

Elektronik

FÜR **KIDS**



Inhalt

Bevor es richtig losgeht	9
Ein Wort an die Eltern	10
Was du für deine Versuche brauchst	15
Vom Buch zum eigenen Versuch	21
Wenn's mal nicht so richtig klappt	31
Zusammenfassung	33
Ein paar Fragen	33
... und ein paar Aufgaben	33
So geht dir ein Licht auf	35
Die Zitronen-Kartoffel-Batterie	35
Batterien statt Gemüsegarten	48
Von der Taschenlampe zum »heißen Draht«	54
Jetzt wird's spannend	63
Die Sache mit den Nullen	71
Etwas unwirklich: Schaltpläne	76
Stehst du unter Strom?	78
Watt wollt ihr?	85
Zusammenfassung	87
Ein paar Fragen	88
... und ein paar Aufgaben	88

1



2



3



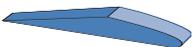
Immer schön der Reihe nach	91
Ein und Aus	91
Zwei Lampen leuchten nicht so hell	100
Zwei Lampen und trotzdem ist es hell	106
Auch Batterien lassen sich verbinden	110
Kirchhoff sagt: Was reingeht, muss auch wieder raus	115
Zusammenfassung	119
Ein paar Fragen	119
... und ein paar Aufgaben	121

4



Widerstand zwecklos	123
Noch ein alter Knabe: Ohm	123
Spannung verbraten	131
Kurzschlüsse mag keiner	138
1 und 2 ergibt 3	142
1 und 2 kann auch weniger als 1 sein	145
Gleichzeitig hell und dunkel	149
Widerstände für besondere Zwecke	151
Zusammenfassung	159
Ein paar Fragen	159
... und ein paar Aufgaben	160

5



Jetzt wird es anziehend	161
Magnetismus im Leiter	161
Schalten und walten	169
Fast schon Musik	173
Immer im Kreis herum	176
Wir erzeugen mit dem Motor Strom	184
Zusammenfassung	186
Ein paar Fragen	186
... und ein paar Aufgaben	187

Die Einbahnstraße für den Strom	189
Verkehrt herum geht gar nicht(s)	189
Eine Diode ist nicht ideal	194
Ein Blick auf die Details	196
Die vielleicht schönste Diode der Welt	204
Unsichtbare Botschaften	221
Zusammenfassung	225
Ein paar Fragen	225
... und ein paar Aufgaben	225
Zwei Dioden sind ein Transistor	227
Lügendetektor: Dein Körper als Stromleiter	227
Wer »Ja« sagt, bekommt »Nein« als Antwort	240
Superempfindlicher Einbrecheralarm und Blumenwächter ...	250
Mache Unsichtbares hör- und sichtbar	256
Nicht hysterisch werden	261
Tut der Pfeil der Basis weh, handelt's sich um PNP	270
Zusammenfassung	274
Ein paar Fragen	275
... und ein paar Aufgaben	276
Wie es weitergehen kann	276
Maßeinheiten	281
Physikalische Größen	282
Formeln	282
Widerstandsfarbcodes	283
Wichtige Merksätze	283
Schaltzeichen	284
Stichwortverzeichnis	289

6



7



A





1

Bevor es richtig losgeht

In diesem Kapitel lernst du:

- ⦿ welche Dinge du für deine eigenen Elektronikexperimente benötigst
- ⦿ welche wichtigen Sicherheitshinweise es gibt, damit keine Gefahr besteht
- ⦿ was deine Eltern oder Erzieher über dieses Buch wissen sollten
- ⦿ was ein Experimentiersteckboard ist und wie du es benutzen kannst
- ⦿ welche Tipps es gibt, wenn ein Fehler auftaucht und ein Versuch nicht auf Anhieb funktioniert

Damit dir dieses Buch recht viel Freude bereitet und du als Entdecker auf dem Weg in die neue Welt der Elektronik nicht ins Straucheln kommst, sind (leider) ein paar ernste Worte notwendig. Um den »erhobenen Zeigefinger« kommen wir auch nicht herum, um dich vor Schaden zu bewahren. Trotzdem lass dich bitte nicht davon abhalten, die Texte aufmerksam zu lesen und zu beherzigen. Versprochen: Es wird noch richtig spannend!

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.



1



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.

Die Lösungen zu den Fragen und Aufgaben aller Kapitel gibt es unter www.mitp.de/016.

Ein Wort an die Eltern

Liebe Eltern, Erzieher oder sonst wie verantwortliche Leser: Dieses Kapitel ist speziell für Sie gedacht (natürlich darf auch Ihr Kind das hier lesen).

Obwohl sich das vorliegende Buch primär 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. Trotzdem sind einige Sicherheitshinweise erforderlich, die Sie beachten und mit Ihrem Kind besprechen sollten. Vielleicht fragen Sie sich auch, wie Sie und Ihr Kind am besten mit dem Buch umgehen sollen? Auch dazu kommen ein paar Vorschläge.



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

Sicherheitshinweise

1. 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.
2. **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.



3. **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.

Die auch spöttisch als »Wandwarzen« bezeichneten Geräte sind oft sehr billig produziert und genügen nicht den erforderlichen Sicherheitsstandards (auch wenn die entsprechenden Symbole wie das »CE« und VDE-Zeichen, TÜV-Siegel usw. aufgedruckt wurden). Bei einem (unsichtbaren) Defekt kann Netzspannung an der Ausgangsseite anliegen oder es kommt zur Überhitzung etc.

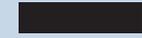


4. **Nutzen Sie eine Batterie und keinen Akku.** Auch wenn das nicht ökologisch sein mag, so kann ein Akku durch einen (versehentlichen) Kurzschluss stark beschädigt werden und explodieren etc. Es genügt eine billige Batterie, die im Doppelpack schon für weniger als einen Euro zu bekommen ist. Benutzen Sie auch keine Lithium-Batterien (zum Beispiel »Knopfzellen«), da diese ebenfalls explodieren können.
5. 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.
6. Verformte, beschädigte oder ausgelaufene (weiße Säurerückstände an den Polen oder Kanten) Batterien sofort entsorgen.
7. Batterien gehören nicht in den Hausmüll. Jede Verkaufsstelle von Batterien nimmt Altbatterien kostenlos zurück.
8. Die Experimente sind für gesunde, normal entwickelte Kinder konzipiert und ungefährlich. Personen (einschließlich Kinder) mit eingeschränkten physischen, sensorischen oder geistigen Fähigkeiten oder mangels Erfahrung und/oder mangels Wissen und/oder mangels motorischer Fähigkeiten, müssen durch eine für ihre Sicherheit zuständige Person beaufsichtigt werden.
9. Einige Experimente produzieren Lichtblitze, akustische Töne oder physische Irritationen. Sollte die Personen, die das Experiment durchführt, hierauf übermäßig sensibel reagieren, beaufsichtigen Sie die Person bei der Durchführung.

Es mag kleinkariert sein und der ökologische Nutzen in Bezug auf die hier verwendeten Kleinstmengen darf durchaus kritisch hinterfragt werden, aber der Gesetzgeber will es so: Alle elektronischen und elektrischen Komponenten (sie werden etwas irritierend als »Geräte« bezeichnet) dürfen nicht über den Hausmüll entsorgt werden.



1



Die Verordnung zur Beschränkung der Verwendung gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten (Elektro- und Elektronikgeräte-Stoff-Verordnung – ElektroStoffV) legt fest, dass selbst Elektrokabel hierunter fallen und natürlich auch die einzelnen Bauteile, die für die Schaltungen hier im Buch benutzt werden. In der EU wird der Umgang mit Elektronikschrott durch die WEEE-Richtlinie geregelt, die in Deutschland im Elektro- und Elektronikgerätegesetz (ElektroG) umgesetzt worden ist. Im Rahmen der Elektronikentsorgung müssen gebrauchte Geräte in Deutschland von den Geräteherstellern (nicht aber den Verkäufern) zur Entsorgung und Beseitigung zurückgenommen werden. Üblicherweise werden die Teile aber bei den regionalen Recyclinghöfen (Müllsammelstellen) kostenlos angenommen. Das Symbol für die getrennte Sammlung von Elektro- und Elektronikgeräten stellt eine durchgestrichene Abfalltonne auf Rädern dar. Ein Balken unter der Tonne weist darauf hin, dass das Produkt (in Deutschland) nach dem 23.3.2006 in Verkehr gebracht wurde.

Wie Sie und Ihr Kind mit dem Buch arbeiten können

Können Sie Ihr Kind mit dem Buch allein lassen? Ja und nein. Von der Idee her ist das Buch natürlich so gedacht, dass ein Jugendlicher sich allein mit dem Thema befassen kann und alle Versuche auf eigene Faust ausprobiert. Allerdings setzt das ein recht hohes autodidaktisches Vermögen voraus. Haben Sie die Sicherheitshinweise gemeinsam besprochen und stellen Sie die Materialien bereit, kann es losgehen.

