

# Elektronik- Experimente

FÜR **KIDS**

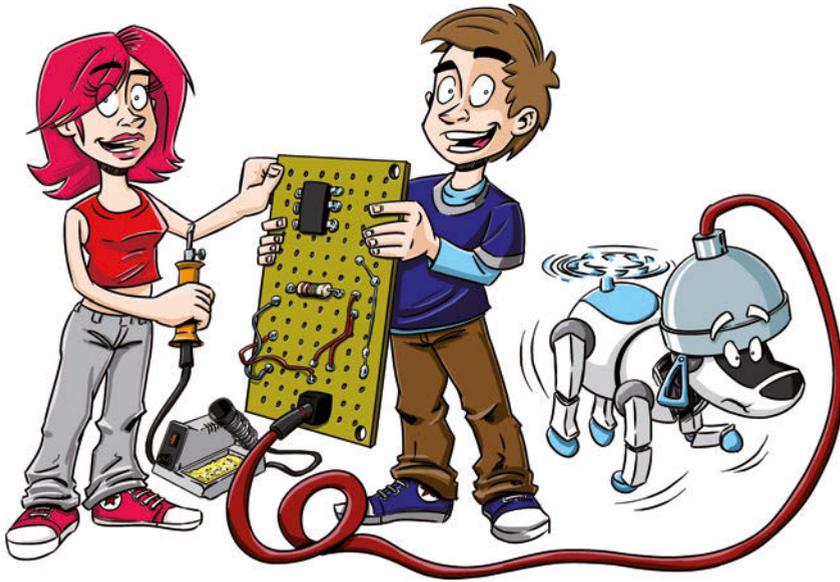


## **Hinweis des Verlages zum Urheberrecht und Digitalen Rechtemanagement (DRM)**

Der Verlag räumt Ihnen mit dem Kauf des ebooks das Recht ein, die Inhalte im Rahmen des geltenden Urheberrechts zu nutzen. Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Der Verlag schützt seine ebooks vor Missbrauch des Urheberrechts durch ein digitales Rechtemanagement. Bei Kauf im Webshop des Verlages werden die ebooks mit einem nicht sichtbaren digitalen Wasserzeichen individuell pro Nutzer signiert.

Bei Kauf in anderen ebook-Webshops erfolgt die Signatur durch die Shopbetreiber. Angaben zu diesem DRM finden Sie auf den Seiten der jeweiligen Anbieter.



# Elektronik-Experimente für Kids

1. Auflage

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <<http://dnb.d-nb.de>> abrufbar.

ISBN 978-3-95845-369-2

1. Auflage 2016

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

E-Mail: [mitp-verlag@sigloch.de](mailto:mitp-verlag@sigloch.de)

Telefon: +49 7953 / 7189 - 079

Telefax: +49 7953 / 7189 - 082

© 2016 mitp-Verlags GmbH & Co. KG, Frechen

Dieses Werk, einschließlich aller seiner Teile, ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

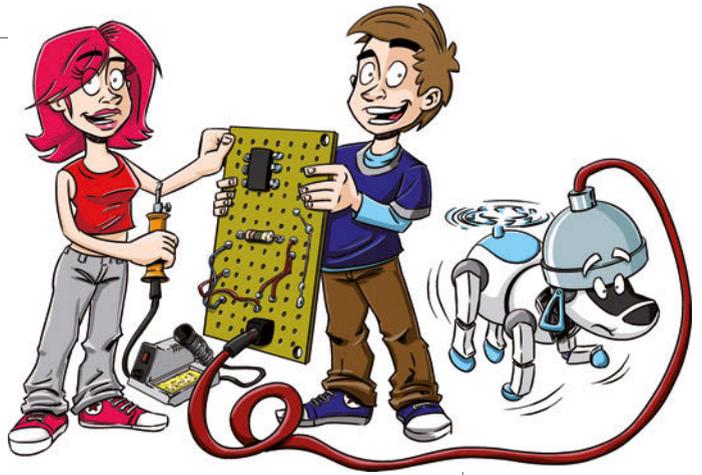
Wir danken allen Mitwirkenden bei Wikipedia und Wikimedia, die Bildmaterial der Allgemeinheit zur Verfügung stellen. Soweit erforderlich, ist die Creative-Commons-Lizenz bei den Abbildungen angegeben. Der jeweilige Lizenztext kann unter <http://creativecommons.org/licenses/> nachgelesen werden. Danke auch an Fritzing, mit dessen Software die Steckboardansichten erstellt wurden.

Lektorat: Katja Völpe

Sprachkorrektorat: Petra Heubach-Erdmann

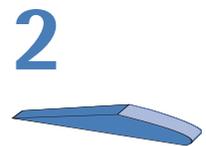
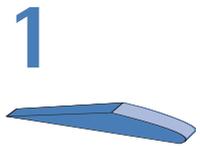
Covergestaltung: Christian Kalkert

Satz: Ill-satz, Husby, [www.drei-satz.de](http://www.drei-satz.de)



# Inhalt

<b>Einführung</b> .....	7
Einführung .....	8
Für die Eltern .....	8
Was du für deine Versuche brauchst .....	10
<b>Eins zurück, zwei vor: die ersten Schritte</b> .....	19
Was bisher geschah .....	19
Zusammenfassung .....	25
Ein paar Fragen ... ..	25
... und ein paar Aufgaben .....	27
<b>Kondensatoren: Ladungsspeicher für schlechte Zeiten</b> .....	31
Mehr als gar nichts .....	32
Laden, entladen, laden, entladen ... ..	44
Kurvenverlauf mit dem Scope anschauen .....	59
Ein paar Tipps zum Oszilloskopkauf .....	82
Jetzt lassen wir es krachen .....	86
Das Fass läuft über .....	98
Zusammenfassung .....	100
Ein paar Fragen ... ..	101
... und ein paar Aufgaben .....	101



