

Anleitung

Easy Elektro – Green Energy

Erneuerbare Energie erzeugen,
speichern und einsetzen

Grüne Energie
selbst erzeugen!



EXPERIMENTIER
KASTEN

KOSMOS

— WICHTIGE HINWEISE

Hinweise zur Entsorgung von elektrischen und elektronischen Komponenten



Das Symbol des durchgestrichenen Müllimers auf dem Produkt, seiner Verpackung oder in der Anleitung besagt, dass die elektrischen und elektronischen Komponenten dieses Produktes am Ende seiner Lebensdauer nicht über den unsortierten Siedlungsabfall (Haushaltsabfall) entsorgt werden dürfen, sondern zum Schutz von Gesundheit und Umwelt einer getrennten Sammlung zugeführt werden müssen. Zur Rückgabe stehen in Ihrer Nähe kostenfreie Sammelstellen für Elektroaltgeräte sowie ggf. weitere Annahmestellen für die Wiederverwendung der Geräte zur Verfügung. Bitte erfragen Sie bei Ihrer Gemeindeverwaltung die zuständige kostenfreie Entsorgungsstelle. Sofern das alte Elektro- bzw. Elektronikgerät personenbezogene Daten enthält, sind Sie selbst für deren Löschung verantwortlich, bevor Sie es zurückgeben. Als Endnutzer sind Sie zu einer getrennten Entsorgung verpflichtet. Entnehmen Sie Altbatterien und Akkumulatoren, die nicht vom Altgerät umschlossen sind, sowie Lampen/Leuchtmittel sofern sie problemlos und zerstörungsfrei entnommen werden können, bevor sie alles zur Entsorgung zurückgeben. So können sie getrennt gesammelt und einer umwelt- und ressourcenschonenden Verwertung zugeführt werden. Bitte vermeiden Sie die Entstehung von Abfällen aus elektrischen oder elektronischen Geräten soweit wie möglich, z.B. indem Sie Produkte mit längerer Lebensdauer bevorzugen oder Elektro-Altgeräte einer Wiederverwendung zuführen, anstatt diese zu entsorgen. Um unserer Rücknahmepflicht als Hersteller nachzukommen, beteiligt sich Kosmos an der Sammlung von Elektroaltgeräten durch die kommunalen Wertstoffhöfe. Vertreter von Elektro- oder Elektronikgeräten, also größere Handelsgeschäfte oder Online-shops, sind bei der Abgabe eines neuen Elektro- oder Elektronikgerätes verpflichtet, ein Altgerät des Endnutzers der gleichen Geräteart unentgeltlich zurückzunehmen. Bei Altgeräten, die in keiner äußeren Abmessung größer als 25 Zentimeter sind, darf diese Rücknahme im Einzelhandelsgeschäft oder in unmittelbarer Nähe hierzu nicht an den Kauf eines Elektro- oder Elektronikgerätes geknüpft werden, ist aber auf drei Altgeräte pro Geräteart beschränkt.

Sicherheitshinweise für Eltern und Kinder

→ **ACHTUNG!** Nicht für Kinder unter 3 Jahren geeignet. Erststufungsgefahr, da kleine Teile verschluckt oder eingeatmet werden können. Strangulationsgefahr, falls lange Kabel um den Hals gelegt werden.

→ **ACHTUNG:** Dieses Spielzeug ist ausschließlich für den Gebrauch durch Kinder ab dem Alter von 8 Jahren bestimmt, da elektrische Komponenten zugänglich sind. Anweisungen für Eltern oder Betreuungspersonen sind enthalten und müssen befolgt werden. Verpackung und Anleitung aufbewahren, da sie wichtige Informationen enthalten.

→ **ACHTUNG!** Das mitgelieferte Akkumodul lässt sich nur mit dem Spezialwerkzeug (S. 6) öffnen. Es dürfen nur 1,2-Volt-Akku Typ HR6 (AA, Mignon) von einem Erwachsenen eingelegt werden. Halten sie das Spezialwerkzeug unter Verschluss und geben Sie Ihrem Kind nur das mit dem korrekten Akku bestückte Akkumodul zum Experimentieren.

Achtung! Niemals eine normale, nicht aufladbare AA-Batterie ins Akkumodul einlegen. Beim Aufladen einer normalen Batterie könnte diese überhitzen, auslaufen oder bersten!

→ Dieses Spielzeug darf nur an ein Gerät angeschlossen werden, das eines der folgenden Symbole trägt:



Die beiden Symbole besagen, dass du über den USB-Anschluss das Akku-Modul nur an Geräte anschließen darfst, die ebenfalls diese Symbole tragen. Sie bedeuten, dass in ihnen ein besonderer Schutz gegen Überspannung und Kurzschlüsse eingebaut ist.

Das Anschließen an diese Geräte darf nur von einem Erwachsenen übernommen werden.

→ Spielzeug nicht extremer Hitze oder lang andauernder Sonneneinstrahlung aussetzen, ebenso vor Feuchtigkeit oder Frost schützen.

→ **ACHTUNG!** Die Schutzeinrichtung im Akku-Modul (PTC) darf nicht manipuliert werden. Das könnte zum Überhitzen von Leitungen, Ausbruch von Batterien und übermäßiger Erwärmung führen.

Hinweise zum Experimentieren mit den Akkus

→ Keine Experimente mit Steckdosen durchführen. Die 230 Volt des Lichtnetzes sind lebensgefährlich!

→ Zum Betrieb werden drei 1,2-Volt-Akkus Typ HR6 (AA, Mignon) benötigt, die wegen ihrer begrenzten Lagerfähigkeit nicht im Experimentierkasten enthalten sind.

→ Einen Kurzschluss der Akkus vermeiden, sie könnten explodieren! Ein Kurzschluss kann zum Überhitzen von Leitungen und zum Explodieren der Akkus führen.

→ Ungleiche Akkutypen dürfen nicht zusammen verwendet werden.

→ Die Akkus müssen mit der richtigen Polarität (+ und -) eingelegt und mit leichtem Druck in das Akkufach gedrückt (siehe Seite 9) werden. Das Einlegen der Akkus darf nur durch einen Erwachsenen erfolgen.

→ Nicht wiederaufladbare Batterien dürfen nicht geladen werden! Sie könnten explodieren!

→ Aufladbare Batterien dürfen nur unter Aufsicht von Erwachsenen geladen werden.

→ Aufladbare Batterien sind aus dem Spielzeug herauszunehmen, bevor sie geladen werden (bzw. sind, wie in der Anleitung beschrieben, zu laden).

→ Leere Akkus müssen aus dem Spielzeug genommen werden (z.B. wenn länger nicht damit experimentiert wird).

→ Die Anschlussklemmen dürfen nicht kurzgeschlossen werden.

→ Defekte Akkus nicht in den Hausmüll, sondern gemäß den Umweltbestimmungen entsorgen.

→ Verformungen der Akkus vermeiden.

→ Das Spielzeug darf an nicht mehr als die empfohlene Anzahl von Energiequellen angeschlossen werden, d.h. nur das mitgelieferte Akkumodul gemäß den Anweisungen verwenden.

→ **WARNUNG:** Zum Laden des Akkus über ein Netzteil, nur ein normkonformes Netzteil nach EN 60335-1 verwenden.

Der Transformator, das Netzgerät (oder das Batterieladegerät), das mit diesem elektrischen Spielzeug benutzt wird, muss regelmäßig auf Schäden an Kabel, Stecker, Gehäuse und anderen Teilen überprüft werden. Im Fall eines Schadens, darf das Spielzeug solange nicht benutzt werden, bis der Schaden repariert ist.

Der Transformator oder das Netzgerät ist kein Spielzeug.

Hinweise zum Ladevorgang

Die Ladezeit der Akkus hängt von deren Kapazität sowie der Stromstärke der Stromquelle ab. Dabei ist gerade der Strom aus Solarzelle, Windrad und Handkurbel sehr schwankend und eine genaue Angabe daher nicht möglich. Die Ladedauer über den USB-Anschluss hängt von der Kapazität der verwendeten Akkus sowie dem USB-Port ab. Nach etwa vier Stunden sollten die Akkus aber vollständig geladen sein. AA-Akkus haben üblicher Weise eine Kapazität von etwa 1000 - 2500 mAh, ein gewöhnlicher USB-Anschluss liefert etwa 1 A Ladestrom.

— INHALT

Wichtige Hinweise	2&4
Ausstattung.....	5
Tipps und Tricks.....	8

EXPERIMENTE AB SEITE 8

Strom aus Sonne, Wind und Muskelkraft	10
Geheimnisvoller Kreislauf	16
Messung des Unsichtbaren.....	26
Energie aus de Sonne	38
Batterien müssen Leistung zeigen.....	50
Die Kraft der Arme.....	56
Stromfluss- oder auch nicht	62
Eilige Luft.....	72



TIPP

ZUSÄTZLICHES WISSEN

FINDEST DU HIER: »NACHGEHAKT«

SEITE 15, 25, 37, 48,
55, 61, 71, 77



— WICHTIGE HINWEISE

Liebe Eltern!

Kinder wollen staunen, begreifen und Neues erschaffen.
Sie wollen alles ausprobieren und selbst machen.
Sie wollen wissen! All das können sie mit unseren
KOSMOS Experimentierkästen. Und so wächst weit mehr
als nur ein Experiment – es wächst ein starker Mensch.

Dieser Experimentierkasten wird Ihr Kind in die spannende und zukunftsweisende Welt der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien führen. Ausgerüstet mit dieser Anleitung und dem notwendigen Material macht es sich auf, eine Energieexpertin oder ein Energieexperte zu werden.
Aber zuvor stellt sich die Frage nach der Sicherheit. Das vorliegende Set basiert auf den Europäischen Sicherheitsnormen für Experimentierkästen. Diese Normen enthalten Auflagen für den Hersteller, sehen aber auch vor, dass die Eltern ihren Kindern bei den Experimenten mit Rat und Tat zur Seite stehen. Sagen Sie Ihrem Kind ausdrücklich, dass es alle relevanten Anweisungen und Sicherheitshinweise lesen und nachschlagebereit halten soll.
Machen Sie es auch darauf aufmerksam, dass es die Hinweise und Regeln beim Experimentieren unbedingt einhalten soll.

Wir wünschen Ihnen und Ihrem Kind viel Spaß und Gewinn beim Experimentieren!

— Dieser Experimentier-
kasten ist nur für Kinder
ab 8 Jahren
bestimmt.

Liebe Kinder!

Bevor du mit den Experimenten beginnst, solltest
du dich mit dem Inhalt des Kastens vertraut machen.
Beachte dazu die folgenden Hinweise.

Lese dir die folgenden Seiten aufmerksam durch, um die Bauteile in deinem Kasten kennenzulernen. Um die Bauteile vor Beschädigungen zu schützen, solltest du einige Regeln beachten:

- > Untersuche stets die Verbindungen, bevor du eine Schaltung in Betrieb nimmst und auch wenn sie nach Inbetriebnahme nicht funktioniert. Prüfe außerdem, ob die Bauteile richtig herum eingesetzt sind.
- > Falls ein Bauteil heiß wird, entferne sofort das Akkumodul und prüfe die Schaltung.
- > Berühre weder den Motor noch das Windrad, wenn sie sich schnell drehen.
- > Vermeide Kurzschlüsse, also direkte Verbindungen zwischen den Anschlüssen einer Stromquelle ohne jeglichen Stromverbraucher dazwischen (Motor, LED - der Schalter und der Umschalter sind keine Verbraucher). Denn Kurzschlüsse können nicht nur Teile beschädigen, sie leeren auch rasch die aufladbaren Batterien. Zudem bekommen dann andere Teile deiner Schaltung keinen Strom und funktionieren daher nicht.
- > Verbinde niemals einen Teil deiner Schaltung mit einer Steckdose! Steckdosenstrom ist tödlich, zudem würde er sofort alle Teile zerstören.

— AUSSTATTUNG

— MECHANISCHE BAUTEILE

Gut zu wissen!
— Die Teile des
Kastens kannst du auf
kosmos.de im Service-
Bereich nachbestellen.

Die Bauteile des Kastens!

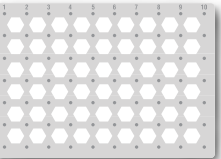
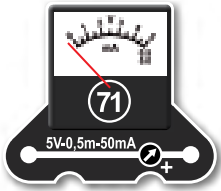
In dieser Auflistung findest du
eine kurze Beschreibung aller
Bauteile deines Experimentier-
kastens. Dabei hat fast jedes
Bauteil eine Nummer,
die auf den meisten Bauteilen
aufgedruckt ist.

Diese Zahl findest du auch in
den Bauplänen und in dieser
Beschreibung.



TIPP

DIE MATERIALIEN, DIE DU
ZUSÄTZLICH BRAUCHST,
FINDEST DU AUF SEITE 6.

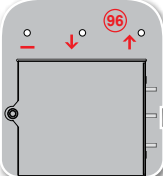
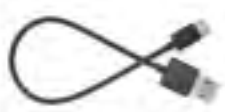
Nr.	Bauteil-Bezeichnung	Art. Nr.	Stück	Bauteil-Abbildung
1	Leitleiste mit 1 Steckkontakt	701462	2	
2	Leitleiste mit 2 Steckkontakten	701463	2	
3	Leitleiste mit 3 Steckkontakten	701464	2	
4	Leitleiste mit 4 Steckkontakten	701465	1	
5	Leitleiste mit 5 Steckkontakten	701466	1	
	Rotes Verbindungskabel mit Druckknöpfen	710033	1	
	Schwarzes Verbindungskabel mit Druckknöpfen	710034	1	
17	Rote Leuchtdiode	701476	1	
70	Gelbe Leuchtdiode	710035	1	
19	Aufbauplatte Auf dieser Platte aus durchsichtigem Kunststoff baust du alle deine Versuche auf.	701507	1	
71	Messgerät Strom kann man nicht sehen. Aber mit diesem Messgerät kannst du selbst kleine elektrische Ströme anzeigen und ihre Stärke und andere elektrische Daten messen. Es besitzt drei Messbereiche. Bei jedem Versuch ist verzeichnet, welchen du zuvor einstellen musst und auf welcher Skala du das Ergebnis dann abliest. ACHTUNG! Besonders der mittlere Messbereich ist empfindlich! Nutze ihn nur, wenn dies ausdrücklich in der Versuchsbeschreibung angegeben ist!	710037	1	

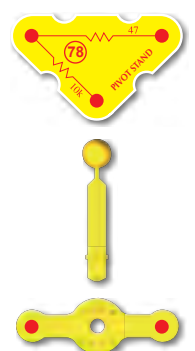
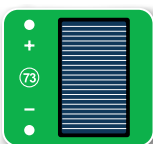
Nr.	Bauteil-Bezeichnung	Art. Nr.	Stück	Bauteil-Abbildung
72	Druckschalter Er arbeitet ähnlich wie ein Lichtschalter: Beim Drücken stellt der Taster eine elektrische Verbindung zwischen seinen Anschlüssen her.	710038	1	
64	Umschalter Je nach Stellung verbindet er den Anschluss A elektrisch mit B oder mit C.	703590	1	
74	Handkurbel-Modul Mit ihm kannst du durch Drehen elektrischen Strom erzeugen. Die ineinander greifenden Zahnräder bilden ein Getriebe. Es verwandelt die langsame Handdrehung in eine sehr schnelle Drehung der Motorwelle. Anders herum funktioniert das Modul aber auch als Motor mit Getriebe. Vor Gebrauch musst du die Kurbel ausklappen. Drehe niemals mit Gewalt: Sie könnte abbrechen!	710039	1	

1

WAS DU ZUSÄTZLICH BRAUCHST:

3 x 1,2-V-Akku, Typ HR06 (AA, Mignon), Alufolie, Nägel, 2 Teelöffel aus Metall, Bleistift (dick und weich), Schreibpapier, schwarzes Papier, Pappe, Schere, Klebeband, Kochsalz, Zucker, Mehl, Wasser, entionisiertes Wasser (Baumarkt), Strohhalme, Wasserglas oder Becher, verschiedene Lichtquellen, Rasierspiegel, Tiefkühlfach, Uhr, Gegenstände aus verschiedenen Materialien (Metall, Kunststoff, Glas, Porzellan, Holz), flache Kunststoffschachtel, Föhn, Ventilator.

Nr.	Bauteil-Bezeichnung	Art. Nr.	Stück	Bauteil-Abbildung
96	Akkumodul Mithilfe dieses Akkumoduls kannst du einen Teil deiner gewonnenen erneuerbaren Energien speichern. So kannst du auch dann Experimente machen, wenn z.B. die Sonne nicht scheint. Um das Fach zu verwenden, müssen zunächst von einer erwachsenen Person 3 x 1,2-Volt-Akkus Typ HR06 (AA, Mignon) eingelegt werden. Details dazu finden sich auf S. 9. Das Modul hat drei Anschlüsse: Zum Aufladen ist der mittlere Anschluss vorgesehen (→+). Es handelt sich hier um einen Pluspol. Wenn du dagegen Strom entnehmen willst, dann über den oberen Anschluss (←+) An diesem Pluspol fließt der Strom wieder heraus. Außerdem ist ein gemeinsamer Minuspol (–) vorhanden. Um alle Versuche ausführen zu können, musst du die Akkus zwischendurch immer mal wieder komplett aufladen. Du kannst sie mit der Solarzelle, dem Windrad oder der Handkurbel laden (siehe Versuche 19-22) - einfacher geht es aber über die USB-Buchse. Stecke dazu den USB-C-Stecker in die Buchse und schließe das andere Ende an eine freie USB-A-Buchse an. Lass dir beim Anschließen an die USB-Buchse unbedingt von einem Erwachsenen helfen! Dass die Akkus laden, erkennst du daran, dass die LEDs leuchten.	728900	1	
	USB-Kabel Mithilfe des USB-Kabels kannst du Akkus in dem Akkumodul laden (Details dazu obenstehend).	729601	1	
	Spezial-Werkzeug Mit diesem Werkzeug lässt sich das Akkumodul öffnen und wieder verschließen. Nur für die Benutzung durch Erwachsene.	728906	1	

Nr.	Bauteil-Bezeichnung	Art. Nr.	Stück	Bauteil-Abbildung
75	Elektromotor Den Motor kannst du mit deinem erzeugten Strom in Bewegung setzen, also aus elektrischer Energie mechanische Energie machen. Umgekehrt nutzt du ihn aber auch, kombiniert mit Wind- oder Wasserrad, als Stromerzeuger: Er wandelt dann Bewegungsenergie in elektrische Energie um.	710040	1	
78	Sockel für Ständer, Zapfen für Ständer Oberteil des Ständers Mit diesen drei ineinander passenden Teilen kannst du einen Ständer bauen, auf den du etwa die Solarzelle oder den Motor aufsetzt. Er enthält ein Kugelgelenk, sodass du die Teile in verschiedene Richtungen und Höhenwinkel verschieben kannst, ohne die Grundplatte zu verschieben. Im Sockel stecken zudem zwei elektrische Widerstände (47 Ohm und 10 Kiloohm), die du für bestimmte Versuche nutzen wirst.	710045 710046 710047	1	
	Windrad Diesen Propeller kannst du auf die Motorwelle stecken. Vorsicht, dass das Plastik nicht bricht!	710041	1	
73	Solarzelle Sie wandelt Lichtenergie in elektrische Energie um, die dann an den Anschlüssen zur Verfügung steht. Ziehe vor ihrem ersten Einsatz die Schutzfolie ab.	710036	1	

SO WIRD DER STÄNDER ZUSAMMENGEBAUT

Die Kugel in das Gelenk schieben, bis es klickt.



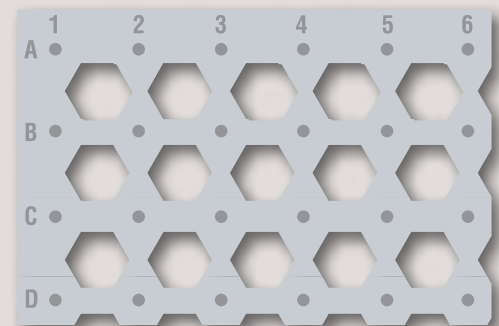
Das andere Ende des Zapfens in die vorgesehene Halterung des Sockels schieben.

WINDRAD UND SOLARZELLE AUFSTÄNDERN



Die Solarzelle klickst du direkt auf das Oberteil des Ständers.

— TIPPS & TRICKS



Die Grundplatte – praktische Zahlen und Buchstaben

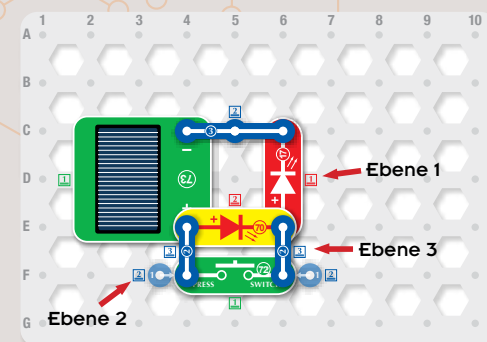
Damit du weißt, wo du auf der Grundplatte mit dem Aufbau beginnen sollst, findest du in den Aufbauzeichnungen die Grundplatte – oder zumindest einen Teil davon – abgebildet. Auf der Grundplatte siehst du an den Rändern Buchstaben (an der linken Seite) und Zahlen (über der obersten Reihe). Dadurch kannst du schnell feststellen, welche Position ein Bauteil im Bauplan hat.

Mit dem Bauplan alles im Blick

Die Bauteile in deinem Kasten sind auf Kunststoffplatten untergebracht. Durch ein Stecksystem musst du nur die Bauteile, wie in den Bauplänen gezeigt, zusammenstecken.

Eine so aufgebaute Schaltung sieht dann – wenn du sie von oben betrachtest – fast wie ein richtiger „Schaltplan“ aus. Der wird in der Elektrik und Elektronik verwendet, um Schaltungen als Zeichnungen darzustellen.

Darin hat jede Bauteilart ein eigenes Schaltzeichen. Diese Zeichen findest du ebenfalls auf den Bauteil-Kunststoffplatten in deinem Kasten aufgedruckt.



Die Aufbauebenen – mit Ziffern gekennzeichnet

In den Bauplänen findest du neben jedem Bauteil eine Zahl in einem kleinen Quadrat. Diese Zahl gibt an, auf welcher Ebene ein Bauteil in der Schaltung sitzen muss.

Dabei bedeutet eine **1**, dass du das Teil direkt auf die Grundplatte stecken sollst. Steht neben einem Bauteil eine **2** oder eine **3**, wird dieses Teil auf bereits montierte Teile aufgesteckt. Du solltest also zuerst alle Bauteile mit einer **1** aufstecken. Danach steckst du alle Teile mit einer **2** auf und zuletzt die mit einer **3**.

— TIPPS & TRICKS

WICHTIG:

Das Einlegen der Akkus darf nur durch einen Erwachsenen erfolgen!

Öffnen Sie das Akkumodul, indem Sie die Schraube am Deckel des Fachs mit dem Sicherheitswerkzeug lösen. Nehmen Sie den Deckel anschließend ab und legen Sie nun drei 1,2-Volt-Akkus Typ HR06 (AA, Mignon) polrichtig in das Akkumodul ein und verschrauben Sie es anschließend wieder.



Vorsicht!

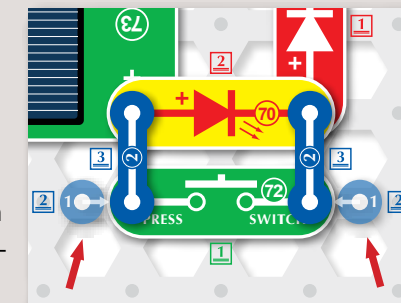
Verwenden Sie niemals normale, nicht aufladbare AA-Batterien in dem Akkumodul. Weil normale Batterien nicht geladen werden können, besteht die Gefahr des Überhitzens und der Explosion!

Verschiedene Ebenen überbrücken

Bei einigen Schaltungen kannst du manche Bauteile nicht direkt miteinander verbinden, weil sie sich auf verschiedenen Ebenen befinden. Hier musst du eine Leitleiste mit nur einem Verbindungskontakt einsetzen.

An diesen Stellen ist in den Zeichnungen die Leitleiste mit einem Verbindungskontakt schwächer – also etwas durchsichtig – abgebildet. Ein Pfeil daneben zeigt dir, wo du sie montieren musst.

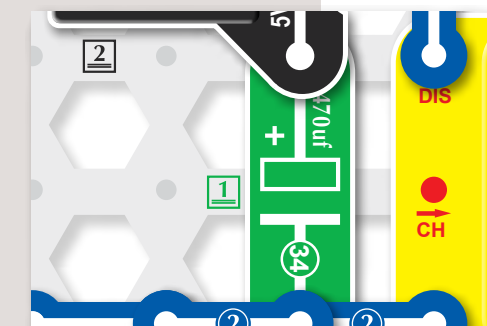
Die Ebene, auf der du die Leitleiste aufstecken musst, ist hier ebenfalls in einem kleinen Quadrat angegeben.



Ein wichtiger Hinweis zum Messgerät

Die in der Anleitung angegebenen Messwerte für Strom und Spannung können sich erheblich von den Werten unterscheiden, die mit dem Messgerät des Experimentierkastens gemessen werden.

Das liegt an den Toleranzen der Bauteile, an dem Zustand der aufladbaren Batterien, den Stromlieferanten und an der Anzeigegenauigkeit des Messgeräts.



Plus-Zeichen als Orientierungshilfe

Viele Bauteile in deinem Kasten haben auf ihren Grundplatten jeweils ein Plus-Zeichen aufgedruckt.

Beim Aufbau der Versuche musst du auf dieses Plus-Zeichen achten und das Bauteil so einbauen, dass das Plus-Zeichen in dieselbe Richtung zeigt, wie im Bauplan angegeben.





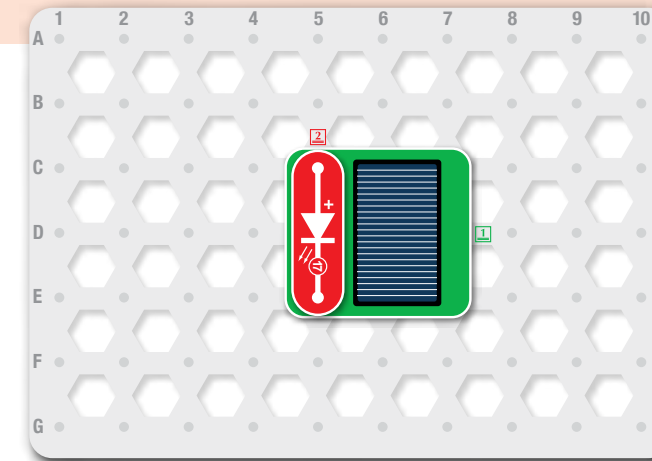
Strom AUS SONNE, WIND UND MUSKELKRAFT

Möchtest du wichtige erneuerbare Energiequellen kennen lernen? Dann solltest du gleich loslegen und mit den ersten Versuchen starten, die dich schon mit einigen der Bauteile des Kastens und dem Einsatz der Leitleisten und Druckknöpfe vertraut machen.

Du beginnst mit der Solarzelle – solche blau schimmernden Stromerzeuger hast du sicher schon auf vielen Dächern gesehen.

VERSUCH 1

Licht erzeugt Licht



Den ersten Strom für deine Versuche soll die Sonne (oder notfalls eine helle Halogenlampe) liefern – mithilfe der Solarzelle.

So geht's

Klipse die rote Leuchtdiode (LED) richtig herum auf die Solarzelle (Plus (+) auf Plus).

Schon bei relativ geringer Beleuchtung der Solarzelle glimmt die LED auf.



WAS PASSIERT?

— Den von der Solarzelle erzeugten Strom wandelt die LED in Licht um. Die Solarzelle ist hier also Stromerzeuger, die LED ein Stromverbraucher.

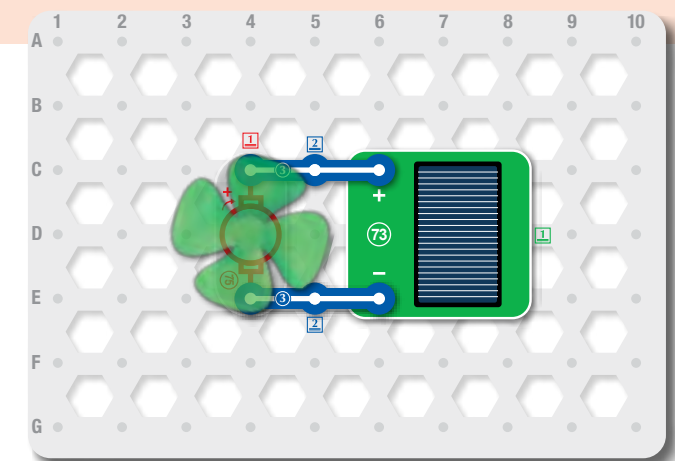


TIPP

SOLLTE DIE SONNE GERADE NICHT SCHEINEN, WENN DU MIT DER SOLARZELLE EXPERIMENTIEREN WILLST, KANNST DU DIESE VERSUCHE AUCH MIT EINER HELLEN HALOGENLAMPE DURCHFÜHREN, DEREN LICHT AUS WENIGEN ZENTIMETERN ABSTAND VOLL AUF DIE SOLARZELLE FÄLLT. LASS DIR DABEI VON EINEM ERWACHSENEN HILFEN! MIT LEUCHTSTOFFRÖHREN, ENERGIESPARLAMPEN UND LED-LEUCHTEN FUNKTIONIERT ES NICHT.

VERSUCH 2

Sonne treibt den Motor



Auch den Motor kann der Sonnenstrom antreiben.

So geht's

Verbinde den Motor samt aufgestecktem Windrad mit zwei Dreier-Leitleisten mit der Solarzelle. Halte deinen Aufbau in die Sonne oder unter eine kräftige Lampe.



WAS PASSIERT?

— Der Strom von der Solarzelle reicht auch für den Strombedarf des kleinen Motors aus. Sonnenschein oder Lampenlicht versetzen ihn in Drehung. In dieser Konfiguration ist übrigens der Motor der Stromverbraucher.

Kurzschluss

Beim Umgang mit elektrischem Strom muss man aufpassen. Hier ein relativ harmloses Beispiel dafür.

So geht's

Schließe die LED an die Solarzelle an und halte sie ins Sonnenlicht. Die LED strahlt auf.

Verbinde nun die beiden Anschlüsse der Solarzelle direkt mit dem roten Verbindungskabel. Sofort erlischt die LED.

WAS PASSIERT?

— Was du hier gemacht hast, nennt man einen „Kurzschluss“. Der Strom fließt nun nicht mehr durch die LED, sondern direkt durch den Verbindungsdraht.