Früher oder später werden aber vermutlich Fragen und Probleme auftreten. Trotz aller Mühe kann nicht ausgeschlossen werden, dass sich ein Fehler in den Text eingeschlichen hat. Auch die Beschreibungen sind manchmal für den einen Leser leichter oder anders zu verstehen als für andere. Dann funktioniert die Schaltung vielleicht nicht wie gewünscht oder gar nicht. Oder es gibt Verständnisprobleme ganz allgemeiner Natur. Dann freut sich jeder Mensch, wenn er auf verständliche Hilfe hoffen kann. Wenn Sie Vorkenntnisse im Bereich Elektronik haben, ist dies sicher vorteilhaft – es ist aber keine Bedingung. Vielleicht haben Sie selber Spaß an der Materie und arbeiten den Stoff schon mal vor, um zu sehen, wie es funktionieren soll. Manchmal hilft auch schon ein entkrampfter Blick eines Außenstehenden, um zu erkennen, dass ein Bauteil falsch eingesetzt wurde oder ganz banal die Batterie alle ist. Wenn Sie als erwachse-

ner Begleiter bei der Fehlersuche entspannt und vor allem systematisch vorgehen, sollten sich alle Fehler finden lassen.

- Lassen Sie sich von Ihrem Kind mit eigenen Worten erklären, was die Schaltung machen soll und was für ein Fehler oder Problem besteht. So sehen Sie, ob die Versuchsbeschreibung verstanden wurde, und Sie helfen dem Kind, zu lernen, wie man Fehler erkennt, eingrenzt, analysiert und letztendlich beseitigt.
- Lesen Sie selbst die Beschreibung durch.
- Lassen Sie sich zeigen, welche Schritte schon zur Eingrenzung und Behebung des Fehlers unternommen wurden.
- Prüfen Sie systematisch jede Verbindung und jedes Bauteil. Es kann hilfreich sein, die Bauteile auf den Abbildungen im Buch mit Bleistift abzustreichen.
- Bauteile können beschädigt werden. Tauschen Sie die Bauteile nacheinander einzeln gegen andere/neue aus. Prüfen Sie die Batterie.

Im Internet finden Sie weitere Hilfen. Es gibt zahlreiche Webseiten, die sich mit Elektronik befassen und auf denen viele Informationen unterschiedlich aufbereitet wurden. Vielleicht finden Sie dort eine Beschreibung, die Sie besser verstehen oder mit der Sie offene Fragen beantworten können. Elektroniker sind in der Regel sehr hilfsbereit und freuen sich, wenn sie Anfängern helfen können. Die nachfolgende Sammlung stellt nur eine (keinesfalls vollständige) Übersicht einiger populären Webseiten dar:

1. <http://www.blafusel.de/phpbb/index.php>
Webseite und Forum des Autors. Im Forum können Sie mit anderen Lesern in Kontakt treten.
2. <http://www.mikrocontroller.net/>
Eigentlich ein Forum für Mikrocontroller. Es gibt aber auch andere Unterforen und vor allem eine sehr große Teilnehmergeinschaft.
3. <http://www.elektronik-kompodium.de/>
Fachartikel und Forum rund ums Thema.
4. <https://groups.google.com/forum/#!forum/de.sci.electronics>
Newsgroups waren früher (in Zeiten vor dem WWW) die beliebteste Form, mit anderen Leuten in Kontakt zu treten. Auch wenn dies nachgelassen hat, so findet man in diesen Gruppen noch viele hilfsbereite Fremde.
5. <http://www.dse-faq.elektronik-kompodium.de/>
Die häufigsten Fragen »FAQ« aus der vorher genannten Newsgruppe. Hier gibt's viele Antworten zu immer wieder auftauchenden Fragen.

6. <http://www.strippenstrolch.de/menue-1.html>

Beim Strippenstrolch gibt's viele Infos und Schaltungen für eigene Experimente.

Ohne Mathe geht es nicht

Um Elektronik richtig zu verstehen, sind ein paar einfache Berechnungen unumgänglich. Ohne diese wüsste man nicht, welche Bauteildimensionen notwendig sind oder wieso die Schaltung sich so verhält. Mathematik wirkt aber auf viele Menschen abschreckend. So weit wollen wir es hier gar nicht kommen lassen. Die Formeln sind einfach und werden immer ausführlich vorgestellt. Ihr Kind sollte lediglich die vier Grundrechenarten (Plus, Minus, Mal, Geteilt) kennen, Terme und Variablen kennen und die Grundrechenarten auf einem Taschenrechner beherrschen. Im Internet finden Sie hierzu zahlreiche Hilfen, wenn Sie selber noch einmal nachschauen wollen (z. B.: http://de.wikibooks.org/wiki/Mathematik:_Schulmathematik). Terme sind meistens Lerninhalt etwa ab Klassenstufe 5 bis 7.

Ein einfacher Schultaschenrechner wie der verbreitete Texas TI-30XA genügt vollauf. Sie können auch den Rechner benutzen, der beim Betriebssystem Microsoft Windows auf dem PC installiert wurde. Bei START|PROGRAMME|ZUBEHÖR finden Sie das Programm RECHNER.



Der Windows-Rechner. Wählen Sie ANSICHT|WISSENSCHAFTLICH, um die gezeigte, sinnvolle Ansicht zu erhalten.

Was du für deine Versuche brauchst

Für die Durchführung der Experimente und den Aufbau der Schaltungen werden ein paar Bauteile und eine Grundausstattung an Werkzeugen benötigt. Im Buch werden ganz bewusst keine speziellen Bauteile verwendet, sondern so weit wie möglich Standardteile, wie sie auch jeder Hobbyanwender später für eigene Versuche im Heimlabor benutzt.

Die elektronischen Bauteile sind so gewählt, dass sie einfach zu beschaffen sind und es sich meistens um Centartikel handelt. So ist es leicht zu verschmerzen, wenn etwas verloren geht oder beschädigt wird. Es gibt eine Liste mit Bauteilen, die unbedingt vorhanden sein sollten, und eine optionale Ergänzungsliste.

Zusätzlich gibt es auch zwei Listen mit Werkzeugen: Wieder enthält die eine Liste solche, die unbedingt notwendig sind, und die Ergänzungsliste zeigt Material, das zusätzlich sinnvoll ist. Vielleicht gibt es das eine oder andere Tool ja auch schon sowieso zu Hause in der Werkzeugkiste. Grundsätzlich ist es so, dass gutes Werkzeug eine Menge Geld kosten kann. Einen Seitenschneider gibt es bereits für drei Euro, vom Markenhersteller kostet er dann gleich 15 Euro und mehr. Werkzeug (auch teures) aus dem Baumarkt ist nur selten geeignet für Elektroniker.

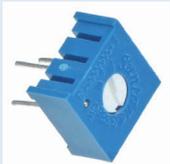
Es ist besser, bei einem Händler zu kaufen, von dem man auch die Elektronikteile bezieht. Für den Einstieg empfehle ich, sich mit billigem Werkzeug auszustatten. Es ist ansonsten doch ärgerlich, wenn der teure Seitenschneider gleich beim Abknipsen eines zu dicken Nagels ruiniert wird. Sollte sich die Elektronikbastelei zum Hobby entwickeln, dann bietet sich beim nächsten Geburtstag etc. die gute Gelegenheit, hochwertiges Equipment anzuschaffen, an dem man dann lange Freude hat.

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/>) und Pollin (<http://www.pollin.de/>). Bewahre die Bauteile in den gelieferten und beschrifteten Tütchen auf, sodass später immer festgestellt werden kann, um welche Teile es sich handelt. Vor allem, wenn keine Bezeichnung auf dem Bauteil selber steht, ist das hilfreich.

