



KomMINT Theorie Löttechnik

Selina Malacarne – selina.malacarne@ost.ch

Michel Nyffenegger – michel.nyffenegger@ost.ch

Rapperswil, 1. September 2023



Inhaltsverzeichnis

- 1 Tipps und Tricks zum Thema Löten 3**
 - 1.1 Vorbereitungen 4
 - 1.2 Bauteile 6
 - 1.3 Lötvorgang 7
 - 1.4 Entlötvorgang 9
 - 1.5 Bauteilanschlüsse biegen 10

- 2 Lötübung 11**

1 Tipps und Tricks zum Thema Löten

Beim Löten werden metallische Werkstoffe mittels eines Lotes verbunden.

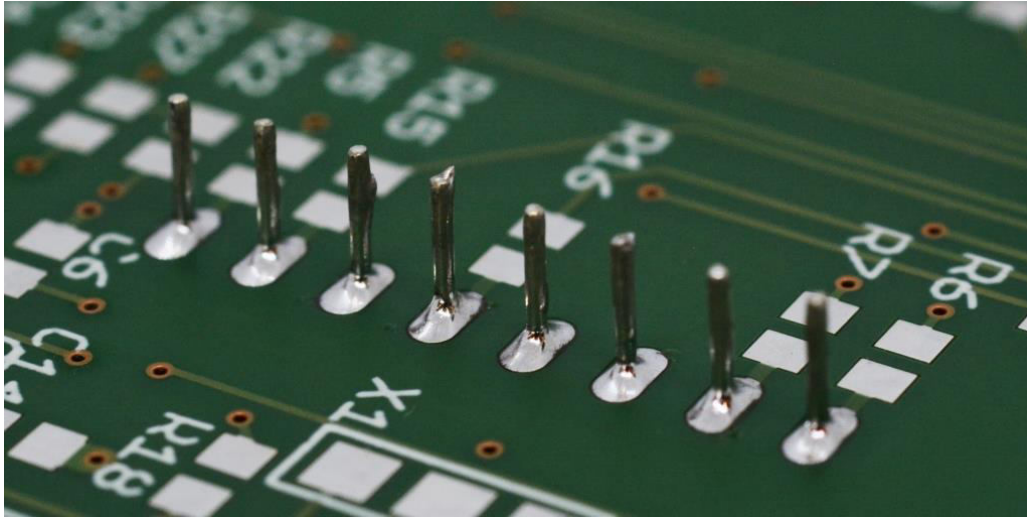


Abbildung 1: Beispiel mehrerer Lötstellen.

Dabei wird die Oberfläche der Grundwerkstoffe (Metalle, z.B. Kupfer) beim Löten mit einem Lot benetzt. Durch Adhäsion und Diffusion entsteht so ein rein metallischer Kontakt zwischen Lot und Grundwerkstoff.

- Adhäsion: Haftung von Stoffen (z.B. Wasser auf Glas)
- Diffusion: Molekulare Durchmischung von zwei Stoffen

Die Oberfläche der Grundwerkstoffe ist häufig mit einer Oxydschicht bedeckt. Diese verhindert das Fließen und Diffundieren des Lotes. Somit muss die Lötstelle vor dem eigentlichen Lötvorgang gereinigt werden. Diese Aufgabe übernehmen Flussmittel, die meistens im Lot eingeschlossen sind, wie dies in Abbildung 2 zu sehen ist.

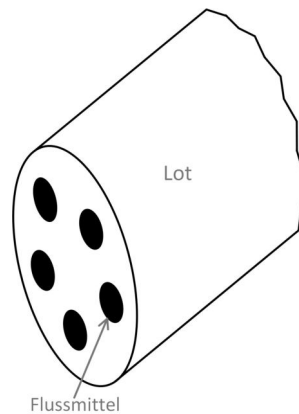
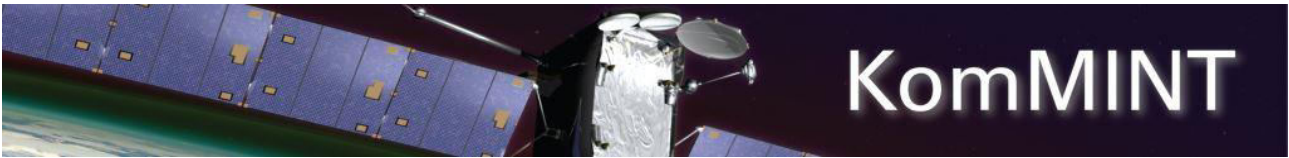


Abbildung 2: Lötzinn mit fünf Flussmittelseelen.