# 3



<b>Heiß und ätzend</b> .....	<b>105</b>
Löten für den Praktiker .....	106
Die ersten Lötübungen .....	112
Liebling, ich habe den Schlauch geschrumpft .....	117
Elektronische Geschenkideen .....	121
Bauteile in eine Platine einlöten .....	127
Platinen selber herstellen .....	137
Zusammenfassung .....	164
Ein paar Fragen ... .....	164
... und ein paar Aufgaben .....	165

# 4



<b>Die passende Spannung besorgen</b> .....	<b>167</b>
Gib mir zehn .....	167
Feste Spannung mit dem Festspannungsregler .....	173
Mit dem Labornetzteil von der Batterie verabschieden .....	181
Zusammenfassung .....	187
Ein paar Fragen ... .....	187
... und ein paar Aufgaben .....	188

# 5

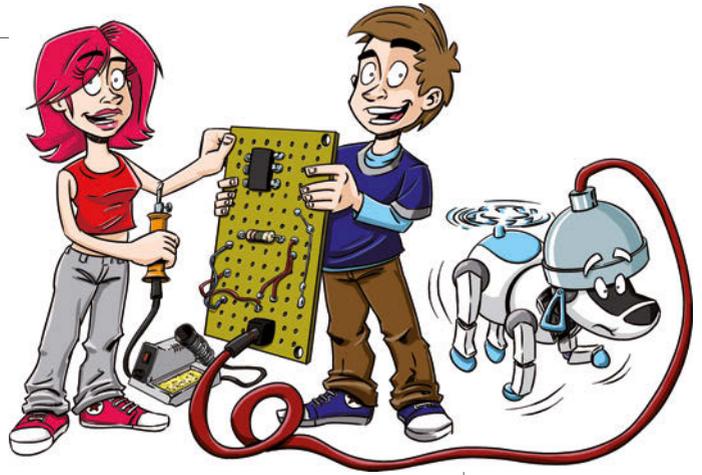


<b>Klein, aber fein: ICs</b> .....	<b>189</b>
Integrierte Schaltkreise .....	189
Ein OPA bitte in den OP .....	196
Flip-Flops sind nicht nur Badelatschen .....	207
101+10 soll 6 sein .....	215
Zusammenfassung .....	229
Ein paar Fragen ... .....	230
... und ein paar Aufgaben .....	230

<b>Anhang</b> .....	<b>233</b>
---------------------	------------

<b>Lösungen</b> .....	<b>239</b>
-----------------------	------------

<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	<b>253</b>
-----------------------------------	------------



## Einführung

In diesem Kapitel lernst du:

- ⊙ welche Dinge du für deine eigenen Elektronikexperimente benötigst
- ⊙ wichtige Verhaltensregeln kennen
- ⊙ was deine Eltern wissen sollten

Willkommen (zurück)! Wenn du dieses Buch liest, hast du hoffentlich auch schon *Elektronik für Kids* gelesen und bist nun ganz wissbegierig und ungeduldig, um weiter in die faszinierende Welt der Elektronik einzutauchen. Damit das auch gut klappt, ist es wichtig, dass du ehrlich zu dir selbst bist und wirklich das andere Buch kennst und gelesen hast. Darauf verlasse ich mich nämlich, um nicht alles, was dort schon mal stand, erneut durchkauen zu müssen und dich zu langweilen. Nur in einzelnen Fällen wird ein Thema noch einmal kurz aufgegriffen, wenn es thematisch notwendig ist. Wenn du dich fit fühlst und die meisten Experimente bisher geklappt haben und du auch keine (oder nur wenige) Fragen mehr hast, kannst du eigentlich gleich zum übernächsten Kapitel springen. Besorge dir die Teile aus der Einkaufsliste und viel Spaß!

## Einführung



Wenn etwas ganz besonders wichtig ist und deiner Aufmerksamkeit bedarf, dann steht das in einem solchen Kasten. Wenn du diese Texte aufmerksam liest, dann dürfte es keine Probleme geben.



Ich bin immer da, wenn es knifflig wird oder ich noch einen echten Profitrick für dich habe. Manchmal will ich auch nur zeigen, wie schlaue ich bin. Dann kannst du meinen Kommentar gerne lesen und staunen oder du hebst es dir für später auf, wenn du neugierig geworden bist.

Auch für die Eltern sind noch mal ein paar Worte vorhanden. Ebenso wie die wichtigsten Sicherheitshinweise. Es geht einfach nicht ohne das richtige Maß an Vorsicht; und wo, wenn nicht in einem Buch, in dem ein für dich neues Wissensgebiet erschlossen wird, solltest du darüber etwas erfahren?

Nach dem bisher viel über die Grundlagen der Elektronik zu erforschen war, geht es jetzt an die Sachen, die etwas komplexer sind, dafür steigt auch die Herausforderung beim Nachbauen und Verstehen. Wieder werden (neue) Bauteile gezeigt, ohne die ein Elektroniker nicht auskommt. Dabei sind nun auch integrierte Schaltungen, bei denen ganz viel Technik in einem kleinen schwarzen Gehäuse versteckt ist. Es wird aber auch Zeit, dass du lernst, wie gelötet wird und Platinen selber geätzt werden. Dazu kommt ein neues Messgerät und eine neue Art, deine Schaltung mit Spannung zu versorgen – so, wie es die Profis machen.

## Für die Eltern

Obwohl sich das vorliegende Buch vor allem an Kinder und Jugendliche richtet, so dürfen Sie dabei nicht vergessen, dass die Materie recht anspruchsvoll ist. Der Umgang mit Elektronik kann gefährlich sein. Natürlich wird in diesem Buch nichts Gefährliches gezeigt und alle Experimente sind im Prinzip harmlos.