1

Bauteile (Mindestanforderung)

Anzahl	Name	€/Stück	Bestellnummer	Beispielabbildung
1	Experimentier-Steckboard	3,-	R: STECKBOARD 1K2V C: 526819	
1	Drahtbrücken-Sortiment	4,-	R: STECKBOARD DBS C: 524530	
2	Batterie 9 V Block	1,-		
2	Batterieclip	0,50	R: CLIP HQ9V-T C: 650514	
1	Rolle Litze, ca. 5 m, 0,14 mm ² Weitere Farben sind praktisch.	2,-	R: LITZE GE C: 605208	
1	Rolle Draht, isoliert, ca. 5 m, Ø 0,8 mm	3,-	R: KLINGELDRAHT C: 1180517	
1	Set Messleitungen mit Kroko(dil)klemmen (ca. 10 Stück)	3,-	R: MK 612S C: 108488	
2	LED Low Current, rot, 2 mA, 3 mm	0,10	R: LED 3MM 2MA RT C: 156225	
3	LED grün, 25 mA, 5 mm	0,10	R: LED 5MM ST GN C: 180183	
3	Glühlampe, 12 V, bedrahtet	0,80	R: L 3212 C: 727180	

Anzahl	Name	€/Stück	Bestellnummer	Beispielabbildung
1	Kurzhubtaster	1,80	R: T9141GN C: 707732	
je 5	Kohleschichtwiderstände, 5 %, 1/4 Watt 10 Ω, 22 Ω, 47 Ω, 100 Ω, 220 Ω, 470 Ω, 1.000 Ω, 2.200 Ω, 10 kΩ, 47 kΩ, 100 kΩ, 1 MΩ Alternativ zu den Einzelwerten kann auch ein Widerstandssortiment gekauft werden, wie es in der Ergänzungsliste steht.	0,10	Exemplarisch: R: 1/4W 10 C: 403016	
5	0,1A Feinsicherung, 5x20 mm, mittelträge	0,20	R: MTR. 0,1A C: 533220	
1	Trimmer/Potenziometer 1 kΩ	1,-	R: 76-10 1,0K C: 424927	
1	Trimmer/Potenziometer 100 kΩ	1,-	R: 76-10 100K C: 424986	
1	Fotowiderstand, 4...500 kΩ	1,-	R: LDR 07 C: 140370	

1

Anzahl	Name	€/Stück	Bestellnummer	Beispielabbildung
1	Relais 6 V DC, 2xUM	2,60	R: FIN 40.52.9 6V C: 503975	
1	Lautsprecher, 8 Ω , 0,2 W	1,10	R: BL 50 C: 710396	
2	1N4148 Diode	0,04	R: 1N 4148 C: 162280	
2	1N4004 Diode	0,05	R: 1N 4004 C: 162248	
1	SFH 484 IR LED	0,50	R: SFH 484 C: 525176	
5	BC547 NPN Transistor	0,06	R: BC 547C C: 155955	
1	BC557 PNP Transistor	0,06	R: BC 557C C: 154970	
1	Fototransistor BPX81-3	1,30	R: BPX 81 C: 153175	

Bauteile (Ergänzungsliste)

Anzahl	Name	€/Stück	Bestellnummer
2	LED rot, 25 mA, 5 mm	0,15	R: LED 5MM ST RT C: 180141
2	LED gelb, 25 mA, 5 mm	0,15	R: LED 5MM ST GE C: 180224
1	LED blau, 30 mA, 5 mm	1,30	R: LED 5MM ST BL C: 180212
1	E12 Widerstandsreihe/ Sortiment	13,-	R: K/RES-E12 C: 418706
1	Elektro-Minimotor, 4–14 V	5,-	R: - C: 229021

Werkzeugliste (Mindestanforderung)

Anzahl	Name	€	Bestellnummer	Beispielabbildung
1	Elektronik-Seitenschneider	3,-	R: SCHERE570 C: 406634	
1	Spitzzange, klein	3,-	R: MAN10704 C: 817725	
1	Digitalmultimeter	10,-	R: PEAKTECH1070 C: 122999	

1

Anzahl	Name	€	Bestellnummer	Beispielabbildung
1	Feinmechaniker-Schraubendreher-Set (mind. 2 x Schlitz, 2 x Kreuz)	2,-	R: TS6N C: 813146	

Werkzeugliste (Ergänzungsliste)

Anzahl	Name	€	Bestellnummer	Beispielabbildung
1	manuelle Abisolierzange	4,-	R: KN1102160 C: 284356	
1	Widerstandsuhr	2,80	R: VITROHMETER C: 400009	



Lötzinn gibt es mit und ohne Blei und mit und ohne Flussmittel. Bleihaltiges Lötzin ist für industrielle Anwendungen inzwischen verboten worden. Für private Anwender besteht das Verbot nicht. Bleifreies Lötzin ist zwar etwas weniger gesundheitsschädlich, lässt sich aber deutlich schwerer verarbeiten und ist gerade für Anfänger deshalb weniger geeignet. Das Blei ist vor allem als Kontaktgift schädlich. Deshalb sollte auf ausreichende Handhygiene geachtet werden und das Lötzin 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,-) kann der Rauch aus der Atemluft abgesaugt werden.

Vom Buch zum eigenen Versuch

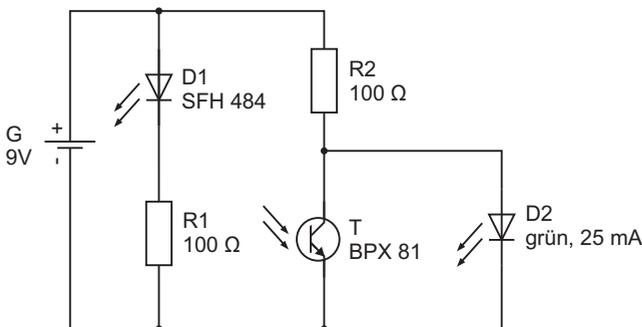
Jetzt soll's endlich langsam losgehen. Fangen wir damit an, dass du dein Werkzeug und deinen Laborplatz kennenlernst und erfährst, wie du die Beispiele aus dem Buch in der Praxis selber durchführst. Wichtig ist nämlich, dass du möglichst alle Experimente auch selber ausprobierst und nachbaust. Am besten lernt es sich nämlich, wenn man Dinge wirklich »begreift«. Also die Bauteile anfassen und sehen, was wirklich passiert.

In der Elektronik spricht man von einer (elektrischen) Schaltung. Auch wenn gar kein Schalter im Aufbau benutzt wird.



Alle Beispiele werden hier im Buch in drei verschiedenen Formen vorgestellt:

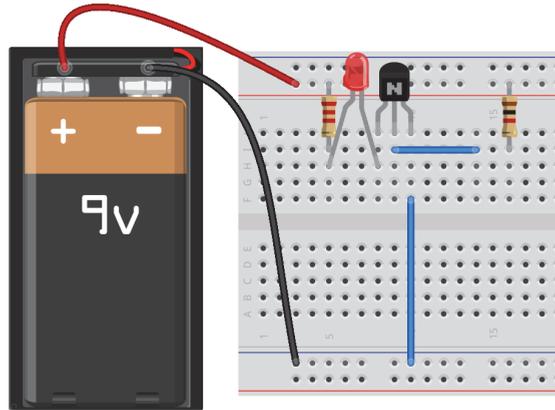
- Der Schaltplan ist eine technische Zeichnung. Zu Beginn wirst du mit ihm nicht viel anfangen können, aber mit der Zeit wird alles erklärt werden und dann wirst du verstehen, was die Symbole bedeuten. Zu einer Schaltung gehört immer ein Schaltplan, damit jeder Techniker – und zu denen wirst auch bald du gehören – sehen kann, wie die Schaltung funktionieren soll.



Im Schaltplan werden für alle Bauteile standardisierte Symbole benutzt.

- Eine grafische Darstellung des Experimentierboards. Die Bilder wurden mit der kostenlosen Software Fritzing (<http://fritzing.org>) erstellt. Sie zeigen dir, welche Bauteile, Drahtbrücken usw. an welcher Stelle in das Steckbrett zu setzen sind. Die Farben der Bauteile und der Drahtbrücken sind nicht zwingend genau so, wie sie bei dir aussehen. Wichtig ist, immer zu schauen, wo die grauen Anschlussbeine eines Bauteils im Board enden, also eingesteckt sind.

1



Beispiel für eine mit Fritzing erstellte Ansicht

- Ein oder mehrere Fotos zeigen dir den realen Aufbau. Auch hier sehen die Bauteile usw. vermutlich ein wenig anders aus als bei dir.