In der Elektronik werden hauptsächlich Lote aus Zinn-Legierungen verwendet, daher der Name "Lötzinn". Elektronik-Lote werden hauptsächlich in zwei Gruppen unterteilt: solche die Blei enthalten und andere die frei von Blei sind. Eine typische Zinn/Blei-Legierung, die sich bis heute als Lot in der Elektronik bewährt hat, ist Sn60Pb40 (60% Zinn, 40% Blei). Diese Legierung hat den Vorteil, dass sie einen tiefen Schmelzpunkt hat. Jedoch dürfen bleihaltige Lote seit Juli 2006 nicht mehr in der Produktion von elektronischen Geräten eingesetzt werden. Die bleifreien Zinn-Lote sind wohl besser für die Umwelt, haben aber einen höheren Schmelzpunkt, wie dies in Tabelle 1 gezeigt wird. Eine höhere Löttemperatur wirkt sich nachteilig auf die Lebensdauer der elektronischen Bauteile aus.

Legierung	Schmelzpunkt
Sn60/Pb40	183°C
Sn99/Cu1	227°C
Sn95,5/Ag3,8/Cu0,7	217°C

Tabelle 1: Am meisten eingesetzte Zinn-Legierungen für Lote.

1.1 Vorbereitungen

Der Arbeitsplatz soll immer in einem ordentlichen und sauberen Zustand sein. Die Hände sollen vor und nach dem Löten gewaschen werden. Erstens weil durch Fett, Obstsäuren oder Handschweiß die Lötstellen korrodieren können und zweitens um mögliche Lot- oder Flussmittelreste an den Händen zu entfernen.

Zu den wichtigsten Werkzeugen gehört eine Lötstation mit LötKolben und passender Lötspitze. Zudem braucht es einen LötKolbenhalter mit einem Schwamm, der zur Lötspitzenreinigung dient. Der Schwamm kann hierbei aus Messing sein oder aus einem Material, welches etwas angefeuchtet werden muss.

Manchmal muss man bereits gelötete Bauteile wieder von der Leiterplatte entfernen oder allgemein einfach etwas Lot von der Leiterplatte entfernen. Dazu eignet sich die Entlötlitze sowie auch der Lotabsauger. Zu den weiteren hilfreichen Werkzeugen gehören unter anderem ein Seitenschneider, eine Pinzette und die Biegelehre.



(a) Lötstation mit LötKolben und -halter



(b) Lötzinn



(c) Entlötlitze



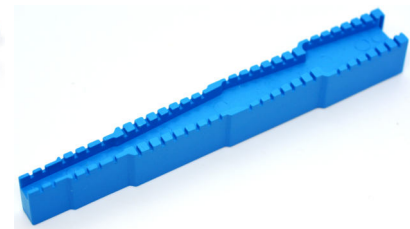
(d) Lotabsauger



(e) Seitenschneider



(f) Pinzette



(g) Biegelehre

Abbildung 3: Werkzeuge für die Bestückung.

1.2 Bauteile

Grundsätzlich unterscheidet man zwischen zwei Bauteilarten: es gibt die Bauteile, welche mittels Durchsteckmontage auf der Leiterplatte fixiert werden, diese Technologie wird auch “Through Hole Technology” (THT) genannt. Dann gibt es die oberflächenmontierten Bauteile, welche auch “Surface Mounted Devices” (SMD) genannt werden. SMD Bauteile werden direkt auf die Oberfläche der Leiterplatte gelötet, wohingegen die konventionellen Bauteile durch den Print gesteckt und gelötet werden. In der untenstehenden Abbildung 4 werden für beide Technologien gute und schlechte Lötstellen gezeigt.

