

Experiment 12: Zwei Drähte miteinander verbinden

Deine Löt-Abenteuer fangen mit der nüchternen Aufgabe an, einen Draht mit einem anderen zu verbinden. Du wirst aber schnell lernen, eine vollständige elektronische Schaltung auf einer Lochrasterplatine aufzubauen.

Was du brauchst

- Schaltdraht, Seitenschneider, Abisolierzange
- LötKolben. Wenn du nur einen besitzt, nehme ich an, dass er eine Leistung von 15W hat. Allerdings ist es mit einem 30-W-LötKolben leichter, erste Löt-Erfahrungen zu sammeln.
- dünnes Lötzinn, etwa 1,5 mm Durchmesser
- »Helping Hand« oder ähnliche Einrichtung mit zwei Krokodilklemmen, um deine Arbeit zu halten
- optional: kleine Schrumpfschläuche mit einem Durchmesser zwischen 3 und 6 mm
- optional: Heißluftpistole
- optional: eine Unterlage aus starkem Karton oder Sperrholz, um deine Arbeitsfläche vor Lötzinntropfen zu schützen

Deine erste Lötstelle

Stecke deinen LötKolben in die Steckdose und lege ihn sicher in seinem LötKolbenständer ab. Jetzt kannst du erst einmal fünf Minuten etwas anderes machen. Wenn du mit dem Löten beginnst, bevor der LötKolben richtig heiß ist, bekommst du keine guten Lötstellen, weil das Lötzinn nicht vollständig schmilzt. Glaube nicht den Angaben der Hersteller, dass ein LötKolben innerhalb einer Minute oder weniger einsatzbereit ist.

Du brauchst zwei Stücke 0,6-mm-Schaltdraht, die jeweils mindestens 5 cm lang sind und blanke Enden haben. Klemme sie in deine Helping Hand, sodass sie sich überkreuzen und berühren, wie Abbildung 3–25 zeigt.



Achtung: LötKolben werden heiß!

Das Dampfbügeleisen, mit dem du vielleicht ein Hemd bügelst, ist eigentlich gefährlicher als ein LötKolben, weil es eine viel größere Wärmekapazität hat. Dennoch solltest du beim Löten vorsichtig sein.

Beherzige bitte die folgenden grundlegenden Vorsichtsmaßnahmen:

Verwende einen sicheren LötKolbenständer. Lass deinen LötKolben nicht auf der Werkbank liegen.

Wenn du kleine Kinder oder Haustiere hast, denke daran, dass sie möglicherweise mit deinem LötKolben herumspielen, ihn anfassen möchten oder am Kabel ziehen. Sie könnten sich (und dich) dabei verletzen.

Achte darauf, dass du die heiße Lötspitze nie auf dem Stromkabel des LötKolbens ablegst. Sie kann die Kunststoffisolierung innerhalb von Sekunden durchschmelzen und einen schlimmen Kurzschluss verursachen.

Wenn dir der LötKolben herunterfällt, spiele nicht den Helden, indem du ihn auffängst.

Bei den meisten LötKolben gibt es keine Warnlampen, die dir sagen, dass er angesteckt ist. Als Faustregel solltest du immer davon ausgehen, dass ein LötKolben heiß ist, selbst wenn er nicht eingesteckt ist. Denn wenn du den LötKolben gerade abgezogen hast, bleibt er noch mehrere Minuten so heiß, dass du dich verbrennen könntest.

Vermeide es nach Möglichkeit, die heißen Lötdämpfe einzusatmen. Es empfiehlt sich, in einem gut belüfteten Raum zu arbeiten.