Es gibt aber auch Themen, bei denen Ihr Kind auf Ihre Hilfe angewiesen ist und bei dem Sie vorher entscheiden müssen, ob und wie die Materie praktisch erprobt wird. Dazu gehört das Lötten, das bis auf die Hitze noch relativ problemlos ist. Beim Ätzen wird aber mit Chemie gearbeitet, was Gesundheits- und Umweltschäden verursachen kann, wenn unsachge-

mäß damit gearbeitet wird. Halten Sie sich an die gezeigten Anweisungen, sollte es keine Probleme geben. Lassen Sie sich davon aber nicht abbringen, sich mit dem Kapitel zu befassen, denn es ist spannend und das Endprodukt ist für ambitionierte Hobbyelektroniker auf jeden Fall eine Bereicherung, die gut geeignet ist, Selbstvertrauen und Stolz zu fördern, und Begeisterung schürt.

Lesen Sie die Sicherheitstipps bitte aufmerksam durch und besprechen Sie die Hinweise mit Ihrem Kind, bevor es selbstständig mit dem Buch arbeitet.



## Sicherheitshinweise

- ◇ Die verwendeten Bauteile sind **nicht für Kleinkinder geeignet!** Es besteht die Gefahr, dass die Teile verschluckt oder eingeatmet werden. Das empfohlene Mindestalter beträgt acht Jahre.
- ◇ **Strom aus der Steckdose ist lebensgefährlich!** Es werden keine Experimente mit »Lichtstrom« gemacht. Achten Sie auch darauf, dass keine Drahtstücke in eine Steckdose gesteckt werden können.
- ◇ **Keine Netzteile verwenden!** Auch wenn kleine Netzteile, wie Sie sie vielleicht von Ihrem Handyladegerät her kennen, praktisch sind und eine an sich ungefährliche Spannung bereitstellen, sind diese für eigene Experimente ungeeignet.
- ◇ **Nutzen Sie eine Batterie und keinen Akku.** Auch wenn das nicht ökologisch sein mag, so kann ein Akku durch einen (versehentlichen) Kurzschluss stark beschädigt werden und explodieren etc. Es genügt eine billige Batterie, die im Doppelpack schon für weniger als ein Euro zu bekommen ist. Benutzen Sie auch keine Lithium-Batterien (zum Beispiel »Knopfzellen«), da diese ebenfalls explodieren können.
- ◇ **Vorsicht vor Ätzmitteln.** Chemie außerhalb der Reichweite von (Klein-)Kindern aufbewahren und ordnungsgemäß kennzeichnen.
- ◇ Unbedingt darauf achten, dass die beiden Pole der Batterie nicht versehentlich mit einem metallischen Gegenstand (Schlüssel, Schraubenzieher, Draht etc.) kurzgeschlossen werden. Es besteht die Gefahr der Überhitzung und Zerstörung.
- ◇ Verformte, beschädigte oder ausgelaufene (weiße Säurerückstände an den Polen oder Kanten) Batterien sofort entsorgen. Batterien gehören nicht in den Hausmüll. Jede Verkaufsstelle von Batterien nimmt Altbatterien kostenlos zurück.

- ❖ Die Experimente sind für gesunde, normal entwickelte Kinder konzipiert und ungefährlich. Personen (einschließlich Kinder) mit eingeschränkten physischen, sensorischen oder geistigen Fähigkeiten, mangels Erfahrung und/oder mangels Wissen und/oder mangels motorischer Fähigkeiten müssen durch eine für ihre Sicherheit zuständige Person beaufsichtigt werden.
- ❖ Einige Experimente produzieren Lichtblitze, akustische Töne oder physische Irritationen. Sollte die Personen, die das Experiment durchführt, hierauf übermäßig sensibel reagieren, beaufsichtigen Sie sie bei der Durchführung.



Laut Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) gehört Elektroschrott nicht in den Hausmüll, sondern ist zu recyceln oder umweltfreundlich zu entsorgen. Die Deutsche Post bietet einen kostenlosen Service an, bei dem alles, was in einen Maxibriefumschlag passt, versandkostenfrei eingesendet werden kann. Vermutlich richtet sich das Angebot eher an Elektrogeräte, mit deren Entsorgung sich Geld verdienen lässt, aber das Webangebot (<https://www.deutschepost.de/de/e/electroreturn.html>) spricht eindeutig auch von »Elektroschrott«. Also einfach Etikett von der Seite ausdrucken und alte Elektronikteile hinschicken.

## Was du für deine Versuche brauchst

Für die praktischen Übungen sind verschiedene elektronische Bauteile und einiges an Zubehör notwendig. **Auf jeden Fall werden alle Teile benötigt, die im Buch »Elektronik für Kids« schon auf der Einkaufsliste der Mindestanforderungen standen.** Sollten einzelne Teile davon vielleicht schon fehlen oder kaputt sein, kaufe diese bitte gleich auch nach. Du hast dann schon eine gute Grundausstattung und es werden nur noch Teile für wenig Geld zusätzlich gebraucht.

Die Preisangaben in allen Listen sind nur als Orientierungshilfe zu verstehen. Je nach Abnahmemenge und Preisentwicklung können sich die tatsächlichen Marktpreise auch ändern. Ebenso dienen die Abbildungen und Bestellnummern für die Versender Reichelt (<http://www.reichelt.de/>) und Conrad (<http://www.conrad.de/>) nur der Orientierung und stellen keine spezielle Kaufempfehlung dar. Weitere gute Bezugsquellen sind zum Beispiel Segor (<http://www.segor.de/>), Pollin (<http://www.pollin.de/>), TME (<http://www.tme.eu/de/>) oder Bürklin (<http://www.buerklin.com/>).