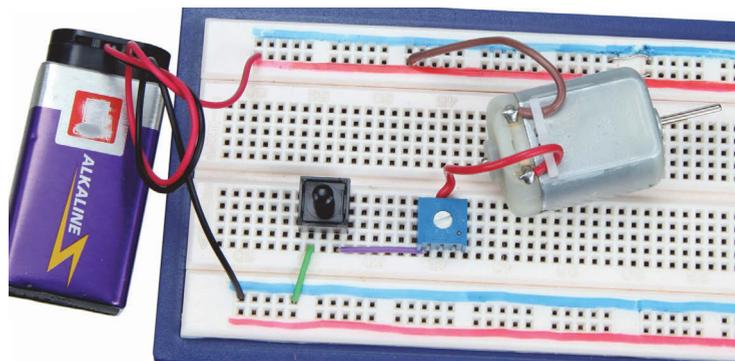
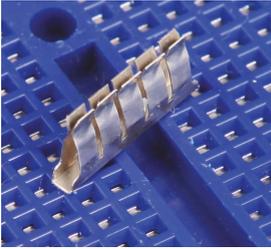


Foto von einem Musteraufbau

Kein Brottsneidebrett: das Experimentierboard

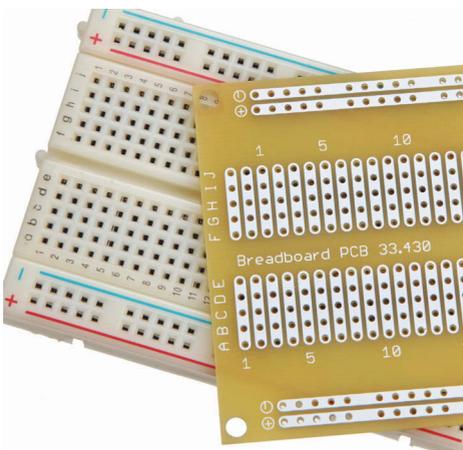
Ein Steckbrett mit Federkontakten wird im Deutschen als Experimentierboard oder Steckplatine bezeichnet. Im Englischen sagt man dazu einfach Breadboard (Brotbrett). Für unsere Versuche benutzen wir ein kleines einfaches Modell dieses Steckboards. Es gibt sie in verschiedenen Ausführungen und Größen. Um eine Schaltung zuerst einmal auszuprobieren, ist das eine praktische Sache, denn so kann man die Bauteile und Verbindungen jederzeit umstecken und probieren, ob alles funktioniert. Hat dann alles geklappt, kann die Schaltung auf einer Platine aufgelötet werden. Die Federkontakte nehmen die Bauteile auf und stellen die Verbindung her. Allerdings lernen sie mit der Zeit aus, wenn man immer wieder die gleichen Kontaktöffnungen benutzt oder mal ein Bauteil mit

etwas dickeren Beinchen (mehr als ca. 0,8 mm Durchmesser) einsteckt. Das führt dann dazu, dass die Bauteile nicht mehr richtig sitzen und die Schaltung nicht funktioniert – oder nur, wenn man an den Teilen wackelt. Deshalb benutze dein Breadboard nicht länger, wenn du solche Probleme erkennst, sondern besorge dir ein neues – zum Glück kosten die kleinen Modelle nur sehr wenig.



Fünfpoliger Federkontakt einer Buchsenreihe

Es gibt eine Vielzahl an preiswerten Entwicklungsboards. Die meisten verwenden Federkontakte mit fünf Löchern in einer Reihe je Element. Alle Bauteile, die du in eins dieser fünf Löcher steckst, sind miteinander verbunden, als würdest du die Beinchen direkt zusammenhalten. Später werden wir uns Verbindungen und deren Funktion noch genauer anschauen. Die Löcher und die Federleisten sind in einem standardisierten Rasterabstand zueinander angeordnet. Dieser beträgt 2,54 mm. Die meisten elektronischen Bauteile nutzen dieses Maß (oder ein Vielfaches wie z. B. 5,08 mm) für den Abstand der Anschlussbeinchen, sodass sie meistens passen und einfach eingesteckt werden können. Drähte mit einem Durchmesser von 0,8 mm (Querschnitt: 0,5 mm²) passen am besten in die Federkontakte.



Weil auch Experimentierplatinen zum Einlöten von Bauteilen das gleiche Rastermaß verwenden, können die Experimente vom Steckboard später einfach auf einer Platine dauerhaft aufgebaut werden.

1

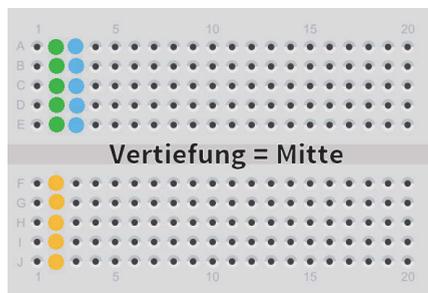


2,54 – sagt dir diese Zahl etwas? Vielleicht hast du schon mal gehört, dass nicht alle Menschen auf der Welt, so wie wir in Europa, mit Zentimetern rechnen. Beispielsweise in den Vereinigten Staaten von Amerika (USA) benutzt man Zoll beziehungsweise Inch. Unser deutsches Wort »Zollstock« erinnert daran, weshalb pingelige Leute meinen, man müsste deshalb zu dem Teil in Deutschland auch »Gliedermaßstab« sagen. Bitte, wer will, kann das ja machen. Für mich ist das ein Zollstock und Schrauben drehe ich nicht, sondern ich ziehe sie (»Schraubenzieher« ist eigentlich auch falsch und es müsste »Schraubendreher« heißen). Unser Zahlensystem nennt man *metrisches* System und das der Amerikaner wird als *imperial* oder *angloamerikanisches* System bezeichnet. Um zwischen den beiden Systemen umzurechnen, muss man mit 2,54 multiplizieren beziehungsweise durch diese Zahl dividieren: 2,54 Zentimeter entsprechen 1 Zoll.



Ein Lineal mit Einteilungen in Zoll (oben) und Zentimetern (unten)

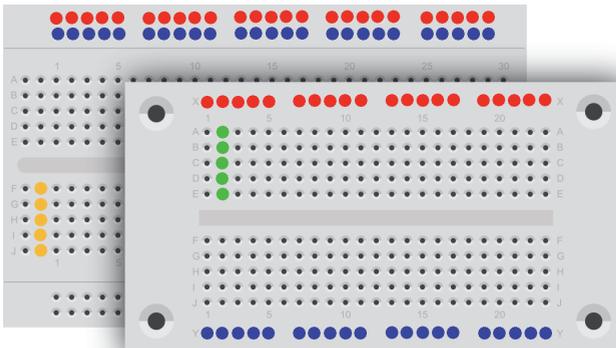
Etwas knifflig ist zu erkennen, welche der Pins denn nun zu einem Federkontakt gehören. Die meisten Boards besitzen eine horizontal verlaufende Vertiefung in der Mitte. Darüber und darunter sind die Kontakte senkrecht nebeneinander angeordnet. Alle Kontakte einer Farbe (Grün, Blau, Orange) sind miteinander verbunden. Kontakte unterschiedlicher Farbe sind nicht miteinander verbunden.



Kleines Steckboard mit zwei Reihen senkrechter Federkontakte. Die obere und die untere Reihe haben also jeweils 20 Federkontakte mit jeweils fünf Stecklöchern.

Etwas größere Boards haben oben und unten eine waagrecht verlaufende Leiste aus Kontakten. Diese sind zwar auch in Fünfer-Abschnitten

ausgeführt, besitzen aber eine Verbindung zueinander (rote und blaue Reihe). Manchmal gibt es auch zwei parallel verlaufende Reihen. Die Löcher sind dann nur mit den Nachbarn nebeneinander verbunden. Zwischen den beiden Reihen gibt es keine Verbindung. Diese horizontalen Verbindungen eignen sich hervorragend, um über diese Leisten die zwei wichtigen Anschlüsse Plus und Minus von der Batterie zu verteilen. Was es genau damit auf sich hat, kommt bald. Für die Beispiele in diesem Buch wird ein solches Board benutzt.

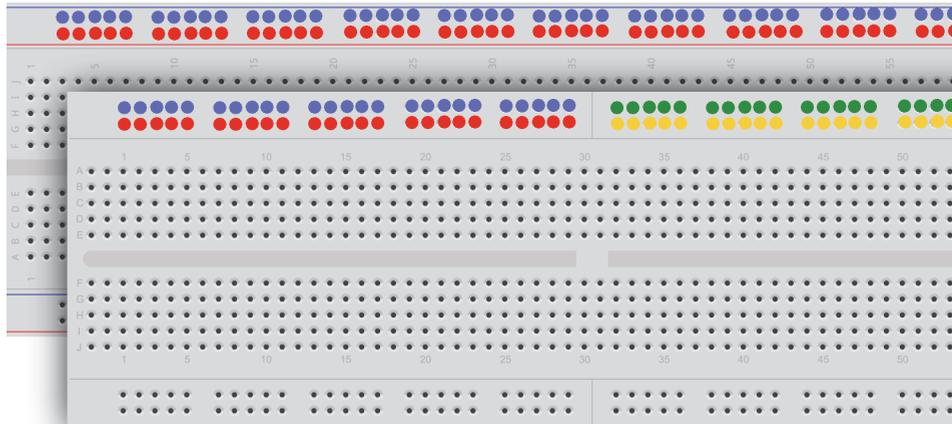


Steckboard mit parallel verlaufenden Reihen oben und unten (Blau und Rot). Die vier Löcher in den Ecken des vorderen Breadboards sind einfach nur Löcher, um Schrauben durchzudrehen, um das Board zu befestigen.