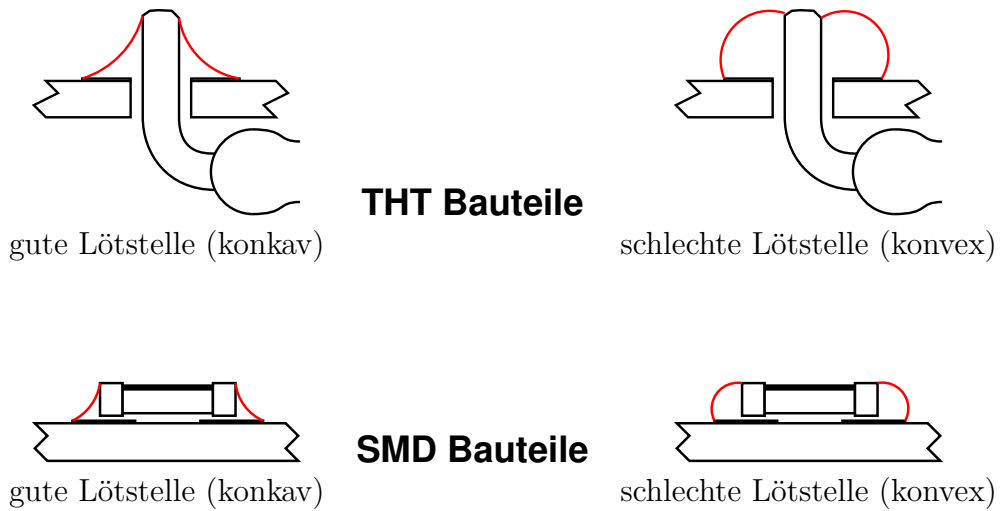


Abbildung 4: Bauteilarten und Lötstellenqualität.

1.3 Lötvorgang

Während dem eigentlichen Lötvorgang müssen folgende Punkte unbedingt eingehalten werden, um eine einwandfreie Lötstelle zu erhalten:

1. Voraussetzung für eine gute Lötstelle sind eine geeignete Lötspitzengrösse und eine geeignete Löttemperatur. Die Löttemperatur soll zwischen **280°C und 320°C** betragen.
2. Die Oberfläche der Lötteile soll frei von Verunreinigungen und Oxydschichten sein.
3. Lötteile nach Möglichkeit mechanisch fixieren. Mechanische Belastungen nach dem Löten müssen vermieden werden.
4. Den hervorstehenden Anschlussdraht kann man mit einem Seitenschneider so abschneiden, dass nur noch ein kleiner Teil des Anschlussdrahtes aus dem Lötauge hervorschaut.
5. Mit sauber verzinnter LötKolbenspitze beide Lötteile gleichzeitig unter Zugabe von wenig Lötzinn auf Arbeitstemperatur erwärmen (max. 2 Sekunden), siehe Abb. 5(a).
6. Wenig Lötzinn zuführen und Lötendraht rasch entfernen, siehe Abb. 5(b).
7. Geschmolzenes Lot fließen lassen (max. 2 Sekunden) und LötKolben mit einer Wischbewegung zurückziehen, siehe Abb. 5(c).
8. Zinn erschütterungsfrei erstarren lassen, siehe Abb. 5(d).