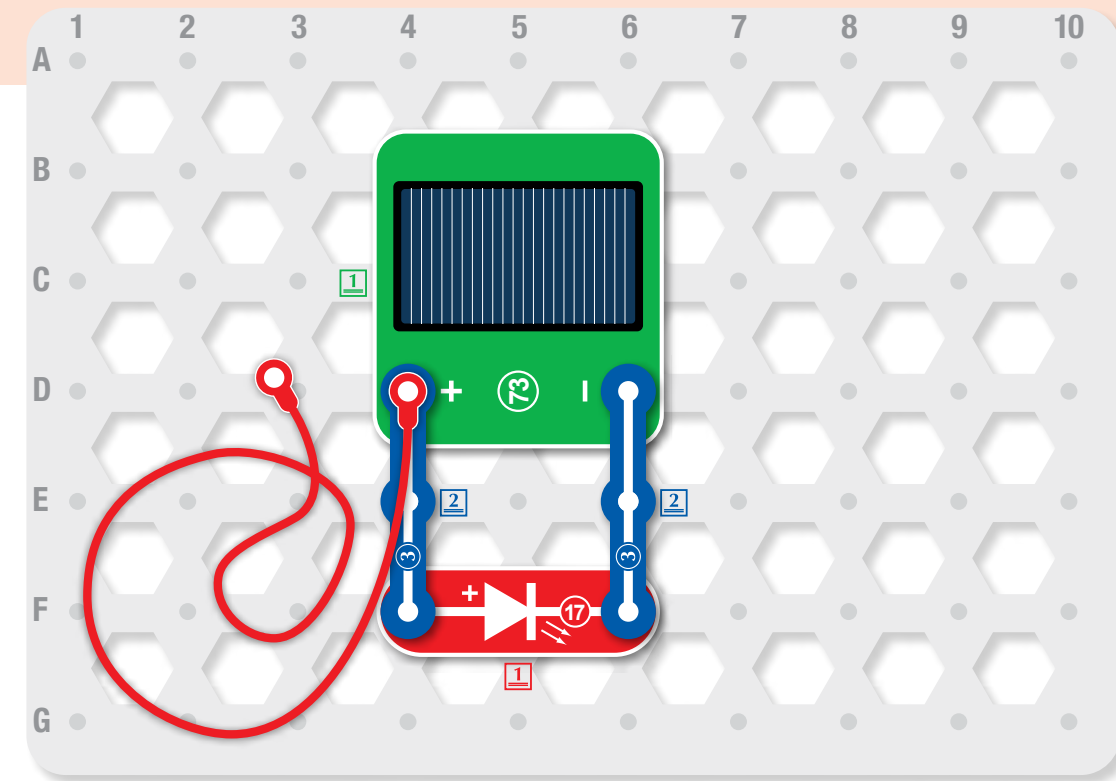
Solche Kurzschlüsse solltest du auf alle Fälle vermeiden – es sei denn, es ist laut Anleitung ausdrücklich vorgegeben.



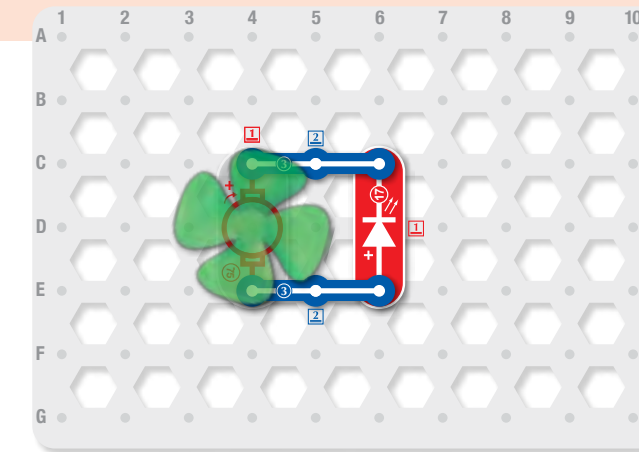
KURZSCHLUSS

Bei deiner kleinen Solarzelle ist ein Kurzschluss harmlos, bei größeren Solarzellenanlagen, bei deinen Akkus und erst recht beim Stromnetz kann ein Kurzschluss zu großen Unglücken führen, weil dann zu starke Ströme fließen.

Im Haushaltsstromnetz gibt es daher Sicherungen, die bei übermäßig starkem Strom infolge eines Kurzschlusses die Stromzufuhr sofort unterbrechen. Denn die starken Ströme können Stromkabel zum Glühen bringen, sodass Brände entstehen.



Licht dank kräftigem Pusten



Der Motor kann auch als Stromerzeuger verwendet werden.

So geht's

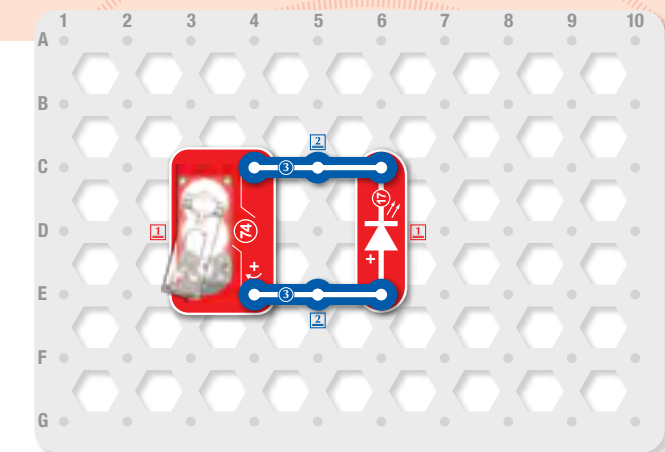
Verbinde den mit Windrad ausgerüsteten Motor mit der roten LED. Achte auf die richtige Polung.

Blase kräftig aufs Windrad, und die LED leuchtet auf.

WAS PASSIERT?

— Der Motor wandelt die Kraft deiner Puste (letztlich also deiner Atemmuskulatur) in Strom um, den die LED wiederum in Licht verwandelt.

Licht mit Handbetrieb



Zu den Energiequellen deines Experimentierkastens zählt auch die Handkurbel.

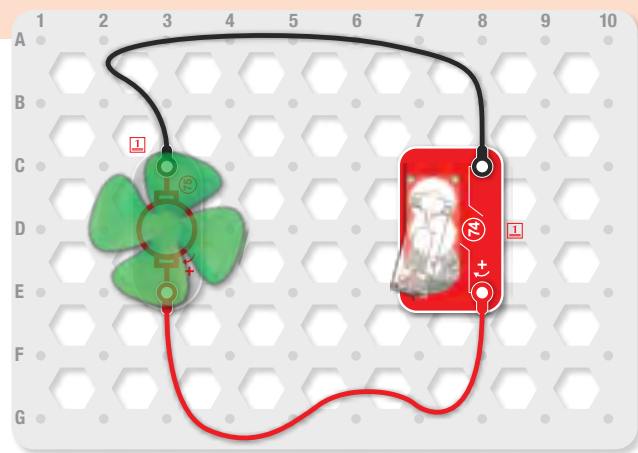
So geht's

Drehe die Handkurbel kräftig im Uhrzeigersinn, und schon leuchtet die LED hell auf.

WAS PASSIERT?

— Die Handkurbel verwandelt deine Muskelkraft in Strom. Auch sie enthält einen Motor, ähnlich wie dein Windrad-Motor, nur wird hier die von den Muskeln gelieferte Kraft in Strom umgewandelt.

Drehung bewirkt Drehung – dank elektrischem Zwischenspiel



Natürlich kann der Handkurbel-Strom auch den Motor treiben.

So geht's

Verbinde Kurbel und Motor mit den beiden Verbindungskabeln, damit sich Kurbel und Windrad nicht ins Gehege kommen.

Drehe erst einmal leicht an der Kurbel.

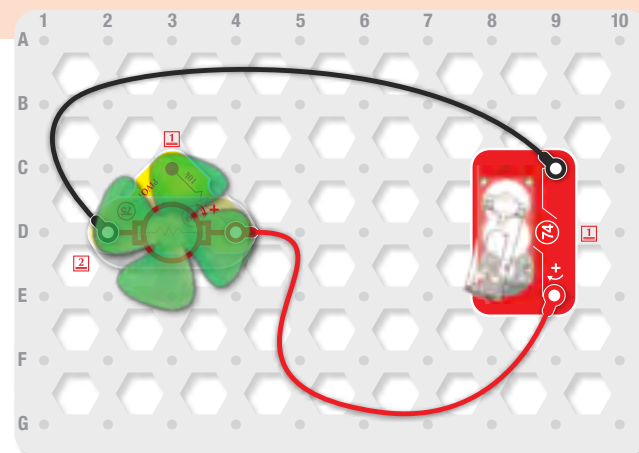
ACHTUNG! Acht darauf, dass die Kabel nicht das Windrad berühren!



WAS PASSIERT?

— Schon dein leichtes Drehen an der Kurbel lässt den Motor kräftig laufen. Die Drehung der Kurbel erzeugt Strom, den der Motor wiederum in Drehung umwandelt.

Gerichteter Luftstrom



An heißen Tagen ist man für jeden Windhauch dankbar. Du kannst ihn selbst erzeugen.

So geht's

Setze den Motor auf den zusammengebauten Ständer.

Richte das Windrad auf dein Gesicht und drehe an der Kurbel. Was spürst du?



WAS PASSIERT?

— Du spürst einen erfrischenden Luftstrom, da die Kurbeldrehung den Strom für den Motor liefert.



TIPP

WIE DU DEN STÄNDER ZUSAMMENBAUST UND DANN DEN MOTOR SAMT WINDRAD AUFSTECKST, STEHT AUF SEITE 7.



NACHGEHAKT

Erneuerbare Energien: Quellen, die nie versiegen

Die Erde besitzt eine nahezu unerschöpfliche Energiequelle: die Sonne. Sie liefert pro Stunde mehr Energie, als wir in einem Jahr verbrauchen. Sie speist damit die grünen Pflanzen, denen wir Luftsauerstoff und Nahrung verdanken, und die Sonnenwärme treibt auch das Wetter, lässt also Winde wehen und Regen fallen.

Erneuerbare Energiequellen zapfen die **SONNENENERGIE** auf unterschiedlichem Wege direkt an. Sie verwandeln z.B. Sonnenlicht mittels Solarzellen in elektrischen Strom, erzeugen Strom aus Windkraft, verwandeln die Energie des Wassers in Stauseen und die des strömenden Wassers in Flüssen in nützliche Arbeit.

Auch das Auffangen von Sonnenwärme zum Heizen und die Gewinnung von Biomasse (Pflanzenteile wie Holz, Stroh, Pflanzenöl) zur Herstellung von Wärme, Strom, Treibstoff und chemischen Rohstoffen zählen dazu – und genau genommen auch die Nutzung von tierischer und menschlicher Muskelkraft.

Es gibt allerdings auch erneuerbare Energiequellen, die nicht von der Sonnenwärme gespeist werden, z.B. die **GEOTHERMISCHE ENERGIE**, die das heiße Erdinnere zur Stromgewinnung nutzt, oder die **GEZEITENENERGIE**, die auf Schwerkraftwirkungen von Mond, Erde und Sonne beruht.

Fossile Energiequellen

— Herkömmliche Energieträger wie Kohle oder Erdöl werden verbrannt, wobei die in ihnen steckende **CHEMISCHE ENERGIE** in **WÄRMEENERGIE** umgewandelt wird. Es gibt zwei gute Gründe, warum die Menschheit sich langsam von Kohle, Öl und Erdgas als Energiequellen abwendet.

Erstens wird bei ihrer Verbrennung Kohlendioxid-Gas frei, dem eine Hauptschuld an der Klimaerwärmung zugeschrieben wird. Und außerdem gehen die Vorräte in absehbarer Zeit zur Neige.



GEHEIMNISVOLLER Kreislauf

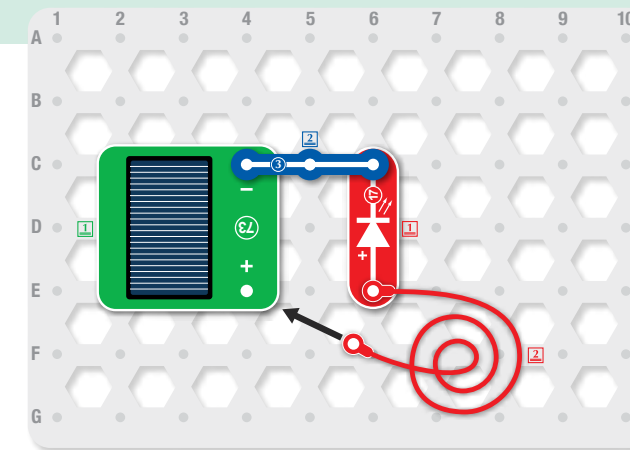
Solarzelle, LEDs, Motor und viele der anderen Bauteile in deinem Experimentierkasten haben immer zwei Anschlüsse. Warum ist das eigentlich so?

Du kannst es mit den spannenden Versuchen dieses Kapitels herausfinden ...



VERSUCH 8

Strom fließt im Kreis



Viele Dinge findet man am einfachsten durch Probieren heraus ...

So geht's

Verbinde Solarzelle und LED zunächst nur über eine Leitung. Die LED sendet trotz beleuchteter Solarzelle kein Licht aus.

Verbinde die beiden offenen Anschlüsse über ein Verbindungskabel, sodass die Bauteile und Kabel einen Kreis bilden.

Sobald das Kabel beide Anschlüsse verbindet, leuchtet die LED.

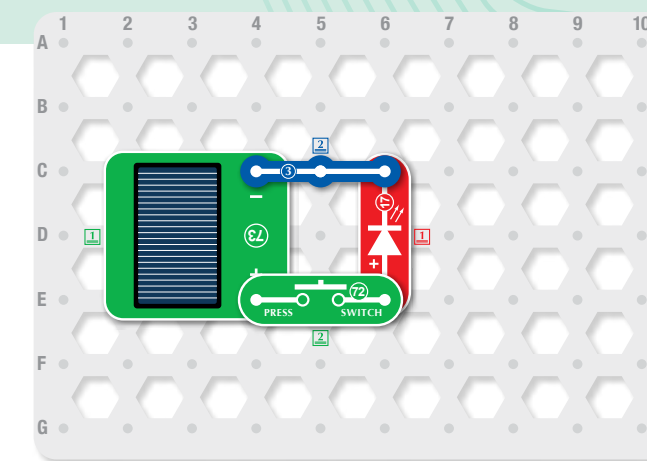


WAS PASSIERT?

— Strom kann nur fließen, wenn er aus einem der Anschlüsse des Stromerzeugers austreten, durch Kabel und Verbraucher strömen und dann wieder in den anderen Anschluss des Stromerzeugers eintreten kann. Wird die Verbindung an irgendeiner Stelle unterbrochen, wird der Stromkreis geöffnet, stoppt der Stromfluss sofort.

VERSUCH 9

Fluss mit Unterbrechungen



Es kann ganz praktisch sein, einen Stromkreis mit einer Handbewegung zu öffnen und zu schließen – das weißt du vom Schalter der Zimmerbeleuchtung.

So geht's

Entferne das Verbindungskabel und setze stattdessen den Taster ein.

Drücke auf den Taster. Die LED strahlt auf.



WAS PASSIERT?

— Der Stromkreis ist zunächst offen, also fließt kein Strom. Ein Drücken des Tasters schließt ihn, und die LED leuchtet.

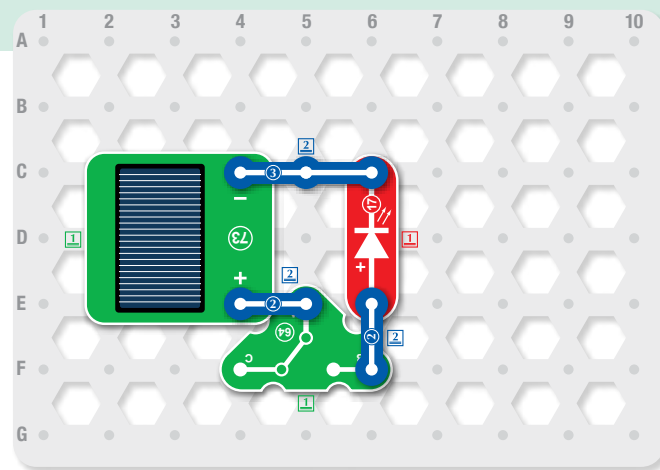


TIPP

SOLLTE DIE SONNE NICHT SCHEINEN ODER DEINE LAMPE ZU SCHWACH SEIN, KANNST DU DIESEN UND DIE NÄCHSTEN VERSUCHE STATT MIT DER SOLARZELLE AUCH MIT DER HANDKURBEL DURCHFÜHREN.

VERSUCH 10

Ein- und Ausschalter



Auf Dauer ist das Drücken des Tasters jedoch etwas mühsam.

So geht's

Baue statt des Tasters den Umschalter ein.

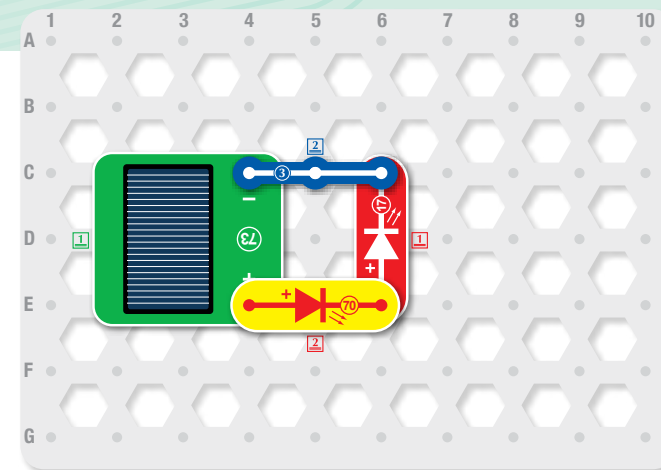
Schalte mit ihm die LED ein und aus.

WAS PASSIERT?

— Mit dem Umschalter öffnest und schließt du wahlweise den Stromkreis, du musst aber nicht ständig anwesend sein und drücken.
So ähnlich wie diese Schaltung funktioniert auch die Beleuchtung in deinem Zimmer: Der Lichtschalter schließt den Stromkreis zur Lampe.

VERSUCH 11

Leuchtdioden im Gänsemarsch



Dein Experimentierkasten enthält zwei LEDs, eine rote und eine gelbe.
Ob die Solarzelle auch beide gleichzeitig zum Leuchten bringen kann?

So geht's

Setze deinen Aufbau zuerst einmal schwachem Licht aus – es geschieht nichts.

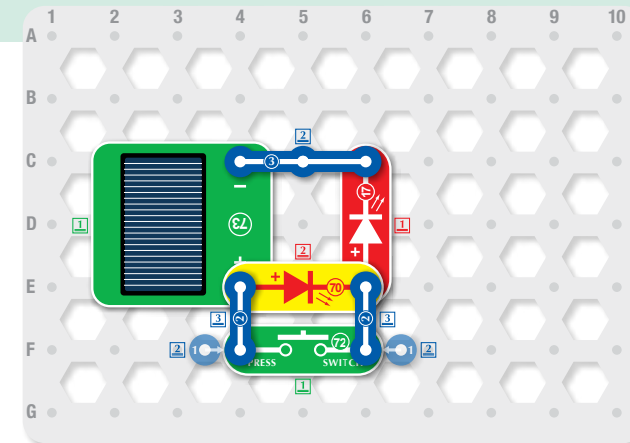
Suche nun eine stärkere Beleuchtungsquelle. Jetzt reicht die Solarzelle aus, um beide LEDs zu betreiben.

WAS PASSIERT?

— Die LEDs sind in diesem Versuch in Reihe geschaltet – der Strom fließt auf seinem Weg im Stromkreis erst durch die eine, dann durch die andere hindurch. Das erfordert natürlich mehr Kraft, als wenn nur eine einzige LED im Stromkreis wäre.

VERSUCH 12

Vergleich per Knopfdruck



Beide LEDs leuchten bei schwacher Beleuchtung der Solarzelle deutlich weniger hell, als wenn nur eine angeschlossen wäre. Wie sich die unterschiedliche Kraft des Stroms je nach Beleuchtungsstärke auswirkt, kannst du mit dieser Schaltung bequem austesten.

So geht's

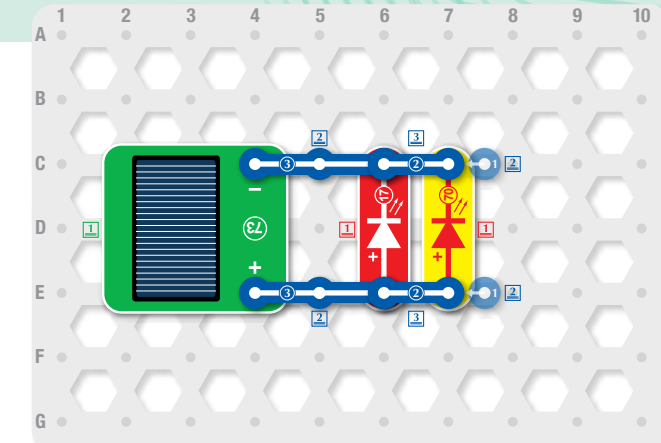
Beleuchte die Solarzelle eher schwach, aber so, dass beide LEDs leuchten. Drücke dann den Taster: Die rote LED leuchtet nun deutlich heller als zuvor.

WAS PASSIERT?

— Beim Tasterdruck überbrückst du eine LED (der Schalter selbst verbraucht keinen Strom).
Nun muss die Solarzelle nur noch eine LED speisen.

VERSUCH 13

Beide gleich versorgt



Statt in Reihe kannst du die LEDs auch so schalten, dass beide direkt mit der Solarzelle verbunden sind.

So geht's

Verwende zuerst eine schwächere Lichtquelle und steigere die Lichtstärke an der Solarzelle von dunkel zu hell: Zuerst strahlt die rote LED auf.

Was geschieht bei starkem Licht? Beide LEDs leuchten.

WAS PASSIERT?

— In einer Parallelschaltung sind alle Verbraucher gleichberechtigt.
Die gelbe LED braucht aber um einiges mehr Strom als die rote.

VERSUCH 14

Rot oder Gelb auf Schalterdruck

Auf Schalterdruck kannst du auch zwischen verschiedenen Lichtfarben wechseln.

So geht's

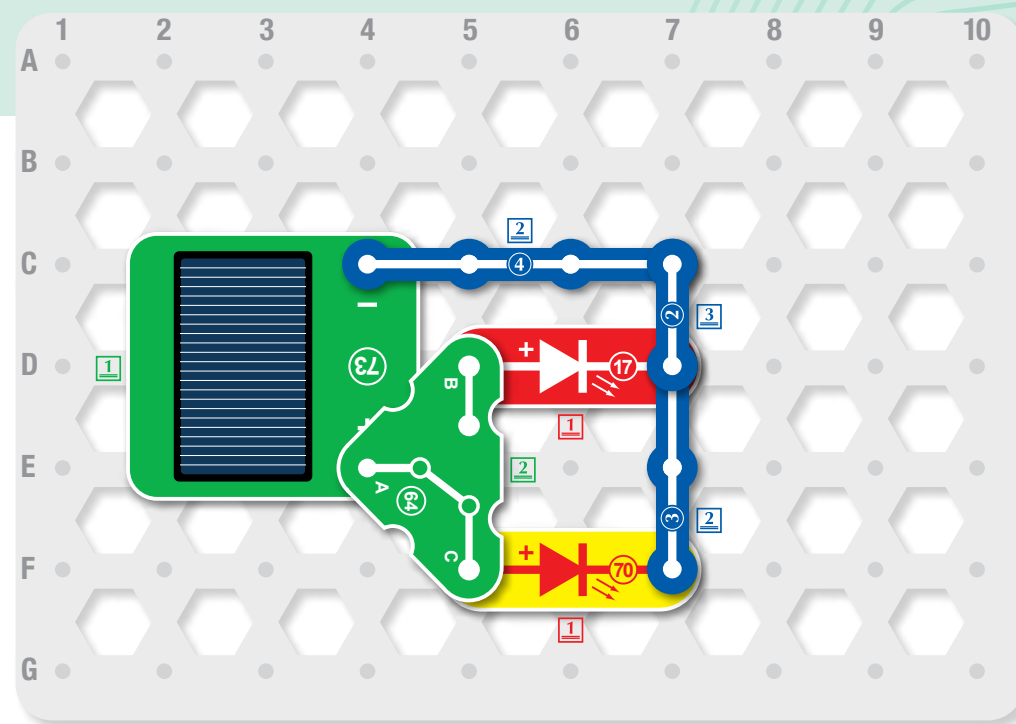
Je nach Schalterstellung leuchtet die rote oder die gelbe LED.

Verfolge den Weg des Stroms.



WAS PASSIERT?

— Der Strom fließt entweder im Schalter von A nach B und dann durch die rote LED, oder von A nach C und dann durch die gelbe LED.



PLUS- UND MINUSPOL

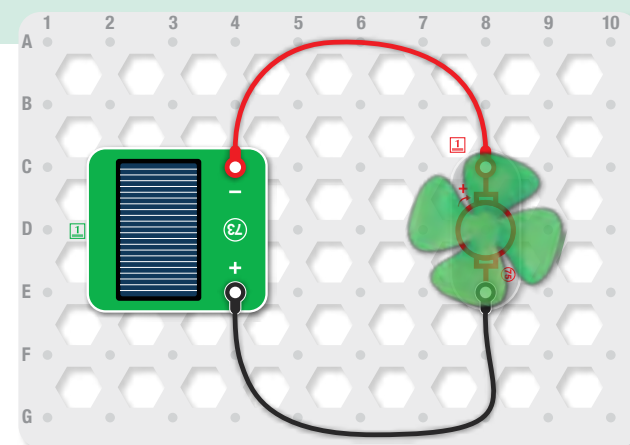
Die Solarzelle hat zwei Anschlüsse, die mit den Zeichen Plus (+) und Minus (−) bezeichnet sind.

Man nennt diese Anschlüsse auch die „Pole“. Du kannst dir vorstellen, dass der Strom aus dem Pluspol herausströmt, durch den Stromkreis fließt und am Minuspol wieder eintritt.

Auch bei einigen anderen Bauteilen (etwa Motor, Summer und LEDs) ist jeweils ein Anschluss mit dem Plus-Symbol gekennzeichnet. Denn bei diesen Bauteilen hängt die Funktion von der Stromrichtung ab.

VERSUCH 15

Wie herum fließt der Strom im Kreis?



Ist es eigentlich gleich, wie du den Motor an die Solarzelle anschließt?

So geht's

Baue den Motor ein und merke dir seine Drehrichtung (das aufgesteckte Windrad hilft dir dabei).

Vertausche die beiden Anschlüsse der Verbindungskabel am Motor.

In welche Richtung dreht er sich nun?



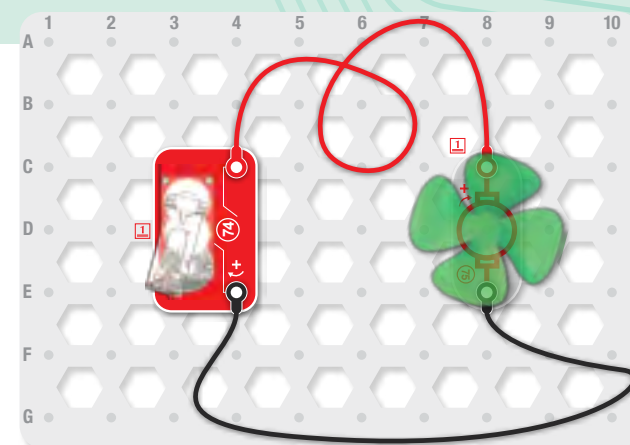
WAS PASSIERT?

— Jetzt dreht sich der Motor entgegengesetzt. Offensichtlich musst du die jeweiligen Anschlüsse genau beachten.

Denn beim Motor hängt die Drehrichtung davon ab, durch welchen Anschluss der Strom eintritt – an dem Anschluss mit dem Plus-Zeichen oder am anderen Anschluss.

VERSUCH 16

Rechts oder links herum kurbeln



Beeinflusst die Kurbelrichtung an der Handkurbel die Stromrichtung?

So geht's

Kurbele zunächst im Uhrzeigersinn. Der Motor dreht sich in eine bestimmte Richtung.

Kurbele jetzt anders herum: Sofort wechselt auch der Motor seine Drehrichtung.



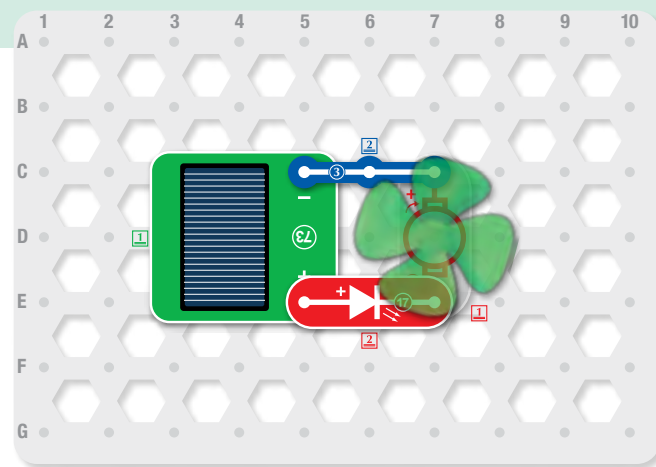
WAS PASSIERT?

— Kurbelst du im Uhrzeigersinn, wird der linke Anschluss der Handkurbel zum Pluspol, der rechte zum Minuspol.

Ein Wechseln der Kurbelrichtung vertauscht die Pole. Dadurch ändert der Strom seine Richtung, fließt also anders herum durch den Motor – dieser reagiert und wechselt seine Drehrichtung.

VERSUCH 17

Elektrische Ventile



Ist es einer LED eigentlich egal, wie herum sie eingebaut wird?

So geht's

Baue den Aufbau nach: Die LED strahlt auf, und der Motor dreht sich.

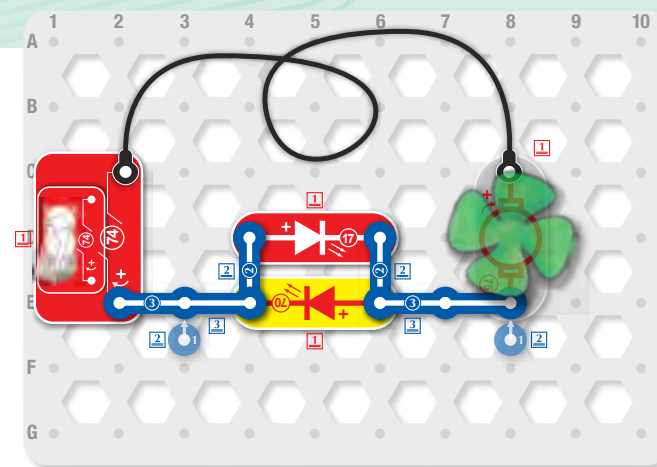
Nimm die LED heraus und setze sie anders herum wieder ein. Nun leuchtet die LED auch bei starker Helligkeit nicht, der Motor bleibt ebenfalls still.

WAS PASSIERT?

— LEDs sind elektrische Ventile. Sie lassen Strom nur in einer Richtung durch und leuchten dabei, in der anderen sperren sie – der Motor erhält keinen Strom. Du kannst die Durchlassrichtung leicht erkennen: Die Spitze des aufgedruckten dicken Pfeils muss im Stromkreis Richtung Minuspol zeigen.

VERSUCH 18

Wenigstens eine lässt den Strom durch



Mit einem Trick kannst du den Strom in einem Stromkreis in jeder Richtung fließen lassen.

So geht's

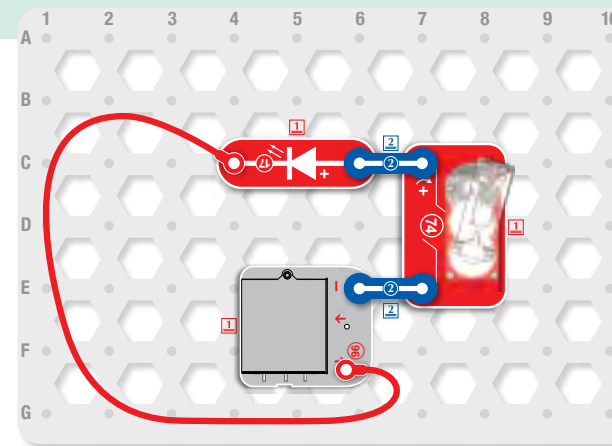
Drehe an der Kurbel mal in die eine, mal in die andere Richtung, in jedem Fall leuchtet eine der LEDs, und der Motor dreht sich.