## Neue Bauteile (Mindestanforderung)

Anzahl	Name	Euro/Stück	Bestellnummer	Beispielabbildung
1	Batterieclip (zusätzlich)	0,45	R: CLIP HQ9V-T C: 650514	
1	Buchsenleiste	0,70	R: MPE 115-1-010 C: 1311441	
1	8-poliger DIL Sockel	0,10	R: GS 8 C: 1304123	
je 5	Widerstände 5 %, 1/4 Watt 18 Ω, 1 MΩ (zusätzlich)	0,10	R: 1/4W 18 R: 1/4W 1,0M C: 405043 C: 405612	
15	Widerstand 5 %, 1/4 Watt 150 Ω	0,10	R: 1/4W 150 C: 405159	
2	LED grün, 25 mA, 5 mm (3 weitere sollten schon vorhanden sein)	0,14	R: LED 5MM ST GN C: 184705	
2	LED rot	0,13	R: LED 5MM RT C: 184543	
2	LED gelb	0,20	R: LED 5MM GE C: 184900	
1	SC39-11 7-Segment-LED, gem. Kathode (beliebige Farbe, hier: gelb)	1,00	R: SC 39-11 GE C: 1050549	
2	BC547 (zusätzlich)	0,05	R: BC 547C C: 155955	
1	4,7 V 1N4732 Z-Diode	0,05	R: ZD 4,7 C: 1305014	

Anzahl	Name	Euro/Stück	Bestellnummer	Beispielabbildung
3	10 nF, 20 % Keramikkondensator	0,05	R: Z5U-2,5 10N C: 531889	
2	100 nF, 20 % Keramikkondensator	0,05	R: Z5U-2,5 100N C: 531855	
1	0,33 µF, 20 %, 35 V Tantalkondensator	0,15	R: TANTAL 0,33/35 C: 447026	
2	10 µF/16 V Elektrolytkondensator	0,05	R: RAD 10/100 C: 1325874	
2	47 µF/16V Elektrolytkondensator	0,05	R: RAD 47/16 C: 1328838	
2	47 µF/16V, axial Elektrolytkondensator	0,40	R: AX 47/16 C: 471666	
1	56 µF/16 V Elektrolytkondensator	0,15	R: RAD FC 56/35 C: 1280829	
3	100 µF/16 V Elektrolytkondensator	0,05	R: RAD 100/16 C: 1301761	
2	220 µF/16 V Elektrolytkondensator	0,05	R: RAD 0,22/100 C: 1328830	
1	4.700 µF/16 V Elektrolytkondensator	0,45	R: RAD 4.700/16 C: 1328837	
1	LM78L05 Festspannungsregler	0,15	R: µA 78L05 C: 183067	
2	NE555 Timer IC	0,20	R: NE 555 DIP C: 152184	

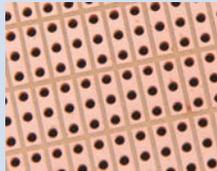
Anzahl	Name	Euro/Stück	Bestellnummer	Beispielabbildung
2	LM358 Operationsverstärker	0,25	R: LM 358 DIP C: 151730	
1	CMOS 4043 RS-Flip-Flop	0,30	R: MOS 4043 C: 172863	
1	74HC192 4-Bit BCD-Latch	0,60	R: 74HC 192 C: 1016691	
1	74HC4511 BCD-zu-7-Segment-Decoder	1,-	R: 74HC 4511 C: 1013541	

Weil Widerstände zu den wichtigsten Bauteilen gehören, empfehle ich dir wärmstens ein komplettes Sortiment der E12er-Reihe Kohleschichtwiderstände mit 1/4 Watt und 5 % Toleranz und jeweils 50 ... 100 Stück je Wert. Bei Conrad gibt es ein Komplettsset mit praktischem Metall-Werkstattmagazin unter der Bestellnummer 419117 für 72 Euro. Von Conrad gibt es auch regelmäßig Rabattgutscheine, die sich bei so einer Anschaffung rentieren. Frage einfach mal in einem Internetforum für Elektroniker nach. Da du offenkundig großes Interesse an der Elektronik hast – sonst würdest du ja nicht schon dein zweites Buch zu diesem Thema lesen –, der ideale Geburtstagswunsch.



Du besitzt bereits das notwendige Werkzeug als Grundausstattung – falls nicht kannst du dir eine Liste unter [www.mitp.de/368](http://www.mitp.de/368) herunterladen. Deshalb gibt es nur eine Liste mit zusätzlichem Equipment. Diese Liste ist aber nur als Anregung gedacht und keinesfalls so zu verstehen, dass alles darin unbedingt sein muss. Wenn du dich mit dem Löten beschäftigen willst, brauchst du natürlich die notwendigen Geräte. Ebenso für das Ätzen von Platinen. Willst du dich damit erst später befassen, dann warte mit dem Einkaufen noch bis dahin.

## Werkzeugliste

Anzahl	Name	Euro	Bestellnummer	Beispielabbildung
1	Lötstation mit Regelung, ca. 450 °C, ca. 50 W	17,-	R: STATIONZD-99 C: 588437	
1	Rolle Lötzinn, Ø 1 mm, L-Sn60Pb40, 100 g	3,-	R: LÖTZINN100GR C: 812870	
1	»Dritte Hand«/»Helfende Hand«	4,-	R: HALTERZD-10D C: 7040485	
1	Rolle Entlötlitze	2,-	R: ENTLÖTLITZE00 C: 811785	
1	Streifenrasterplatine	1,-	R: H25PS050 C: 530809	
1	Schrumpfschlauch-Set	4,- 13,-	R: SDH-SO 100KB C: 542337	
1	IC Pinausrichter	8,-	R: RW 8920 C: 168203	

Lötzinn gibt es mit und ohne Blei und mit und ohne Flussmittel. Bleihaltiges Lötzinn ist für industrielle Anwendungen inzwischen verboten worden. Für private Anwender besteht das Verbot nicht. Bleifreies Lötzinn ist zwar etwas weniger gesundheitsschädlich, lässt sich aber deutlich schwerer verarbeiten und ist vor allem für Anfänger deshalb weniger geeignet. Das Blei ist vor allem als Kontaktgift schädlich. Deshalb sollte auf ausreichende Handhygiene geachtet werden und das Lötzinn nicht in den Mund genommen werden. Beim Löten entstehen Dämpfe vor allem durch das notwendige Flussmittel (beispielsweise Kolophonium). Die Dämpfe und das Blei gelten in den Mengen, wie sie im Hobbybereich auftreten, nicht als gefährlich. Trotzdem sollte ein direktes Einatmen vermieden werden. Mit einem Lötdampfabsauger (ca. 30 Euro) kann der Rauch aus der Atemluft abgesaugt werden.