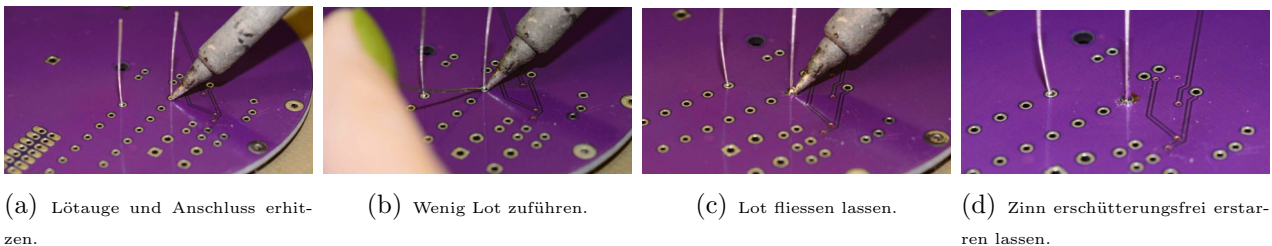
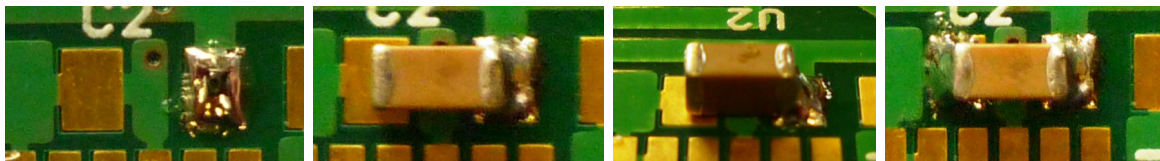


Abbildung 5: Der Lötvorgang.

Eine gute Lötstelle sollte konkav und homogen sein., siehe Abbildung 4. Es können unter gewissen Umständen kalte Lötstellen entstehen, welche eine mangelhafte mechanische und elektrische Verbindung aufweisen. Solche schlechten Lötstellen entstehen, wenn z.B. die Löttemperatur zu niedrig ist und das Lot die Werkstückoberfläche nicht richtig benetzen kann. Auch oxydierte Oberflächen führen zu kalten Lötstellen oder wenn das Lot nach dem Lötvorgang nicht erschütterungsfrei erstarren konnte. Eine kalte Lötstelle lässt sich am Einfachsten beheben, indem sie mit dem LötKolben noch einmal erwärmt und das Lot noch einmal (erschütterungsfrei) erstarren kann. Hierbei hilft es auch, noch etwas frisches Lot zuzuführen.

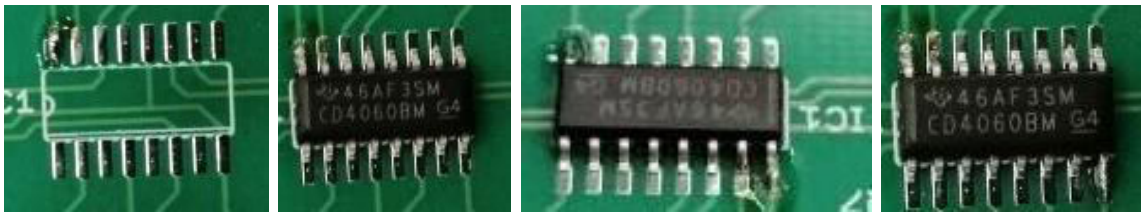
Beim Löten von SMD Bauteilen (oberflächenmontierten Bauteilen) muss das Bauteil in zwei Schritten platziert werden:

1. Zuerst muss ein Pad mit Lötzinn verzinnt werden, siehe Abb. 6(a).
2. Das Bauteil kann nun mit einer Pinzette auf den Footprint geschoben werden, während mit der anderen Hand der Lötzinn auf dem Pad noch einmal erhitzt wird, siehe Abb. 6(b).
3. Bevor die restlichen Pads gelötet werden, muss die Platzierung des Bauteils kontrolliert werden, siehe Abb. 6(c).
4. Nun können die restlichen Pads gelötet werden, siehe Abb. 6(d).



(a) Ein Pad verzinnten. (b) Das Bauteil platzieren. (c) Platzierung kontrollieren. (d) Zweites Pad löten.