WAS PASSIERT?

— Die LEDs sind gegensinnig parallel geschaltet. Egal wie der Strom fließt – eine LED lässt ihn immer durch und leuchtet dabei.

VERSUCH 19

Laden per Kurbel



So schön die Solarzelle als Stromquelle ist – nicht immer scheint die Sonne. Du brauchst also eine Möglichkeit, den durch erneuerbare Energiequellen erzeugten Strom zu speichern. Dazu dient das Akkumodul.

So geht's

Verbinde das Akkumodul über die rote LED mit der Handkurbel.

Achte auf die richtigen Anschlüsse, besonders am Minuspol und am Anschluss (→)!

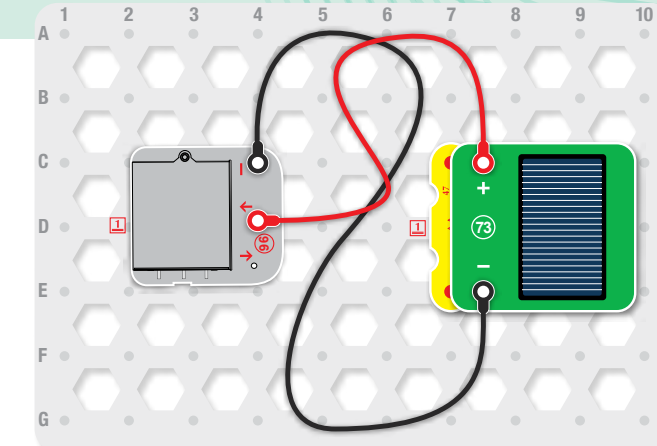
Drehe die Kurbel im Uhrzeigersinn. Die LED strahlt auf und zeigt damit, dass Strom in die Batterien hineinfließt.

WAS PASSIERT?

— Anders als übliche Batterien funktionieren deine aufladbaren Batterien in beide Richtungen: Sie können Strom aufnehmen und speichern, und sie können ihn wieder herausgeben. Solche Batterien sind zwar teurer als normale Batterien, auf Dauer aber wirtschaftlicher.

VERSUCH 20

Laden mit der Sonne



Über USB, Handkurbel, in der Sonne oder im Wind. Es gibt viele Möglichkeiten, deine Akkus aufzuladen. Hier versuchst du es mit der Solarzelle.

So geht's

Befestige die Solarzelle auf dem Ständer und stelle deinen Aufbau für einige Stunden in die volle Sonne.

Schaue ab und zu nach und drehe die Solarzelle stets der prallen Sonne zu. So können sich deine aufladbaren Batterien vollladen.

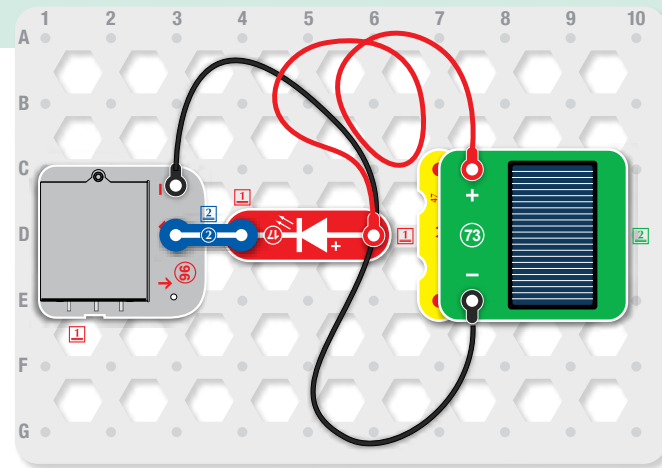
WAS PASSIERT?

— Nun haben deine Batterien so viel elektrische Energie aufgenommen, wie sie speichern können. Von Zeit zu Zeit solltest du das Akkumodul so oder mithilfe des USB-Anschlusses laden.

TIPP

MIT DEM STÄNDER KANNST DU DIE SOLARZELLE IMMER VOLL AUF DIE SONNE RICHTEN.

Laden mit Ladekontrolle



Sehen kannst du den in das Akkumodul hineinfließenden Strom nicht. Aber es gibt einen Trick, um das Laden zu kontrollieren (sofern du nicht gerade über USB lädst).

So geht's

Halte deinen Aufbau in die Sonne:
Die LED leuchtet.

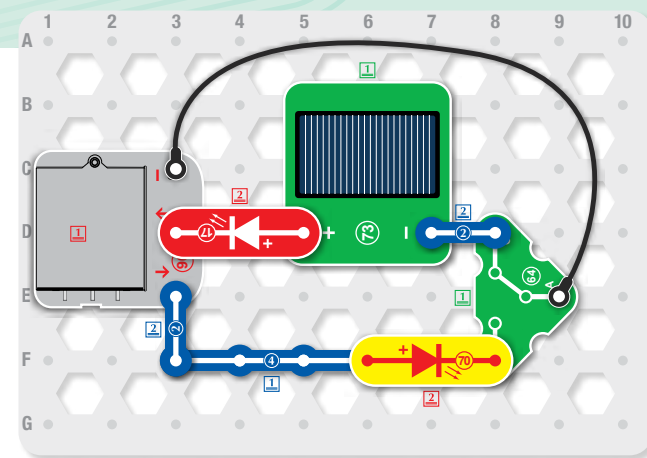
Schatte die Solarzelle ab –
die LED erlischt.



WAS PASSIERT?

— Die LED leuchtet, solange Strom in die Akkus hineinfließt.

Erfolgskontrolle



Sind die Batterien geladen? So findest du es heraus:

So geht's

Baue die Schaltung mit dem Umschalter auf.

Dieser lässt je nach Stellung die rote oder die gelbe LED aufleuchten.



WAS PASSIERT?

— Die rote LED sitzt im Lade-Stromkreis, die gelbe LED dagegen leuchtet mit Strom aus den Akkus.
So kannst du zwischen Laden (mit roter Ladekontroll-LED) oder Entladen (über die gelbe LED) umschalten und den Ladeerfolg zwischendurch kontrollieren.



Leuchtdioden

Selbst wenn du mit der Lupe in die LED schauen würdest, würdest du dort keinen Glühfaden erkennen, sondern nur einen leuchtenden Punkt. (Bitte schaue aber nie mit einer Lupe in eine leuchtende LED.)

Das ist ein künstlich hergestellter Kristall aus einem ganz bestimmten Material und mit einem ganz bestimmten inneren Aufbau.

Er hat die Eigenschaft, bei Stromfluss einen Teil der elektrischen Energie in Lichtenergie umzuwandeln.



VORTEILE DER LEDS

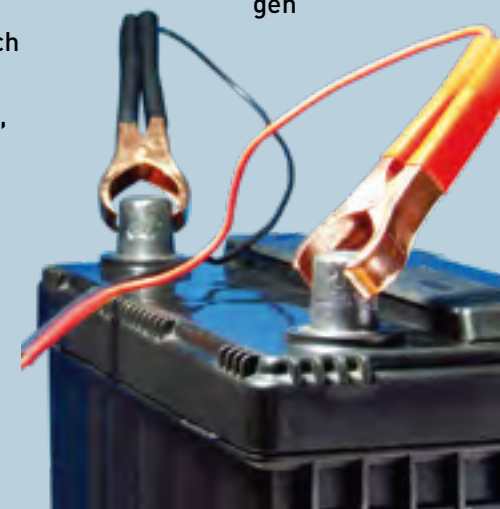
SIE HALTEN VIEL LÄNGER ALS GLÜHBIRNEN
UND SIND ZUDEM VIEL SPARSAMER
IM STROMVERBRAUCH.

Aufladbare Batterien

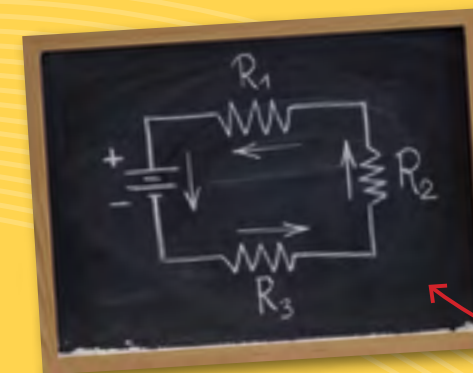
In allen Batterien finden bestimmte chemische Vorgänge statt. Laufen die Vorgänge von selbst ab, liefern sie Strom – das geschieht in ähnlicher Weise auch bei normalen Batterien.

Dort hört allerdings die Stromproduktion nach einiger Zeit auf, wenn die reagierenden chemischen Stoffe verbraucht sind, und ist auch nicht wieder anzukurbeln.

In einer aufladbaren Batterie (auch „Akkumulator“ oder kurz „Akku“ genannt) kann man dagegen die dortigen chemischen Vorgänge durch Hineinleiten von Strom rückwärts ablaufen lassen, sodass sie danach wieder Strom liefert.



Reihen- und Parallelschaltung



Du kannst Stromverbraucher auf zwei verschiedene Arten in einen Stromkreis einsetzen:

Setzt du sie in Reihe, also hintereinander, muss der gleiche Strom auf seinem Weg durch alle Verbraucher fließen. Es fließt daher durch alle Verbraucher der gleiche Strom.

Die andere Möglichkeit nennt man Parallelschaltung. Hier teilt sich der Stromfluss auf die verschiedenen Verbraucher auf.

Insgesamt fließt also mehr Strom im Stromkreis als bei der REIHENSCHALTUNG, weil sich die Einzelströme addieren.

VERSUCH 23

Zeigerausschlag zeigt Strom

Viele Dinge findet man am einfachsten durch Probieren heraus.

So geht's

Stelle den Schiebeschalter des Messgeräts ganz nach rechts (Stellung 50 mA).

Halte die Solarzelle in helles und dann in weniger helles Licht.

Die LED leuchtet entsprechend unterschiedlich hell. Und je heller sie strahlt, desto stärker schlägt auch der Zeiger aus.

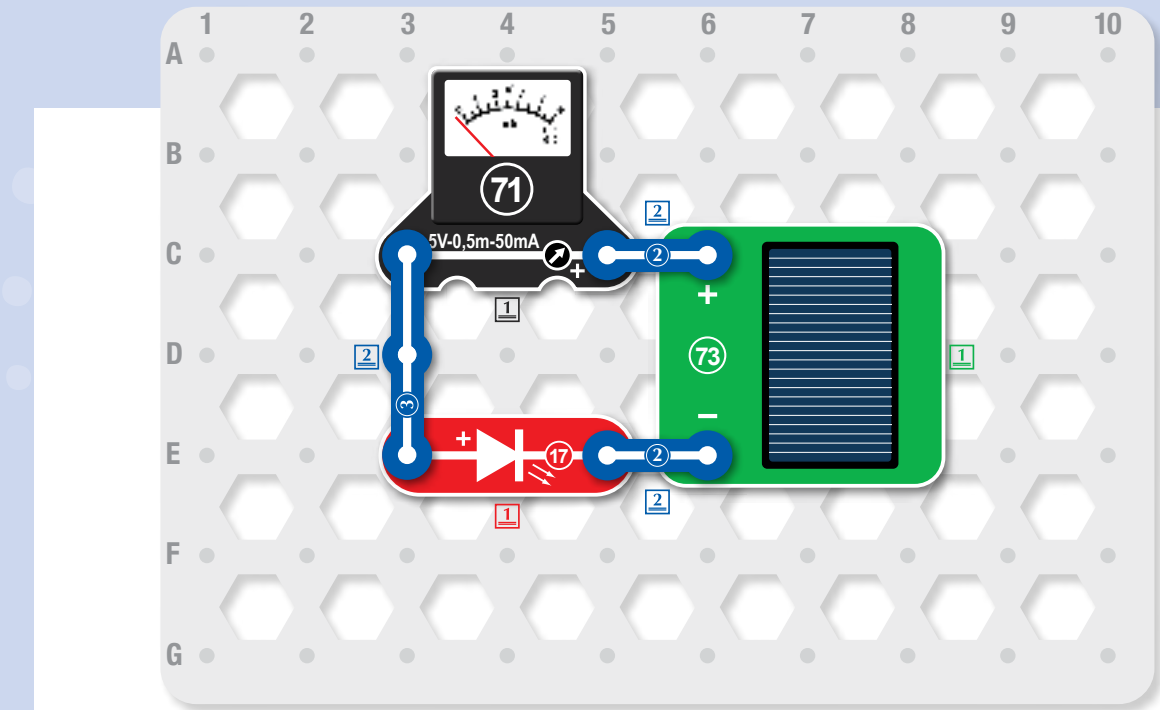


WAS PASSIERT?

— Stromstärke und Zeigerausschlag gehen Hand in Hand.
Man sagt auch, sie seien zueinander proportional:
Je stärker der fließende Strom ist, desto stärker ist der Ausschlag des Zeigers.

★ TIPP

ARBEITEST DU STATT MIT SONNENLICHT NUR MIT LAMPENLICHT, RÜHRT SICH DER ZEIGER VIELLEICHT NUR WENIG. PROBIERE DANN DIE MITTLERE STELLUNG DES SCHIEBESCHALTERS (STELLUNG 0,5 mA) – DAS MESSGERÄT IST DANN VIEL EMPFINDLICHER.
WENN DER ZEIGER ABER DEN RECHTEN ANSCHLAG ERREICHT, MUSST DU GLEICH WIEDER UMSCHALTEN, UM DAS MESSGERÄT NICHT ZU BESCHÄDIGEN!



Messung DES UNSICHTBAREN

Strom kann man nicht sehen, man kann nur seine Wirkungen erkennen.

Mit deinem Messgerät kannst du jedoch seine genaue Stärke leicht feststellen. Probiere es gleich einmal aus.



VERSUCH 24

Auch durch den Motor fließt Strom

Und den kannst du ebenfalls messen.

So geht's

Baue die Schaltung mit den beiden Verbindungskabeln auf.

Der Zeiger schlägt aus, wenn sich Motor und Windrad drehen – je stärker er ausschlägt, desto schneller dreht sich der Motor.

WAS PASSIERT?

— Auch hier zeigt das Gerät den jeweils fließenden Strom an.

STICHWORT

STROMSTÄRKE

Bei einem Wasserlauf kannst du messen, wie viele Liter Wasser pro Sekunde durchs Rohr fließen.

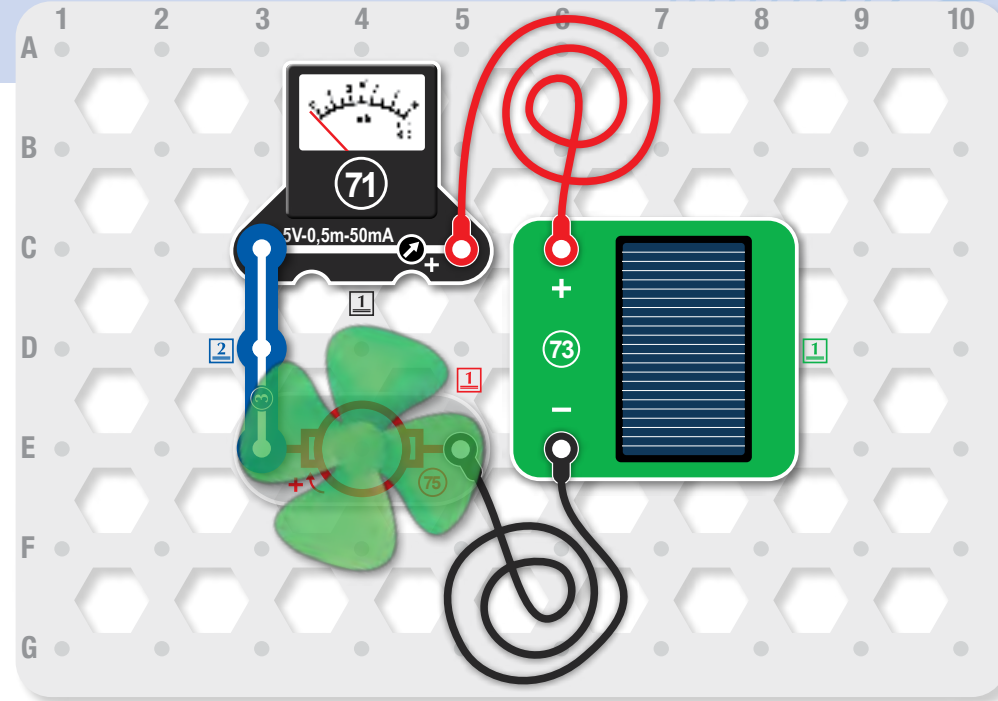
Eine ähnliche Messgröße für den elektrischen Strom ist die Stromstärke. Je höher sie ist, desto stärker ist der gerade fließende Strom.

Man misst die Stromstärke in Ampere. In unserem Kasten nutzt du eine kleinere Einheit, das Milliampere (abgekürzt mA): 1000 mA sind 1 Ampere.

Wenn du am Messgerät den Schiebescalter ganz nach rechts stellst,

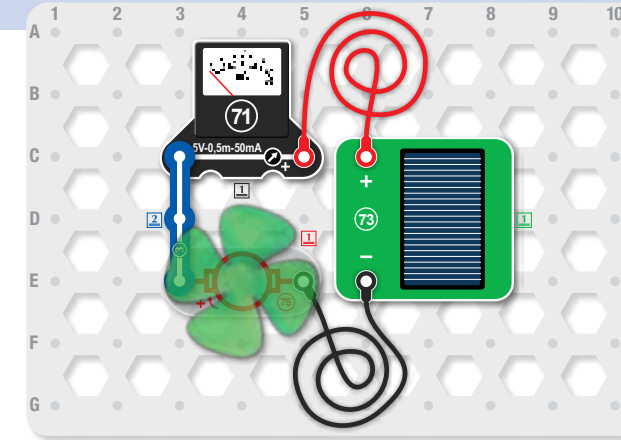
schlägt der Zeiger bei genau 50 mA voll aus.

In der mittleren Stellung reichen für Vollausschlag sogar schon 0,5 mA – das Gerät ist dann also 100-mal empfindlicher.



VERSUCH 25

Wechselnde Stromrichtung



Ob das Messgerät auch die Stromrichtung feststellen kann?

So geht's

Wiederhole Versuch 24 und merke dir die Drehrichtung des Motors.

Vertausche die Anschlüsse an der Solarzelle. Der Motor dreht sich andersherum, und der Zeiger schlägt in die andere Richtung aus. Allerdings nur ein Stück, weil er dann am Anschlag ist.

Schließe nun auch das Messgerät andersherum an – jetzt zeigt es die Stromstärke wieder richtig an.

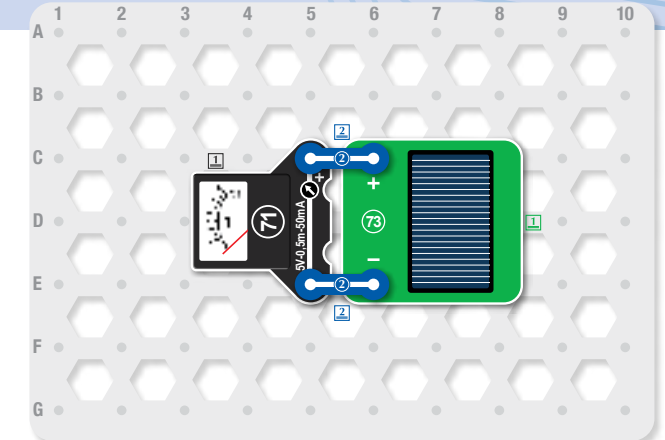
WAS PASSIERT?

— Das Gerät reagiert deutlich auf die Stromrichtung.

Du musst also beim Anschluss des Messgeräts auf die Stromrichtung achten oder bei falschem Zeigerausschlag die Anschlüsse am Gerät vertauschen.

VERSUCH 26

Druck auf der Leitung



Mit dem Messgerät kannst du nicht nur die Stärke des jeweils fließenden Stroms ermitteln, sondern auch die Spannung, also die Kraft, mit der die Stromquelle ihn in den Stromkreis „drückt“.

So geht's

Schiebe den Schalter am Messgerät ganz nach links. Verbinde Messgerät und Solarzelle. Jetzt misst das Gerät die elektrische Spannung. Bei Sonnenschein wird die Nadel ganz am rechten Anschlag liegen, bei schwächerer Beleuchtung aber im Messbereich.

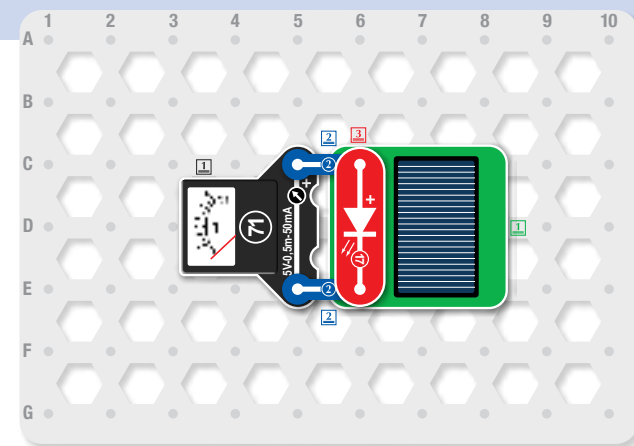
WAS PASSIERT?

— Eine Stromquelle, z.B. Solarzelle oder Batterie, sorgt für Überdruck an ihrem Pluspol. Am Minuspol herrscht dagegen Unterdruck.

Den Druckunterschied nennt man elektrische Spannung und man misst diese in der Einheit Volt. Dein Messgerät zeigt maximal 5 Volt an, wenn du den Schiebescalter ganz nach links stellst.

VERSUCH 27

Solarzelle unter Last



Ob die Solarzelle ihre Spannung auch dann beibehält, wenn sie arbeiten muss, also etwa Strom durch die LED schickt?

So geht's

Lies zunächst die Spannung ab.

Klipse dann bei konstanter Beleuchtung die rote LED auf die Solarzelle.

Die Anzeige sinkt auf einen niedrigeren Wert, maximal 2,5 Volt.



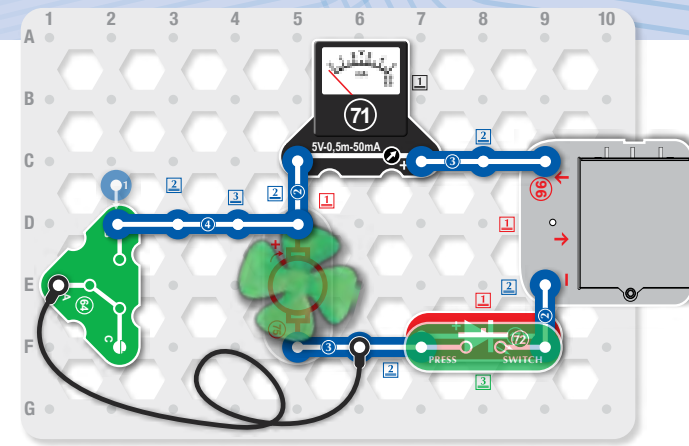
WAS PASSIERT?

— Eine Stromquelle kann nicht beliebig starken Strom liefern.

Wird sie zu stark belastet, etwa durch zu viele Verbraucher, sinkt die abgegebene Spannung.

VERSUCH 28

Kampf gegen Widerstände



Wie hängt die Stromstärke von Zahl und Art der Verbraucher ab? Miss es nach! Doch zuvor solltest du deine Batterien voll aufladen (Versuche 19 bis 22, oder über USB). Sie liefert dann etwa 3 Volt.

So geht's

Schalte das Messgerät auf 50 mA. Wenn LED und Motor eingeschaltet sind, fließt ein Strom von etwa 3 mA. Überbrücke mit dem Taster die LED: Es fließen etwa 5 mA, der Motor läuft viel schneller. Schalte am Umschalter den schwarzen Schieber Richtung

Messgerät: Du überbrückst den Motor – die LED strahlt gleich viel heller, es fließen rund 30 mA. Überbrücke (nur für eine Sekunde!) beide Verbraucher: Die Nadel schlägt rechts an, da viel mehr Strom als 50 mA fließt.



WAS PASSIERT?

— Wenn du einen der Verbraucher überbrückst, steigt die Stromstärke. Jeder der hintereinander geschalteten Verbraucher vermindert die Stromstärke im Stromkreis.

VERSUCH 29

Widerstand gegen Stromfluss

Nicht nur Verbraucher sind Widerstände – es gibt zum Einsatz in elektronischen Schaltungen auch Widerstände mit genau festgelegten Werten als Bauteile. Zwei davon sind im Fuß des Ständers eingebaut.

So geht's

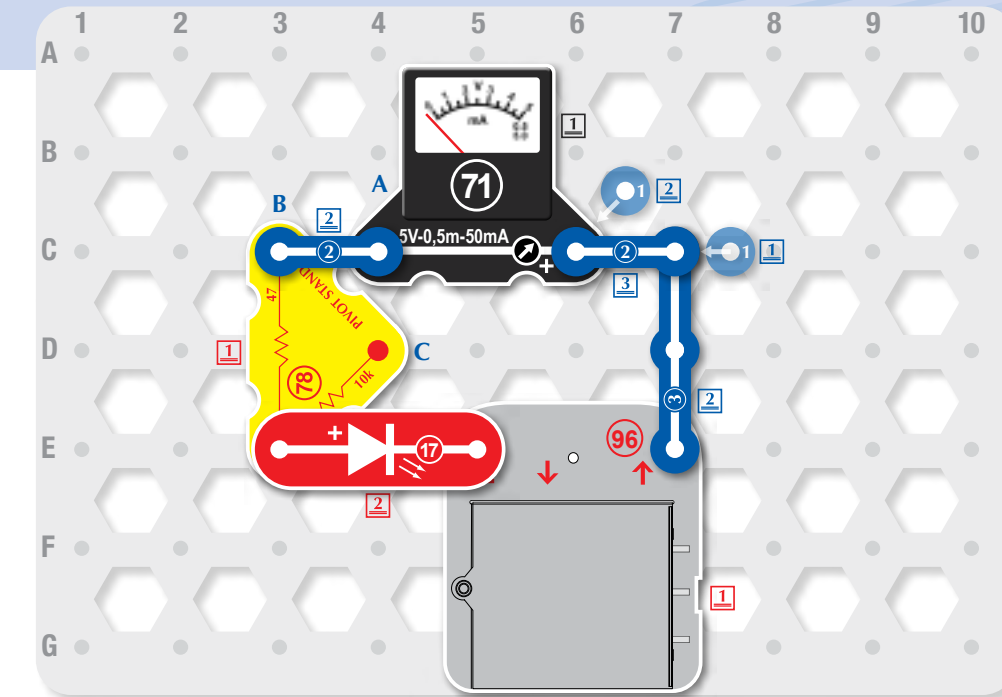
Klicke die Zweier-Leitleiste zuerst zwischen die Punkte A und B. Miss die Stromstärke und prüfe die Helligkeit der LED.

Verbinde mit der Leiste jetzt die Punkte A und C. Miss auch hier die Stromstärke und überprüfe die Helligkeit der LED.

Notiere dir die Werte und merke dir, wann die LED schwächer leuchtet.



TIPP
IST DER ZEIGERAUSSCHLAG ZU GERING,
SCHALTE DEN UMSCHALTER
AM MESSGERÄT AUF MITTELSTELLUNG.



WAS PASSIERT?

— Durch Umstecken der Zweier-Leitleiste am Ständerfuß konntest du mal den einen, mal den anderen Widerstand in den Stromkreis einschalten. Entlang der längeren Fußseite des Ständerfußes (Leitleiste zwischen A und B) liegt ein Widerstand von 47 Ohm. Ist er eingesetzt, fließen rund 14 mA, und die LED strahlt hell. Der Widerstand in der kürzeren Fußseite (Leitleiste zwischen A und C) hat dagegen mit 10 000 Ohm (10 Kiloohm) einen weit höheren Wert. Liegt er im Stromkreis, fließen nur 0,15 mA, und die LED glimmt nur schwach.

STICHWORT WIDERSTÄNDE

Jeder Verbraucher setzt dem Stromfluss einen bestimmten Widerstand entgegen, der ihn hemmt und damit die Stromstärke im Stromkreis vermindert.

Wie groß dieser elektrische Widerstand ist, hängt vom Verbraucher ab.

Man misst den elektrischen Widerstand in der Einheit Ohm (Ω). Je höher die Ohmzahl, desto größer der Widerstand. Größere Widerstände werden in Kiloohm ($k\Omega$) angegeben – 1 Kiloohm entspricht 1000 Ohm.

VERSUCH 30

Widerstände werden gemessen

Im vorigen Versuch bedeutete die LED als Verbraucher für den Strom einen Zusatzwiderstand. Du kannst die Widerstände im Fuß aber auch direkt messen.

So geht's

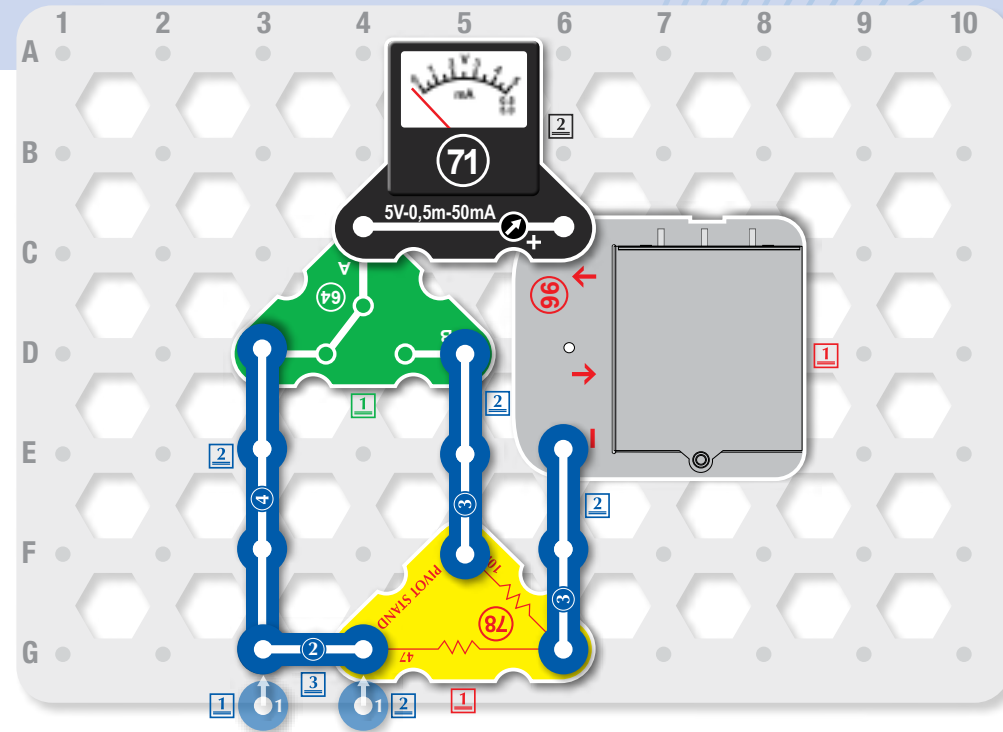
Schalte das Messgerät zunächst auf 50 mA und den Umschalter auf A-C. Es fließt ein Strom von etwa 50 mA.

Schalte den Umschalter nun auf A-B. Das Messgerät zeigt nichts an, erst wenn du es auf 0,5 mA stellst (mittlere Stellung des Schiebeschalters), gibt es etwa 0,3 mA an. Verfolge den Weg des Stroms.

WAS PASSIERT?

— Die Stromstärke hängt bei konstanter Spannung vom Gesamtwiderstand im Stromkreis ab – je größer er ist, desto weniger Strom fließt.

Wie viel jeweils fließt, kann man mit dem Ohmschen Gesetz leicht ausrechnen.