In der nächstgrößeren Liga an Steckboards ändert sich nicht mehr viel. Es gibt einfach mehr Kontakte. Allerdings gibt es einige Varianten mit einer echten Gemeinheit: Die horizontale Verteilerleiste ist nicht durchgehend, sondern in der Mitte unterbrochen. Zwischen der linken und der rechten Reihe besteht keine Verbindung. Im Grunde handelt es sich um zwei kleine Boards, die einfach nebeneinander geklebt wurden. Das ist leider oft nur schwer zu erkennen. Die farbigen Linien am Rand des einen Boards zeigen deutlich, dass die ganze Reihe von links bis rechts verbunden ist. Die Farben sind praktisch, weil sie den gebräuchlichen Farben für Plus und Minus entsprechen – nur Geduld, das kommt bald! Bei längeren Boards sind die Verteilerleisten am Rand also mit Vorsicht zu genießen und es ist gut, bei einem neuen Board erst einmal zu prüfen, wie und ob die Leisten verbunden sind.

Hast du ein Breadboard mit durchgängigen Reihen oben und unten, die aber nicht farbig markiert sind, dann mache das am besten gleich selber mit einem wasserfesten Filzstift. Die Farben sind nämlich sehr praktisch, um Verwechslungen zu vermeiden. Später wird in den Aufbauten immer ein Steckboard benutzt, das oben und unten je zwei dieser Reihen hat.

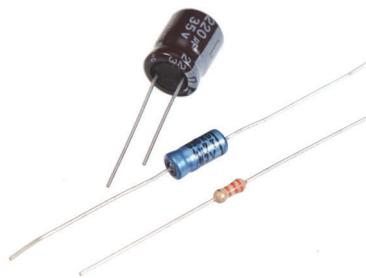




Bei dem vorderen großen Experimentierbrett sind die horizontal verlaufenden Verteilerkontakte oben und unten ab der Hälfte unterbrochen. Es gibt also vier voneinander unabhängige Reihen (Blau, Rot, Grün, Gelb). Beim hinteren Board mit der farbigen aufgedruckten Linie sind alle Pins einer Reihe verbunden.

Bauteile in die Zange nehmen

Willst du ein Bauteil oder einen Draht in das Experimentierboard einstecken, so solltest du darauf achten, dass die Anschlussbeinchen oder Drähte dabei nicht verbogen werden. Viele Bauteile passen dank des schon erwähnten 2,54-mm-Rasters direkt in die Löcher. Einige Bauteile gibt es aber auch in der sogenannten axialen Bauweise: Bei dieser liegen das eigentliche Bauteil und die zwei Anschlüsse in einer Achse. Aber auch ein einfacher Draht ist erst einmal nur ein gerades Stück Metall.



Ein Kondensator mit radialen Anschlüssen und ein Kondensator sowie ein Widerstand mit axialen Anschlüssen

Willst du diese einsetzen, müssen die Beinchen zu einer Brücke gebogen werden. Das Bauteil einfach in der einen Hand halten und dann die Drähte biegen, ist allerdings nicht die beste Idee. Dabei treten nämlich Biegekräfte auf, die das Bauteil beschädigen können, was man aber nicht unbedingt sieht. Eleganter ist es, wenn du eine kleine Flachzange nimmst

und damit den Draht greifst. Setze die Zange dicht am Bauteil an und halte es fest. Jetzt kannst du den Anschlussdraht, der gerade in der Zange klemmt, von Hand biegen, bis ein rechtwinkliger Knick entstanden ist. Mit dem anderen Drahtende machst du das Gleiche. Auf diese Weise wird das Bauteil nicht beschädigt und der Knick sieht zudem besser aus.



Greife zuerst das Bauteil am Anschlussdraht, den du verbiegen willst.

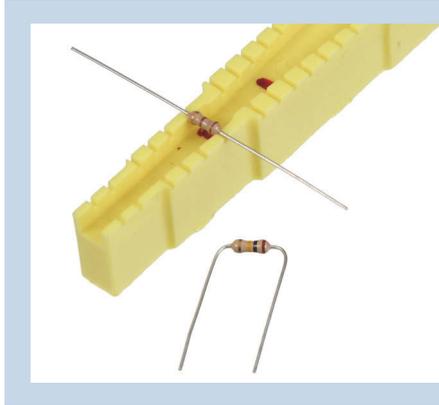


Halte das Bauteil fest und biege den Anschlussdraht nach unten. Mit der anderen Seite des Bauteils machst du dann noch einmal das Gleiche.

Je nachdem, wie nah du die Zangen am Bauteil ansetzt, entstehen Brücken, die eine unterschiedliche »Spannweite« haben und entsprechend viele Löcher auf dem Steckbrett zwischen den Beinchen überbrücken. Mit der Zeit wirst du so viel Routine entwickeln, dass du die Abstände ganz gut mit Augenmaß abschätzen können wirst. Für Profis und Faule gibt es auch Biegelehren. In diese kleinen Plastikkeile legt man das Bauteil ein und fixiert es mit einem Finger, während man die Beine abknickt. Das Bauteil wird vor Knickschäden geschützt und du kannst die Länge der Brücke beeinflussen, indem du das Bauteil mehr zum schmalen Ende hin einlegst oder an der breiteren Seite.



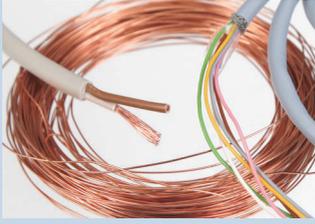
1



Zu einer der häufigsten Tätigkeiten des Elektronikers gehört es, einen Draht abzuisolieren. Die Isolierung ist das gummiartige (oft weiße, schwarze oder auch farbige) Material um den eigentlichen Metallkern. Damit du den Draht in einem Experiment verwenden kannst, müssen die Enden ca. 5 mm blank sein: Die Isolierung muss weg. Dazu gibt es verschiedene Methoden:

Ein (elektrisches) Kabel besteht aus einem metallischen Kern (meistens rötliches Kupfer) und einer Ummantelung aus einer Isolierung. Früher war das Stoff oder Papier, heute ist es Kunststoff. Der Kern kann entweder aus einem einzelnen Draht bestehen oder aus dünnen Drähten (sogenannte Litzen), die zu einer Ader verdreht wurden. Es gibt Kabel, die nur eine Ader haben (wird auch als »Volldraht« bezeichnet) oder mehradrige Kabel, bei denen jede der Adern für sich von einer Isolierung umgeben ist und alle Adern zusammen noch einmal von einer Isolierung (dem Kabelmantel). Je nach Anwendung können die Adern auch noch von einem Kupfergeflecht oder einer Alufolie umhüllt sein oder es befindet sich ein Stück Schnur dazwischen. Für manche Kabelarten haben sich Namen wie Klingeldraht, Telefonkabel, Steuerleitung oder Lautsprecherkabel eingebürgert. Das heißt natürlich nicht, dass man damit nur ein Telefon etc. betreiben darf. Klingeldraht sagt man meistens zu einem dünnen, einadrigen, massiv aufgebauten Kabel. Als Telefonkabel wird oft ein Kabel aus vieradriger recht dünner Litze bezeichnet. Bei einem zweiadrigen Kabel, dessen beide Adern nicht von einem zusätzlichen Mantel umgeben sind, sondern bei dem die Adern aneinanderhaften, spricht man oft von Lautsprecherkabel. Die Adern bestehen aus Litzen und sind von dünn bis dick erhältlich. Wenn du am Anfang zwischen den beiden Adern in Längsrichtung einen Schnitt setzt, kannst du die beiden Adern auseinanderziehen und bekommst so zwei einzelne Drähte.





Wenn du ein Kabel kaufen willst, dann sagt dir die Bezeichnung, aus wie vielen Adern das Kabel aufgebaut ist und wie dick eine einzelne Ader (ohne Isolierung) ist. Die Angabe »4 x 0,25« bedeutet zum Beispiel, dass es vier Adern gibt und jede davon besitzt einen Querschnitt von 25 mm². Beachte, dass der Querschnitt nicht das Gleiche ist wie der Durchmesser. Der Querschnitt ist eine Fläche und der Durchmesser ist ein Längenmaß.



1. Mit einem scharfen Messer wird vorsichtig ringförmig in die Isolierung geschnitten. Nur so tief, dass das Plastik angeschnitten wird, nicht aber das Kupfer. Dann kann der Mantel abgezogen werden. Vor allem bei dicken Kabeln ist dieses Vorgehen oft erforderlich.

Diese Methode mit dem Messer empfehle ich nicht für Kinder! Leicht schneidest du dir dabei in den Finger. Hartgesottene »Profis« schaffen es sogar, die Isolierung mit den Zähnen abzureißen. Auch das solltest du auf keinen Fall machen! Du könntest das Plastik verschlucken und es ist auch nicht gut für deine Zähne oder deine Zahnsperre.