## Werkzeugliste (Ergänzungsliste)

Diese Geräte sind teuer und vor der Anschaffung empfiehlt es sich, die entsprechenden Kapitel zumindest anzulesen. Für die meisten Experimente ist diese Ausstattung nicht erforderlich und sie dienen bei wenigen Versuchen nur dem besseren Verständnis.

Anzahl	Name	Euro	Bestellnummer	Beispielabbildung
1	Labornetzgerät 0 ... 20 V 2,5 A	110,-	R: KD3005D C: 513812	
2	Laborleitung 4 mm 2 versch. Farben, 1 m (weitere praktisch)	3,50	Exemplarisch: R: ML 100 RT C: 108608	

Anzahl	Name	Euro	Bestellnummer	Beispielabbildung
2	Klemmprüfspitze 4 mm 2 versch. Farben	4,30	Exemplarisch: R: KLEPS 30 RT C: 108541	
1	Digital-Oszilloskop inkl. Zubehör 2 Kanäle, 20 MHz 800x600 Pixel (800x480)	380,-	R: PEAKTECH 1265 C: 122485	

## Materialliste Platinenfertigung

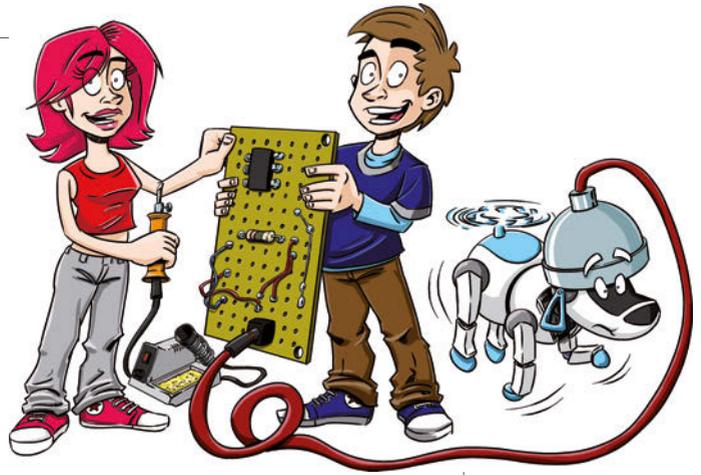
Für das selbstständige Ätzen von Platinen wird noch mehr Material benötigt. Für die bessere Übersichtlichkeit wird es hier getrennt aufgeführt. Diese Materialien sind für keine weiteren Experimente Voraussetzung, sind aber komplett unersetzlich zum Ätzen. Zusätzlich werden einige haushaltsübliche Utensilien benötigt. Am besten liest du das Buchkapitel vorher einmal.

Anzahl	Name	Euro	Bestellnummer	Beispielabbildung
1	1 l Aceton	7,-	Baumarkt	
1	1 l Brennspritus	2,-	Baumarkt, Drogerie	
1	Feuerfeste Glasschale, Auflaufform, Fassungs- vermögen mind. 1 Liter	5,-	Haushaltswaren	
je 1	Plastiklöffel, -gabel (Party- besteck)	0,10	Haushaltswaren	
1	Plastikbecher, Joghurt- becher			
1	alte Getränkeflasche aus Kunststoff mit Schraub- deckel, 1 Liter			
1	Trichter für die Flasche	1,-	Haushaltswaren	
1	Laborthermometer 0 ... 100 °C keine Metallteile, mög- lichst ohne Quecksilber	8,-	Fotolaborbedarf, Optiker, Apotheke, eBay	

Anzahl	Name	Euro	Bestellnummer	Beispielabbildung
100	Einweghandschuhe	4,-	Drogerie, Apotheke	
1	Schutzbrille oder Taucherbrille	4,-	Baumarkt, Sportgeschäft	
1	edding 780 schwarz	4,-	C: 1270909 Schreibwaren	
2	Platinenbasismaterial einseitig, ca. 80x80 mm	1,-	R: EPCU 120X80 C: 528226	
1	Natriumpersulfat 100 ... 125 g oder größere Menge und dann mit Küchenwaage abwiegen	5,-	R: ÄTZMITTEL 120G	
1	Mini-Bohrmaschine (Dremel/Proxxon) ggf. zusätzliches Netzteil erforderlich	25,-	Baumarkt R: MAN 92571 C: 814677	
je 2	(HSS) Bohrer 0,8 mm, 1,0 mm, 1,3 mm	1,10	Exemplarisch: R: PRO- XXON 28852 C: 837505	



# 1



## Eins zurück, zwei vor: die ersten Schritte

In diesem Kapitel lernst du:

- ⊙ ASIMO kennen
- ⊙ dein Wissen über bereits bekannte Bauteile zu überprüfen
- ⊙ welche Kenntnisse vorausgesetzt werden, damit du mit diesem Buch Spaß hast

Hast du vielleicht bereits wieder ein wenig vergessen oder willst einfach noch mal alles im Schnelldurchlauf wiederholt haben, dann bleibe bei der Stange und stöbere durch dieses Kapitel, in dem wir einen Schritt zurückgehen werden und noch einmal einen Blick auf das bisherige Wissen werfen.