STICHWORT

OHMS GESETZ

Das Ohmsche Gesetz klärt den Zusammenhang zwischen der Spannung (U), dem Widerstand (R) und der Stromstärke (I) in einem Stromkreis.

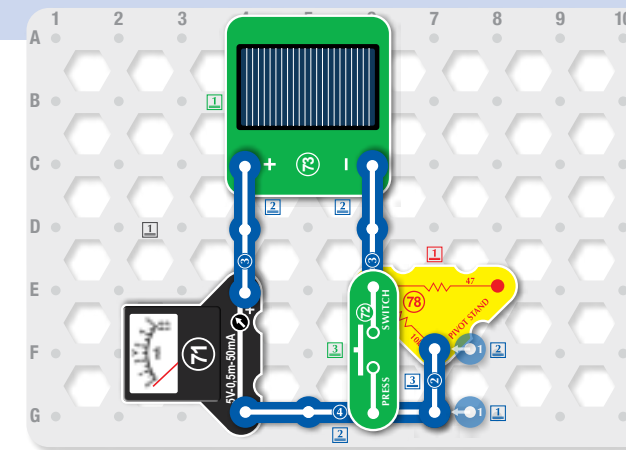
Es lautet $I = U/R$, auch geschrieben als $R = U/I$. Damit kann man bei bekannter Spannung und Widerstand die Stromstärke berechnen, oder

auch aus Spannung und Stromstärke den Widerstand im Stromkreis.

In deinem Fall etwa 3 Volt geteilt durch 0,0003 A (= 0,3 mA) ergibt 10 000 Ohm. Eigentlich sollten mit dem 47-Ohm-Widerstand etwa 60 mA fließen, aber durch die Belastung geht die Spannung der Batterien etwas zurück.

VERSUCH 31

Erweiterter Spannungsmessbereich



Die Widerstände im Ständerfuß kannst du nutzen, um den Messbereich deines Messgeräts zu erweitern. Probiere zunächst den 10 000-Ohm-Widerstand für Spannungsmessungen.

So geht's

Schalte das Messgerät in die 5-Volt-Stellung. Lege die Solarzelle in helles Sonnenlicht, drücke den Taster und lies die Spannung ab. Lass den Taster los. Nun sinkt die Spannungsanzeige etwa auf den halben Wert.

WAS PASSIERT?

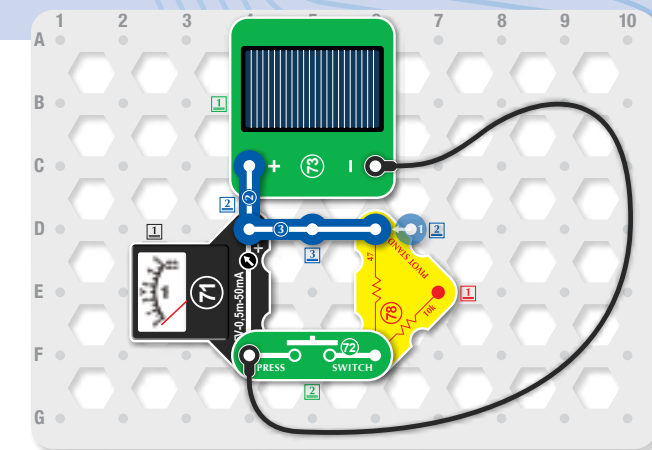
— Der Taster überbrückt zum Vergleich den 10.000-Ohm-Widerstand.

Lässt du ihn los, liegt er in Reihe mit dem Messgerät und verringert dessen Empfindlichkeit auf die Hälfte – jetzt schlägt es erst bei 10 Volt voll aus.

In käuflichen Vielfachmessgeräten wird dieser Effekt genutzt.

VERSUCH 32

Erweiterter Stromstärkemessbereich



Auch der Strommessbereich in Mittelstellung des Schiebeschalters lässt sich erweitern.

So geht's

Schalte das Messgerät auf Stellung 0,5 mA (Mittelstellung des Schiebeschalters). Beleuchte die Solarzelle nur gering (sonst fließt zu viel Strom). Lies die Anzeige des Messgeräts ab – zunächst ohne zugeschalteten Widerstand und dann bei gedrücktem Taster, also mit Widerstand.

WAS PASSIERT?

— Durch Drücken des Tasters schaltest du den 47-Ohm-Widerstand parallel zum Messgerät.

Der Strom fließt jetzt zu 90 Prozent durch den Widerstand und nur noch zu einem Zehntel durch das Messgerät.

Die Folge: Die Empfindlichkeit verringert sich auf ein Zehntel – es schlägt erst bei 5 mA Stromstärke voll aus statt bei 0,5 mA.

VERSUCH 33

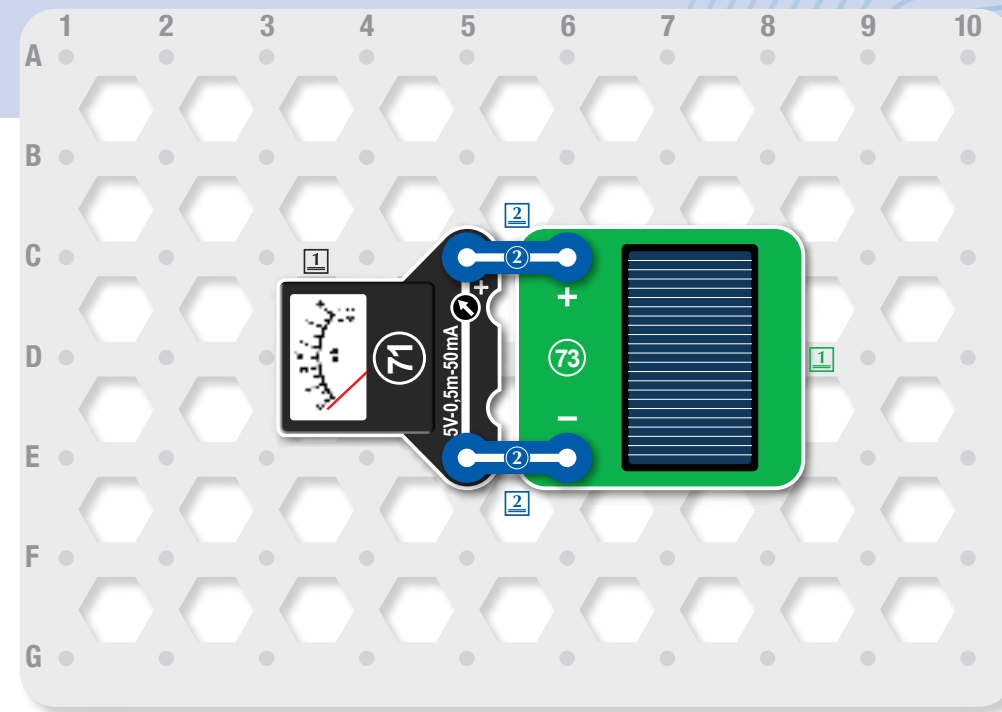
Stromstärke ohne Verbraucher

Wie viel Strom könnte die Solarzelle eigentlich maximal liefern?

So geht's

Schalte das Messgerät auf 50 mA.

Verbinde es direkt mit der Solarzelle. In voller Sonne liefert sie etwa 25 mA, also schlägt das Messgerät halb aus.



WICHTIG! Mit dem Akkumodul darfst du diesen Versuch nicht ausprobieren – die Stromstärke übersteigt deutlich den Messbereich deines Messgeräts.

WAS PASSIERT?

— Du misst in diesem Versuch den sogenannten Kurzschlussstrom – den Strom, der fließt, wenn kein Stromverbraucher vorhanden ist.

Er ist also der Strom mit der aktuell größtmöglichen Stromstärke.

STICHWORT

INNENWIDERSTAND

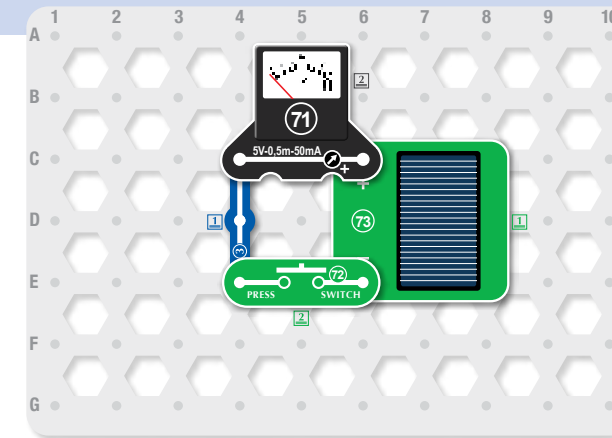
Warum fließt bei Kurzschluss eigentlich nicht beliebig viel Strom? Weil jede Stromquelle von Haus aus einen sogenannten Innenwiderstand hat.

Man kann sich das so vorstellen, als ob in der Stromquelle ein eigentlicher, konstanter Stromerzeuger sitzt, mit dem ein Widerstand in Reihe

geschaltet ist. Bei Kurzschluss begrenzt der Innenwiderstand den fließenden Strom. Der Innenwiderstand der Solarzelle ist deutlich höher als der Innenwiderstand der Akkus, daher ist der Kurzschlussstrom der Solarzelle geringer als der der Batterien.

VERSUCH 34

Die Solarzelle offenbart ihren Innenwiderstand



Wie hoch ist etwa der Innenwiderstand der Solarzelle? Mit dem Ohmschen Gesetz kannst du ihn leicht ermitteln.

So geht's

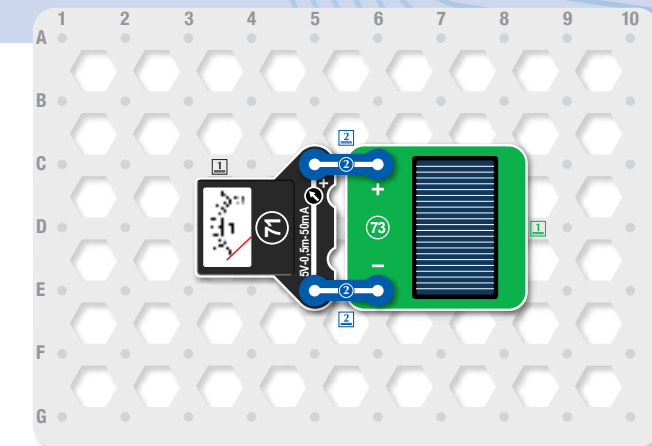
Schalte das Messgerät auf den 5-Volt-Bereich und miss durch Drücken des Tasters die Leerlaufspannung. Falls der Zeiger rechts anschlägt, reduziere die Beleuchtung der Zelle, bis er genau 5 Volt anzeigt. Schalte nun um in den 50-mA-Bereich und drücke erneut den Taster. Es zeigt jetzt den Kurzschlussstrom. Lies ihn ab.

WAS PASSIERT?

— Du kennst jetzt die Leerlaufspannung U und den Strom I bei Kurzschluss. Nach $R = U/I$ kannst du den Innenwiderstand R ausrechnen. Liest du 20 mA ab, müsstest du 5 Volt durch 0,02 A ($= 20$ mA) teilen. Das ergibt etwa 250 Ohm. Bei den Akkus liegt R bei weniger als 1 Ohm, daher ist hier ein Kurzschluss besonders gefährlich: Bei 3 Volt würden kurzzeitig mehrere Ampere fließen, weit mehr als das Messgerät verträgt.

VERSUCH 35

Empfindlicher Helligkeitsmesser



Dein Messgerät kannst du zusammen mit der Solarzelle auch zum Messen der Helligkeit nutzen.

So geht's

Schalte das Messgerät auf die Mittelstellung (0,5 mA). Je nach Helligkeit schlägt der Zeiger mehr oder weniger weit aus. So kannst du auch geringe Helligkeiten vergleichen.

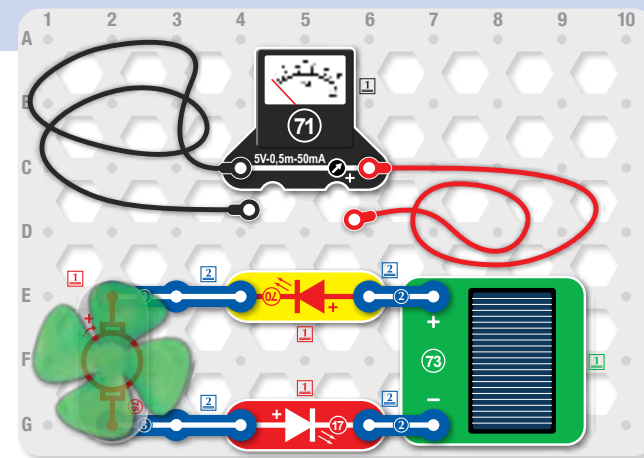
Ist es zu hell, wechsele auf die rechte Schalterstellung (50 mA).

WAS PASSIERT?

— Mit dem Messgerät kannst du den von der Solarzelle gelieferten Strom messen. Er hängt bei konstantem Widerstand im Stromkreis nur von der Helligkeit ab.

Helligkeitsmessgeräte nutzt man z.B. in Kameras, um die Belichtungszeit zu bestimmen.

Überall gleich



Ist eigentlich die Stromstärke in jedem Teil eines Stromkreises die gleiche?

So geht's

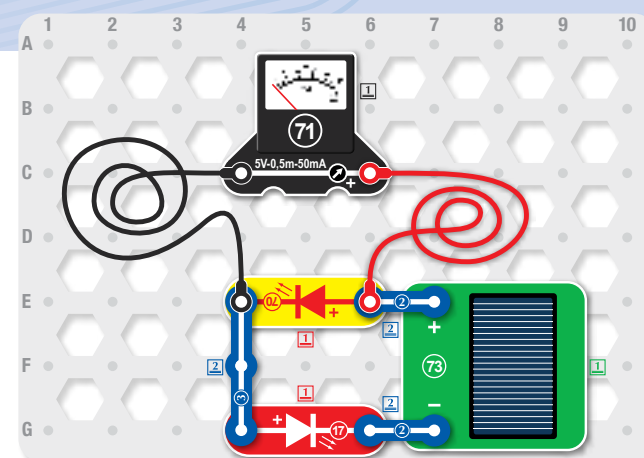
Beleuchte die Solarzelle mit konstanter und großer Helligkeit. Nimm nun nacheinander jeweils eine Leitbleite heraus und schalte das mit den Verbindungskabeln ausgerüstete Messgerät stattdessen in den Stromkreis (Stellung 50 mA). So kannst du nach und nach die Stromstärke an jeder Stelle des Stromkreises messen.



WAS PASSIERT?

— Egal wo du misst: Die Stromstärke ist in jedem Teil eines unverzweigten Stromkreises gleich. Das ist eine wichtige Erkenntnis der Elektrotechnik. Mit ihrer Hilfe kann man leicht andere elektrische Werte in einem Stromkreis, etwa Widerstände von Verbrauchern, bestimmen.

Spannungen zum Addieren



Ob auch die Spannung überall im Stromkreis gleich ist?

So geht's

Schließe eine LED mit den Verbindungskabeln parallel ans Messgerät (5-Volt-Bereich) an. Miss die Spannung und merke dir den Wert. Vergleiche sie mit der Spannung an der zweiten LED und an der Solarzelle.



TIPP

WENN DER ZEIGER NACH LINKS ZUCKT, STATT NACH RECHTS AUSZUSCHLAGEN, MUSST DU DIE ANSCHLÜSSE AM MESSGERÄT VERTAUSCHEN.



WAS PASSIERT?

— Die beiden LEDs teilen sich die Gesamtspannung an der Solarzelle auf, wobei das Teilungsverhältnis etwas von der Gesamtspannung abhängt. Die Addition beider Spannungen ergibt stets die Gesamtspannung. In Reihe geschaltete Verbraucher teilen sich die Spannung der Stromquelle also untereinander auf. Auch dies ist ein wichtiges Gesetz der Elektrotechnik.



NACHGEHAKT

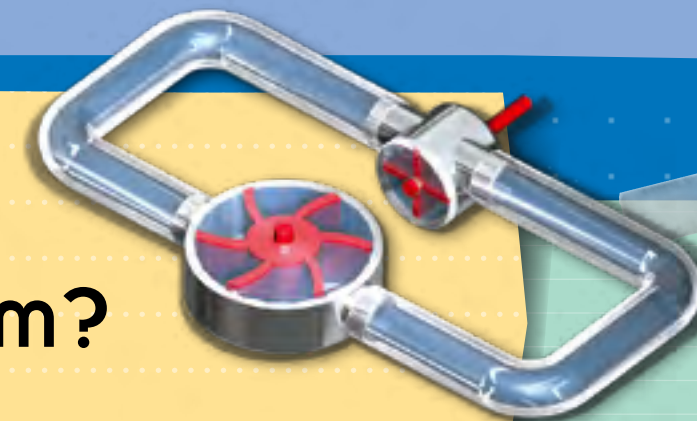
Was ist eigentlich Strom?

Er ist eine STRÖMUNG VON ELEKTRONEN. Das sind die kleinsten Bausteine der Elektrizität. Es gibt Unmengen davon, denn alle Atome enthalten Elektronen.

Normalerweise sind diese Elektronen fest an ihr Atom gebunden. Bei manchen Stoffen, vor allem Metallen, aber können sich die Elektronen lösen und schwirren dann frei zwischen den Atomen herum.

Du kannst dir die Elektronen in einem Draht wie Wasser in einem Rohr vorstellen. Wenn das Wasser irgendwo durch eine Pumpe in Bewegung gesetzt wird, strömt es durchs Rohr. Diese Wasserströmung kann nun an anderer Stelle z.B. ein kleines Wasserrad in Drehung versetzen.

Auch für die Elektrizität gibt es so etwas wie Pumpen, Solarzellen z.B. oder Batterien. Sie können die Elektronen in den Drähten in Strömung versetzen – das nennt man dann einen ELEKTRISCHEN STROM. Und dieser Strom kann dann wiederum eine LED aufleuchten lassen oder einen Motor drehen.



Berühmte Köpfe der Elektrizität



Elektrizität ist heute aus unserem Alltag gar nicht mehr wegzu-denken. Dabei begann sie erst vor etwa 200 Jahren mit Erfindung der Batterie.

Nach deren Erfinder, dem italienischen Physiker **Alessandro Volta** (1745-1827), wurde die Bezeichnung der elektrischen Spannung geprägt: Sie wird in Volt gemessen. Dein Akkumodul liefert maximal 3,6 Volt, eine Autobatterie bringt es auf 12 Volt, und der Steckdosenstrom hat sogar 230 Volt – wegen dieser hohen Spannung ist er so gefährlich!

Die Maßeinheit der Stromstärke ist das **Ampere**. Auch sie geht auf einen Pionier der Elektrizität zurück, den französischen Physiker **André-Marie Ampère** (1775-1836). Eine Haushalts-sicherung spricht üblicherweise an, wenn der Strom stärker als 16 Ampere ist. In einem Blitz können kurzzeitig sogar einige hunderttausend Ampere fließen.

Und die seltsame Bezeichnung Ohm für den elektrischen Widerstand wurde zu Ehren des Physikers **Georg Simon Ohm** (1789-1854) geprägt. Er untersuchte als erster den mathematischen Zusammenhang von Spannung und Stromstärke in einem Stromkreis.



Energie AUS DER SONNE

In den vorherigen Versuchen hast du vor allem die Solarzelle als Stromquelle genutzt.

Jetzt ist es höchste Zeit, einmal ihre Eigenschaften genauer zu untersuchen: Wie hängt beispielsweise ihre Energieleistung von der Helligkeit ab?

In den nun folgenden zehn Versuchen benutzt du immer die gleiche Schaltung. Nur die Art der Beleuchtung wechselt.



VERSUCH 38

In vollem Sonnenschein

Zunächst soll die Solarzelle zeigen, was sie bei voller Beleuchtung mit Sonnenschein leisten kann.

So geht's

Baue die erste Schaltung nach Bauplan 1 auf und stelle sie direkt in die volle Sonne.

Miss die Spannung (Messgerät in 5-Volt-Einstellung).

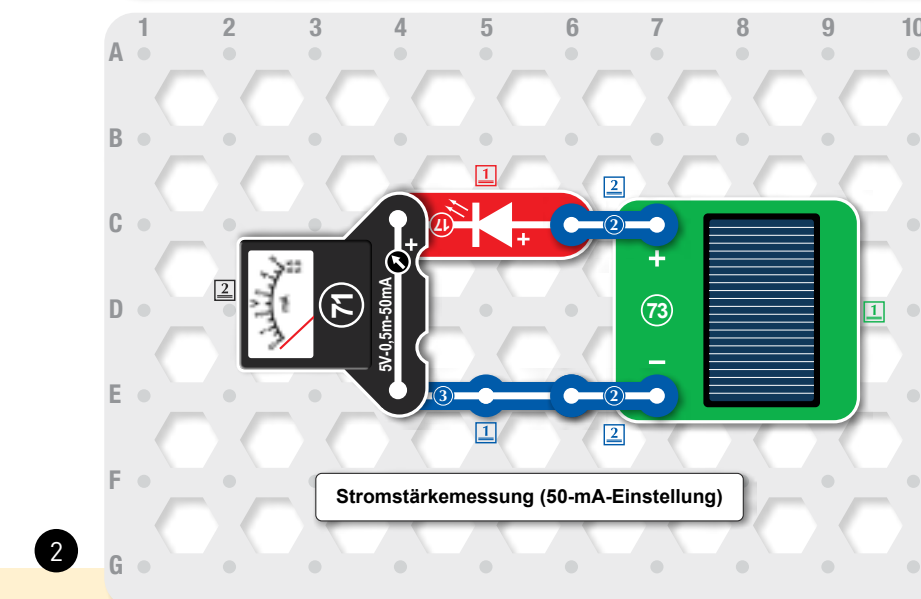
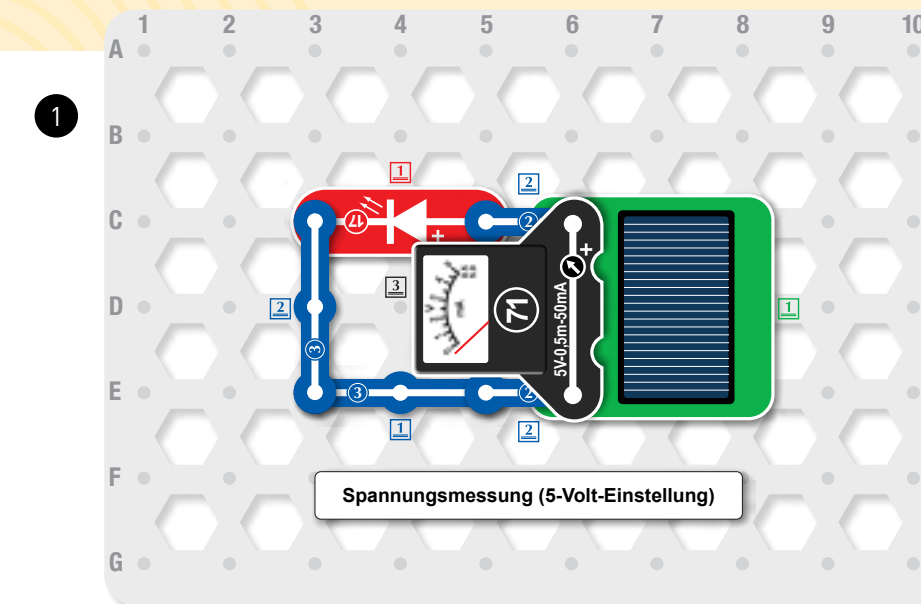
Mit der Schaltung nach Bauplan 2 misst du die Stromstärke (50-mA-Einstellung) durch die LED.

Notiere dir beide Werte zum Vergleich.



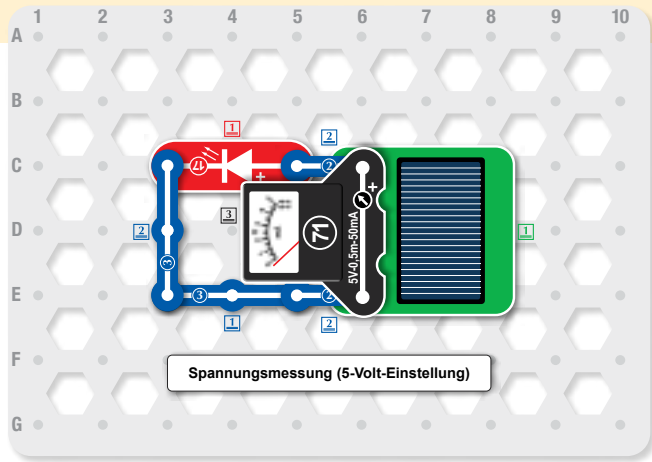
WAS PASSIERT?

— Die Solarzelle muss ihren Strom durch das Messgerät und die rote LED schicken und so ihre jeweilige Spannung und mögliche Stromstärke zeigen.



VERSUCH 39

Wolken ziehen auf



Nicht immer herrscht voller Sonnenschein. Was geschieht, wenn sich helle oder dunklere Wolken vor die Sonne schieben?

So geht's

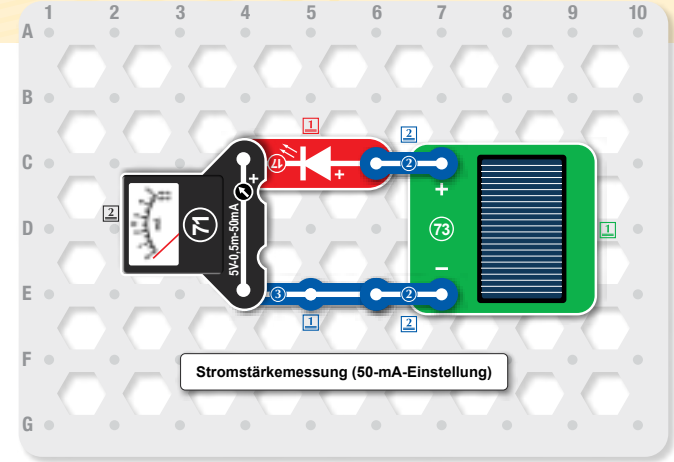
Baue wieder beide Schaltungen aus dem vorigen Versuch auf und miss nacheinander Spannung und Stromstärke, wenn sich gerade eine Wolke vor die Sonne schiebt.

Verfolge das Absinken der Stromstärke mit dem Vorrücken der Wolke.

WAS PASSIERT?
— Mit dem Abnehmen der Helligkeit sinkt die Spannung der Solarzelle leicht, die Stromstärke aber deutlich ab. Dadurch geht auch die Gesamtleistung der Zelle zurück. Immerhin glimmt die LED noch, auch wenn der Himmel mit hellen Wolken bedeckt ist.

VERSUCH 40

Es regnet



Der Himmel ist grau, von der Sonne nichts zu ahnen. Was macht die Zelle jetzt?

So geht's

Versuche, bei schlechtem Wetter zu messen. Um die Spannung zu messen, verwendest du die Schaltung aus Versuch 39.

Vermutlich schlägt der Zeiger gar nicht aus.

WAS PASSIERT?
— Bei geringer Beleuchtung bringen Solarzellen weder Spannung noch Stromstärke in den Stromkreis. Ohne Sonne tut sich bei Solarzellen nicht viel.

VERSUCH 41

Teilweise Verdunkelung

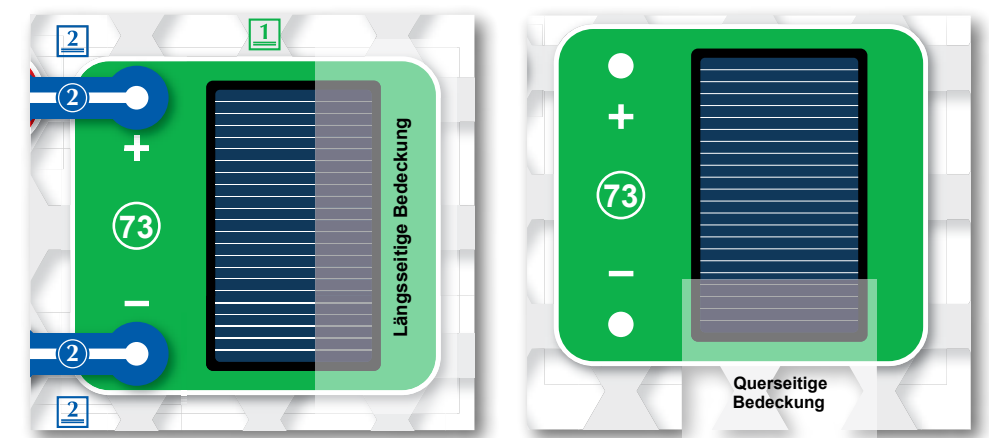
Braucht man eigentlich die ganze Fläche der Zelle, oder reicht auch weniger?

So geht's

Bedecke die Solarzelle von der Längsseite her nach und nach mit schwarzem Papier oder Pappe. Wie reagieren Spannung und Stromstärke? Wiederhole den Vorgang von der Schmalseite her.

Benutze die Baupläne der Versuche 39 und 40 zum Messen der Stromstärke und der Spannung.

WAS PASSIERT?
— Bei längsseitiger Bedeckung nimmt die Stromstärke rasch ab, die Spannung etwas langsamer. Anders bei querseitiger Bedeckung: Jetzt brechen beide Werte sofort zusammen, weil die Solarzellenteile, die kein Licht bekommen, auch keinen Strom durchlassen.



Im Lauf der Sonne

Die Sonne zieht im Verlauf eines Tages über den Himmel und scheint daher aus wechselnden Winkeln auf eine Solarzelle, die z.B. auf dem Dach fest sitzt. Wie wirkt sich das aus?

So geht's

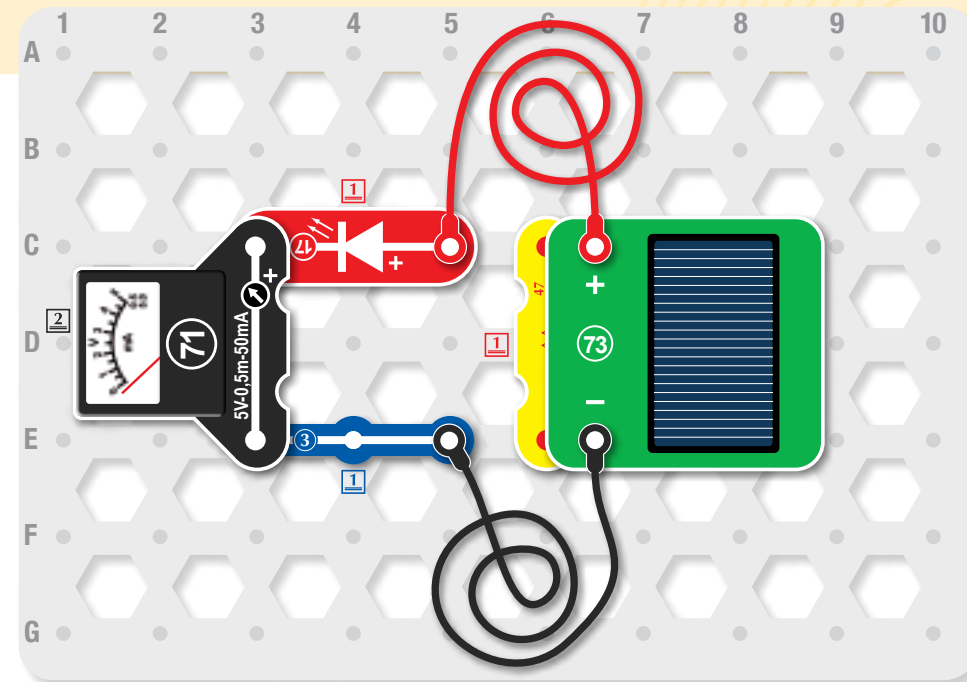
Ständere deine Solarzelle auf und ersetze beide Zweier-Leitleisten durch Verbindungskabel.