2. Mit einem kleinen Elektronikseitenschneider drückst du an der gewünschten Stelle ein wenig zu. Gerade so sehr, dass du die Isolierung festhältst, nicht aber das Kabelende abschneidest. Dann ziehe ruckartig Richtung Kabelende und reiße so die Isolierung weg. Dieses Vorgehen ist mit etwas Übung ganz praktikabel, da man als Elektronikbastler immer einen Seitenschneider in der Nähe haben wird. Am Anfang wirst du sicher immer das Kabel durchschneiden oder beschädigen (Teile der Litze mit abreißen) oder die Isolierung bleibt dran.



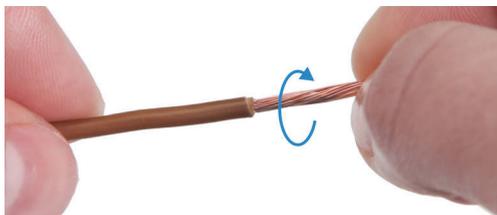
3. Am einfachsten geht es mit einer speziellen Abisolierzange. Es gibt automatische Zangen und manuelle. Bei den Automatikzangen muss man nur den Draht zwischen die Backen klemmen und am Abzug der

1

Zange ziehen. Billigmodelle haben aber oft Aussetzer. Eine manuelle Zange lässt sich recht einfach bedienen: Mit der Einstellschraube legst du fest, wie stark die Zange zusammendrücken soll. Im Grunde ist die Abisolierzange nämlich nichts anderes als ein Seitenschneider, der den eingestellten Abstand zwischen den Schneidebacken von sich aus einhält. Bei der Methode mit dem Seitenschneider musst du das im Gefühl haben. Löse die Rädelschraube (äußere Schraube) und drehe an der Einstellschraube (mittlere, längere Schraube). Drücke die Zange zusammen und schaue von vorne auf die Schneiden. Stelle jetzt mit der Einstellschraube den Abstand ein, der vom Kabel übrig bleiben soll. Der Abstand muss so groß sein, dass zwar die Isolierung zerschnitten wird, nicht aber der innere Kupferdraht. Jetzt kannst du diesen Abstand mit der Feststellschraube fixieren.

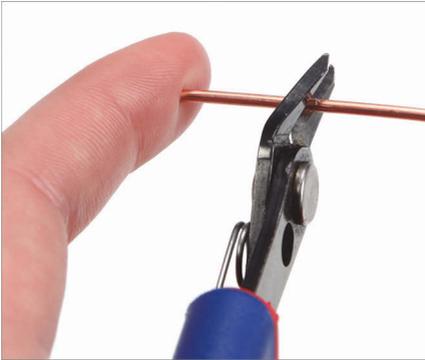


Vor allem bei Kabeln, die aus mehreren kleinen Drähten bestehen, wird meistens der Draht mit der Zeit abknicken und aufdröseln. Wenn du löten kannst, ist es schon mal sehr gut, wenn du die Enden einfach ein wenig verzinnst. Vielleicht können das auch deine Eltern für dich übernehmen. Ansonsten verdrehe einfach die offenen Drahtenden: Halte das Kabel mit der einen Hand fest und zwirbele die offenen Litzen zwischen Daumen und Zeigefinger ein wenig. Für das Experimentiersteckboard eignet sich Litze nicht besonders gut. Besser du verwendest einen soliden Draht.



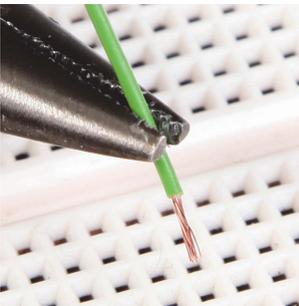
Wenn du bei einem Bauteil die Beinchen umgebogen hast, kannst du die langen Enden mit dem Seitenschneider abknipsen. Belasse aber immer ca. 1 cm lange Beinchen dran, damit du das Bauteil noch gut mit der Zange greifen und in einen Federkontakt einsetzen kannst. Achte darauf, dass die abgeschnittenen Enden nicht wild durch die Gegend fliegen. Meistens landen sie irgendwo, wo sie eher stören: zwischen den Tasten

der PC-Tastatur, im Lüftungsschlitze eines Gerätes oder in deinem Auge. Wenn du beim Schneiden einen Finger leicht auf das abzuknippende Ende legst, dann fliegt der Draht nicht so weit herum.



Beim Abknippen das Drahtende mit dem Zeigefinger gegen Herumfliegen sichern.

Weil die Federkontakte auf dem Steckboard ein wenig schwergängig sein müssen, kann es manchmal etwas schwierig sein, ein Bauteil einzusetzen. Wenn du den Draht oder das einzusteckende Beinchen mit der Flachzange etwa 1 cm vom Ende entfernt greifst, kannst du es meistens ganz einfach in das Board einstecken.



Wenn's mal nicht so richtig klappt

Jeder Forscher kennt das Phänomen: Der schönste Versuch will einfach nicht so funktionieren, wie gewünscht. Da hast du dir ganz viel Mühe gegeben und das vorgestellte Experiment nachgebaut, aber nichts passiert. Das ist natürlich schade und kann schnell frustrierend sein. Aber sieh es von der positiven Seite: Auch aus Fehlschlägen kannst du eine Menge lernen. Du darfst dich nur nicht ärgern und den Mut verlieren. Manchmal steckt der Teufel im Detail oder es ist einfach »der Wurm drin«. Dann helfen nur ein ruhiger Kopf und etwas Ausdauer bei der

1

Suche nach dem Problem. Leider bist du dabei ziemlich auf dich allein gestellt, denn es ist nicht möglich, alle Fehler vorauszuerkennen und dir für alles eine Lösung anzubieten. Wenn du deine Eltern oder einen Lehrer fragen kannst, dann nutze dies und nimm die Hilfe an – das ist überhaupt keine Schande. Die folgenden Tipps zeigen dir, wie du vorgehen kannst, um das Projekt zum Laufen zu bekommen:

- Bleibe ruhig und schlucke den Ärger hinunter. Mache eine kleine Pause, um den Kopf freizubekommen, wenn du schon lange arbeitest und fast am Verzweifeln bist.
- Lies noch einmal den ganzen Text für das Projekt durch. Vielleicht hast du eine Anweisung übersehen.
- Prüfe, ob die Batterie noch voll ist. Dazu kannst du den Zungentest machen oder dein Multimeter nutzen. Im nächsten Kapitel wird die Batterie thematisch eingeführt und dir wird gezeigt, wie du sie prüfen kannst.
- Ist die Batterie verpolt?
- Prüfe alle Verbindungen auf dem Steckbrett. Wackle ein wenig an den Bauteilen und Drähten. Manchmal sitzen diese locker und es besteht kein Kontakt.
- Prüfe, ob es keine ungewollten Verbindungen gibt: blanke Drähte, die sich berühren, obwohl es nicht sein soll.
- Hast du die richtigen Bauteile benutzt? Vor allem bei Widerständen besteht Verwechslungsgefahr. Achte darauf, dass die Farbcodes stimmen und die Dimension: $10\ \Omega$, $100\ \Omega$, $10\ \text{k}\Omega$ usw. sind schnell mal verwechselt.
- Vergleiche deinen Aufbau mit den Abbildungen und schau nach, ob du etwas vergessen oder falsch eingesetzt hast.
- Tausche die Bauteile durch Ersatzteile aus. Vielleicht ist etwas kaputt gegangen.
- Vielleicht hat sich auch ein Fehler ins Buch geschlichen. Im Abschnitt für deine Eltern steht, wo ihr weitere Hilfen im Internet findet.
- Bitte einen Erwachsenen, sich deinen Aufbau anzusehen und den Fehler zu suchen.
- Versteife dich nicht auf diesen Aufbau. Entferne alle Bauteile und beginne komplett von vorne.
- Mache einfach weiter. Es ist zwar keine Lösung, aber trotzdem ein guter Rat: Versuche zu verstehen, worum es bei diesem Experiment ging und schau dir die nächste Schaltung an. Hoffentlich klappt beim nächsten Versuch alles.

Zusammenfassung

Das war jetzt eine ganze Menge an Vorgeplänkel, ohne dass es wirklich was zu tun gab. Trotzdem hast du sicher das eine oder andere mitnehmen können und bist jetzt gut gerüstet für den Sprung ins kalte Wasser. Ausgerüstet mit dem wichtigsten Werkzeug, den Elektronikteilen und dem Experimentierboard hast du alles Wichtige beisammen.

Zur Erinnerung noch mal eine der wichtigsten Regeln: Alle Experimente werden nur mit einer Batterie durchgeführt. Auf gar keinen Fall darfst du an der Steckdose herumspielen. Auch ein Netzteil ist für den Einstieg tabu.