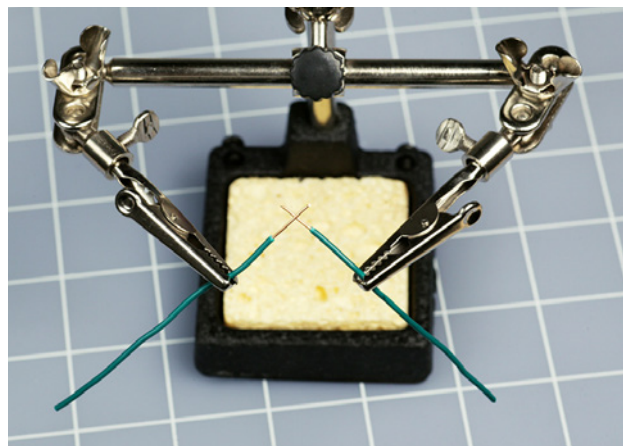


Abbildung 3–25. Bereit für dein erstes Löt-Abenteuer

Um sicherzugehen, dass der LötKolben bereit ist, hältst du ein Stück dünnes Lötzinn an die Lötspitze. Das Lötzinn sollte sofort schmelzen. Wenn es nur langsam schmilzt, ist der LötKolben noch nicht heiß genug oder die Spitze ist verschmutzt und sollte gereinigt werden.

Viele Leute reinigen die LötKolbenspitze mit einem Schwamm, wie er in einem LötKolbenständer eingesetzt sein kann. Du befeuchtest den Schwamm gründlich und reibst dann die Spitze des LötKolbens im Schwamm sauber. Mir sagt dieses Prozedere allerdings nicht zu, denn ich glaube, dass sich die Spitze durch Feuchtigkeit thermisch ausdehnt und zusammenzieht, wodurch kleine Risse in der Beschichtung entstehen können.

Ich verwende eine eher primitive Methode: Ich reibe ein Stück Knüllpapier über die heiße Spitze des LötKolbens, und zwar schnell genug, um ein Verkohlen des Papiers zu vermeiden, wobei ich darauf achte, dass ich mir nicht die Finger verbrenne. Dann reibe ich die Lötspitze noch einmal an einem kleinen Stück Lötzinn, bis die Spitze einheitlich glänzt. Abbildung 3–26 veranschaulicht den Beginn dieser Prozedur. Reibe die Spitze des LötKolbens nie mit etwas, das mehr schleift als Papier.



Abbildung 3–26. Eine Möglichkeit, die Spitze eines LötKolbens zu reinigen. Bewege das zerknüllte Papier schnell, damit es nicht verkohlt.

Führe nun die folgenden vier Schritte aus, um eine Lötverbindung herzustellen, wie die Abbildungen 3–27 bis Abbildung 3–30 zeigen.

Schritt 1. Berühre mit der LötKolbenspitze mindestens fünf Sekunden lang gleichmäßig die Schnittstelle der Drähte, um sie aufzuheizen. Bringe noch kein Lötzinn auf!

Schritt 2. Gib etwas Lötzinn auf die Drahtkreuzung und behalte dabei den Kontakt mit dem LötKolben aufrecht. Die beiden Drähte, das Lötzinn und die Spitze sollten an einem Punkt zusammenkommen.

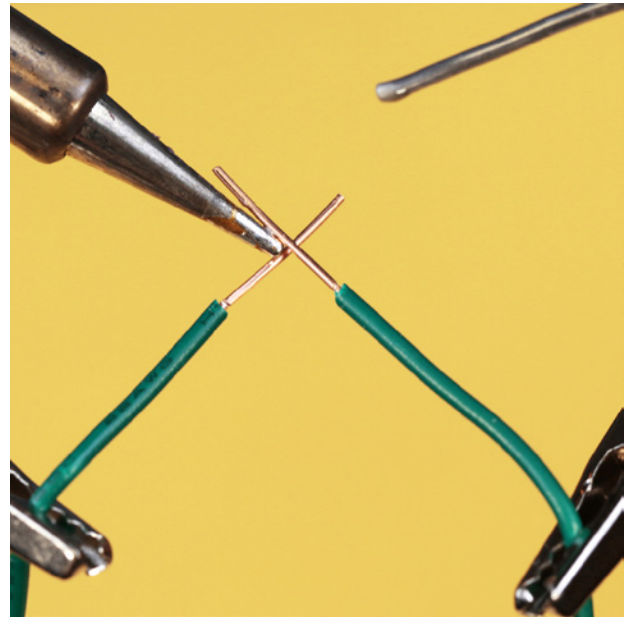


Abbildung 3–27. Schritt 1: Heize die Drähte auf.