## Was bisher geschah

Interesse an etwas Auffrischung? Dann findest du hier noch mal kurz die wichtigsten Erkenntnisse aus dem ersten Buch zum Nachlesen und Nachschlagen. Experimente werden hier keine gemacht, sondern es wird nur die Theorie wiederholt. Bist du der Meinung, dass noch alles bekannt ist, dann überspringe den Abschnitt einfach und stürze dich in neue Entdeckungen.

## 1



ASIMO ist ein dem Menschen nachempfunderer Roboter, der sich auf zwei Beinen fortbewegen kann. Er vereint alle Inhalte der Elektrotechnik und Elektronik und ist etwa so groß wie ein Jugendlicher. Urheber: Wwgcc, CC BY-SA 2.0

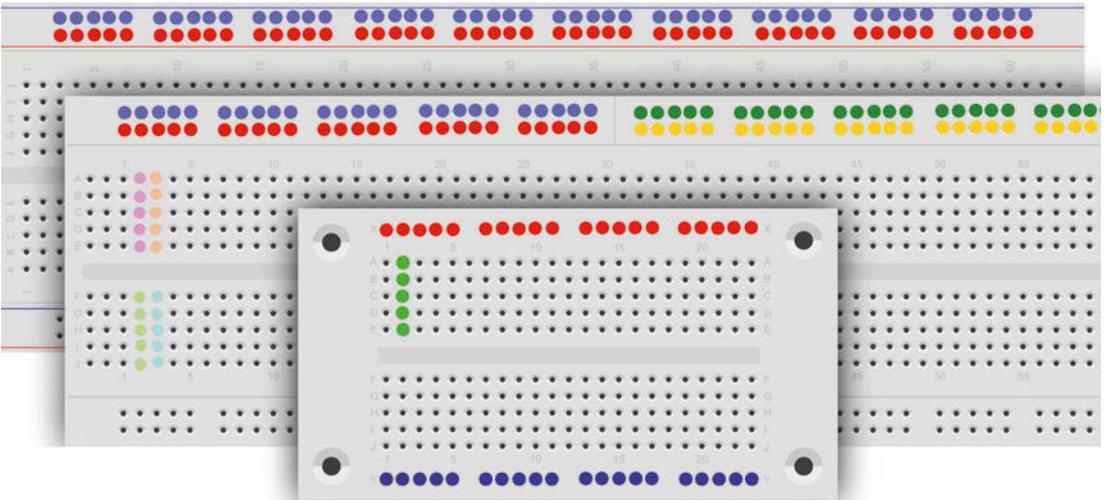


Was ist der Unterschied zwischen Elektrotechnik und Elektronik? Vereinfacht ausgedrückt, beschäftigt sich die Elektrotechnik mit den physikalischen Eigenschaften und der Energie. Die Elektronik befasst sich mehr mit der praktischen Anwendung der Bauteile. Ganz grob unterscheiden kann man auch, indem man sagt, dass alle klobigen, eher mechanischen Bauelemente wie Motoren, Transformatoren oder auch Stromleitungen zur Elektrotechnik gehören und die Elektronik sich der kleinen Bauteile wie Widerstände, Transistoren usw. bedient. Heute sind die Themengebiete deutlich stärker unterteilt und es gibt zahlreiche Überschneidungen in den Bereichen Energie-, Nachrichten-, Mess- und Automatisierungstechnik bei den Elektrotechnikern. Zur Elektronik werden alle Vorgänge in Steuer-, Regel- und Verstärkerschaltungen gezählt und es gibt dann auch noch die Digitaltechnik und Mikroelektronik, die sich vor allem mit großen und ganz kleinen Computern beschäftigt. Bei der Optoelektronik wird mit Halbleitern Licht gemacht (z. B. LEDs) und verarbeitet.

## Batterie und Steckboard

Die 9-V-Blockbatterie versorgt die meisten Experimente im Buch mit der notwendigen Energie. Werden elektrische Bauteile wie Schalter, Glühlampen und eine Batterie mit Drähten oder Ähnlichem miteinander verbunden, handelt es sich um eine elektrische Schaltung. Die Spannung der Batterie ist immer vorhanden und liegt an der Batterie an. Die Maßeinheit für Spannung ist Volt. Die Spannung wird immer parallel zu einem Bauteil gemessen.

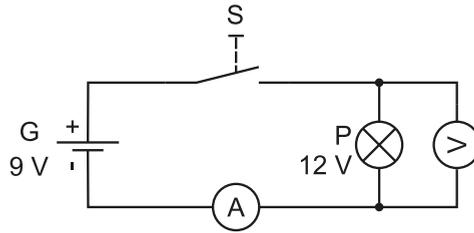
Um die Bauteile miteinander zu verbinden, können die Anschlüsse in ein Steckboard, das auch Experimentierboard oder Breadboard genannt werden kann, gesteckt werden. Dabei ist zu beachten, dass die Steckplätze reihenweise miteinander verbunden sind. Die oberen und unteren quer verlaufenden Reihen sind ebenfalls miteinander verbunden, können aber bei längeren Exemplaren auf der Hälfte unterbrochen sein.



Verschiedene Steckboardtypen

Sobald ein geschlossener Stromkreis besteht, kann Strom von der Batterie durch die Schaltung und die Bauteile hindurch wieder in die Batterie fließen. Die Stromstärke gibt an, wie viele Elektronen sich durch den Leiter bewegen, und wird in Reihe gemessen. Die Einheit für den Strom ist Ampere.

Das Produkt aus Strom und Spannung gibt an, wie viel Leistung die Schaltung oder ein Bauteil aufnimmt. Die Leistung wird in Watt angegeben, kann aber nicht direkt gemessen werden.

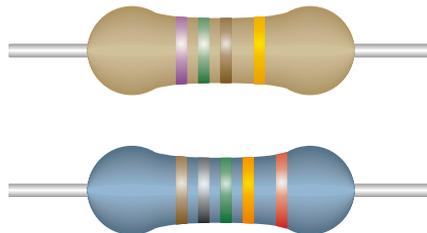


Eine einfache Schaltung mit Batterie, Taster und Lampe. Es können die Spannung über der Lampe und der Stromfluss gemessen werden.

