaltest, wird das Magnetfeld abgeschaltet, es ändert sich also sehr schnell. Damit entsteht auch eine hohe Spannung, wenn auch nur für einen kurzen Moment.



Schalte die blaue LED so an die Spule, dass ihr Plusanschluss (der längere Draht) am Minusanschluss der Batterie liegt. Beim Einschalten des Spulenstroms leuchtet die LED deshalb nicht. Wenn du ihn aber ausschaltest, entsteht wegen der Induktionsspannung ein kurzer blauer Lichtblitz. Du kannst in schneller Folge immer kurz ein- und wieder ausschalten und erzeugst damit eine Serie blauer Blitze.





# Weihnachtsbeleuchtung



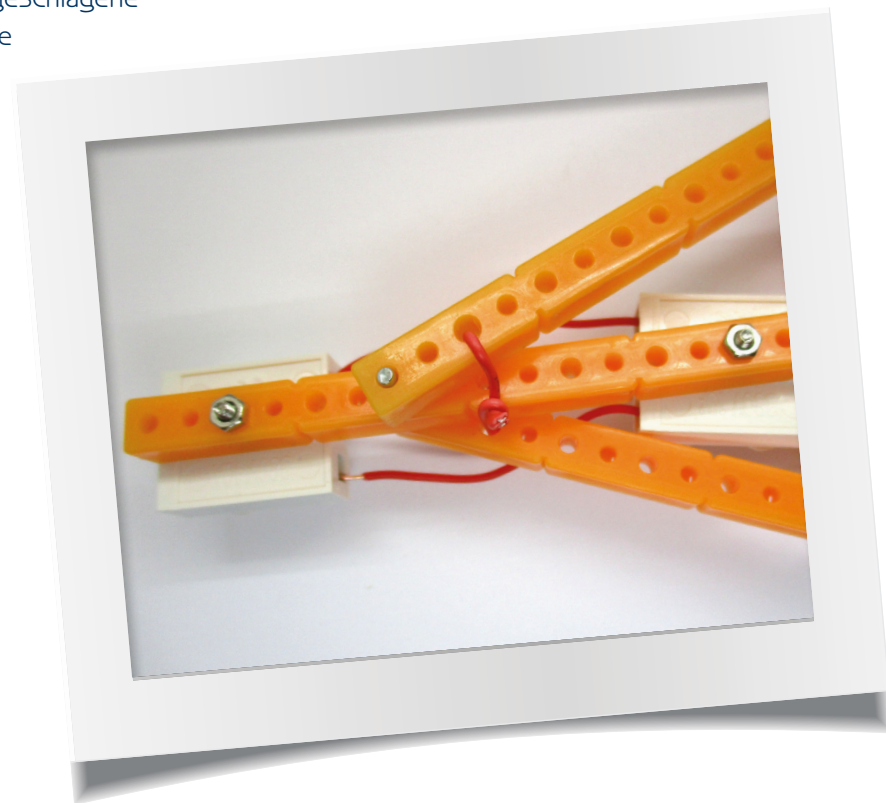
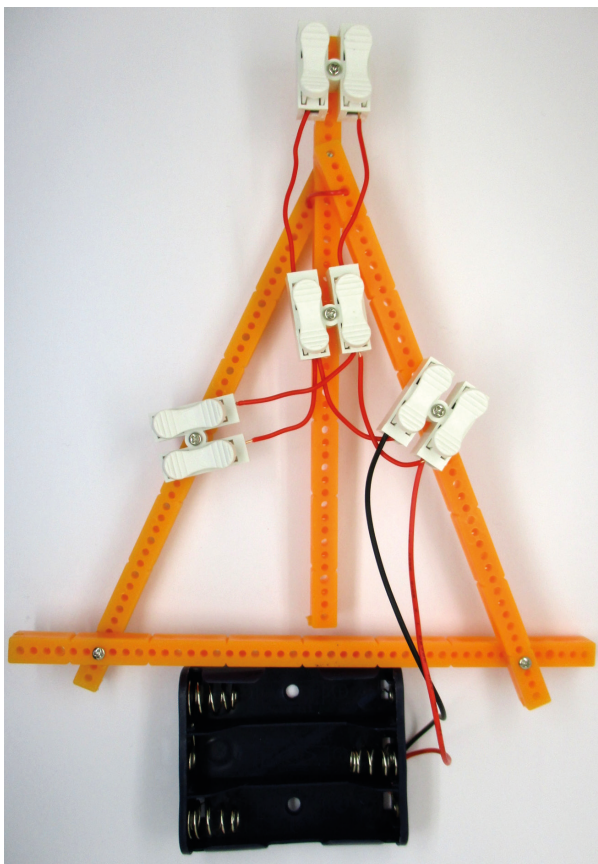
Hinter dem letzten Türchen findest du eine weitere Klemme. Mit insgesamt vier Doppelklemmen kannst du eine große Schaltung bauen. Heute soll es passend zum Weihnachtstag ein kleiner Weihnachtsbaum sein, der mit allen deinen LEDs beleuchtet wird.