Am Ende des Buches findest du einen Anhang, in dem die wichtigsten Formeln, Schaltzeichen und andere nützliche Kurzinfos zusammengefasst wurden, sodass du nicht erst lange blättern musst.

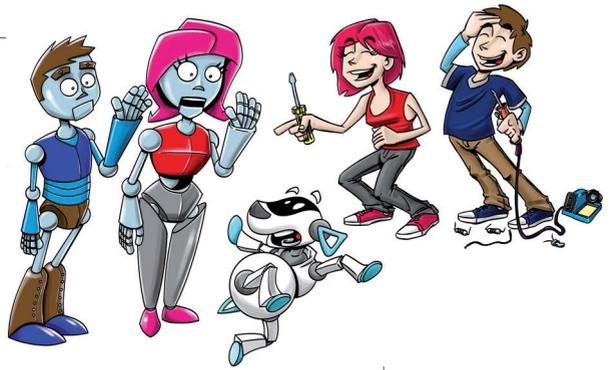
Die Lösungen zu den Fragen und Aufgaben auch der anderen Kapitel findest du unter www.mitp.de/016.

Ein paar Fragen ...

1. Nenne ein paar typische Bezeichnungen für elektronische Kabel, wie sie im Sprachgebrauch oft benutzt werden.
2. Mit welchen Werkzeugen kannst du ein Kabel abisolieren?
3. Aus welcher Energiequelle werden deine Elektroaufbauten versorgt?
4. Von welcher Energiequelle hast du die Finger zu lassen?
5. Warum darfst du keine Steckdose benutzen?

... und ein paar Aufgaben

1. Sortiere deine neu gekauften Bauteile. Vergleiche sie mit den Abbildungen in der Einkaufsliste. Am besten, du bewahrst sie in kleinen Plastiktütchen, alten Film- oder Kaugummidosen oder Sortimentskästen auf, wo du sie auch gleich beschriften kannst.
2. Übe das Abisolieren von Kabelenden mit dem Seitenschneider und der Abisolierzange, wenn du eine besitzt.
3. Schneide mit dem Seitenschneider ein paar Kabelstücke ab, die genau 2 cm lang sind.
4. Nimm ein Stück einfachen Draht mit einadriger Kupferleitung oder einen Widerstand und biege dir ein paar Brücken, die in das Raster des Steckboards passen.
5. Stecke probeweise ein paar Bauteile (aber nicht die Batterie) in das Experimentierbrett ein. Verwende dabei möglichst die Flachzange, um die Beine festzuhalten.



Stichwortverzeichnis

1N4001 204
 1N4004 203
 1N4007 204
 1N4148 203
 1xUM 170
 2,54 24
 230 V 65
 9-Volt-Block 112

A

Abgleich 237
 Abgleichen 151
 Abisolieren 28
 Abisolierzange 29
 AC 65
 Adams, Douglas 261
 Ader 28
 Adobe Reader 201
 Akku 11
 Alkali-Mangan-Batterie 111
 Alternating current 65
 Ampere 80
 Ampère, André-Marie 80
 Amperestunde 111
 Anker 182
 Anode 44, 192
 Diode 205
 Anschlussdraht
 biegen 27

Anschlusskabel
 Farben 53
 Antarktis 163
 Antiparallel 137
 Arbeitspunkt 235, 237
 Arktis 163
 Atom 44
 Atomkraftwerk 186
 Aufbau
 fliegender 58
 Aufladung
 statische 229

B

Baby 112
 Basis 228, 245
 Batterie 11, 35, 46, 50
 entsorgen 11
 Sicherheitshinweise 51
 Spannung 110
 Starterbatterie 51
 Typenübersicht 50
 Unterschiede 111
 Batterieclip 53
 Batteriesäure 51
 Bauteil
 Einkaufsliste 16
 Bauteile 15
 Bauteilliste 208

BC547 228
 BC557 272
 Beinchen
 biegen 26
 Belasteter Spannungsteiler 151
 β 252
 Beta 252
 Biegelehre 27
 Binär 261
 Birnchen 55
 Bit 246
 Bleistift 60, 124
 Blinker-Relais 169
 Blitz 42
 Blitzableiter 85
 BPX 81 257
 Breadboard 22
 Briefkasten 260
 Bürste 182

C

Candela 204
 COM 38, 81
 Computer 172, 234
 Curie, Marie 88

D

Darlington-Schaltung 250
 Datasheet 200
 Datenblatt 200
 Dauermagnet 162
 DC 64
 Dezimalpunkt 39, 67
 Digicam 224
 Diode 189
 1N4001 204
 1N4004 203
 1N4007 204
 1N4148 203
 Anode 205
 Kathode 205
 Licht-emittierende 204
 Lumineszenz-Diode 204
 Direct current 64
 DIY 278

Do it yourself 278
 Dotierung 196, 270
 Drache 42
 Draht
 testen 61
 Drahtbrücke 95
 Drehrichtung 178
 Drehwiderstand 152
 Drossel 168
 Durchbruchspannung 195, 198, 212
 Durchgangsprüfer 61
 Durchklingeln 61
 Dynamo 184

E

Edison, Thomas Alva 55
 Einheit
 Schreibweisen 73
 umrechnen 73
 Einheiten
 Tabelle 72
 Einkaufsliste
 Bauteile 16
 Werkzeuge 19
 Eins 246
 Eisenstaub 161
 Electro Static Discharge 229
 Elektrische Schaltung 21
 Elektro- und Elektronikgerätegesetz
 12
 Elektrochemische Spannungsreihe 45
 Elektrode 43, 44
 ElektroG 12
 Elektrolyse 59
 Elektrolyt 44
 Elektromagnet 163, 168
 Elektromagnetisches Feld 164
 Elektromotor 176
 Elektron 45
 Valenzelektron 196
 Elektronenröhre 235
 Elektronenüberschuss 44
 ElektroStoffV 12
 Element
 galvanisches 36
 Eltern 10
 Emitter 228, 245, 265

Emitterfolger 240, 252
Emitterwiderstand 265
Energieerhaltungssatz 87
Energieverbrauch 87
Epitaxial 275
Erdungszeichen 85
E-Reihe 129
ESD 229
Experimentierboard 21, 22
Experimentierkasten 278

F

FabLab 278
Fabrication laboratory 278
Fahrrad 184
Falsch 246
Farbcode
 Widerstände 126
Farbring 127
Federkontakt 24
Federleiste 95
Fehler 13
Feinsicherung 139
Feld
 elektromagnetisches 164
Feldeffekttransistor 275
Feldlinie 163
FET 275
Flachbatterie 51
Fliegender Aufbau 58
Flink (Sicherung) 140
Flipflop 187
Formel
 Übersicht 282
Forward current 202
Fototransistor 256
Fotowiderstand 156, 236
Franklin, Benjamin 42
Freilaufdiode 220
Fritzing (Software) 21
Frosch 41

G

Galvani, Luigi 41
Galvanisch getrennt 171
Galvanische Trennung 243

Galvanisches Element 36, 37
Gemischte Schaltung 145
Genauigkeit
 Widerstandswert 128
Generator 186
Germanium 196
Gesamtwiderstand
 Parallelschaltung 148
 Reihenschaltung 145
Gespenster 238
Gleichrichtdiode 204
Gleichrichterdiode 199
Gleichspannung 64
Gleichstrom 81
Glühbirne 55
Glühlampe 55
 Helligkeit 86
Grafit 60
Grundeinheit 72
Grundrechenarten 14

H

Halbleiter 196
Handregler 181
Handy 223
Haushalt
 Stromnetz 65
Hausmüll 11
Haut 231
Heiße Draht, der 62
Helligkeit
 Glühlampe 86
Henry, Joseph 169
hFE 252
Hilfe 12, 32
Hochlastwiderstand 135
Hochspannung 60, 65
Hysteresespannung 270

I

Inch 24
Induktivität 169
Infrarotes Licht 224
Infrarot-LED 221
Infrarot-Transistor 256
Inverter 246, 256

Ion 44, 45
 IR-LED 221
 IR-Licht 224
 IR-Transistor 256
 Isolator 59
 Isolierung 28

K

Kabel
 Aufbau 28
 Kabelmantel 28
 Kapazität (Batterie) 111
 Kathode 44, 192
 Diode 205
 Kehrwert 148
 Keine Panik 261
 Kirchhoff, Gustav Robert 116
 Kirchhoff'sches Gesetz 117
 Kleinspannung 65
 Knopfzelle 11
 Knotenregel 117
 Kohlefaden-Glühlampe 55
 Kohleschichtwiderstand 125
 Kollektor 228, 245
 Kollektorschaltung 240, 252
 Komma 39
 Kommutator 182
 Kompassnadel 164
 Konstantendraht 131
 Korkenzieherregel 166
 Kreuzung 77
 Kurzer 139
 Kurzhubtaster 96
 Kurzschluss 138
 Kurzschlussstrom 139