Der Strom fließt bei der technischen Stromrichtung, die meistens benutzt wird, vom Plus- (rot) zum Minuspol (schwarz) der Batterie. Die zwei kirchhoffschen Regeln besagen in vereinfachter Form: Die Summe aller zufließenden Ströme ist in einem Knoten gleich der Summe aller abfließenden Ströme (Knotenregel). Alle Teilspannungen eines Maschenumlaufs addieren sich zu null (Maschenregel).

## Im Widerstand wird's eng

Elektrische Widerstände begrenzen den Stromfluss. Dadurch schützen sie andere Bauteile, wie zum Beispiel Leuchtdioden. Der Widerstandswert wird durch farbige Ringe codiert. Im Anhang findest du eine Übersicht der Farbcodes. Die kleinen Widerstände, die üblicherweise und auch hier im Buch benutzt werden, können maximal 0,25 W Leistung vertragen.



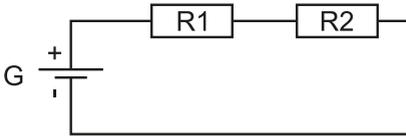
Die Anzahl der farbigen Ringe ist abhängig von der Genauigkeit (Toleranz) des Widerstandes. Oben: Kohleschichtwiderstand mit 5 %. Unten: Metallfilmwiderstand mit 2 %.

Das ohmsche Gesetz zur Berechnung des Widerstandwertes in Ohm ( $\Omega$ ) anhand der an ihm abfallenden Spannung und des durchfließenden Stromes lautet:

$$R = \frac{U}{I}$$

Werden mehrere Widerstände in Reihe geschaltet, addieren sich die Einzelwerte zum Gesamtwiderstand:

$$R_G = R_1 + R_2 + \dots + R_n$$



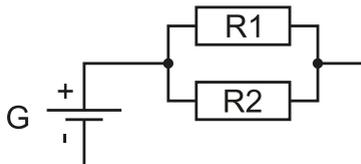
Reihenschaltung zweier Widerstände

Bei der Parallelschaltung von Widerständen ergibt sich ein Gesamtwiderstand, der kleiner als der kleinste Einzelwiderstand ist. Der Gesamtwiderstand kann durch die Addition der Leitwerte ermittelt werden:

$$\frac{1}{R_G} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n}$$

Bei der Parallelschaltung von nur zwei Widerständen kann man auch diese Formel verwenden:

$$R_G = \frac{R_1 \times R_2}{R_1 + R_2}$$

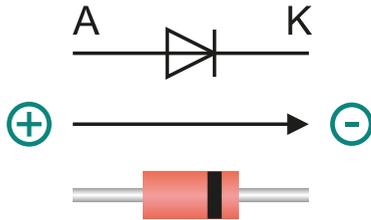


Parallelschaltung von zwei Widerständen

## Dioden und Transistoren sind Halbleiter

Eine Diode besteht aus zwei verschieden dotierten Halbmetallen (oft Silizium). In der einen Schicht herrscht ein Elektronenmangel (P-Dotierung) und in der anderen ein Überschuss (N-Dotierung). Dazwischen baut sich der PN-Übergang auf. Die Diode funktioniert deshalb wie ein Ventil: In die eine Richtung kann der Strom fließen, in die andere Richtung sperrt die Diode. In Durchlassrichtung wird die Diode aber auch erst ab der Durchbruchspannung leitend. Diese Spannung liegt bei ca. 0,7 V. Ein umlaufender Strich auf der Diode markiert die Kathode.

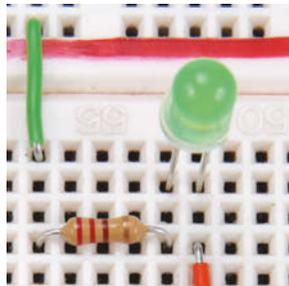
# 1



Diode in Durchlassrichtung: Der Strom kann von der Anode (Pluspol) zur Kathode (Minuspol) fließen.

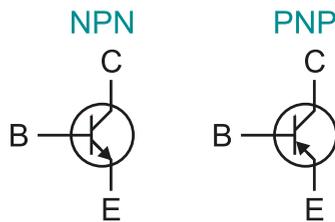
Eine spezielle Form der Diode ist die Leuchtdiode. In Durchlassrichtung leuchtet sie. Die LED ist nicht dafür gebaut, um einen Strom in Gegenrichtung zu sperren, da die Sperrspannung nur einige Volt beträgt. Bei den meisten LEDs erkennt man den Minuspol an der abgeflachten Stelle am Kragen. Das Anschlussbeinchen für den Pluspol ist oft länger.

Damit der Strom durch die LED nicht unendlich groß wird, benötigt sie immer einen Vorwiderstand. Die Widerstandsgröße hängt von der LED und deren Kenndaten (Vorwärtsspannung und -strom) ab und kann mit dem ohmschen Gesetz berechnet werden.



LED mit Vorwiderstand im Steckboard

Der Transistor funktioniert ähnlich wie ein Schalter: Ein kleiner Strom an der Basis steuert einen großen Strom zwischen Kollektor und Emitter. Es gibt NPN- und PNP-Transistoren, wobei meistens NPN-Typen benutzt werden.



Schaltzeichen für NPN- und PNP-Transistor

Durch das Hintereinanderschalten von zwei Transistoren kann ein sehr kleines Eingangssignal verstärkt werden (Darlington-Schaltung). Ebenso kann mit zwei Transistoren ein Schmitt-Trigger aufgebaut werden, der dafür sorgt, dass bei Erreichen einer Schwellspannung am Eingang des ersten Transistors schlagartig der Ausgang des zweiten Transistors umschaltet und so dort nur zwei Zustände auftreten können: an oder aus.