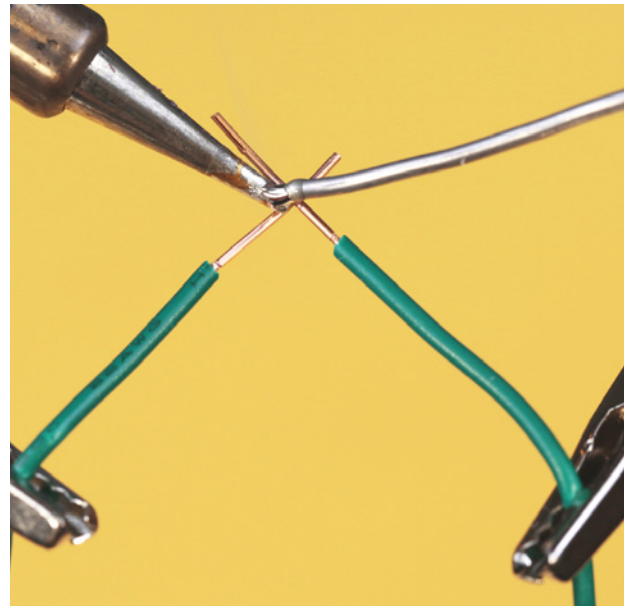


Abbildung 3–28. Schritt 2: Füge Lötzinn hinzu.

Schritt 3. Das Lötzinn kann zunächst langsam schmelzen. Nur Geduld!

Schritt 4. In Abbildung 3–30 ist zu sehen, dass das Lötzinn einen schönen runden Tropfen gebildet hat. Wenn du vorsichtig auf die Lötstelle bläst, um sie abzukühlen, solltest du sie innerhalb von 10 Sekunden anfassen können. Die fertige Lötstelle sollte glänzend, gleichmäßig und rund aussehen

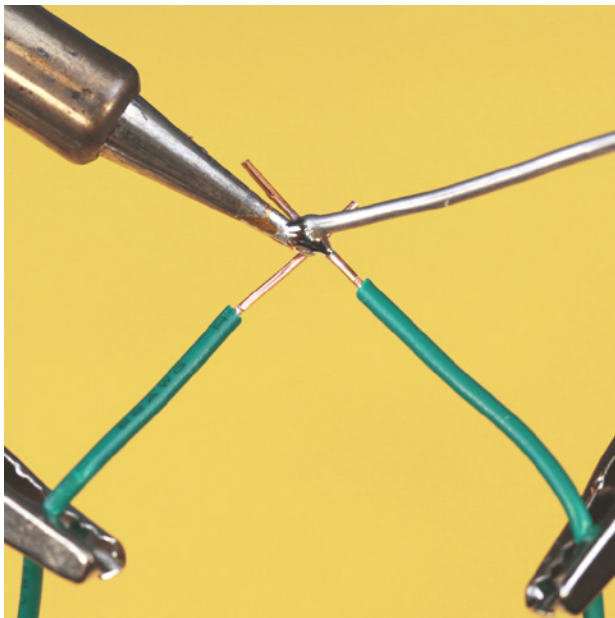


Abbildung 3–29. Schritt 3: Das Lötzinn beginnt, in die Verbindung zu fließen.

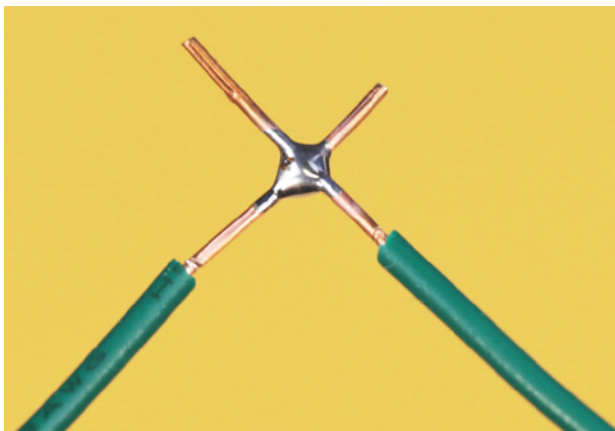


Abbildung 3–30. Das Lötzinn bildet einen glänzenden Tropfen, der an den Drähten haftet.