Die Messung kannst du auf zwei Arten ausführen: Entweder drehst du die Zelle mittels der Gelenke am Ständer gezielt von der Sonne weg – oder du lässt sie fest eingestellt und notierst dir den ganzen sonnigen Tag über etwa jede Stunde die Messwerte.

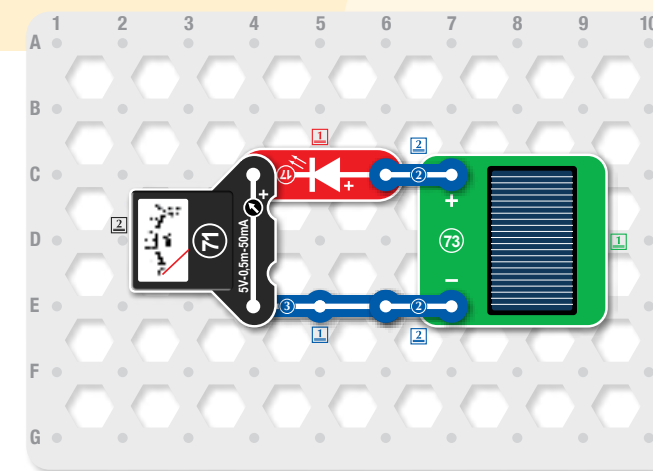


WAS PASSIERT?

— Die Zellenleistung bleibt tagsüber relativ hoch, ist morgens und abends bei niedrigem Sonnenstand aber deutlich geringer.



Spiegeltricks



Statt die Solarzelle zu bewegen, könnte man das Sonnenlicht auch mit einem Spiegel auf sie richten. Ob das funktioniert?

So geht's

Stelle das Messgerät auf 50 mA.

Vergleiche nun die Leistung bei Direktbestrahlung und mit gespiegeltem Sonnenlicht (z.B. mit einem Handspiegel).

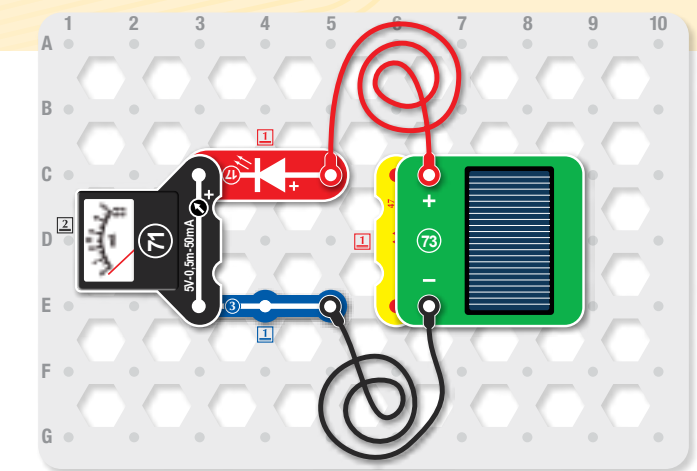
Achte aber darauf, dass das Licht unter etwa gleichem Winkel auf die Zelle fällt.



WAS PASSIERT?

— Bei einem guten Spiegel bleibt die Leistung der Zelle etwa gleich. Tatsächlich werden in manchen Groß-Solarkraftwerken Spiegel genutzt, um die Sonnenstrahlung aufzufangen.

Konzentriertes Licht



Manche Solarkraftwerke nutzen Hohlspiegel zum Bündeln und Konzentrieren der Sonnenstrahlung. Probiere, wie das geht.

So geht's

Ein Hohlspiegel in Form eines Rasierspiegels ist im Supermarkt billig zu haben. Er bündelt das Sonnenlicht zu einem hellen Fleck.

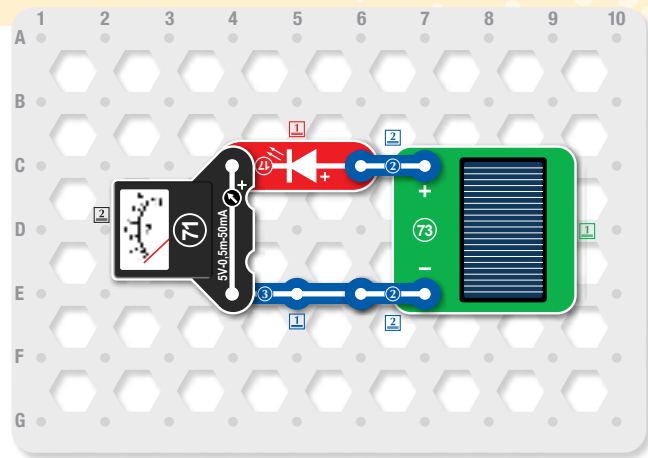
Richte das gebündelte Licht eines solchen Spiegels auf die Solarzelle und vergleiche die Leistung bei unterschiedlicher Helligkeit an der Zelle.



WAS PASSIERT?

— Die Leistung der Zelle steigt beim Bestrahlen auf ein Vielfaches an – natürlich nur, wenn all ihre Teile Licht bekommen.

Die Solarzelle, die aus der Kälte kam



Wenn die Solarzelle einige Zeit im vollen Sonnenlicht steht, wird sie ganz schön warm. Ob sich das auf die Stromstärke auswirkt?

So geht's

Lege die Solarzelle für eine Stunde in den Tiefkühler.

Nimm sie heraus und miss die Stromstärke im Sonnenschein.

Warte, bis sie sich erwärmt hat und miss nochmals.

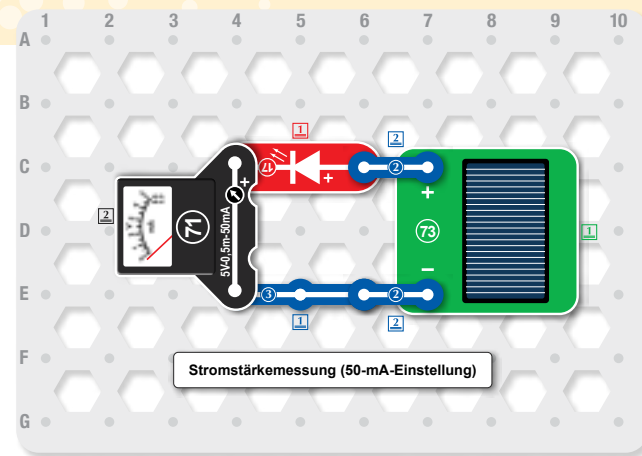
Vergleiche die Werte.



WAS PASSIERT?

— Tatsächlich sinkt die Stromstärke bei steigender Temperatur etwas ab.
In großen Anlagen kühlt man daher die Solarzellen und nutzt gleichzeitig die so eingefangene Wärmeenergie der Sonnenstrahlung.

Schwache Lampenleistungen



Es muss nicht immer Sonne sein: Was bringen Glühbirnen unterschiedlicher Leistung? Vielleicht findest du ja auch noch alte Glühbirnen bei euch zu Hause. Wenn ja, teste auch diese.

So geht's

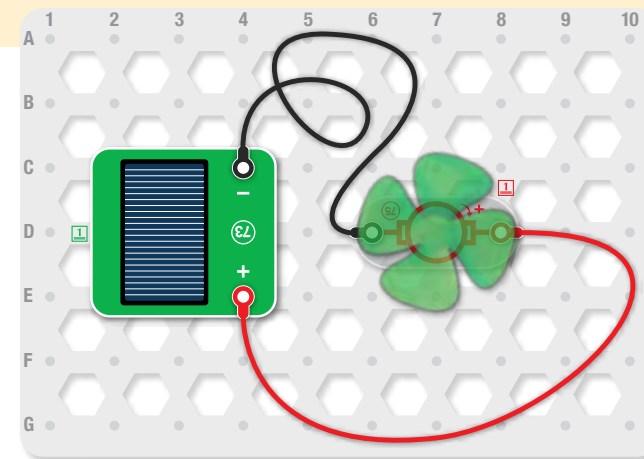
Teste die Solarzelle mit verschiedenen Lampen: Du stellst große Unterschiede in der Stromstärke fest.



WAS PASSIERT?

— Bei Lampenlicht leistet die Zelle insgesamt viel weniger als bei Sonnenbestrahlung.
Kein Wunder: Die Sonne ist viel heller.
Unsere Augen können dagegen mit viel und mit wenig Licht zu-rechtkommen, sie sind anpassungsfähig.
Die Solarzelle aber zeigt dir deutlich die wirkliche Helligkeit.

Zwei Punkte im Motorlauf



Zieht der Motor immer die gleiche Stromstärke, egal ob er schon länger läuft oder gerade erst startet?

So geht's

Decke die Solarzelle immer mehr zu oder reduziere die Umgebungshelligkeit, bis der Motor gerade eben nicht mehr läuft.

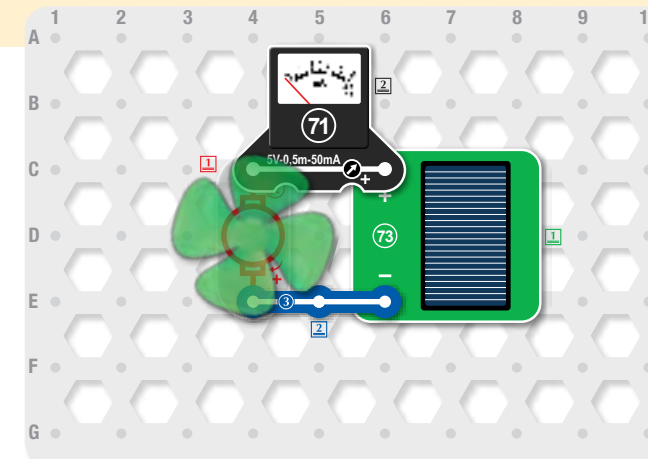
Wenn du es jetzt geringfügig heller machst oder die Abdeckung etwas zu-rückschiebst, läuft er dann gleich wie-der an?



WAS PASSIERT?

— Der Motor braucht beim An-laufen deutlich mehr Strom als im Dauerbetrieb.
Kein Wunder: Zuerst muss der Strom im Motor ein magneti-sches Feld aufbauen, um den Rotor in Drehung zu versetzen. Einen ähnlichen Effekt kennst du vom vollen Einkaufswagen – es kostet mehr Kraft, ihn in Gang zu setzen, als ihn dann weiterzuschieben.

Motors Stromverbrauch



Motor und rote LED sind beides Verbraucher. Ob sie sich auch bei schwacher Stromversorgung gleich verhalten?

So geht's

Stelle das Messgerät auf 50 mA. Beleuchte die Solarzelle mit gedämpftem Licht und schalte erst den Motor, dann stattdessen die rote LED an. Erhöhe jeweils die Helligkeit und beobachte, bei welcher Helligkeit und Strom-stärke der Motor anläuft bzw. die LED auf-strahlt. Wiederhole den Versuch, miss nun die Spannung der Solarzelle (Messgerät auf 5 Volt).



WAS PASSIERT?

— Das Messgerät zeigt bei laufendem Motor nur etwa 10 mA an, während die LED rund 30 mA fließen lässt.
Hältst du allerdings das Windrad fest, zieht auch der Motor weit mehr Strom. Vor allem aber startet der Motor schon bei etwa 0,5 Volt Spannung, die LED glimmt erst ab 1,5 Volt langsam auf. Sie glimmt aber, wenn die Spannung stimmt, schon bei nur 5 mA Stromstärke.

VERSUCH 49

Sonne spaltet Wasser

Die Kraft der Sonne in Form von elektrischem Strom kann auch als Chemiker arbeiten.

So geht's

Fülle einen Becher mit Wasser.

Gib einen Teelöffel voll Natron (aus der Küche) dazu und rühre gut um, bis sich das Natron aufgelöst hat.

Tauche jetzt die beiden freien Enden der Verbindungskabel in die Lösung (aber sie dürfen sich nicht direkt berühren!) und beleuchte die Solarzelle hell.

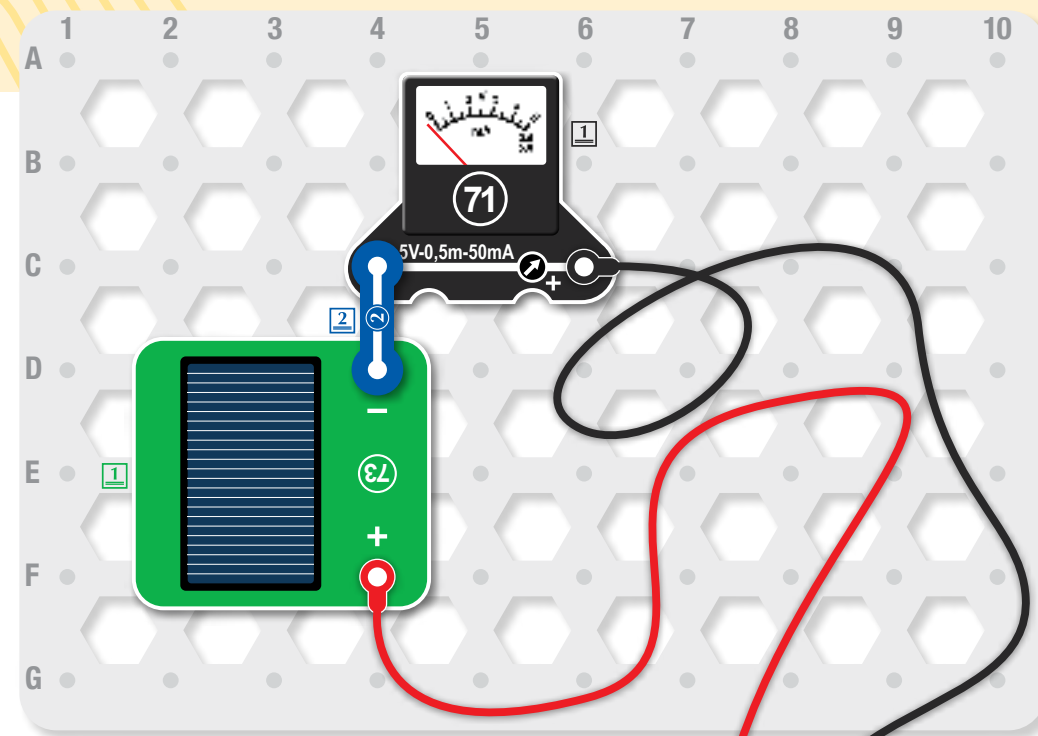
Schon nach wenigen Sekunden siehst du Gasblasen, die vom Metall aufsteigen – besonders viele am schwarzen Kabel, das mit dem Minuspol der Solarzelle verbunden ist.

WAS PASSIERT?

— Der Strom zersetzt das Wasser, wobei am Minuspol Wasserstoffgas und am Pluspol Sauerstoffgas entstehen. Das Natron dient nur dazu, das Wasser elektrisch leitfähig zu machen. Die Zersetzung von Wasser mittels Sonnenstrom wird vielleicht in Zukunft dazu dienen, große Mengen Wasserstoff zu gewinnen. Dieses Gas kann man als Energiespeicher nutzen und zum Antrieb von Autos, zum Betreiben von Heizungen oder in Kraftwerken verwenden.

TIPP

BEWAHRE DIE NATRONLÖSUNG FÜR DEN NÄCHSTEN VERSUCH AUF.



VERSUCH 50

Kühlung bei Sonnenschein

Dir ist nach all diesen Versuchen in der Sonne zu heiß? Dieser Versuch gibt Kühlung.

So geht's

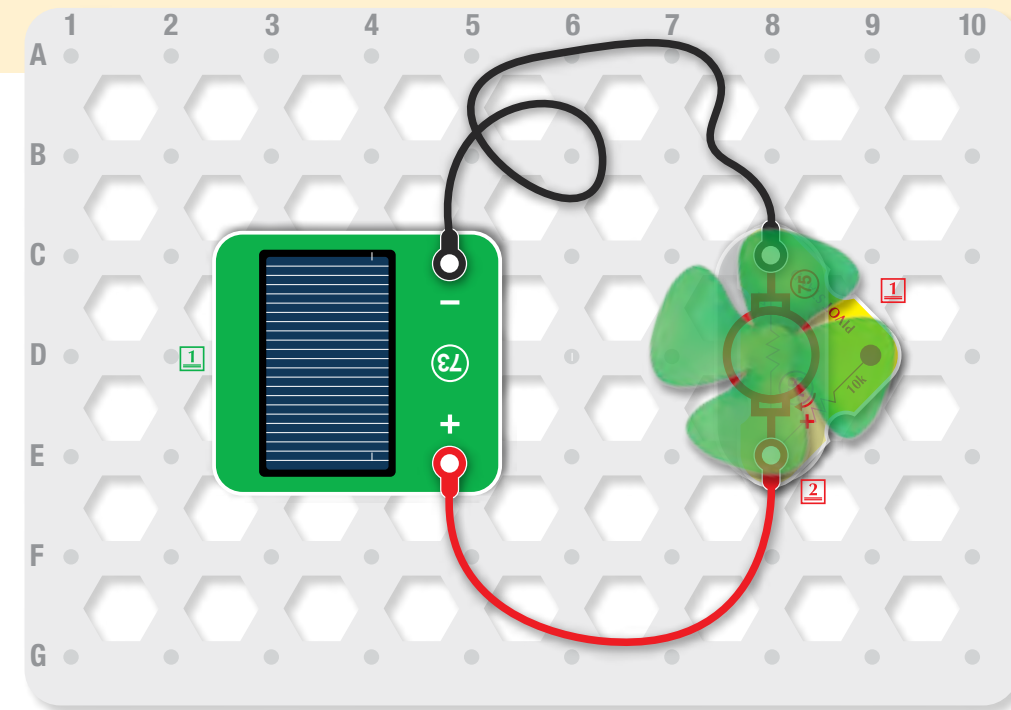
Befestige den Motor samt Windrad auf dem Ständer.

Halte die Solarzelle ins Licht.

Sobald genug Licht auf die Zelle fällt, drehen sich Motor und Windrad und du spürst die kühlende Luft.

WAS PASSIERT?

— Der mit der Solarzelle verbundene Motor mit Windrad bringt als Lüfter einen kühlenden Luftstrom. Je stärker die Sonne scheint, desto schneller dreht sich der Motor und desto stärker wird der erfrischende Wind.



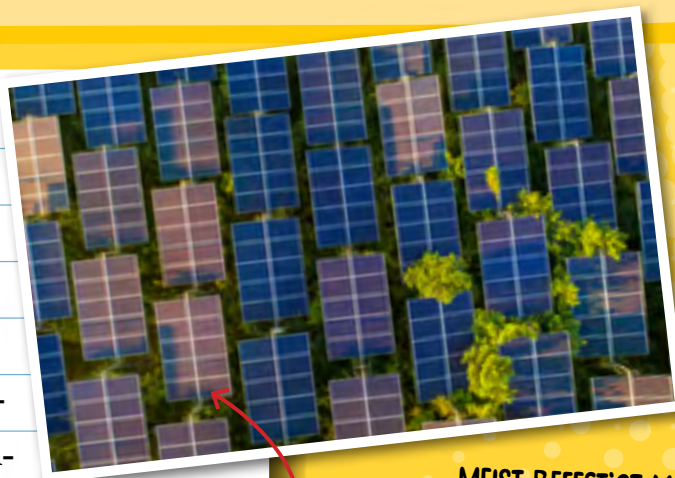
Solarzellen

Auf vielen Dächern liegen inzwischen diese Geräte, die Sonnenlicht direkt (und ohne bewegliche Teile) in elektrischen Strom verwandeln. Sie machen das auf recht komplizierte Weise: Innerhalb einer SOLARZELLE gibt es mehrere Schichten unterschiedlichen Materials.

Das Sonnenlicht spaltet darin Elektronen von einigen Atomen ab. Der spezielle Bau der Solarzelle sorgt dafür, dass die Elektronen und die zurückbleibenden Atome sofort getrennt werden.

Dadurch entstehen Bereiche mit Elektronenüberschuss und solche mit Elektronenmangel. Diese Bereiche tragen Drähte, und bei Lichteinfall werden die Drähte zu Polen, zwischen denen eine elektrische Spannung besteht – wie du es von deiner Solarzelle kennst.

Übrigens: Das Wort Solarzelle kommt vom lateinisch Wort „sol“ für Sonne. „Solar“ bezeichnet also etwas, was mit der Sonne zu tun hat.



VERSTELLBARE SOLARZELLEN

MEIST BEFESTIGT MAN SOLARZELLEN AUF DEM DACH IN EINER POSITION, IN DER SIE OPTIMAL VON DER MITTAGSSONNE BESTRAHLT WERDEN.

DAS IST OFT AM BILLIGSTEN, UND DAHER NIMMT MAN DEN LEISTUNGSABFALL VORMITTAGS UND NACHMITTAGS IN KAUF.

ES GIBT ABER AUCH ANLAGEN FÜR TEURE SPEZIAL-SOLARZELLEN, BEI DENEN DIE ZELLEN DEM SONNENLAUF NACHGEFÜHRT WERDEN.

SIE SIND FREILICH WEIT TEURER, WEIL DIE SOLARZELLENFLÄCHE JA GLEICHZEITIG HORIZONTAL UND VERTIKAL GESCHWENKT WERDEN MUSS, UM DER SONNENBAHN ZU FOLGEN.



Wasserstoff als sauberer Energieträger

In Zukunft könnte Wasserstoff in großem Maßstab als Treibstoffersatz dienen.

Dieses Gas hätte mehrere Vorteile: Wasserstoff enthält viel Energie und er verbrennt mit Sauerstoff zu Wasser. In BRENNSTOFFZELLEN könnte er sogar direkt zur flammenlosen Stromerzeugung eingesetzt werden.

Ein Problem ist freilich die Speicherung (etwa durch Tiefkühlung oder unter hohem Druck in Stahlflaschen) und die Gewinnung.

Wasser, aus dem man ihn durch Zersetzung mit elektrischem Strom gewinnen kann, ist genug vorhanden – aber diese sogenannte ELEKTROLYSE verschlingt relativ viel Energie und lohnt sich nur, wenn billiger Strom aus erneuerbaren Energiequellen zur Verfügung steht.

BRENNSTOFFZELLEN

Wenn man einen Funken an eine Mischung aus Wasserstoff und Sauerstoff bringt, explodiert sie mit lautem Knall.

In einer BRENNSTOFFZELLE dagegen wird die bei dieser chemischen Reaktion frei werdende Energie still und gezügelt in elektrische Energie umgewandelt.

Die chemische Reaktion läuft hier an einer Membran aus einem speziellen Material ab, wobei an den Anschlussdrähten eine elektrische Spannung entsteht und gleichzeitig Wasserdampf als Reaktionsprodukt abgegeben wird.



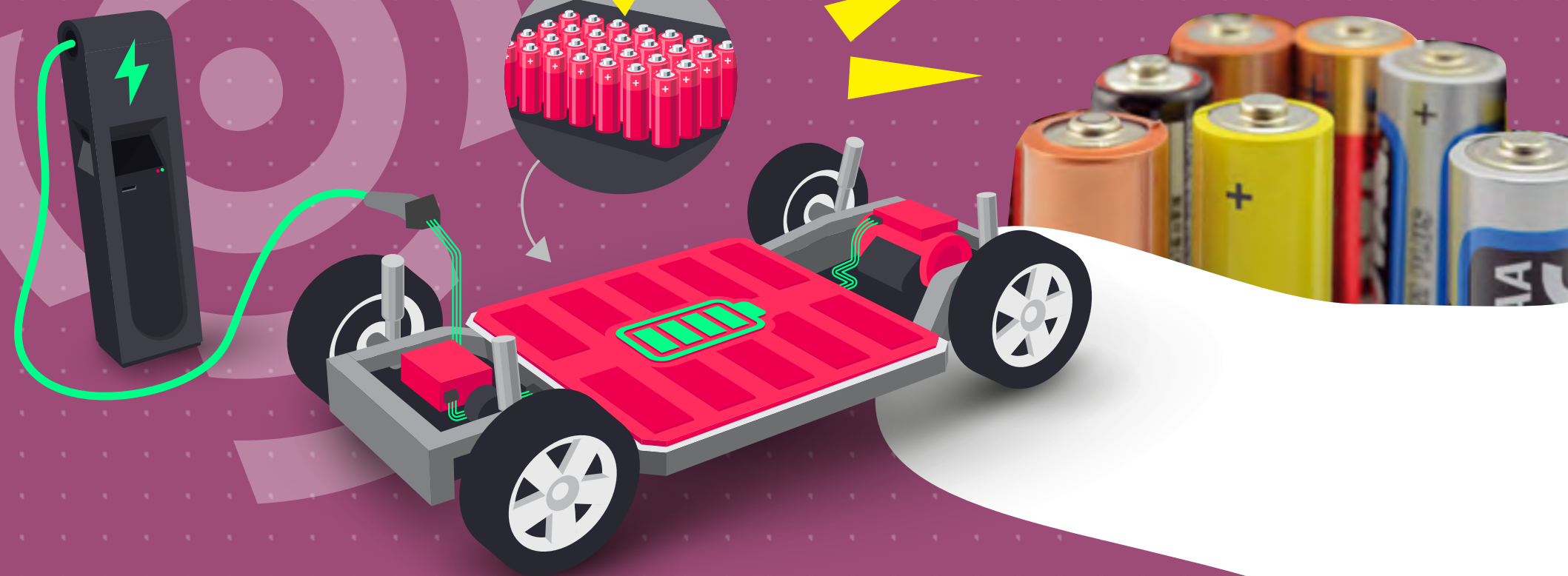
Batterien MÜSSEN LEISTUNG ZEIGEN

Solarzelle, Windrad, Handkurbel, Akkus -
welche Stromquelle ist die leistungsfähigste?

Das ist doch klar: Es sind die aufladbaren Batterien!

Aber nur, wenn sie voll geladen sind ...

Und das sollen sie jetzt einmal beweisen.



VERSUCH 51

Harte Lasten

Teste, wie die Batterien auf verschiedene Verbraucher reagieren und wie sich Spannung der Batterien und die Stromstärke, die sie liefern müssen, verhalten.

Im Bauplan ist nur die rote LED eingezeichnet, aber daneben ist Platz für die gelbe LED und den Motor.

So geht's

Schalte den Umschalter in Stellung A-C und das Messgerät auf 50 mA. Verbinde das schwarze Verbindungskabel mit dem Punkt I. Nun fließt Strom durch die Verbraucher, und du kannst die Stromstärke ablesen.

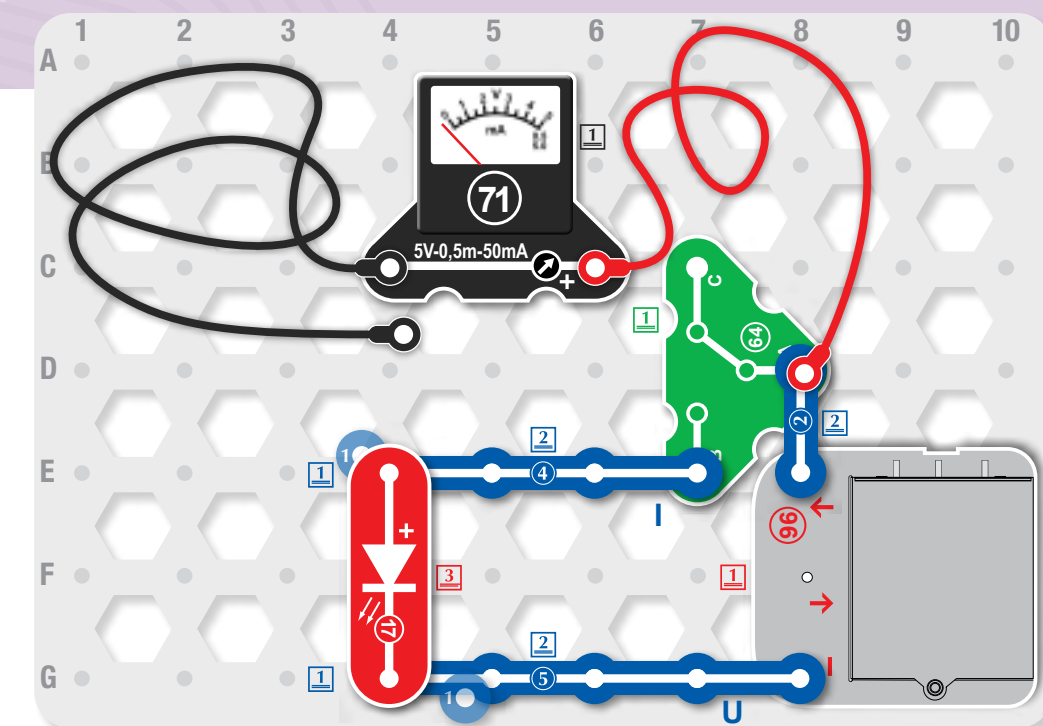
Löse das Verbindungskabel bei I, schalte das Messgerät auf 5 Volt und klipse das Kabel an den Punkt U. Jetzt zeigt das Messgerät die Spannung der unbelasteten Batterien.

Schalte den Umschalter auf A-B und damit die rote LED ein. Wie ändert sich die Spannung?

Wiederhole den Versuch jeweils mit der gelben LED und dem Motor anstelle der roten LED.

Wiederhole den Versuch mit allen parallel geschalteten Verbrauchern, also rote und gelbe LED plus Motor.

Wiederhole zum Vergleich die gesamte Versuchsreihe mit der hell beleuchteten Solarzelle.



WAS PASSIERT?

— Die Spannung der Batterien geht bei Belastung zwar geringfügig zurück, aber viel weniger stark als bei der Solarzelle.

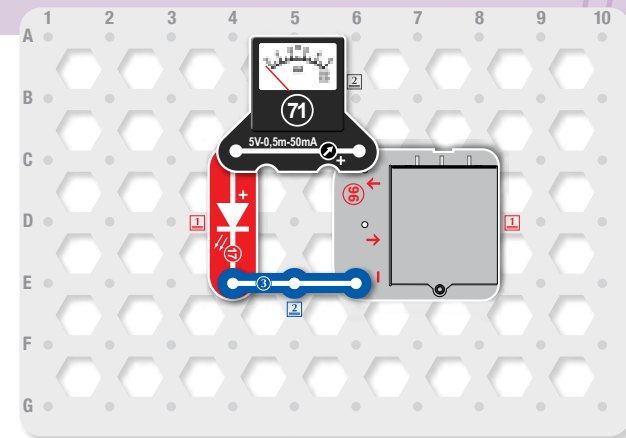
Ihre Kraft reicht sogar, gleichzeitig alle Verbraucher anzutreiben.

TIPP

BEVOR DU DIESEN UND DIE FOLGENDEN VERSUCHE DURCHFÜHRST, SOLLTEST DU DIE AKKUS VOLLSTÄNDIG LADEN. DAS GEHT AM EINFACHSTEN, INDEM DU SIE 2-3 STUNDEN ÜBER USB LÄDST. SPORTLICHER IST ES NATÜRLICH MIT SONNEN- ODER MUSKELKRAFT. WIE DAS GEHT, ERFÄHRST DU IN DEN VERSUCHEN 19-22

VERSUCH 52

Dauerbelastung



Wie viel elektrische Energie speichern die Batterien eigentlich? Das ist schwierig zu messen, aber du kannst es testen.

So geht's

Lade die Akkus möglichst voll und klemme dann die rote LED in Reihe mit dem Messgerät (50 mA) daran.

Notiere dir Datum und Uhrzeit und überprüfe in den nächsten Stunden, ob sie immer noch leuchtet.