## Zusammenfassung

Hoffentlich hat dir die kurze Zusammenfassung geholfen und die kleinen Lücken geschlossen, die vielleicht doch noch bestanden. Auf jeden Fall kannst du hier immer wieder das Allerwichtigste nachschlagen.

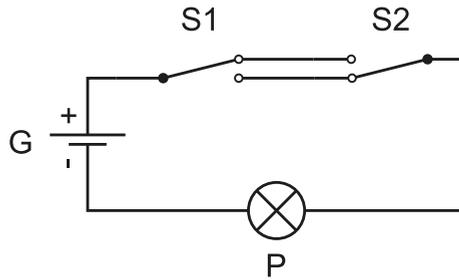
Schau dir doch schon mal den Anhang an. Da findest du alle Schaltzeichen, wichtige Formeln und mehr, die du immer wieder brauchen wirst. So hast du alles zusammen und musst nicht erst durch die Seiten blättern.

Hast du alle Teile aus der Einkaufsliste besorgt, kannst du sie dir ja schon mal anschauen und eventuell in kleine Tütchen oder Dosen verteilen, die du beschriftest, damit du später immer weißt, um welche Teile es sich handelt, sollte einmal der Aufdruck nicht lesbar sein oder fehlen.

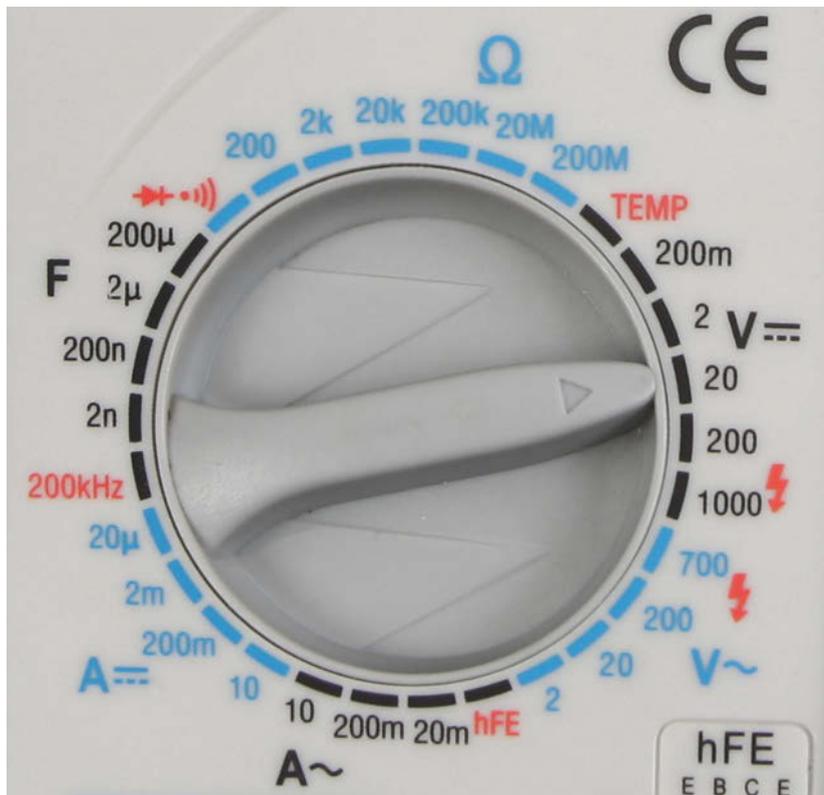
## Ein paar Fragen ...

1. Welche Widerstandswerte ergeben sich aus den folgenden Farbcodes: gelb-violett-grün, braun-schwarz-schwarz, orange-orange-rot?
2. Wie lautet die Formel, um bei einer gegebenen Spannung und einem Widerstandswert den fließenden Strom zu berechnen?
3. Eine LED soll an einer Spannung von 6 V betrieben werden. Ihre Vorwärtsspannung beträgt 2,1 V, die Sperrspannung beträgt 5 V und der Durchlassstrom 15 mA. Wie groß muss der Vorwiderstand sein?
4. In welcher Einheit wird der Strom angegeben?
5. Nenne ein paar Bauteile, die mit einer Spule bzw. mit Magnetismus funktionieren.
6. Wie funktioniert die abgebildete Schaltung? Was passiert, wenn du die Schalter betätigst?

# 1



7. »Tut der Pfeil der Basis weh, handelt's sich um ...«?
8. Die Schaltung in der letzten Aufgabe (bei denen, die gleich folgen) funktioniert, ist aber technisch nicht perfekt. Ein Bauteil wurde vergessen, das zum Schutz immer dabei sein sollte. Welches Bauteil fehlt wo und wozu ist es sinnvoll?
9. Welchen Messbereich darfst du auf dem gezeigten Multimeter einstellen, um den Strom aus Frage 4 zu messen? Was ist noch zu beachten?



## ... und ein paar Aufgaben

1. Konvertiere die folgenden Messwerte in die jeweils angegebene Größe:

Wert	sind ...
1,2 A	mA
5,6 k $\Omega$	$\Omega$
120 mV	V
4,7 M $\Omega$	k $\Omega$
80 mA	A

2. Zeichne einen Schaltplan, bei dem ein NPN-Transistor eine LED so steuert, dass die LED leuchtet, wenn der Taster geöffnet ist, und die LED erlischt, wenn der Taster geschlossen ist.
3. Prüfe die Spannung deiner 9-V-Batterien. Wenn diese weniger als 7,5 V liefern, besorge dir neue.
4. Baue die gezeigte Schaltung auf dem Steckboard auf. Achte auf die genaue Bauteilbezeichnung und die Batteriepolung. Worin unterscheidet sich die Schaltung von der vorherigen Aufgabe? Fertige einen Schaltplan an.