Wenn die Lötstelle abgekühlt ist, entfernst du die Drähte aus den Klemmen und versuchst, sie auseinanderzuziehen. Ziehe kräftig! Wenn du es nicht schaffst, sie zu trennen, sind die Drähte elektrisch verbunden und sollten es auch bleiben. Ist deine Lötstelle nicht gut gelungen, kannst du die Drähte relativ leicht wieder trennen. Wahrscheinlich hast du in diesem Fall zu wenig Hitze oder nicht genügend Lötzinn zugeführt. Abbildung 3–31 vermittelt eine allgemeine Vorstellung.

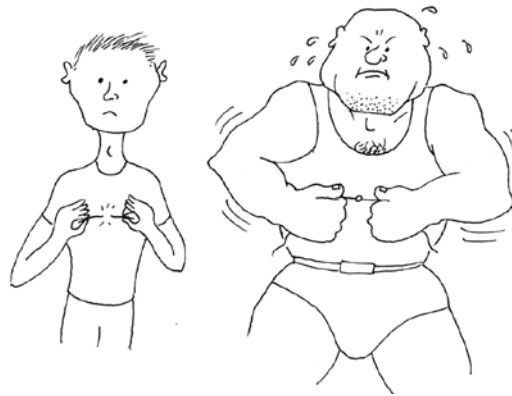


Abbildung 3–31. Der Unterschied zwischen einer schlechten Lötstelle (links) und einer guten Lötverbindung (rechts) ist wirklich nicht sehr schwer zu erkennen.

Drei Löt-Legenden

Legende Nummer 1: Löten ist sehr schwierig. Millionen von Menschen haben gelernt, wie man lötet. Statistisch gesehen bist du wahrscheinlich nicht unfähiger als alle anderen.

Legende Nummer 2: Löten gefährdet deine Gesundheit durch giftige Chemikalien. Vermeide es am besten, die Dämpfe einzusatmen. Doch das gilt auch für Alltagsprodukte wie Bleichmittel und Farbe. Wenn du Bedenken hast, das Lötzinn zu berühren, kannst du Nitrilhandschuhe tragen.

Legende Nummer 3: LötKolben sind gefährlich. Natürlich musst du vorsichtig sein. Der LötKolben ist sicherlich heiß genug, um deine Haut zu verbrennen, wenn du sie mit dem LötKolben berührst, und du solltest ihn ausschließlich am Griff anfassen. Meiner Erfahrung nach sind aber Elektrowerkzeuge in einer Werkstatt viel gefährlicher.

Acht Fehler beim Löten

Zu wenig Hitze. Die Lötstelle sieht gut aus, aber weil du nicht genug Wärme zugeführt hast, ist das Lötzinn nicht weit genug geschmolzen, um seine innere Molekularstruktur zu ändern. Es ist körnig geblieben, anstatt zu einem homogenen, festen Klumpen zu werden. Das Ergebnis ist eine sogenannte kalte Lötstelle, die sich wieder löst, wenn du die Drähte auseinanderziehst. Erhitze die Lötstelle also noch einmal gründlich und gib neues Lötzinn hinzu.

Lötzinn zur Lötstelle tragen. Ein Hauptgrund, warum Lötzinn nicht richtig erhitzt wird, ist die Versuchung, zunächst etwas Lötzinn allein auf dem LötKolben zu schmelzen und es dann zur eigentlichen Lötstelle zu bringen. Das heißt, die Drähte, an denen das Lötzinn haften soll, sind erst einmal kalt. Richtig ist es, mit dem LötKolben zuerst die Drähte zu erhitzen und dann erst das Lötzinn zuzuführen. Die Drähte sind dann heiß und unterstützen das Schmelzen des Lötzinns.

- Weil dies ein so häufig gemachter Fehler ist, wiederhole ich mich hier: Bringe nicht das heiße Lötzinn auf die kalten Drähte, sondern kaltes Lötzinn auf die heißen Drähte.