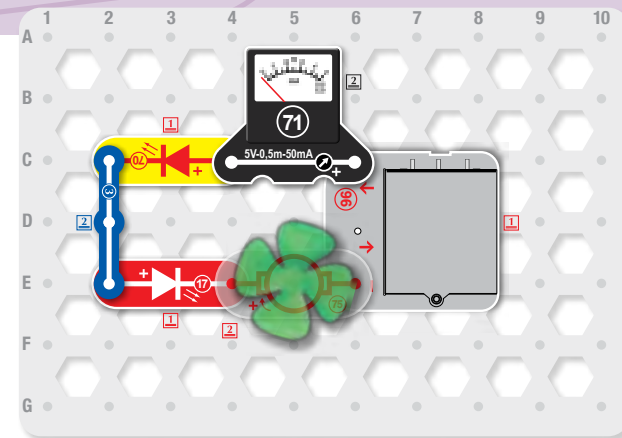
Helligkeit und Stromstärke werden langsam zurückgehen, aber etwa einen Tag lang könnte sie Licht geben.

WAS PASSIERT?

— Die rote LED zieht Strom aus den Batterien, bis deren Spannung unter den für die LED nötigen Wert gefallen ist. Ganz leer sind die dann freilich noch nicht – überbrückst du ganz kurzzeitig (!) die LED, zeigt das Messgerät noch Stromfluss an.

VERSUCH 53

Lange Reihe



Ob die starken Batterien auch dann viele Verbraucher gleichzeitig betreiben, wenn diese in Reihe geschaltet sind?

So geht's

Stelle das Messgerät auf 50 mA und verbinde es dann erst mit der Schaltung.

Du erkennst, dass die LEDs gerade schwach leuchten. Der Motor dreht sich gar nicht.

Was geschieht, wenn du den Motor abnimmst? Dann läuft gar nichts mehr.

WAS PASSIERT?

— Der Widerstand der in Reihe geschalteten Verbraucher ist zu hoch für die Spannung der Batterien.

Daher reicht die Stromstärke eben gerade noch für die LEDs, nicht aber für den Motor.

Und wenn du ihn aus der Reihenschaltung herausnimmst, ist der Stromkreis unterbrochen – und kein Strom fließt.

VERSUCH 54

Motors Doppelleben

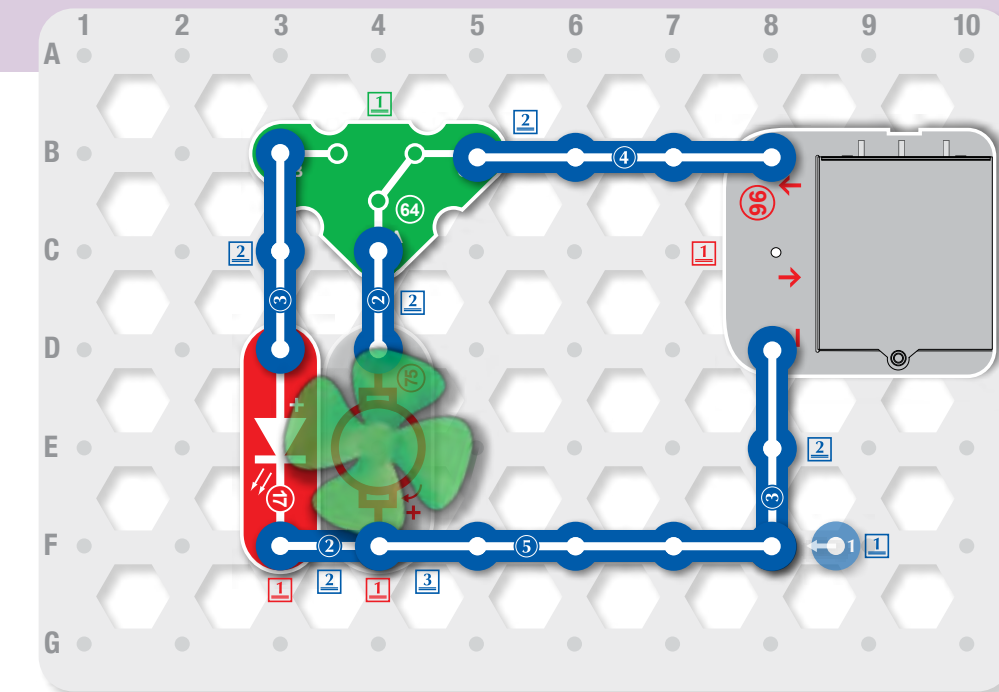
Der Motor ist ja nicht nur Verbraucher, sondern kann auch als Stromerzeuger arbeiten.

So geht's

Schalte den Umschalter auf A-C: Der Motor läuft, getrieben von den Batterien.

Schalte jetzt auf A-B: Der Motor läuft aus, und die LED leuchtet kurz auf. Den Strom dafür hat der Motor geliefert, er hat ihn mit seiner Restdrehung erzeugt.

Puste kräftig von oben aufs Windrad. Der Motor dreht sich erneut, und die LED leuchtet hell auf.



WAS PASSIERT?

— Der Motor kann eine Doppelfunktion erfüllen. Versorgt man ihn mit Strom, läuft er und wandelt die elektrische Energie in Bewegung um.

Pustest du aufs Windrad, drehst du dadurch den Motor, und nun erzeugt er Strom. Ganz ähnlich übrigens wie der Stromerzeuger im Handkurbelmodul.

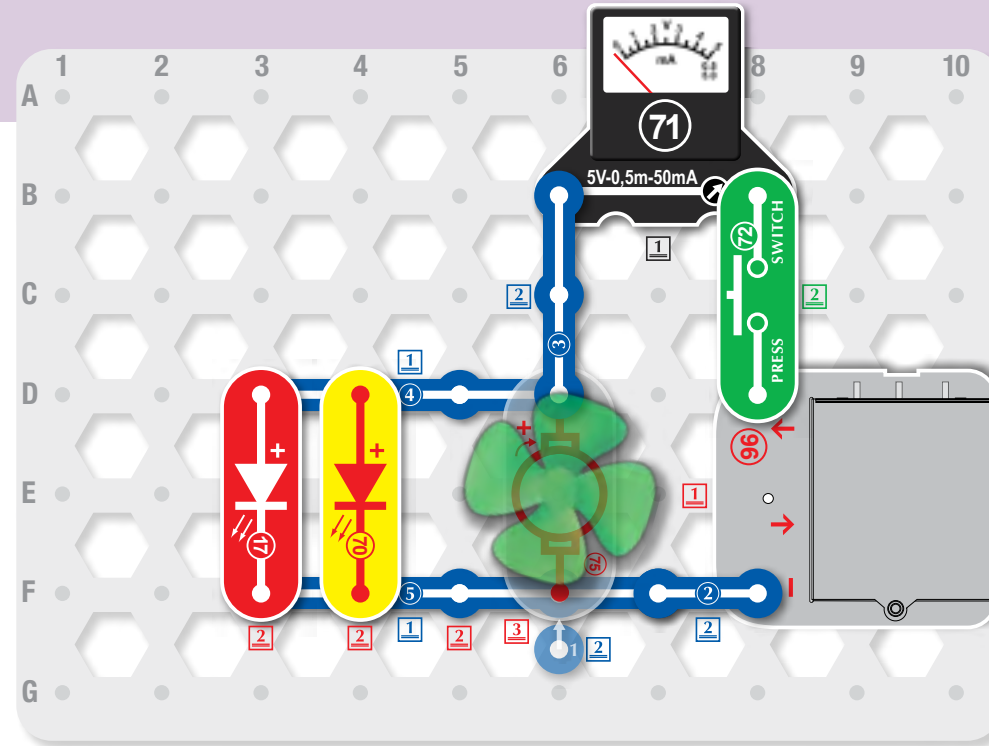
Alle wollen was haben

In Versuch 13 „Beide gleich versorgt“ hast du Verbraucher parallel geschaltet, als Stromquelle diente die Solarzelle. Mit dem Akkumodul müsste das auch funktionieren.

So geht's

Drücke auf den Taster: Es läuft der Motor und die LEDs strahlen.

Entferne eine der LEDs – immer noch bekommen die anderen Verbraucher Strom.



WAS PASSIERT?

— Das Akkumodul liefert genug Strom für alle Verbraucher. Dank der Parallelschaltung macht es auch nichts, wenn ein Verbraucher ausfällt – die anderen erhalten trotzdem genug Strom.

Auch im Haushalt sind alle Verbraucher parallel geschaltet – andernfalls wäre das Haus dunkel, wenn irgendwo ein Gerät ausgeschaltet würde.

NACHGEHAKT

Elektrische Leistung

Für einen Stromerzeuger ist es vergleichsweise einfach, nur eine elektrische Spannung zu erzeugen. Stärker gefordert ist er, wenn eine ordentliche Stromstärke fließen soll.

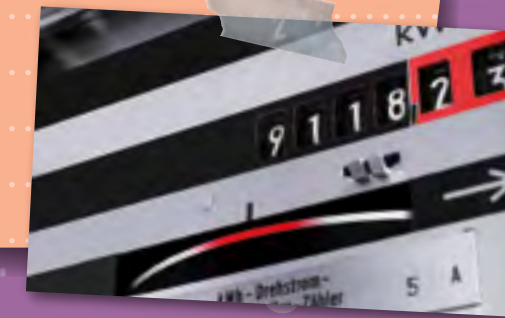
Am meisten muss er leisten, wenn er große Stromstärke bei hoher Spannung produziert.

Die elektrische Leistung errechnet sich nämlich aus der Spannung (in Volt) malgenommen mit der Stromstärke (in Ampere).

Sie wird in der Einheit „Watt“ gemessen. Nehmen wir an, eine elektrische Herdplatte setzt eine elektrische Leistung von 1000 Watt (gleich 1 Kilowatt) in Wärmeenergie um.

Wenn sie dies eine Stunde lang tut, zeigt der STROM-ZÄHLER einen Verbrauch von einer Kilowattstunde an.

Diese in Wärme umgewandelte Energiemenge taucht dann auf der Stromrechnung auf.



Batterie-Kapazität

Die Menge an elektrischem Strom, den eine Batterie abgeben kann, gibt man meist in Milliamperestunden (mAh) an. Aufladbare AA-Batterien haben meist eine Kapazität zwischen 1000 und 2000 mAh.

Bei einer Kapazität von 1000 mAh können die Akkus einen Strom von 10 mA 300 Stunden lang abgeben, oder 1 mA etwa 3000 Stunden lang oder 100 mA 30 Stunden lang. Diese Werte sind allerdings nur theoretisch – meist ist die wirkliche Leistung geringer und lässt zudem mit dem Alter nach.

Blick in den Motor

Im Elektromotor arbeiten elektrische und magnetische Kräfte zusammen.

Er enthält unter anderem Drahtspulen – und solche Spulen werden bei Stromfluss zu Elektromagneten: Sie bekommen also einen magnetischen Nordpol (N) und einen Südpol (S), ähnlich wie sie ein Dauermagnet hat.

Von dem weißt du vielleicht, dass sich gleichnamige Pole (etwa N-N oder S-S) abstoßen, während sich ungleichnamige Pole (N-S) anziehen. Das nutzt man im Motor aus.

Er besteht aus zwei Hauptteilen: dem drehbaren, mit der Achse verbundenen **Rotor**, und dem festsitzenden **Stator**. Beide Teile enthalten Spulen.

Der Motor ist so geschickt gebaut, dass die bei Stromfluss entstehenden Statormagnete mit den Magneten des Rotors wechselwirken und ihn in Drehung versetzen.





Die Kraft DER ARME

Die Muskelkraft von Tieren und Menschen zählt zu den ältesten verfügbaren Energiequellen der Menschheit.

Und weil sie auf nicht erschöpfbaren Vorräten fußt, rechnet man sie zu den erneuerbaren Energien.

Mit deinem Handkurbel-Modul kannst auch du deine Muskelenergie direkt in elektrische Energie umwandeln.

VERSUCH 56

Hohe Leistung lohnt die Mühe

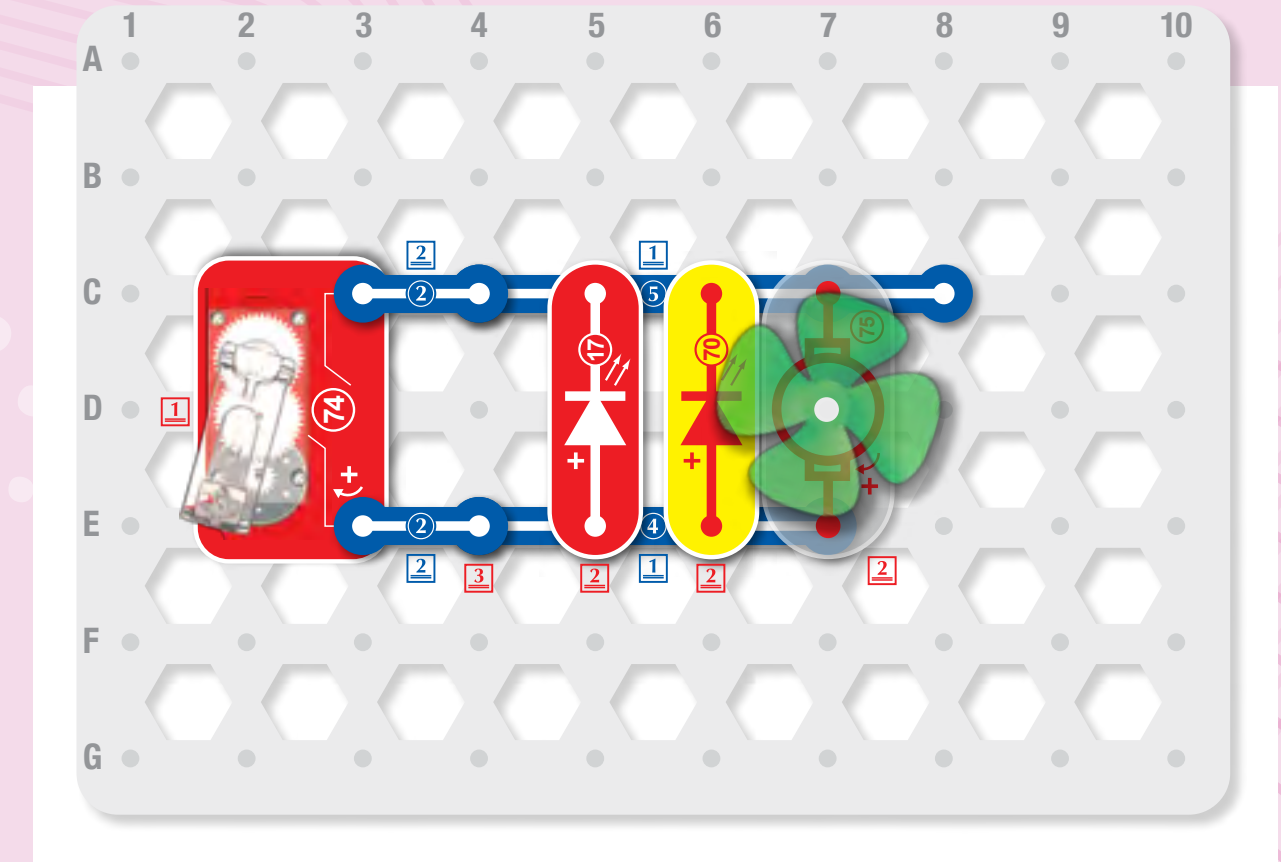
Was kann das Kurbelmodul leisten?
Das soll es jetzt mal zeigen.

So geht's

Probiere das Modul mit all deinen Verbrauchern in Parallelschaltung aus.

Drehe zuerst einmal schwach an der Kurbel. Was passiert?

Drehe nun schneller. Kurbelst du rasch genug, dreht sich der Motor, und beide LEDs strahlen.

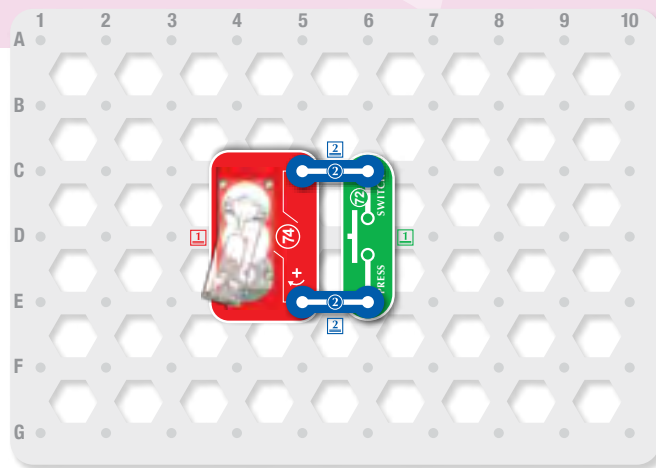


WAS PASSIERT?

— Offenbar erzeugt das Modul selbst bei langsamer Drehung ganz erhebliche Mengen an elektrischer Energie.

VERSUCH 57

Bei Kurzschluss geht es schwerer



Mit all den angeschlossenen Verbrauchern ist die Kurbel viel schwerer zu drehen als im Leerlauf. Und wie ist es bei Kurzschluss?

So geht's

Drehe an der Handkurbel.

Drücke während des Kurbelns immer mal wieder den Taster.

Spürst du einen Unterschied?



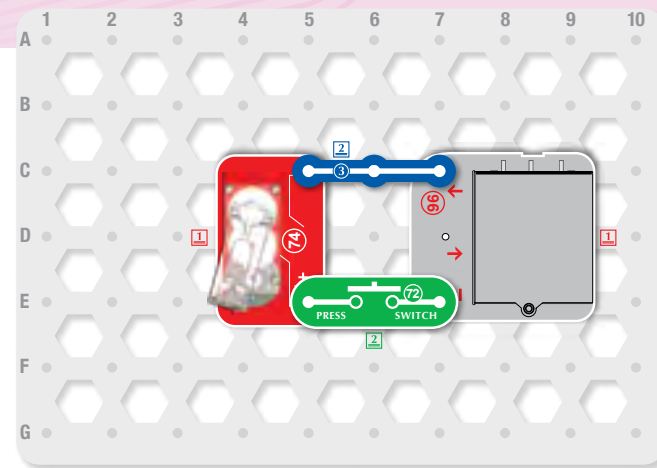
WAS PASSIERT?

— Tatsächlich ist die Kurbel bei Kurzschluss – beim Drücken des Tasters – besonders schwer zu drehen.

Kein Wunder: Dann fließt ja der jeweils höchstmögliche Strom, das Modul muss also besonders viel leisten.

VERSUCH 58

Kurbel, elektrisch betrieben



WAS PASSIERT?

— Die Handkurbel dreht über ein Getriebe einen kleinen Generator – es wandelt die langsame Kurbeldrehung in rasche Drehung für den Generator um. Dieser Generator arbeitet also als Motor, wenn ihn das Akkumodul mit Strom versorgt. Wegen des Getriebes läuft dann die Kurbel allerdings sehr langsam.



TIPP

WENN DU EINEN DREHTELLER AUF DER KURBEL BEFESTIGST, KANNST DU SO EIN KLEINES SCHAUSTÜCK DREHEND AUSSTELLEN.

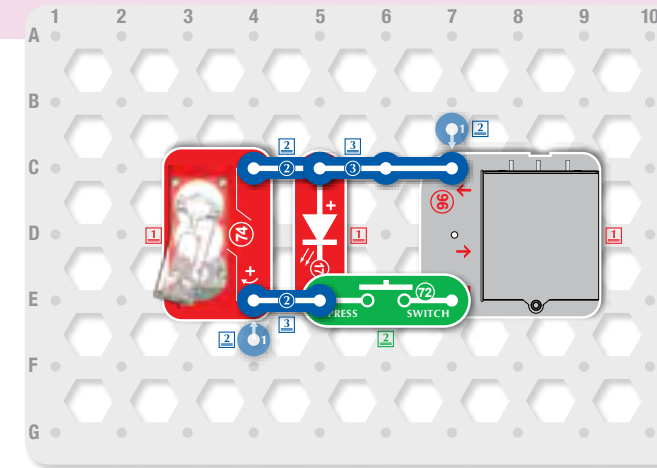
Das Handkurbel-Modul erzeugt beim Drehen Strom. Dreht es sich aber auch bei Stromzufuhr?

So geht's

Baue die Schaltung um und schließe dein Akkumodul an. Drücke den Taster: Das Modul dreht sich, wenn auch langsam.

VERSUCH 59

Doppelfunktion mit Rotlicht



Du kannst den Strom für die LED wahlweise per Hand erzeugen oder aus dem Akkumodul ziehen.

So geht's

Drücke den Taster. Die LED leuchtet, und die Kurbel dreht sich.

Drehe ohne Tasterdruck die Kurbel gegen den Uhrzeigersinn: Die LED leuchtet ebenfalls, jetzt aber mit Generatorstrom.

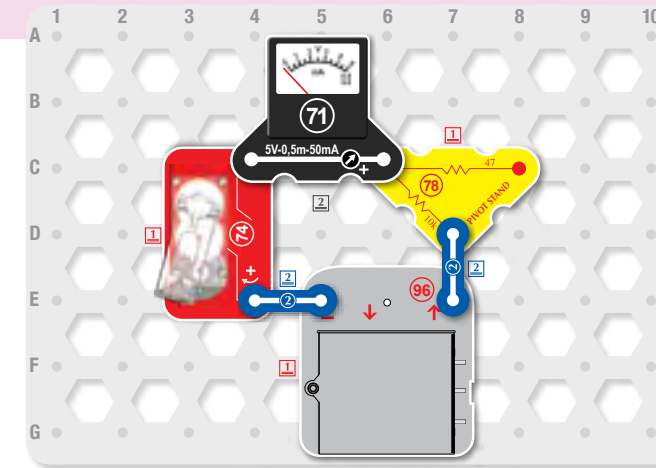


WAS PASSIERT?

— Bei gedrücktem Taster liefert das Akkumodul Strom für LED und Drehung der Kurbel. Drehst du die Kurbel ohne Tasterdruck, erzeugt der Generator Strom für die LED.

VERSUCH 60

Addierte Kräfte



WAS PASSIERT?

— Zwei Stromquellen, nämlich Akku- und Handkurbel-Modul, sind in Reihe geschaltet und addieren ihre Spannungen.

Auch das Handkurbel-Modul lässt sich mit anderen Stromquellen in Reihe schalten.

So geht's

Stelle das Messgerät auf 5 Volt.

Schalte den 10.000 Ohm-Widerstand mit dem Messgerät in Reihe.

Zunächst zeigt der Zeiger auf 1,5. Das entspricht der Batteriespannung von 3 Volt.

Drehe an der Kurbel: Der Zeiger schlägt deutlich weiter aus, bis zum Vollausschlag von 10 Volt.

Gegen- oder Miteinander

Was geschieht eigentlich, wenn man zwei Stromquellen nicht in Reihe schaltet, sondern gegeneinander antreten lässt?

So geht's

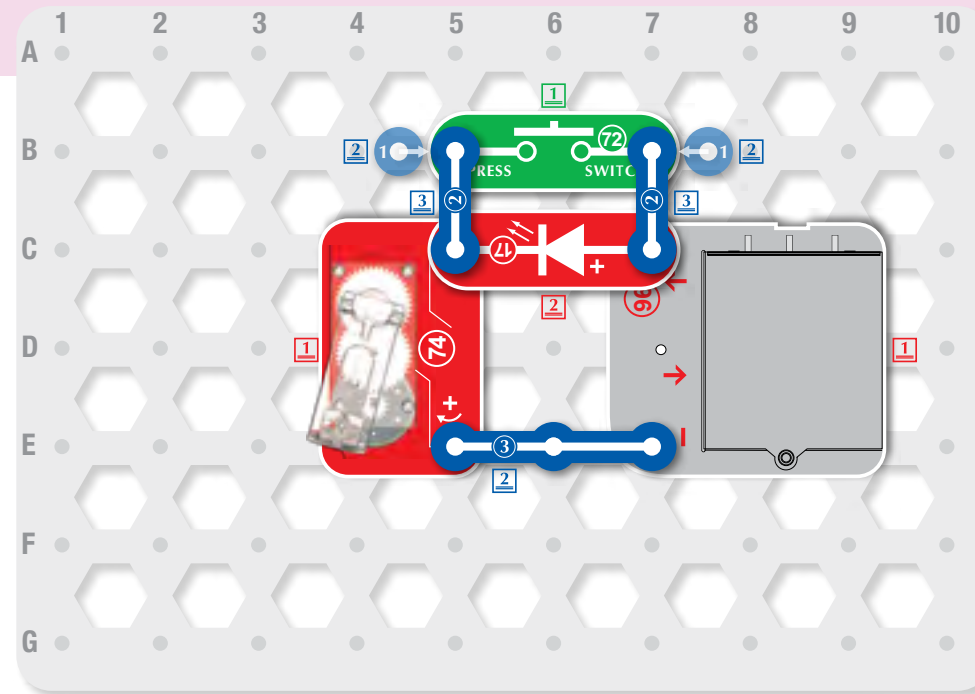
Drehe erst langsam, dann rascher an der Kurbel.

Die LED zeigt dir, ob Strom aus dem Akku-modul fließt, dann leuchtet sie.

Wenn du schnell genug drehst, geht die LED aus.

Drücke den Taster und überbrücke auf diese Weise die LED. Jetzt ist der Unterschied noch deutlicher.

Meist beginnt sich sogar die Kurbel zu drehen.



WAS PASSIERT?

— Je nach Höhe der vom Handkurbel-Modul erzeugten Spannung liefert das Akkumodul Strom – dann leuchtet die LED.

Oder die Handkurbel arbeitet erfolgreich gegen die Batteriespannung an, dann erlischt die LED. Das merkst du besonders, wenn die als Ventil wirkende LED überbrückt ist.



NACHGEHAKT

Strom in grosser Menge

Der erste Erfinder, der einen wirklich leistungsfähigen Stromerzeuger baute, war der Deutsche **WERNER VON SIEMENS** (1816-1892). Er gilt daher heute als „Begründer der Elektrotechnik“.

In seinem Generator setzte er erstmals kräftige Elektromagnete ein. Versorgt wurden sie mit einem Teil des Stroms, den die Maschine lieferte. Durch den erzeugten Strom werden wiederum die Elektromagnete immer stärker, was wiederum die Stromerzeugung nochmals steigert – und das setzt sich fort bis zur Grenze der Leistungsfähigkeit der Maschine.

Erst diese Erfindung machte Strom billig und in großen Mengen verfügbar, und erst jetzt lohnten sich elektrisches Licht und Elektromotoren wirklich. Heute drehen sich Generatoren nach diesem Prinzip in allen Elektrizitätswerken, also auch in Wasser- und Windkraftanlagen.



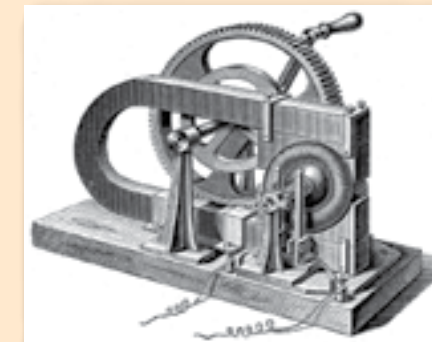
WIE DIE HANDKURBEL STROM ERZEUGT

Wenn man einen Draht in das Magnetfeld eines Dauermagnets hält, geschieht nichts. Bewegt man aber den Draht durchs Magnetfeld, so entsteht darin eine elektrische Spannung.

Dieses Prinzip liegt dem elektrischen Generator zugrunde. Wie beim Elektromotor wird auch hier die Wirkung verstärkt, wenn man statt eines Drahts Drahtspulen nutzt und sie von außen vor Elektromagnete dreht. Eine solche Maschine, ein Generator, wandelt Drehbewegung – also mechanische Energie – in elektrische Energie um.

Dein Handkurbel-Modul enthält solch einen Generator. Weil die Stromerzeugung umso besser funktioniert, je schneller sich der Rotor im Generator dreht, enthält es zusätzlich ein Getriebe, dessen ineinander greifende Zahnräder die Drehzahl der Kurbel vervielfachen.

Ganz ähnliche Maschinen, nur um ein Vielfaches gewaltiger, erzeugen in Kraftwerken den elektrischen Strom für Haushalt, Eisenbahnen und Fabriken.



Stromverteilung

Alle Kraftwerke und alle Verbraucher zusammen sind über **HOCHSPANNUNGS- UND NIEDERSPANNUNGSLEITUNGEN** zu einem gewaltigen Netz verknüpft, das ganz Europa überspannt.

Zahlreiche Kraftwerke jeder Art speisen ihren Strom hinein, unzählige Verbraucher entnehmen ihn. Das Netz umfasst verschiedene Ebenen mit unterschiedlich hohen elektrischen Spannungen.

Das Übertragungsnetz mit großen Hochspannungsmasten verteilt den Strom über große Entfernungen.

Mittelspannungsnetze verteilen ihn regional und Niederspannungsnetze versorgen dann Haushalte, Gewerbe und andere Kleinverbraucher.



VERSUCH 62

Morsesignale mit Rotlicht

Über 100 Jahre lang hat man im Funk- und Telegrafenvorkehr Nachrichten per Morsezeichen ausgetauscht.

Morsen ist auch heute noch nützlich.

So geht's

Stellst du die Anlage abends ans Fenster, kannst du dich mit einem Freund über viele Meter Entfernung hinweg per Lichtzeichen verständigen.



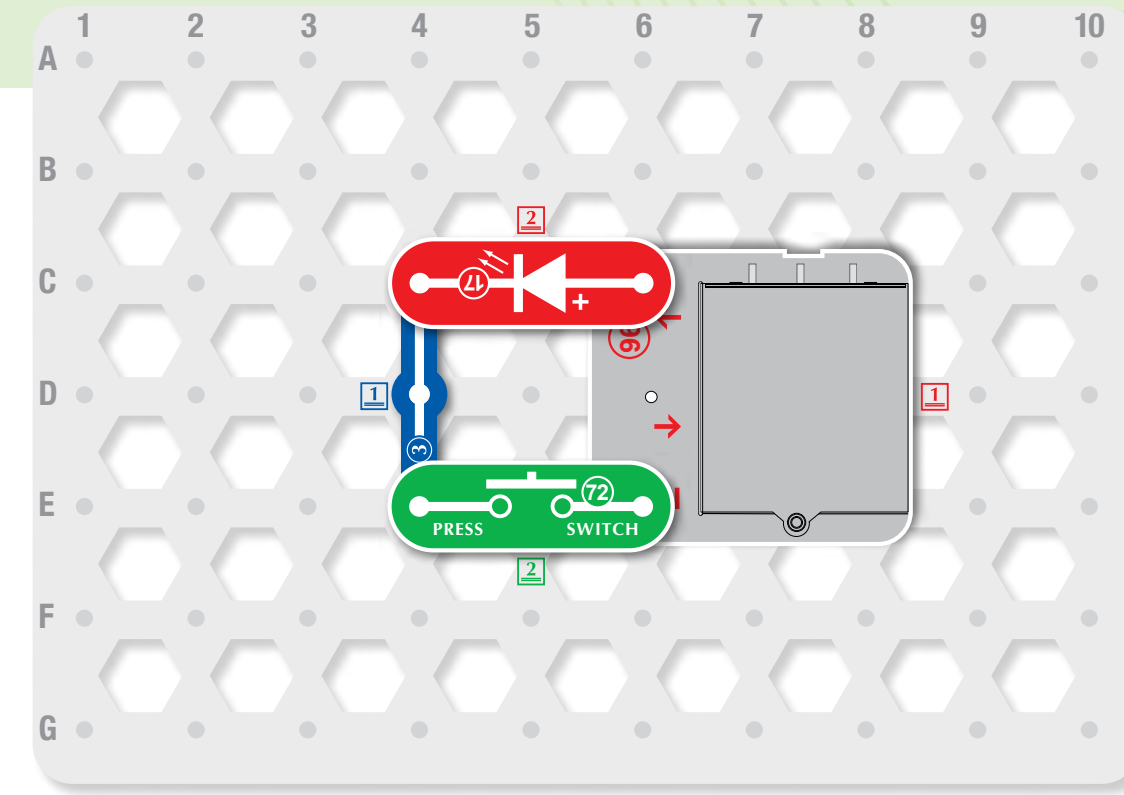
WAS PASSIERT?