## Aufbau

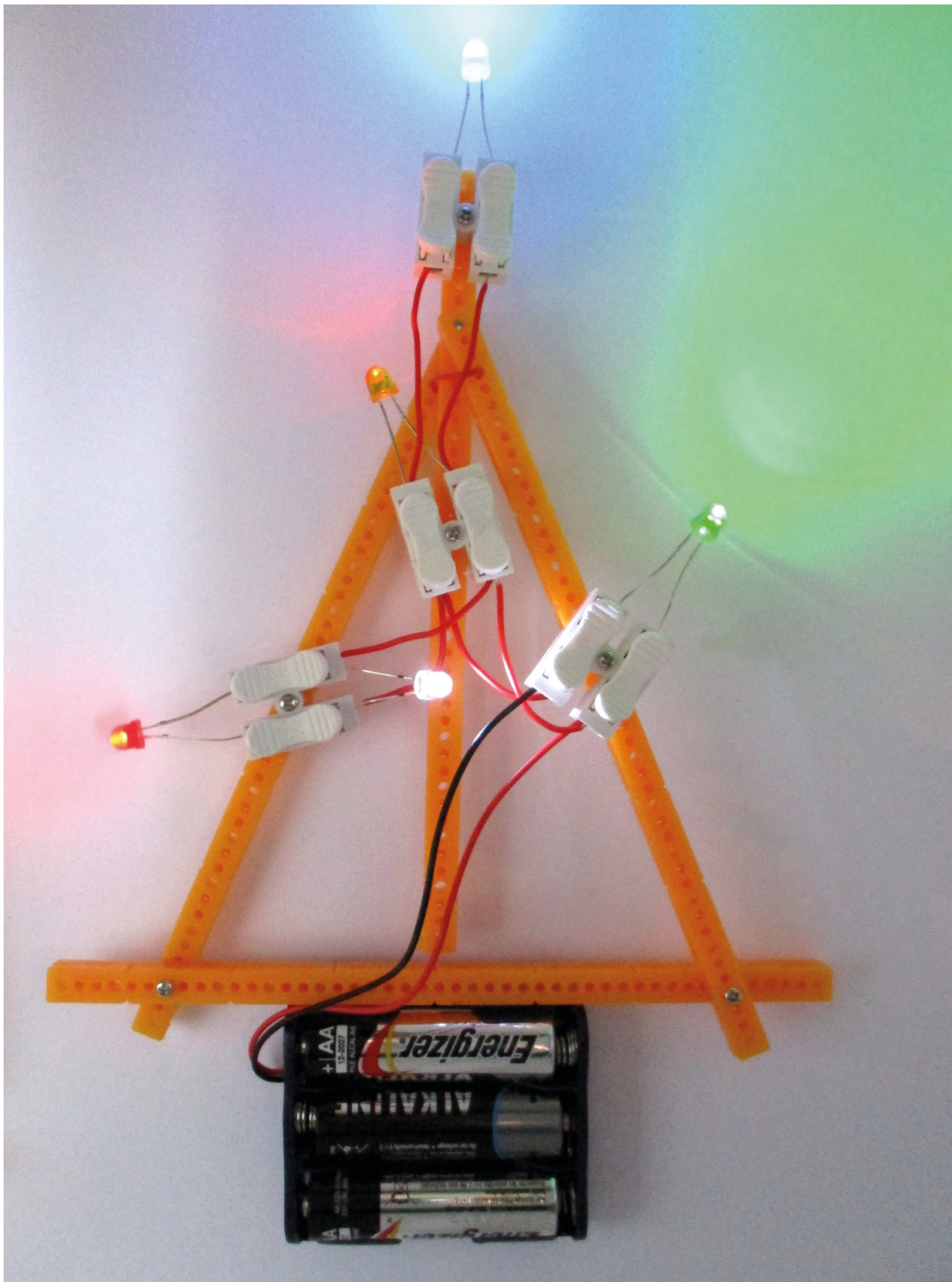
Die Verbindung der vier Klemmen ist keine leichte Aufgabe, du brauchst dafür viel Zeit und Geduld. Und du musst genau beachten, wo Plus und Minus liegt. Verfolge die Drähte im Bild. Der Minuspol ist bei allen Klemmen links oder unten, der Pluspol ist rechts oder oben angeschlossen.

Baue dir aus vier Balken einen Baum. Die Bilder zeigen nur einen möglichen Aufbau, du kannst es auch ganz anders machen. Die vorgeschlagene Konstruktion verbindet an der Spitze drei Balken miteinander. Weil die vorhandenen Schrauben nicht lang genug sind, wird eine kleine Stange eingeschoben und alles mit etwas Draht befestigt.

Setze dann alle LEDs ein, wie es dir am besten gefällt. Wenn eine LED nicht leuchtet, musst du den Fehler suchen. Sie könnte falsch herum eingesetzt sein. Oder es könnte einen fehlerhaften Kontakt geben, vielleicht, weil ein Draht mit seiner Isolierung in die Klemme gesetzt wurde. Wenn die Verbindungen richtig sind, leuchten am Ende alle fünf LEDs.