Zu viel Hitze. Mit einem 15-W-LötKolben ist dies zwar kein so großes Risiko, aber es kann trotzdem passieren. Anhaltende Wärmezufuhr hilft zwar, eine gute Verbindung herzustellen, kann aber alles um sie herum beschädigen. Kunststoffummantelungen schmelzen und legen dadurch zu viel Draht frei – die Gefahr von Kurzschlüssen steigt. Auch Halbleiter reagieren empfindlich auf übermäßige Wärme, und sogar die Kunststoffteile im Inneren von Schaltern und Verbindungssteckern können schmelzen. Kaputte Bauelemente müssen ausgelötet und ersetzt werden. Das dauert lange und ist oft auch umständlich. Wenn dein Lötversuch aus irgendeinem Grund nicht funktioniert hat, lehne dich zurück, lege eine Pause ein und lass alles ein wenig abkühlen, bevor du es erneut probierst.

Zu wenig Lötzinn. Eine dünne Verbindung zwischen zwei Leitern ist eventuell nicht ausreichend stabil. Wenn du zwei Drähte miteinander verbindest, prüfe immer auch die Rückseite der Lötstelle und vergewissere dich, dass das Lötzinn vollständig durchgedrungen ist. Hier ist eine Lupe hilfreich.

Die Lötstelle bewegen, bevor das Lötzinn erstarrt ist. Dabei kann ein Riss entstehen, den man nicht auf den ersten Blick sieht. Die Schaltung kann trotzdem funktionieren, doch irgendwann später wird der Riss durch Vibration oder Temperaturschwankungen so groß, dass der elektrische Kontakt verloren geht. Die Fehlersuche ist in solchen Fällen recht mühsam. Wenn du die Bauteile zusammenklemmst, bevor du sie verlötetest, oder die Bauelemente auf einer Lochrasterplatine fixierst, kannst du dieses Problem vermeiden.

Schmutz oder Fett. Elektroniklötzinn enthält Kolophonium, das das Metall reinigt, mit dem du arbeitest. Dennoch können Verschmutzungen verhindern, dass das Lötzinn haftet. Wenn ein Bauteil verschmutzt aussieht, reinige es mit feinem Sandpapier, bevor du es verlötetest.

Kohlenstoff auf der Lötspitze. Am LötKolben sammeln sich während des Gebrauchs nach und nach dunkle Kohlenstoffreste an, die den Hitzetransfer behindern können. Reinige also die Lötspitze regelmäßig wie weiter oben beschrieben.

Ungeeignete Materialien. Elektroniklötzinn ist für elektronische Bauelemente gedacht. Es eignet sich nicht für Aluminium, rostfreien Stahl oder verschiedene andere Metalle. Möglicherweise schaffst du es, dass das Lötzinn an chrombeschichteten Bauteilen haftet, doch auch das ist schwierig genug.

Die Lötstelle nicht überprüfen. Geh nicht einfach davon aus, dass die Lötstelle gelungen ist. Prüfe sie immer, indem du mit den Händen daran ziehst. Wenn du die Lötstelle nicht greifen kannst, schiebe die Klinge eines Schraubendrehers darunter und biege sie ein wenig oder versuche, die Bauteile mit einer kleinen Zange auseinanderzuziehen. Mach dir keine Sorgen, dass du dein Werk zerstörst. Wenn die Lötstelle diese rohe Behandlung nicht übersteht, war es ohnehin keine gute Verbindung.

Von diesen acht Fehlern sind kalte Lötstellen mit Abstand am schlimmsten, weil sie leicht entstehen und oftmals trotzdem gut aussehen können.

Anhang A – Spezifikationen



In diesem Anhang findest du Teilenummern der Hersteller und detaillierte Spezifikationen, die dir bei der Beschaffung von Werkzeugen, Verbrauchsmaterialien und elektronischen Bauelementen behilflich sein werden. Die Tabellen geben die Mengen der Bauelemente und anderer Verbrauchsmaterialien an, die für die Experimente 1 bis 30 in den fünf Kapiteln des Buches benötigt werden.

Empfehlungen zu Einzelhändlern, die derartige Produkte führen, findest du in Anhang B.

Fotos und einführende Informationen erscheinen am Beginn jedes Kapitels in diesem Buch. Die Artikel sind hier in der gleichen Reihenfolge aufgeführt.

Unbedingt erforderlich

Diese Artikel sind für das gesamte Buch unerlässlich

Multimeter, Notizbuch, 9-V-Stromquelle (Batterie oder Netzteil), Messleitungen mit Krokodilklemmen an den Enden und eine Basisausstattung an Werkzeugen.