— Der Taster schaltet die LED ein und aus. Er stellt den Strom mal an mal aus.



TIPP

STELLST DU DIE ANLAGE ABENDS ANS FENSTER, KANNST DU DICH MIT EINEM FREUND ÜBER VIELE METER ENTFERNUNG HINWEG PER LICHTZEICHEN VERSTÄNDIGEN.



TIPP

DAS MORSEALPHABET

A	· -
B	· · · ·
C	· - · -
D	· - ·
E	·
F	· · · ·
G	- · -
H	· · · ·
I	· ·
J	- · - ·
K	- · -
L	· - · ·
M	- -
N	- ·
O	- - -
P	· - - -
Q	- · - -
R	· - · -
S	· · ·
T	- · -
U	· · -
V	· · · ·
W	- · · ·
X	· - · -
Y	· - - ·
Z	- · - ·

Stromfluss - ODER AUCH NICHT

Wie selbstverständlich hast du bisher den elektrischen Strom durch Leitleisten oder Kabel geleitet und sicherlich bemerkt, dass Luft ihn nicht leitet.

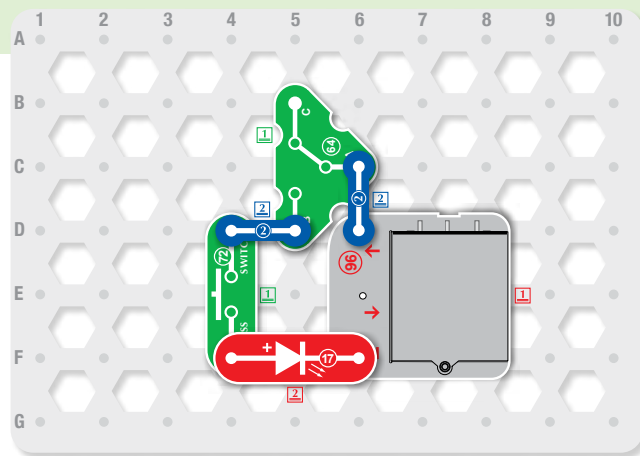
Aber welche Stoffe leiten überhaupt Strom?

Außerdem lernst du in diesem Kapitel einige spannende und überraschende Experimente mit Schaltern kennen, die den Stromfluss mal weiterleiten oder mal unterbrechen.



VERSUCH 63

Der Trick der Sicherheitsschalter



Mitunter soll man eine Maschine nur starten können, wenn z.B. ein Sicherheitsschalter ebenfalls eingeschaltet ist. Wie könnte man das erreichen?

So geht's

Versuche, die LED zum Leuchten zu bringen.

Schalte dazu erst einmal den Umschalter auf „Aus“ und den Taster auf „Ein“.

Teste weitere Schalterkombinationen – wann schaffst du es, dass die LED leuchtet?



WAS PASSIERT?

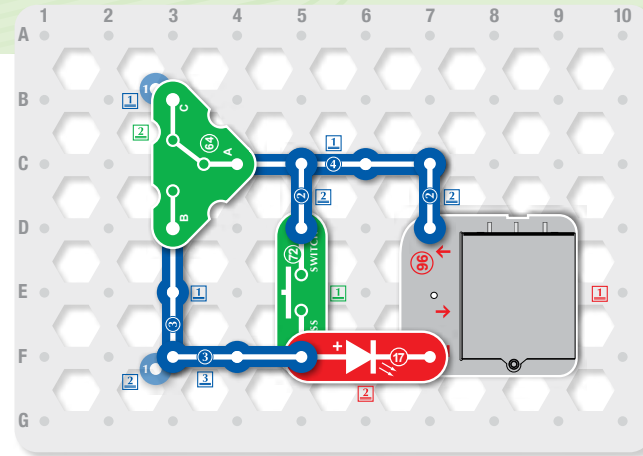
— Dies gelingt nur, wenn beide Schalter auf „Ein“ stehen.

Nur wenn der Umschalter und der Taster den Kontakt schließen, leuchtet die LED.

Die Anordnung bildet einen UND-Schalter.

VERSUCH 64

Eine Schaltung für Entscheider



Manchmal möchte man z.B. Licht von einem Ende des Zimmers oder vom anderen Ende aus einschalten. Wie kannst du dieses Problem lösen?

So geht's

Versuche wieder durch das Kombinieren der Schalter, die LED zum Leuchten zu bringen.



WAS PASSIERT?

— Diesmal brauchst du nur den Taster oder den Umschalter zu betätigen.
Was du hier hast, nennt man eine ODER-Schaltung, denn Taster oder Umschalter können jeweils den Stromkreis durch die LED schließen.

VERSUCH 65

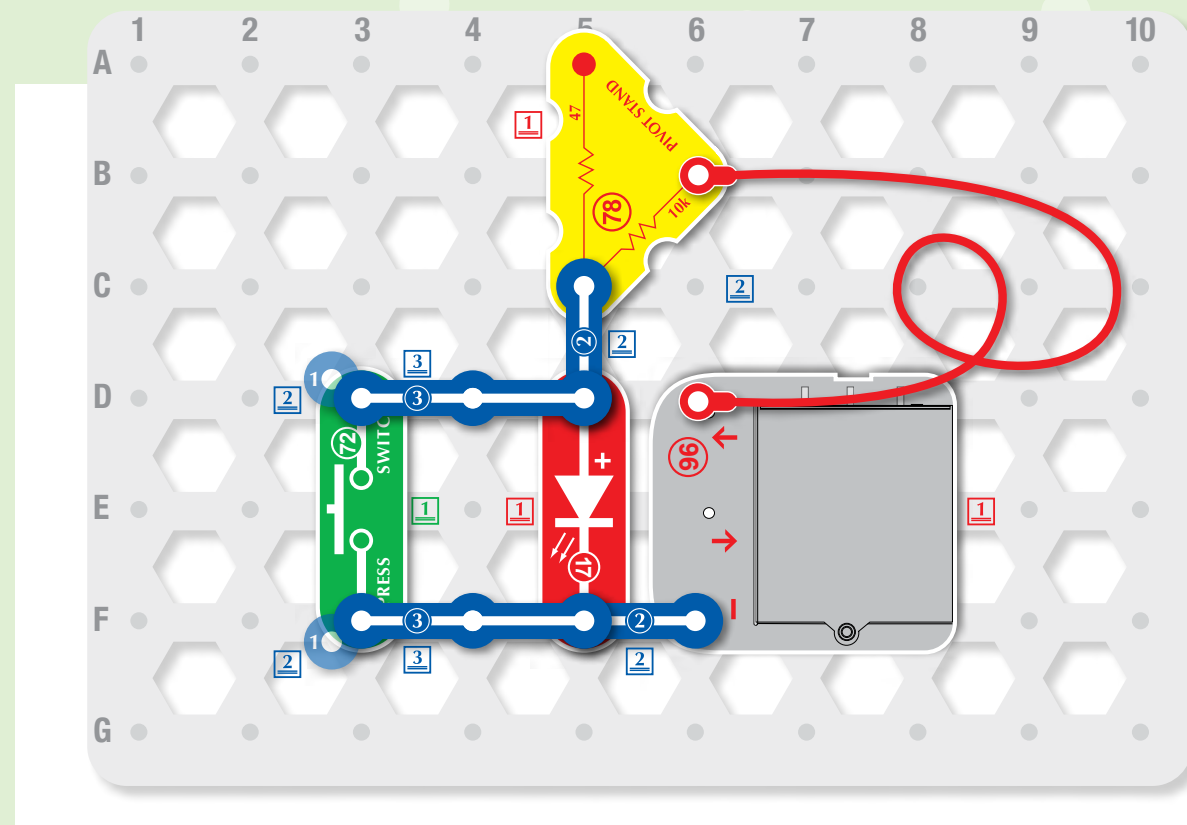
Der stets verneinende Schalter

Mitunter soll „Ja“ zu „Nein“ werden und umgekehrt. Das kann man auch elektronisch erreichen.

So geht's

Baue die Schaltung um und schließe dein Akkumodul an.

Drücke den Taster: Das Modul dreht sich, wenn auch langsam.



WAS PASSIERT?

— Diese Schaltung kann sozusagen „Nein“ sagen.
Eine Alarmanlage könnte anstelle des Tasters einen an die Fensterscheibe geklebten Streifen aus Alufolie enthalten.
Er würde bei Einbruch zerreißen und das Rotlicht Alarm anzeigen.

Testgerät für Leitfähigkeit

Welche Stoffe oder Gegenstände leiten den elektrischen Strom? Mit dieser Schaltung kannst du das bequem untersuchen.

So geht's

Bringe das Messgerät in die 50-mA-Stellung. Drücke die freien Druckknöpfe in einigem Abstand auf das zu untersuchende Teil. Schalte den Umschalter dabei zunächst stets auf Stellung A-B.

Nur wenn die LED nicht oder nur sehr schwach strahlt, oder wenn du einen schwachen Strom messen willst, stellst du den Umschalter auf A-C.

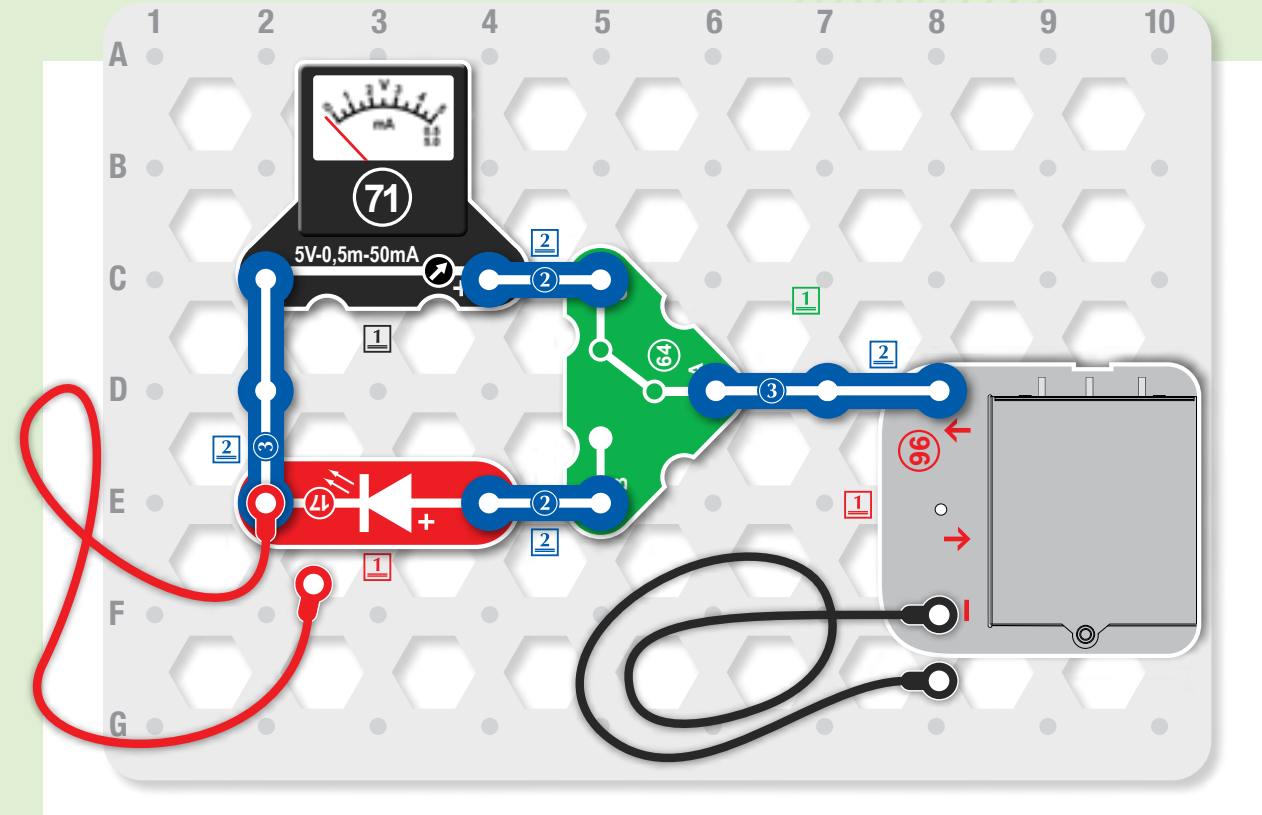
Für sehr schwache Ströme, also sehr schlechte Leitfähigkeiten, kannst du auch die 0,5-mA-Stellung (mittlere Position) am Messgerät nutzen. Teste verschiedene Gegenstände aus deiner Umgebung, etwa aus verschiedenen Metallen, Porzellan, Glas, Kunststoff, Holz, Zucker, Salz und Mehl.



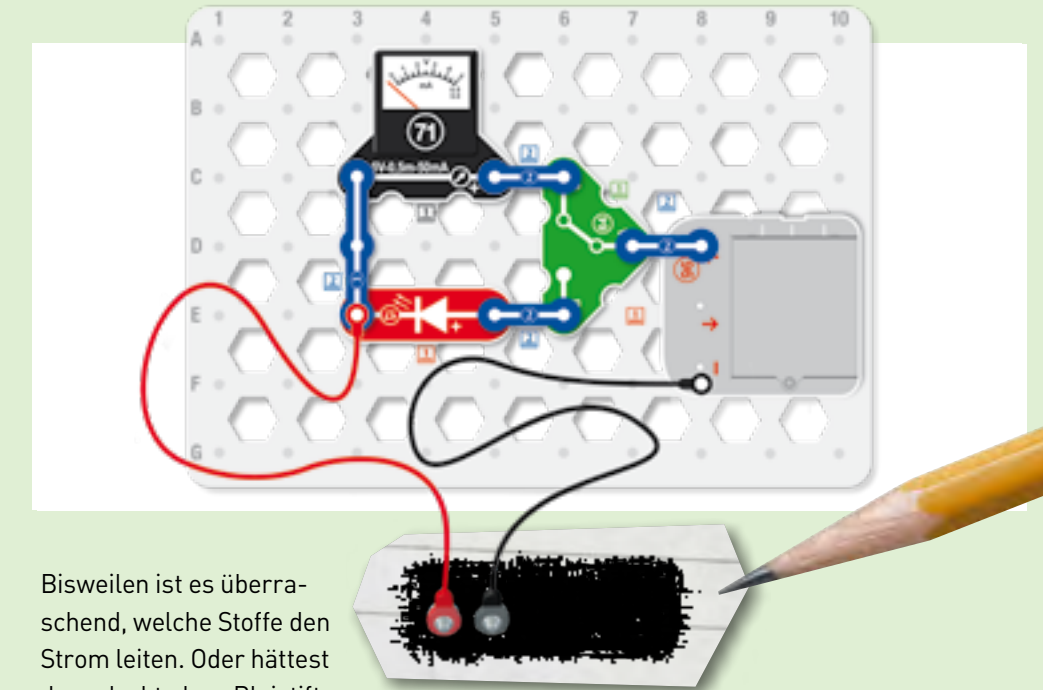
WAS PASSIERT?

— Wenn ein Material elektrisch leitfähig ist, schließt es den Stromkreis durch LED oder Messgerät.

Metalle sind gut leitfähig, die anderen erwähnten Stoffe dagegen leiten Strom nicht merklich.



Leitender Bleistift



Bisweilen ist es überraschend, welche Stoffe den Strom leiten. Oder hättest du gedacht, dass Bleistiftminen das tun?

So geht's

Berühre Spitze und Oberteil einer Bleistiftmine mit den Druckknöpfen: Die LED leuchtet hell.

Zeichne mit einem breiten weichen Bleistift durch vielfaches Hin-und-Her-Reiben einen tiefgrauen Strich auf Papier.

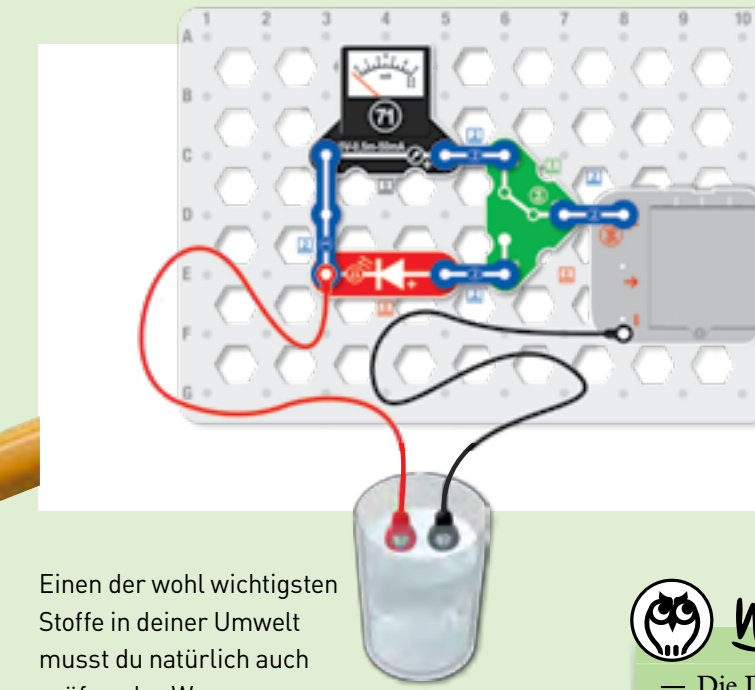
Stelle das Messgerät auf 0,5 mA: Auch der Bleistiftstrich leitet den Strom.



WAS PASSIERT?

— Die Bleistiftmine enthält Graphit, eine graue Form des Kohlenstoffs, die elektrischen Strom leitet – wenn auch längst nicht so gut wie Metalle.

Leitende Wässer



Einen der wohl wichtigsten Stoffe in deiner Umwelt musst du natürlich auch prüfen: das Wasser.

So geht's

Fülle etwas Leitungswasser, Mineralwasser und, wenn du hast, destilliertes Wasser (gibt's im Drogeriemarkt) in je einen sauberen Becher. Hänge die freien Enden der Verbindungskabel hinein – aber ohne dass sie sich berühren. Stelle den Umschalter auf A-B und drehe die Handkurbel stetig im Uhrzeigersinn. Leuchtet die LED? Schalte den Umschalter auf A-C. Was zeigt das Messgerät?



TIPP

SPÜLE NACH JEDEM DER FOLGENDEN VERSUCHE DIE ELEKTRODEN GUT MIT WASSER AB UND SCHÜTTE DIE VERWENDETEN FLÜSSIGKEITEN WEG.



WAS PASSIERT?

— Die Druckknöpfe fungieren bei diesem Versuch als „Elektroden“ – so nennt man die Stromzuführer zu einer leitfähigen Flüssigkeit. Das entionisierte Wasser dürfte den Strom fast gar nicht leiten, Leitungswasser je nach Region besser, Mineralwasser recht gut.

Auf den Inhalt kommt es an

Mineralwasser enthält Mineralsalze – daher der Name.
Trägt der Salzgehalt zur Leitfähigkeit bei?

So geht's

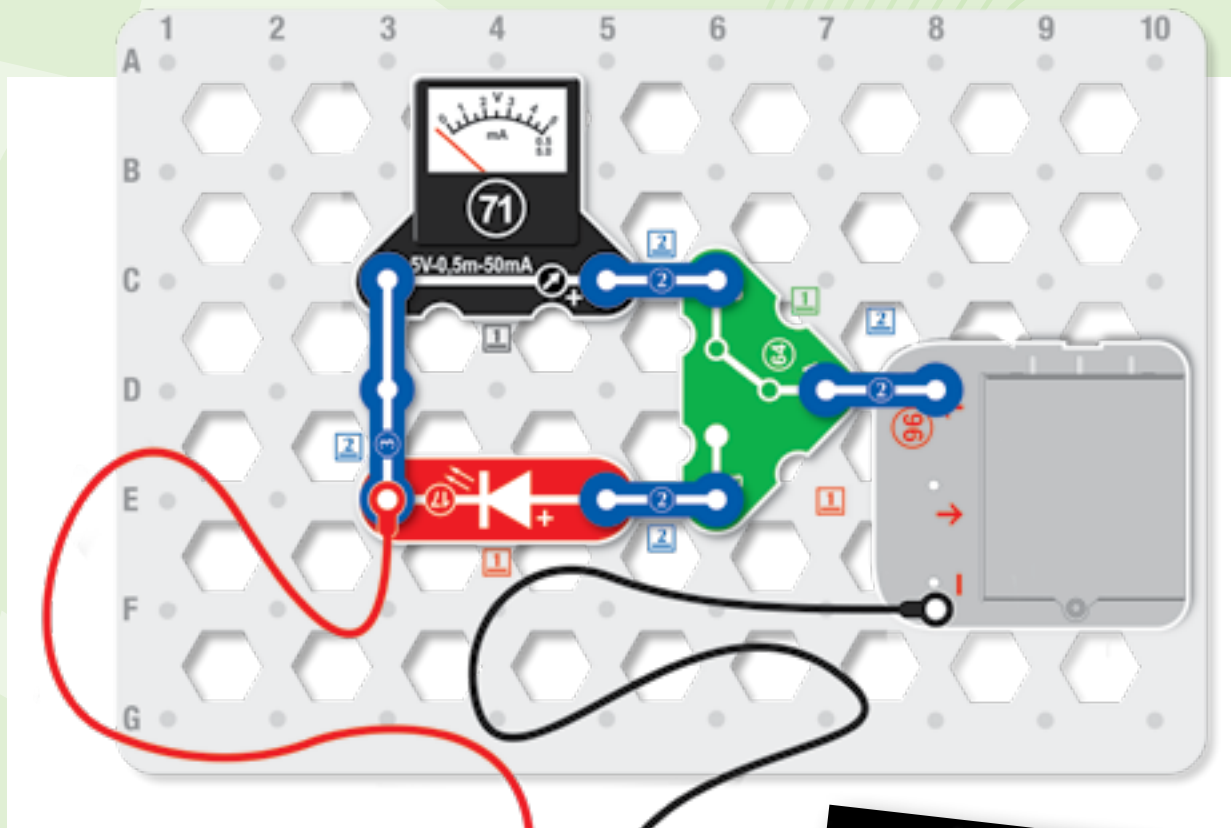
Betätige die Kurbel und miss noch einmal reines Leitungswasser. Löse dann darin einen Teelöffel voll Kochsalz. Tatsächlich steigert das die Leitfähigkeit enorm. Prüfe, ob auch Zucker diesen Effekt hat. Hier wirst du keine Änderung feststellen.

WAS PASSIERT?

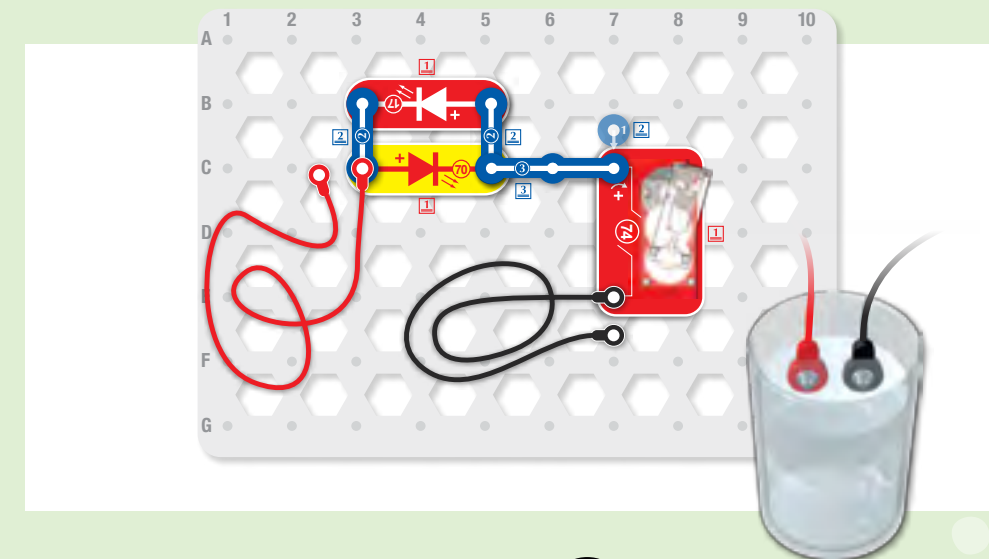
— Anders als Zucker zerfällt Kochsalz in Wasser in elektrisch geladene Teilchen, sogenannte „Ionen“. Sie übernehmen den Ladungs-transport – also den Stromfluss – in der Lösung.

TIPP

FÜR EINE GUTE VERGLEICHBARKEIT IST ES WICHTIG, DASS DU DIE KURBEL ÜBER ALLE VERSUCHE HINWEG MIT MÖGLICHST GLEICHBLEIBENDER GESCHWINDIGKEIT DREHST.



Eine Frage des Abstands



Ist es eigentlich egal, welchen Abstand die in die Lösung getauchten Metallteile haben?

So geht's

Füll ein Gefäß [je breiter, desto besser] mit Wasser oder Salzlösung. Bringe die beiden Druckknöpfe unterschiedlich nahe zusammen (aber ohne dass sie sich berühren!). Was kannst du feststellen?

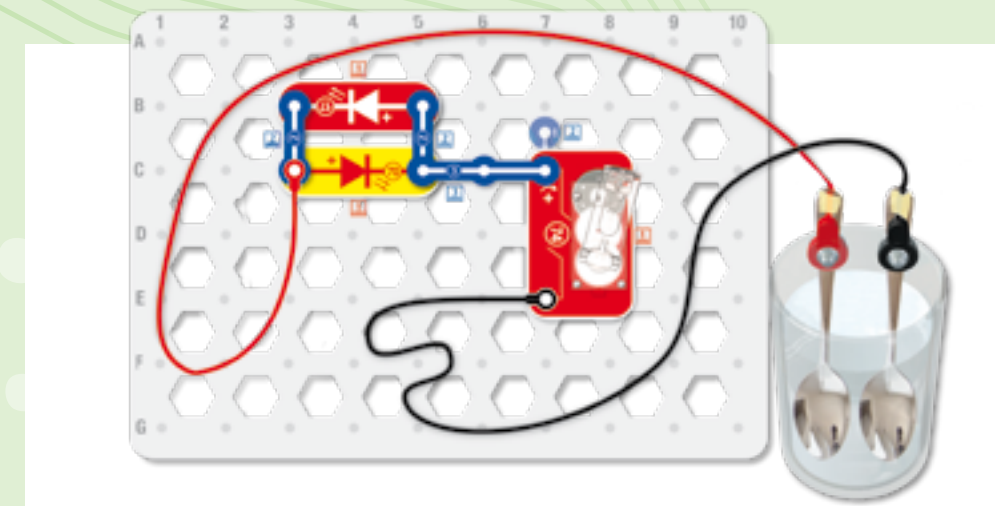
WAS PASSIERT?

— Je näher sich die beiden Druckknöpfe sind, desto höher ist die Stromstärke. Eigentlich kein Wunder: Dann müssen die Ionen, die den Stromtransport besorgen, nicht so weit wandern.

TIPP

GLEICHZEITIG DIE HANDKURBEL ZU BEDIENEN UND DEN VERSUCH DURCHFÜHREN KANN ALLEIN SCHWIERIG SEIN. BESORGE DIR DAHER FÜR DIESEN UND DIE NÄCHSTEN VERSUCHE EINE HELFENDE HAND.

Auch die Fläche ist wichtig



Spielt die Fläche der Elektroden eine Rolle?

So geht's

Verbinde die Druckknöpfe mit je einem metallenen Teelöffel und fixiere sie so mit Klebeband, dass die elektrische Verbindung zuverlässig hergestellt ist. Tauche die zu Elektroden gewordenen Löffel jetzt langsam immer tiefer in die Salzlösung, sodass eine immer größere Metallfläche mit der Lösung in Kontakt kommt.

Wie verändert sich die Helligkeit der LED?

WAS PASSIERT?

— Du siehst: Je größer die Fläche ist, desto besser ist die Leitfähigkeit – die LED wird heller. Denn von einer größeren Fläche können gleichzeitig mehr Ionen starten.

Und natürlich die Menge

Wenn wandernde Ionen für den Stromtransport zuständig sind, müsste die Leitfähigkeit von der Zahl der Ionen, also von der Menge zugesetzten Salzes abhängen. Stimmt das?

So geht's

Stelle zuerst in einem separaten Gefäß etwas Salzlösung her.

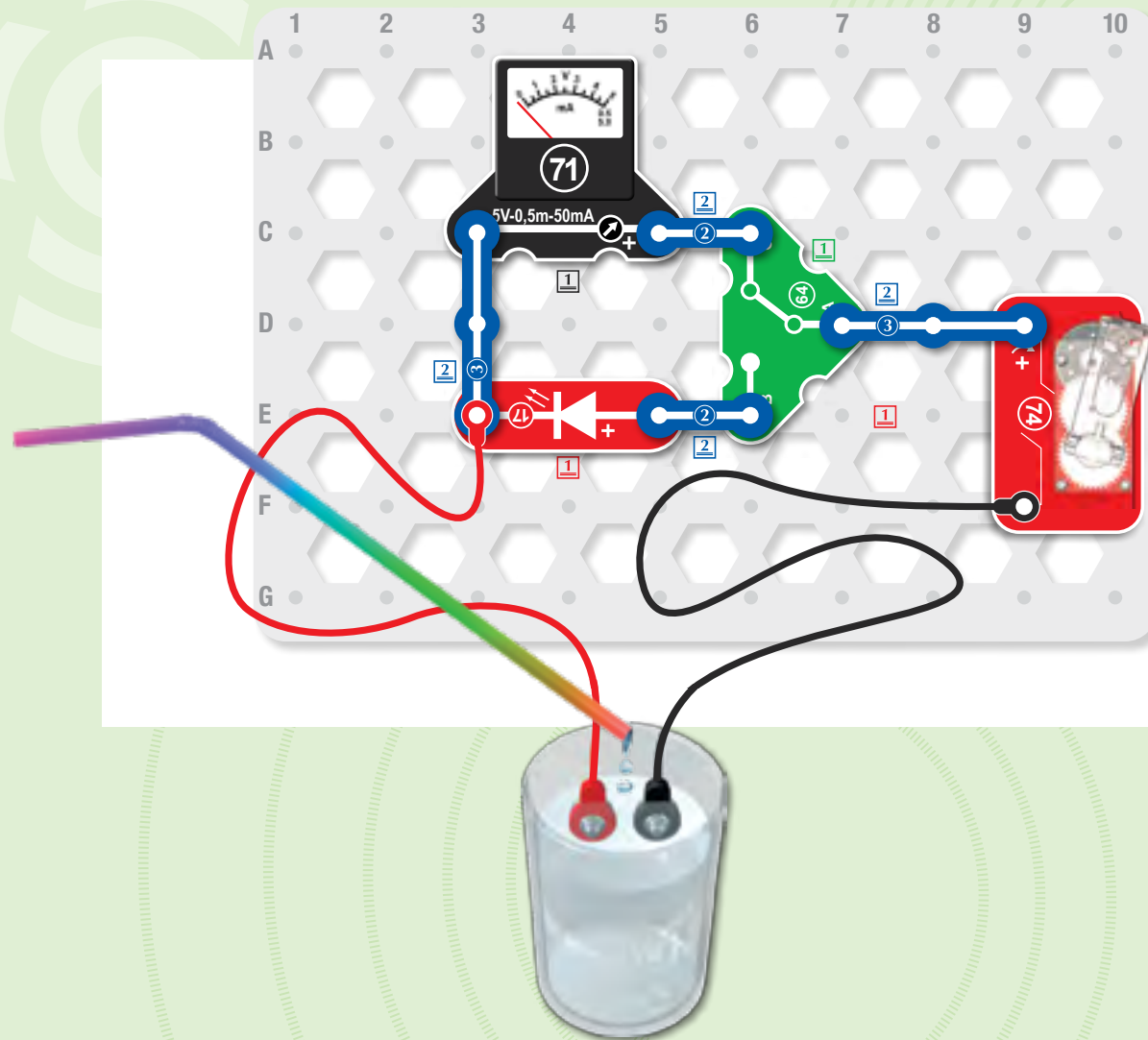
Tauche deine Druckknöpfe als Elektroden in entionisiertes Wasser (aus dem Baumarkt).