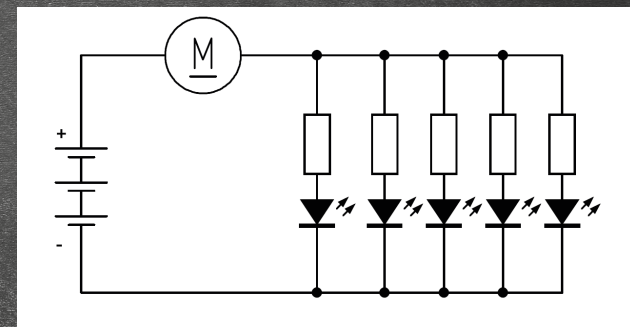




## Erweiterungen und eigene Projekte

Du kannst deinen LED-Baum an das Fenster lehnen, oder er kann in den Weihnachtsbaum gehängt werden. Oder du baust dir einen Standfuß aus Knete oder aus Draht, da gibt es viele Möglichkeiten.

Wenn du deinen Aufbau noch erweitern möchtest, kannst du auch den Motor einbauen. Er könnte vielleicht als Vibrationsmotor eine kleine Glocke berühren und weihnachtliche Geräusche erzeugen. Damit dein ganzer Weihnachtsbaum nicht zu viel Energie verbraucht, kannst du den Motor in Reihe zu allen LEDs schalten. Der Strom ist dann so klein, dass der Motor vielleicht nicht mehr von allein anläuft. Wenn du ihm aber einen kleinen Anstoß gibst, läuft er von allein weiter.



Auch nach Weihnachten wirst du sicher mit den Bauteilen weiter arbeiten. Wiederhole die schönsten Versuche und lass dir ganz neue Dinge einfallen. Bestimmst hast du immer wieder neue Ideen und erfindest Dinge, die es vorher noch nie gab.

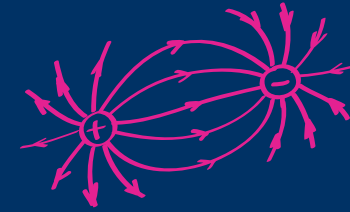




ALTER  
8+

# Adventskalender Experimentieren & Entdecken

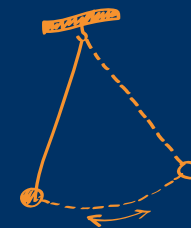
$$\sin x = \frac{1}{\sqrt{2}}$$



$$\frac{F_2}{F_1} = \frac{S_2}{S_1}$$



$$\pi = 3,14$$



Magnetismus



Akustik



Elektronik



Mechanik



Optik

$$\begin{aligned} ax^2 + bx + c = 0, \alpha \neq 0 \\ a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \alpha \end{aligned}$$

## 24 spannende Experimente für die Adventszeit



Was dehnt sich mehr als Kaugummi? Genau – die Adventszeit. Doch dieser Kalender verkürzt das Warten auf Weihnachten! In 24 kleinen Experimenten, die Spaß machen und jeweils nicht länger als 10 Minuten dauern, lernst du alles über die großen Zusammenhänge der Physik.



## Experimentieren und Entdecken

Hinter jedem Türchen verbirgt sich ein anderes Experiment, welches mithilfe der Bauteile und des beiliegenden Handbuchs auch ohne Vorkenntnisse im Handumdrehen durchgeführt werden kann. Tauche ein in die spannende Welt von Elektronik und Optik, Mechanik, Magnetismus und Co. Eine ausführliche Anleitung erläutert nicht nur die einzelnen Versuche, sondern gibt kurz-

weilige Einblicke in die naturwissenschaftlichen Zusammenhänge.

## Physik ist ganz leicht

... und alles andere als langweilig! Lerne in 24 Schritten, was die Welt im Inneren zusammenhält und beeindrucke deine Eltern, Großeltern und Freunde. Zeige, dass ein echtes naturwissenschaftliches Genie in dir steckt!



**Zusätzlich benötigt:** 3x 1,5-V-Mignon-Batterie (Typ AA)

**ACHTUNG!** Für Kinder unter 3 Jahren nicht geeignet. Erststichungsgefahr, da kleine Teile verschluckt oder eingeatmet werden können.

**ACHTUNG!** Ausschließlich für Kinder von mindestens 8 Jahren geeignet. Anweisungen für die Eltern oder andere verantwortliche Personen sind beigelegt und müssen unbedingt beachtet werden. Verpackung und Anleitung aufbewahren, da sie wichtige Informationen enthalten! Technische Änderungen vorbehalten.

© 2018 Franzis Verlag GmbH,  
Richard-Reitzner-Allee 2, D-85540 Haar, Germany  
Innovation, Irrtümer und Druckfehler vorbehalten.  
2018/01  
Hergestellt in R. P. China



WEEE-Reg.-Nr. DE21445697

GTIN 4019631670427



4 019631 670427

**FRANZIS**  
young explorer