Wenn du löten möchtest, wie es Kapitel 3 beschreibt, brauchst du einen Lötkolben, Lötzinn, Lochrasterplatten und Helping Hands (oder eine andere Vorrichtung, um deine Arbeit zu halten). Empfohlen werden eine Lupe, Schrumpfschlauch und eine Heißluftpistole.

Ab Kapitel 2 ist ein Breadboard (auch Steckboard genannt) unentbehrlich. Außerdem wird Schaltdraht in vier Farben benötigt (mindestens 3 Meter von jeder Farbe), um Steckbrücken herzustellen.

Spezifikationen für Kapitel 1

Multimeter

Empfohlen wird ein Multimeter mit manueller Messbereichswahl, das Spannung, Strom und Widerstand (und damit in der Regel auch den Durchgang) messen kann. Eine zweckmäßige Ergänzung sind Testmöglichkeiten für Transistoren und Dioden. Die Fähigkeit zur Kapazitätsmessung ist ein Plus. Eine ausführliche Beschreibung der Messgeräte findest du zu Beginn von Kapitel 1.

Schutzbrille

Beliebiger Hersteller, niedrigster Preis, da das Risiko bei elektronischen Arbeiten minimal ist. Menge: 1.

Messleitungen

Messleitungen sollten an beiden Enden mit Krokodilklemmen versehen sein. Kurze Leitungen sind vorzuziehen.

Beispiel: Adafruit Short Wire Alligator Test Lead (Satz von 12), Adafruit-Produktbezeichnung 1592. Menge: mindestens 5, idealerweise 1 rote, 1 blaue oder schwarze und 3 in einer anderen Farbe.

Batterie

9-V-Alkalinezelle, beliebige Marke. Menge: mindestens 2. Je nach Intensität und Nutzungsdauer können zusätzliche Ersatzbatterien erforderlich sein.

Batterieanschluss (optional)

Für eine 9-V-Batterie wird der Batterieanschluss auch als Clipanschluss oder Druckknopfanschluss bezeichnet. An einem Ende befinden sich die Anschlüsse für die Pole einer 9-V-Batterie, während das andere Ende in abisolierte Drähte mündet.

Beispiel: Eagle Plastic Devices 121-0426/O-GR oder Keystone Electronics 232. Menge: 1.

Sicherung

Glassicherung, 2AG (Durchmesser etwa 5 mm), flink, 1 A und 3 A, beliebige Spannung. Du kannst auch eine Kfz-Sicherung aus einem Geschäft für Autozubehör verwenden.

Beispiele für Feinsicherungen: Littelfuse 0225001.MXP oder 0225003.MXP. Menge: mindestens 1 von jedem Wert.

Rote Standard-LEDs

Hersteller beliebig. Für die Kapitel 1 und 2 des Buches werden LEDs mit 5 mm Durchmesser empfohlen, da sie leichter zu handhaben sind (auch als Größe T1-3/4 verkauft). Die Experimente in den Kapiteln 3 bis 5 sind auf LEDs mit 3 mm Durchmesser ausgelegt, da diese besser in das Schaltungslayout passen. LEDs in der Farbe Rot sind zu bevorzugen, da bei dieser Lichtwellenlänge die Schwellenspannung und der Durchlassstrom geringer als bei anderen Farben sind – eine nützliche Eigenschaft gerade in Schaltungen, in denen LEDs direkt von Logikchips gesteuert werden.

Achte auf LEDs mit hoher Lichtleistung, gemessen in *Millicandela* (Einheit mcd). Ein Wert von 400 mcd ist gut. *Diffuse* LEDs können angenehmer fürs Auge sein als LEDs in einem *klaren* Kunststoffgehäuse.

Beispiele: Kingbright WP710A10SRD/D oder /E oder /F (3 mm), Kingbright WP7113SRD/D oder /E oder /F (5 mm) oder Lite-On LTL-4263 (5 mm).

Widerstände

Ein Viertel Watt (250 mW), 5% Toleranz bevorzugt, Länge der Anschlüsse beliebig, verschiedene Werte. Siehe die Bauelemente, die in den Abbildung A-1, A-2, A-4, A-5 und A-6 aufgeführt sind. Hersteller beliebig.