Bediene die Handkurbel wie in den letzten Versuchen und tropfe mit einem Trinkhalm unter vorsichtigem Umrühren die Salzlösung dazu. Was kannst du beobachten?

WAS PASSIERT?

— Tatsächlich zeigt dein Messgerät an, dass von Tropfen zu Tropfen mehr Strom fließt, und ab einer gewissen Menge leuchtet auch die LED.

Das reine Wasser leitet nicht. Aber die zugesetzten Ionen erhöhen nach und nach die Stromstärke.



NACHGEHAKT

Ionen

Weder Wasser noch festes Salz leiten den Strom, aber eine Mischung der beiden Stoffe tut es.

Es sind allerdings nicht Elektronen, die hier den Strom transportieren. Vielmehr zerfällt das Kochsalz beim Auflösen in „freie Ionen“, also kleine elektrisch geladene Teilchen. Manche tragen eine positive, andere eine negative Ladung. Sie besorgen nun den Stromtransport durch die Lösung.

Auch viele andere Salze, und auch Säuren wie etwa Essig, enthalten Ionen. Die Ionen (griechisch: Wanderer) ziehen von einem eingetauchten Metallteil („Elektrode“ genannt) durch die Lösung und nehmen dabei elektrische Ladungen, also sozusagen kleine Strompakete, mit.

Zucker dagegen zerfällt nicht in Ionen, daher leitet Zuckerlösung den Strom nicht besser als das verwendete Wasser.



GRAPHIT

BLEISTIFTMINEN BESTEHEN GROSSTEILS AUS GRAUEM GRAPHIT, EINER BESONDEREN FORM DES KOHLENSTOFFS: ER IST SO WEICH, DASS ER AUF PAPIER STRICHE HINTERLÄSST. WEIL ER STROM GUT LEITET (WENN AUCH NICHT SO GUT WIE METALLE) UND CHEMISCH RECHT WIDERSTANDSFÄHIG IST, FINDET ER VIELFACH ANWENDUNG IN DER TECHNIK.

Leiter und Nichtleiter

Stoffe, die den Strom gut leiten, nennt man **LEITER**. Dazu zählen vor allem Metalle. Am besten unter allen Metallen wiederum leiten Silber und Kupfer den Strom.

Andere Stoffe wie etwa Kunststoff, Porzellan, Glas, Luft oder Papier, die Strom nicht durchlassen, heißen **NICHTLEITER**.

Elektrische Haushaltsgeräte z.B. werden über Kabel mit der Steckdose verbunden. Die Kabel enthalten innen zwei Kupferdrähte, die den Strom zum Gerät leiten und wieder zurückführen. Das Kupfer liegt unter einer Hülle aus Kunststoff.

Er verhindert, dass man das blanke Kupfer mit dem gefährlichen Steckdosenstrom berührt. Außerdem kann so der Strom nicht schon im Kabel von einem Draht zur anderen überspringen.



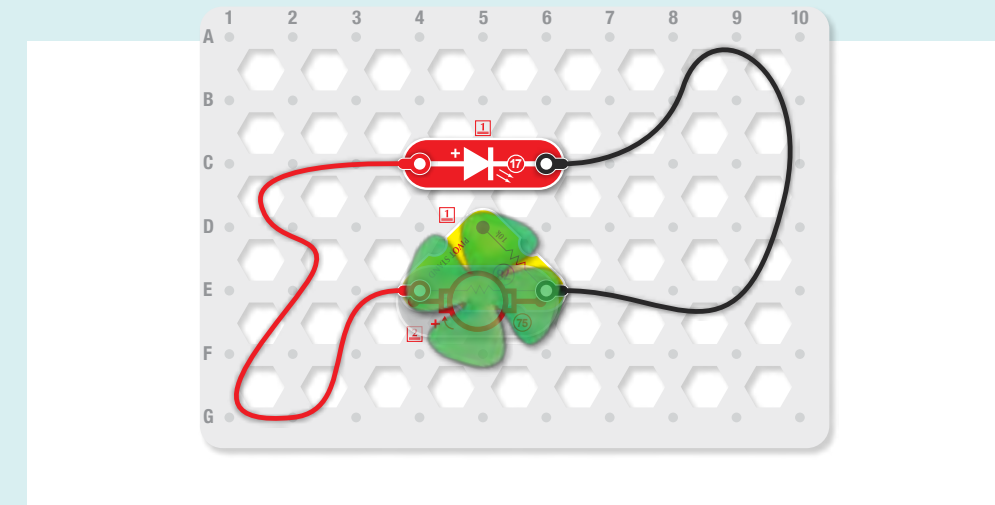


EILIGE Luft

An vielen erhöhten Standorten drehen sich inzwischen Windräder und wandeln die Energie des Windes in elektrische Energie um. Eigentlich nutzen sie Sonnenenergie, denn die Sonnenwärme erzeugt letztlich die Winde. In diesem Kapitel kannst du mit deinem Motor und dem darauf gesteckten Windrad untersuchen, wie man am besten die Kraft des Windes einfangen kann.

VERSUCH 73

Je windiger, desto heller



Baue deine eigene kleine Windkraftanlage.

So geht's

Befestige den Motor am Ständer. Blase kräftig auf das Windrad: Die LED strahlt auf.

Teste (an windarmen Tagen am besten mit einem Föhn oder einem Ventilator), wie deine Windkraftanlage auf wechselnde Windrichtungen reagiert.

Warum ist es sinnvoll, das Windrad immer zum Wind zu drehen?



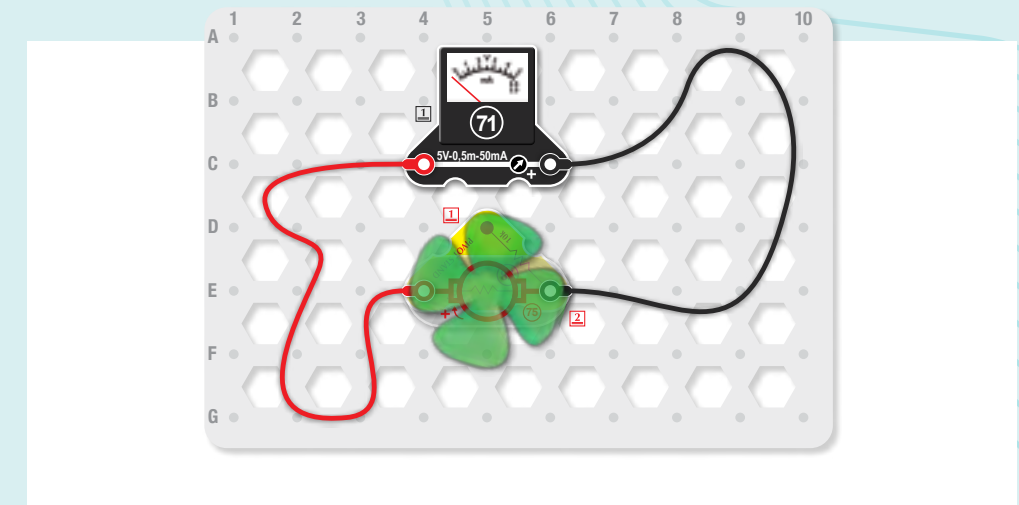
WAS PASSIERT?

— Der vom Windrad gedrehte Motor arbeitet als Stromerzeuger für die LED. Die Schaltung wandelt also Windenergie in Licht um.

Und da wirklicher Wind aus verschiedenen Richtungen kommt, muss man das Windrad immer zum Wind drehen, damit es Strom erzeugen kann.

VERSUCH 74

Der Trick der Sicherheitsschalter



Die Helligkeit der LED lässt sich schwer abschätzen. Aber du hast ja dein Messgerät, um die Windkräfte zu untersuchen.

So geht's

Schalte das Messgerät in 5-Volt-Stellung. Probiere unterschiedliche Windrichtungen aus.

Vielleicht hast du auch die Möglichkeit, an einem windigen Tag im Freien den Unterschied der Leistung nahe dem Boden oder an erhöhten freien Stand-

orten zu vergleichen. Dann weißt du, warum man die Windräder auf hohen Türmen anbringt.

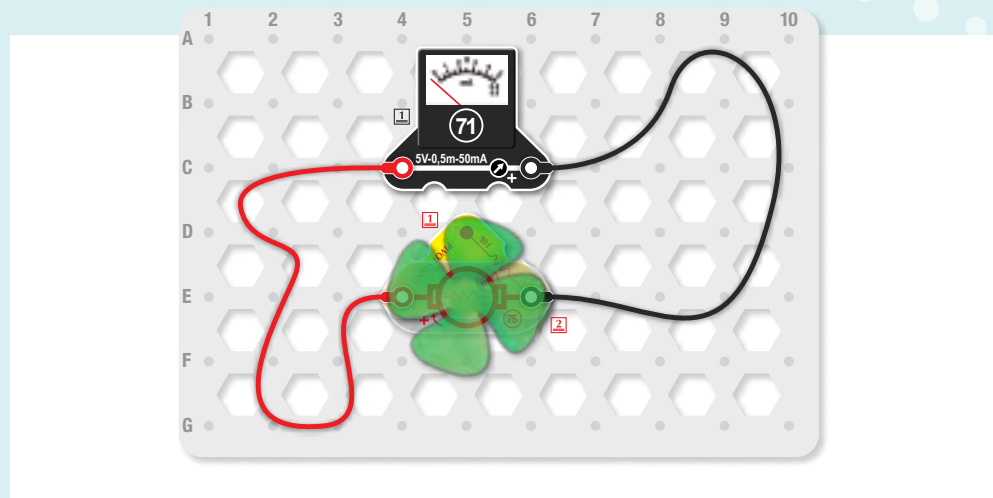


WAS PASSIERT?

— Mit der Drehgeschwindigkeit des Motors steigt auch die Spannung, daher ist sie umgekehrt ein Maß für die Wirkung der Windkraftanlage.

VERSUCH 75

Wind wird eingefangen



Windräder müssen groß sein, weil die einzufangende Windleistung von der überstrichenen Fläche abhängt. Mit deinem Windrad könntest du etwas tun, was die großen nicht können: den Wind konzentrieren.

So geht's

Bastele aus Pappe mithilfe von Klebeband eine Art großen Trichter, der hinten eine Öffnung etwa so groß wie dein Windrad hat. Halte die große Trichteröffnung in den Wind oder vor einen großen Ventilator,

das Windrad mit LED oder mit Messgerät hinter die kleine Öffnung. Was zeigt das Messgerät?

WAS PASSIERT?

— Der Trichter konzentriert die Luftströmung auf das Windrad, das sich dadurch viel schneller und kräftiger dreht.

VERSUCH 76

Wenn von hinten Wind bläst



WAS PASSIERT?

— Das Windrad dreht sich, wenn auch weniger gut, weil der Motor den Luftstrom behindert.

Und vor allem: Er läuft jetzt anders herum. Dadurch fließt, wie du am Ausschlag des Messgeräts erkennst, der Strom anders herum. Wegen der Form des Windrads hängt die Drehrichtung davon ab, von welcher Seite man es anbläst. Und die Drehrichtung des Motors wiederum bestimmt die Fließrichtung des erzeugten Stroms.

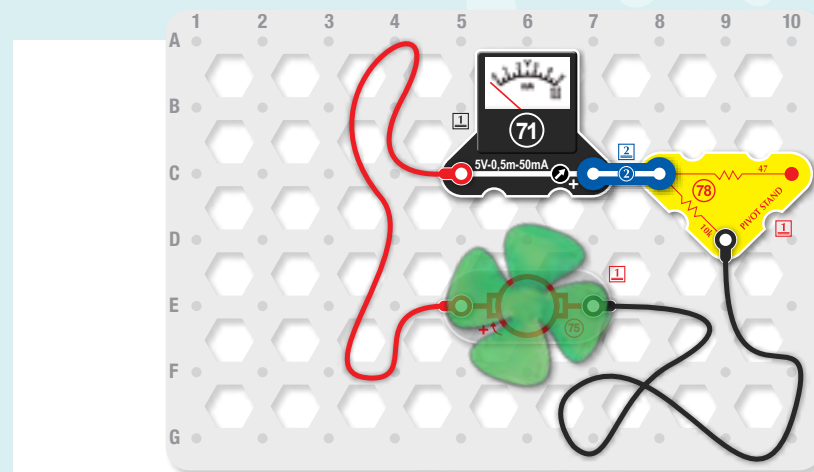
So geht's

Du brauchst nochmals den Aufbau von Versuch 78. Nimm das Windrad samt Ständer vorsichtig in die Hand und blase von hinten aufs Windrad. Dreht es sich?

Beobachte den Zeigerausschlag am Messgerät.

VERSUCH 77

Handlicher Windmesser



Manchmal möchte man wissen, wie stark es weht. Diese Schaltung zeigt, wie ein Windmesser funktioniert.

So geht's

Schalte das Messgerät auf die 5-Volt-Stellung. Verdopple wegen des in Reihe geschalteten Widerstands alle abgelesenen Spannungswerte.

Messe bei schwächerem Windstrom und dann bei stärkerem Wind.

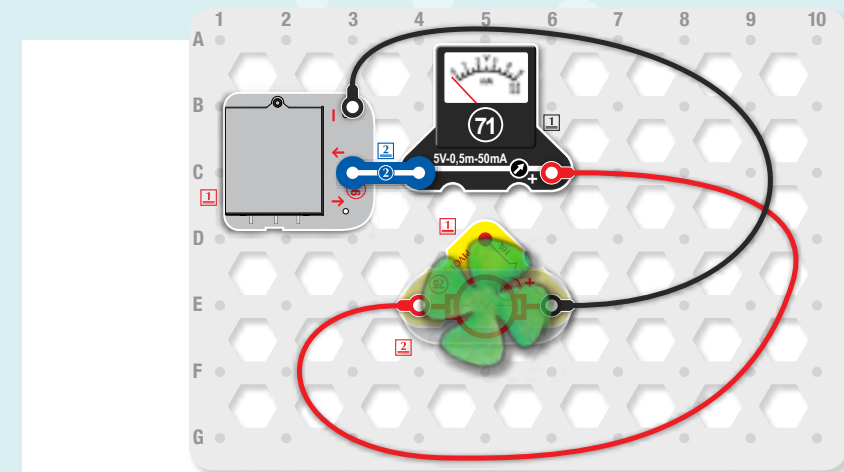
Was kannst du beobachten?

WAS PASSIERT?

— Je stärker der Wind, desto höher ist die erzeugte Spannung. Das Messgerät zeigt die von der Windstärke abhängige Spannung an, die der Windgenerator liefert. Freilich ist der Messbereich dieser einfachen Schaltung ziemlich beschränkt.

VERSUCH 78

Gespeicherte Windenergie mit Ventilator



Wind weht bekanntlich recht unbeständig. Daher ist es sinnvoll, Windenergie zu speichern.

So geht's

Baue eine Windkraftanlage mit Speicher auf. Blase kräftig auf das Windrad.

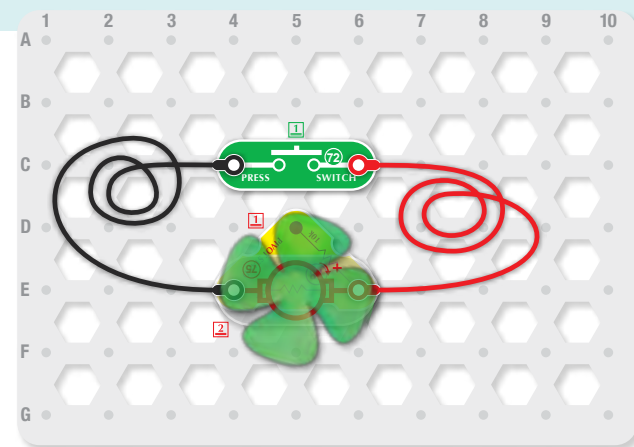
Das Messgerät (Stellung 50 mA) zeigt, dass Strom erzeugt wird und die Batterien laden.

WAS PASSIERT?

— Der durch Windkraft bzw. Pusten erzeugte Strom lädt die Batterien. Allerdings, das zeigt das Messgerät (Stellung 50 mA), muss der Wind schon recht kräftig wehen, damit es sich lohnt. Auch im Großen funktioniert die Speicherung des von Windkraftanlagen erzeugten Stroms noch nicht zufriedenstellend.

VERSUCH 79

Belastung bremst das Windrad



Eigentlich läuft das Windrad doch recht leicht. Warum tut es sich beim Laden der Batterien so schwer?

So geht's

Schließe den Windgenerator mittels Taster für einen Moment kurz.

Was kannst du beobachten?

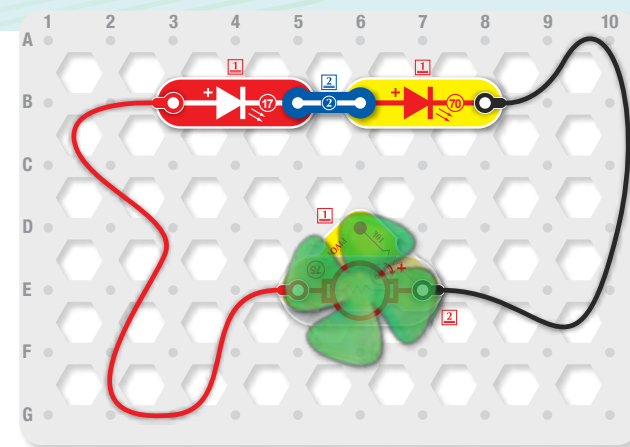


WAS PASSIERT?

— Der Windgenerator wird abgebremst. Bei Kurzschluss muss er nicht nur Spannung erzeugen, sondern eine ordentliche Menge elektrische Leistung – und das ist mühsam.

VERSUCH 80

Sturmwarnung



Starker Wind kann ziemlich Ärger bereiten: Fenster und Türen schlagen, Zelte beschädigen, Bäume entwurzeln, Dächer abdecken. Da ist eine Schaltung nützlich, die bei aufkommendem Wind per Lichtsignal warnt.

So geht's

Schließe an dein Windrad die beiden LEDs an. Puste mit dem Mund oder einem Föhn erst wenig, dann stärker auf das Windrad.

Ab einer gewissen Drehzahl leuchten die LEDs auf.



WAS PASSIERT?

— Damit beide LEDs leuchten, bedarf es einer bestimmten Mindestspannung. Und um diese Mindestspannung mit dem Windgenerator zu erzeugen, muss der Wind ziemlich kräftig wehen. Wenn die Anlage schon bei schwächerem Wind ansprechen soll, verwende nur eine LED.



NACHGEHAKT

WINDKRAFTANLAGEN



Die vielen Windkraftanlagen sind im Grunde ähnlich gebaut wie deine Anlage, nur viel größer: Ein (meist dreiflügeliger) **PROPELLER** von teils über 100 Metern Durchmesser treibt einen elektrischen Generator an, der Strom erzeugt. Weil sich die großen Propeller nur langsam drehen, erhöht ein Getriebe die Drehzahl für den Generator.

Die Maschinengondel ist drehbar und die Propellerflügel sind verstellbar, so kann sich die Anlage an jede Windrichtung und -stärke anpassen. Freilich müssen Propeller und Turm gewaltige Kräfte aushalten können. Die Propellerspitzen bewegen sich fast mit Schallgeschwindigkeit, und mitunter rütteln Stürme kräftig an der Anlage. Dann müssen die Anlagen abgeschaltet werden.

Offshore

Zunehmend entstehen Windparks mit jeweils zahlreichen Windrädern auf hoher See (offshore).

Denn auf offener See weht der Wind gleichmäßiger und stärker. Zudem sind die geeigneten Plätze auf windigen Hügeln und entlang der Küste bereits weitgehend besetzt.

Der Strom wird dann durch Unterwasserkabel zum Festland geleitet. Allein vor den deutschen Nord- und Ostseeküsten sollen in den kommenden Jahren 40 große Windparks entstehen.



Windmühlen

Der Mensch nutzt die Bewegungsenergie des Windes seit Jahrtausenden. Bis zur Erfindung der Dampfschiffe konnte man nur mit Segelschiffen die Meere befahren. Und vermutlich schon vor fast 4000 Jahren entstanden die ersten Windmühlen.

Mit ihrer Hilfe mahlte man Korn zu Mehl oder zermahlte andere Pflanzenteile wie Senfkörner, Ölsaaten, Eichenrinde für die Gerberei oder Gewürze, aber auch Mineralstoffe wie Gips. Auch Säge-, Hammer- und Drahtziehmühlen waren in Gebrauch.

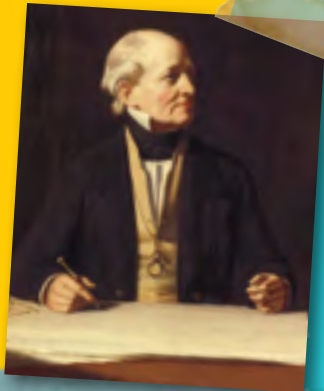
Andere Mühlen pumpten Frischluft in Bergwerksschächte oder trieben Pumpwerke, um etwa Moore oder eingedeichte Flächen am Meer trocken zu legen. Heute sind manche dieser Mühlen zu Museen ausgebaut.



Windstärken

Die bekannteste Windstärkenskala ist nach dem englischen Forscher Sir Francis Beaufort benannt und beurteilt die Windstärke nach der Windgeschwindigkeit.

Danach ist Windstärke 0 Windstille, 5 schon eine frische Brise, die größere Zweige bewegt, ab 9 spricht man von Sturm, der Gegenstände beschädigt und das Gehen behindert, Windstärke 10 kann schon Bäume entwurzeln oder brechen, und Windstärke 12 ist ein Orkan, der schwerste Schäden anrichtet.



Die Beaufort-Skala

Windstärke	Windgeschwindigkeit		Beschreibung	Auswirkungen an Land
	Knoten	km/h		
0	1	1	Windstille	Rauch steigt senkrecht auf.
1	1-2	1-5	leiser Zug	Rauch treibt weg, aber Windfahnen bewegen sich nicht.
2	3-6	6-11	leichte Brise	Rauch zeigt deutlich die Windrichtung an.
3	6-10	12-19	schwache Brise	Leichte Fahnen, Blätter und dünne Zweige bewegen sich sacht.
4	11-15	20-28	mäßige Brise	Loses Papier wird vom Wind herumgewirbelt. Zweige bewegen sich.
5	16-20	29-38	frische Brise	Kleinere Laubbäume beginnen im Wind zu schwanken.
6	21-26	39-49	starker Wind	Dicke Äste bewegen sich. Regenschirme sind nicht länger zu benutzen.
7	27-33	50-61	steifer Wind	Bäume schwanken. Fühlbarer Druck beim Gehen gegen den Wind.
8	34-40	62-74	stürmischer Wind	Blätter und Zweige werden von den Bäumen gerissen.
9	41-47	75-88	Sturm	Der Wind nimmt Dachziegel mit und wirft Schornsteine um. Äste brechen.
10	48-55	89-102	schwerer Sturm	Bäume brechen oder werden entwurzelt. Es entstehen größere Schäden an Häusern.
11	56-63	103-117	orkanartiger Sturm	Autos werden umgestürzt. Bäume weggeweht.
12-17	>64	>118	Orkan	Verbreitete Verwüstungen. Außer in Meeresnähe selten über Land vorkommend.

Impressum

0724582 AN 150226
© 2026 Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG • Pfizerstraße 5-7 • 70184 Stuttgart, DE
Anleitung zu "Easy Elektro - Green Energy", Artikel-Nr. 621407

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen, Netzen und Medien. Wir übernehmen keine Garantie, dass alle Angaben in diesem Werk frei von Schutzrechten sind.

Wir behalten uns auch die Nutzung von uns veröffentlichter Werke für Text und Data Mining im Sinne von §44 b UrhG ausdrücklich vor.

Text: Ruth Schildhauer, Dr. Rainer Köthe
Projektleitung: Richard Schmising
Gestaltungskonzept Anleitung: Atelier Bea Klenk, Berlin
Layout und Satz: Joanna Mühlbauer, Steingaden
Illustrationen Anleitung: Amadeus Rayhle, Stuttgart, Joanna Mühlbauer, Steingaden

Fotos Anleitung:
Grafikplusfoto S. 38 ur (AdobeStock); Adolfo Rodriguez, S. 40 ol; Dark Vectorangel, S. 74; dave51, S. 15 mr; dd, S. 26 o Mitte; djama, S. 50 r; Gernot Krautberger, S. 15 m; Jaroslav Siroky, S. 43; jopix, S. 55 ul; juanjo tugores, S. 55 or; Klaus Eppeler, S. 10; Marek, S. 25 ul; Martin Green, S. 25 ur; mirpic, S. 77 ol; Thomas Jansa, 38 or; Zechal, S. 15 ur; Zhann, S. 40 or (alle vorigen © fotolia.com); Ivan Burmistrov, S. 61 ul; Reggie Lavoie, S. 68, 71 ul; David Duncan, S. 56 or; (alle vorigen © istockphoto.com); Alexander Kirch, S. 49 o; Brian A Jackson, S. 72; chaiviewfinder, S. 10; Dream Master, S. 3; Everett Collection, S. 61 o; FXQuadro S. 56 l; Ico Maker, S. 62; Kaca Skokanova, S. 49 u; KK Tan, S. 71 r; NinaM, S. 55 ur; Olexandr Taranukhin, S. 25 o; Pand P Studio, S. 61 ur; petovarga S. 50 m; Pinosub, S. 48 u; pixelliebe, S. 10 or; Pixel-Shot, S. 26; Ruslan Galiullin S. 71 or; Sabelskaya (Abb. USB-Stecker in Aufbauanleitung); Sergey Novikov, S. 16; Teun van den Dries, S. 77 ul; Thongsuk Atiwannakul S. 48 o; Tohuwabohu1976, S. 77 r (alle vorigen © shutterstock.com); Bernd Gehrmann, S. 37 (Ohm); Dr. Manuel, S. 37 (Volta); Nightflyer/Deutsche Bundespost, S. 37 (Ampere); Stephen Pearce, S. 78 (alle vorigen Wikipedia gemeinfrei); Michael Flaig, Stuttgart, Cover Vorderseite; Rainer Köthe, S. 45.

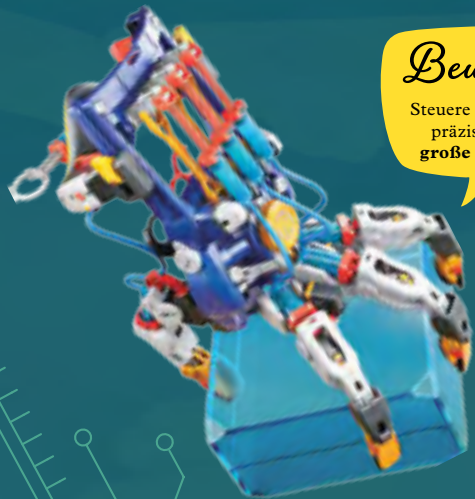
Gestaltungskonzept & Packaging Design: Peter Schmidt Group, Hamburg
Layout Verpackung: Joanna Mühlbauer, München
Fotos Verpackung: Michael Flaig,

Der Verlag hat sich bemüht, für alle verwendeten Fotos die Inhaber der Bildrechte ausfindig zu machen. Sollte in einzelnen Fällen ein Bildrechtinhaber nicht berücksichtigt worden sein, wird er gebeten, seine Bildrechtinhaberschaft gegenüber dem Verlag nachzuweisen, so dass ihm ein branchenübliches Bildhonorar gezahlt werden kann.

Printed in China / Imprimé en Chine
Technische Änderungen vorbehalten

Kennzeichnung von Verpackungsmaterialien:
www.kosmos.de/disposal





Beweglich!

Steuere die Finger ganz präzise oder greife große Gegenstände

ÜBERTRÄGT DIE KRAFT MIT
Hydraulik-Technik



Verleih dir neue Fähigkeiten und werde zum Cyborg! Bau dir die riesige Roboter-Hand aus Einzelteilen zusammen und erlebe, wie die mit Wasser gefüllten Hydraulik-Schläuche die Bewegungen deiner Finger präzise auf die große, künstliche Hand übertragen.

So kannst du besonders große oder kleine Gegenstände greifen, die Finger zur Faust ballen oder strecken. Egal ob du Links- oder Rechtshänder bist, die Hand passt!

10-14 Jahre

kosmos.de

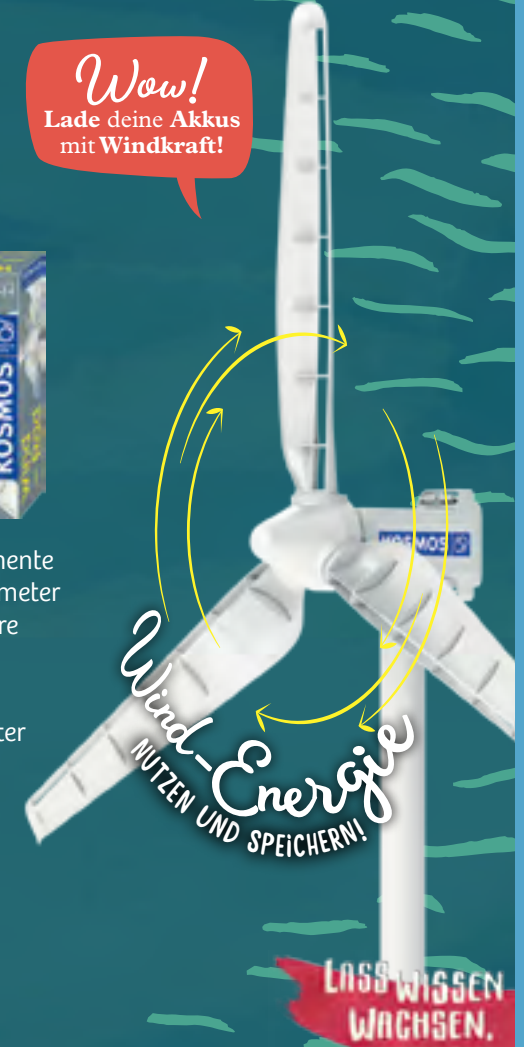


Ein echtes Windrad für Experimente im Freien! Bau dir das 90 Zentimeter hohe Windrad auf und generiere Strom für deinen Akku.

Probiere aus, mit welchem Neigungswinkel der Rotorblätter du die aktuelle Windstärke optimal nutzt, damit du anschließend ein kleines Fahrzeug mit der gewonnenen Energie antreiben kannst!

8-14 Jahre

Wow!
Lade deine Akkus mit Windkraft!



Haben Sie Fragen?

Unser Kundenservice hilft Ihnen gerne weiter!

© 2026 KOSMOS
Franckh-Kosmos Verlags-GmbH & Co. KG
Pfizerstraße 5-7, 70184 Stuttgart, DE
Hotline: +49 (0)711 / 2191-343
kosmos.de/servicecenter