L

Lautsprecher 173, 258
 Schaltzeichen 173
 Lautstärkeregel 151
 LDR 156, 236
 LED 37, 204
 Lego Mindstorms 277
 Leistung
 berechnen 106
 Leistungsaufnahme 87

Leiter (elektrisch) 59
 Leitung
 sich kreuzende im Schaltplan 77
 Leitwert 148
 Lenz, Emil 167
 Leuchtdiode
 Schaltzeichen 205
 Licht 156
 infrarotes 224
 pulsmoduliertes 260
 ultraviolettes 224
 unsichtbares 224
 Licht-emittierende Diode 204
 Lichtempfindlicher Widerstand 156
 Lichtmaschine 186
 Lichtschalter 92, 172
 Lichtschranke 258
 Light Dependent Resistor 156
 Light-emitting diode 204
 Linear (Potenziometer) 155
 Linkslauf 178
 Lithium 46
 Lithium-Batterie 11, 111
 Litze 28
 Logarithmisch (Potenziometer) 155
 Lötdampfabsauger 20
 Lötstelle
 testen 61
 Lötzinn 20
 Low-Current-LED 37, 205
 Lügendetektor 231
 Lumineszenz-Diode 204

M

Magisches Dreieck
 Ohm'sches Gesetz 138
 Magnet 162
 Magnetismus 162
 Magnetschwebbahn 169
 Maker-Trend 278
 Mangandioxid 46
 Maschenregel 118
 Masse 85, 242
 Maßeinheit
 Candela 204
 Helligkeit 204
 Übersicht 281

Mathematik 14
Mayer, Julius Robert von 87
mcd 204
Meitner, Lise 88
Merksatz
 Übersicht 283
Messgerät 38
Messleitung 37
Messreihe 233
Messspitze 67
Metall
 unedles 44
Metallfilmwiderstand 125, 130
Micro 112
Mignon 112
Minuspol 53
Minuszeichen 68
Mitkopplung 265
Mittelträge (Sicherheit) 140
Molekül 45
Mono 112
Morse, Samuel 97
Morseapparat 224
Morsecode 97
Motor 177
 Schaltzeichen 178
Multimeter 38, 139
 Widerstand messen 125
Murphys Gesetz 49

N

Nabendynamo 184
N-Dotierung 196, 270
Nennkapazität 111
Netzspannung 65
Netzteil 10
Neutron 45
Nichtleiter 59
Niederspannung 65
Nordpol 163
NPN 270
NPN-Transistor
 Schaltzeichen 270
Null 246

O

Oder-Schaltung 122
Ohm, Georg Simon 124
Ohm'sches Gesetz 136
 LED 211
Ohmmeter
 Toleranz 128
Ohr 176
 Ω 124
Omega 124
Ordnungszahl 45
Oxidation 44
Ørsted, Hans Christian 164

P

Parallelschaltung 108
 Gesamtwiderstand 148
 Spannung 108
 Widerstände 145
PDF 200
P-Dotierung 197, 270
Per Anhalter durch die Galaxis 261
Periodensystem der Elemente 45
Permanentmagnet 163
Physikalische Größe
 Übersicht 282
Physikalische Stromrichtung 84
Pluspol 53
PNP 272
PNP-Transistor
 Schaltzeichen 272
PN-Übergang 197
Pol 44
Polung 84
Potenziometer 152
Poti 152
Prellen 176
Primärzelle 46
Probleme 12
Protokoll 40
Proton 45
Pulsmoduliertes Licht 260
Pulsweitenmodulation 181
Punkt
 Schaltplan 78
PWM 181

Q

Querschnitt (Kabel) 29

R

Rechte-Faust-Regel 166

Rechtslauf 178

Recycling 12

Reduktion 44

Regenbogen 224

Regenrinne 85

Reihenschaltung 104

 Gesamtwiderstand 145

 Widerstände 143

Relais 169, 216, 234, 238

 Ruhezustand 170

 Schaltzeichen 169

Resistor 131

Reverse Voltage 202

Rheostat 181

Rotor 182

Ruhezustand

 Relais 170

S

Säure

 Batteriesäure 51

Schall 176

Schaltodiode 199, 203

Schalter 91

 Formen 99

Schaltplan 21, 76

 Punkt 78

 sich kreuzende Leitungen 77

 Verbindungsstelle 78

Schaltzeichen 76

Schaltung

 elektrische 21

 gemischte 145

 Oder-Schaltung 122

 Und-Schaltung 121

Schaltzeichen

 Lautsprecher 173

 Leuchtdiode 205

 Motor 178

 NPN-Transistor 270

 PNP-Transistor 272

 Relais 169

 Spule 167

 Transistor 228

 Übersicht 284

 Widerstand 130

Schiebepoti 152

Schleifer 153, 181

Schließer 96

Schmelzsicherung 139

Schmitt-Trigger 263

Schnappscheibe 96

Schraubenregel 166

Schwingung 176

Seitenschneider 29

Selbthaltefunktion 187

Selbstinduktion 217

Serienschaltung 119

SFH 484 221

Sicherheitshinweise 10

Sicherung 139

Sicherungsautomat 140

Silizium 196

Sinuskurve 65

Slotcar-Rennbahn 181

SOS 97

Spannung 63

 Kirchhoff'sche Regel 118

 Maßeinheit 43

 messen 40, 105

 Parallelschaltung 108

Spannungsmessbereich

 Multimeter 68

Spannungsreihe

 elektrochemische 45

Spannungsteiler 236

 belasteter 151

 unbelasteter 150

Speaker 173

Sperrrichtung 192

Spindeltrimmer 152

Spule 167

 Schaltzeichen 167

Starterbatterie 51

Statische Aufladung 229

Stator 183

Steckbrett 22, 94

Steckdose 10
 Netzspannung 65
Steckplatine 22
Steuerspannung 172
Strecke
 Transistoren 245
Strom 79
 magnetische Wirkung 164
 messen 233
 Transistor 233
 Widerstand 124
Stromfluss 78
Stromkreis
 galvanisch getrennt 171
Stromlaufplan 76
Stromnetz 65
Strompfeil 117
Stromrichtung 84
Stromverstärkung 271
Stromverstärkungsfaktor 252
Südpol 163
Supraleiter 134
Switching speed 202

T

Taschenlampe 46
Taschenrechner 14
Taster 92
Technische Stromrichtung 84
Technische Zeichnung 21
Teilungsverhältnis 151
TO-92 229
Toleranz
 Ohmmeter 128
Träge (Sicherung) 140
Transfer resistor 235
Transistor 227
 Begriff 235
 Beschreibung 228
 Infrarot-Transistor 256
 Schaltzeichen 228
 Schaltzeichen (NPN) 270
 Schaltzeichen (PNP) 272
 Strecken 245
 Strom 233
Transrapid 169

Trennung
 galvanische 243
Trimmer 152
Trimpoti 152
Turbine 186

U

Ultraviolettes Licht 224
Umfassungsregel 166
Umlauf 118
Umschalter 100, 169
Umschaltzeit 202
Unbelasteter Spannungsteiler 150
Und-Schaltung 121
UV-Strahlung 224

V

Vakuum 56
Valenzelektron 196
Ventil 192
Verbindung
 testen 61
Verbindungsstelle
 Schaltplan 78
Verbraucher 87
Verdrillen 30
Verlustleistung
 ausrechnen 213
Verordnung zur Beschränkung der
 Verwendung gefährlicher Stoffe in
 Elektro- und Elektronikgeräten 12
Verpolschutz 193
Verpolung 68
Verzinkt 36
VHS 279
Vitrohmmeter 128
Volkshochschule 279
Volldraht 28
Volt 64
Volta, Alessandro 43
Volta'sche Säule 43
Vorwärtsspannung 203
Vorwiderstand
 LED 211

W

Wahr 246
Wasserdampf 186
Wasserkraftwerk 186
Wasserstoff 59
Watt 85
Watt, James 85
Webseiten 13
Wechselspannung 65
WEEE 12
Werkzeug 15
 Einkaufsliste 19
Widerstand 123
 Farbcode 126
 lichtempfindlicher 156
 Parallelschaltung 145
 Reihenschaltung 143
 Schaltzeichen 130
Widerstandsdraht 131, 181

Widerstandsfarbcode
 Übersicht 283
Widerstandsmessbereich 125
Widerstandsuhr 128
Widerstandswert 125
 Genauigkeit 128
Windkraftanlage 186
Windrad 177
Wolfram 57

Z

Zeichnung
 technische 21
Zeitschrift 278
Zentimeter 24
Zink-Kohle-Batterie 111
Zitronenbatterie 38
Zoll 24