Bauelemente für Kapitel 1	Experimente					Wenn wieder- verwendet	Wenn nicht wieder- verwendet
	1	2	3	4	5		
9-V-Batterie	1	1	1	1		1	4
rote Standard-LED, 5 mm		2	1		1	2	4
Feinsicherung 1 A				1		1	1
Feinsicherung 3 A				1		1	1
Zitronen (oder Saft)					2	2	2
Galvanisierte Klammer					4	4	4
Kupfergegenstand					4	4	4
Widerstand 15 Ohm		1		1		1	2
Widerstand 150 Ohm		1				1	1
Widerstand 470 Ohm		1	1			1	2
Widerstand 1 kOhm			1			1	1
Widerstand 1,5 kOhm		1	1			1	2
Widerstand 2,2 kOhm			1			1	1
Widerstand 3,3 kOhm			1			1	1

Abbildung A-1. Diese Tabelle gibt die Mengen der Bauelemente für die Experimente 1 bis 5 in Kapitel 1 des Buches an. Die Spalte »Wenn wiederverwendet« setzt voraus, dass du die Teile in Kapitel 1 vom jeweils vorherigen Experiment wiederverwendest. Die Spalte »Wenn nicht wiederverwendet« gibt die Mengen an, wenn du keinerlei Bauelemente von einem vorherigen Projekt erneut verwendest.

Montagewinkel oder Klammern

Mindestgröße 1,5 cm × 2,5 cm. Muss als verzinkt oder galvanisiert beschrieben werden (weder Messing noch rostfrei).

Beispiel: National Hardware 4er-Pack, Modell N226-761. Menge: 4 Winkel oder Klammern.

Kupfermünzen

Wenn du keine Kupfermünzen oder Münzen mit Kupferummantelung zur Hand hast, kannst du auch andere Kupfergegenstände verwenden, sofern deren Oberfläche ungefähr der einer kleinen Münze entspricht. In einem Bastlergeschäft findest du dekorative Gegenstände; im Baumarkt kannst du vielleicht ein kurzes Stück Kupferrohr erwerben und es mit einer Metallsäge in kleine Abschnitte teilen; und in einem Geschäft für Autoteile findest du möglicherweise kupferplattierte Krokodilklammen. Denke daran, dass das Kupfer bei diesem Experiment durch chemische Reaktionen verfärbt wird.

Notizbuch

Ein beliebiges Notizbuch mit mindestens 50 leeren, unlinierten Seiten, das groß genug ist, um sowohl Diagramme als auch Notizen zu ermöglichen.

Spezifikationen für Kapitel 2

Kleine Schraubendreher

Ein Set wie das von Stanley (Teilenummer 66-052), das sowohl flache Klingen als auch Phillips-Klingen (Kreuzschlitz) enthält. Menge: 1.

Kleine Telefonzange

Nicht länger als 12 cm. Die billigste, die erhältlich ist. Hersteller beliebig. Menge: 1.

Seitenschneider

Nicht länger als 12 cm. Der billigste, der erhältlich ist. Hersteller beliebig. Du kaufst ihn am besten in einem Satz, der auch eine Telefonzange enthält. Menge: 1.

Flush Cutter (Optional)

Der billigste, der erhältlich ist. Hersteller beliebig. Menge: 1.

Spitzzange (optional)


Typischerweise 10 cm lang. Kann in einem Set mit Telefonzange, Seitenschneider und Flush Cutter enthalten sein. Wird oft für Schmuckherstellung verkauft.

Beispiel: Amazon-Produkt B07QVPGX7H. Menge: 1.



Achtung!

Vorwiegend in Nordamerika wird der Drahtdurchmesser als AWG (American Wire Gauge) codiert. Eine Umrechnungstabelle findest du in der Wikipedia unter https://de.wikipedia.org/wiki/American_Wire_Gauge. Zum Beispiel hat der Schaltdraht, der in diesem Buch empfohlen wird, ein Maß von 22 Gauge, was etwa 0,6 mm entspricht.

Diese Leseprobe haben Sie beim
 [edv-buchversand.de](https://www.edv-buchversand.de) heruntergeladen.
Das Buch können Sie online in unserem
Shop bestellen.

[Hier zum Shop](#)