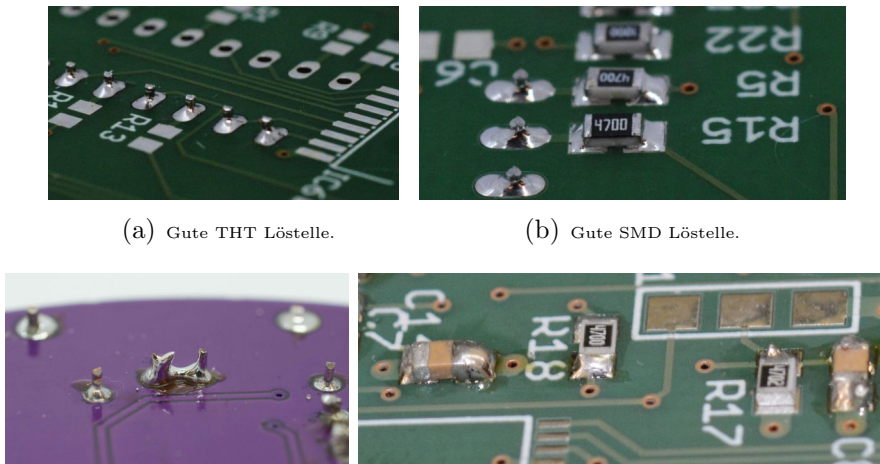
Abbildung 6: Der Lötvorgang eines SMD Bauteils mit zwei Anschlüssen.



(a) Ein Pad verzinnten. (b) Das Bauteil platzieren (c) Platzierung kontrollieren. (d) Restliche Pads löten.

Abbildung 7: Der Lötvorgang eines SMD Bauteils mit mehr als zwei Anschlüssen.

Die nachfolgenden Bilder zeigen einige Beispiele für gute bzw. schlechte Lötstellen:



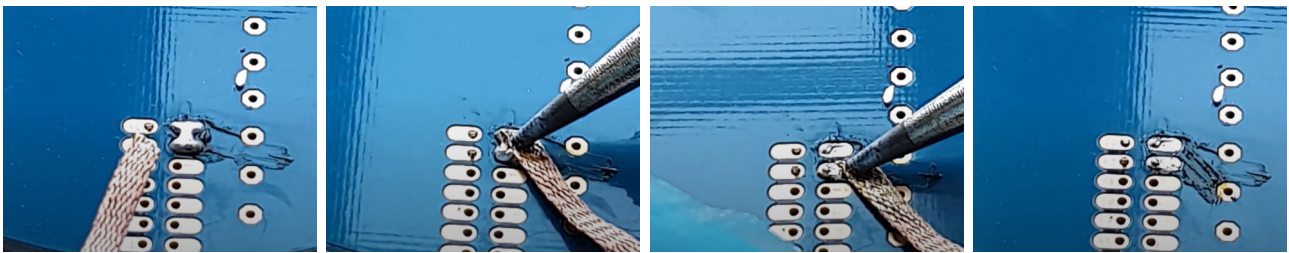
(a) Gute THT Lötstelle. (b) Gute SMD Lötstelle. (c) Schlechte THT Lötstelle. (d) Schlechte THT Lötstelle.

Abbildung 8: Gute vs. schlechte Lötstellen.

1.4 Entlötvorgang

Manchmal hat man beim Lötvorgang zu viel Zinn auf eine Lötstelle gegeben und es entstehen bspw. unerwünschte Verbindungen wie es in Abbildung 8(c) gezeigt ist oder man hat ein Bauteil falsch eingelötet und muss dieses wieder entfernen. Um das ungewollte Lot zu entfernen kann man die Entlötlitze zur Hand nehmen. Die Entlötlitze besteht aus einem feinen Kupfergeflecht. Wird nun dieses Kupfergeflecht mit flüssigem Lot in Kontakt gebracht, so wird das Lot auf Grund des Kapillareffektes ins Geflecht gesogen und somit von der Lötstelle entfernt.

1. Damit der Kapillareffekt effektiv funktioniert, ist es ratsam, das Ende der Lötzuglitze mit zwei Fingern ganz leicht auseinander zu ziehen.
2. Die Entlötlitze auf die Lötstelle legen, von der man Lötzinn entfernen möchte und mit der Lötspitze die Entlötlitze sowie das darunter liegende Lot erhitzen, siehe Abb. 9(b).
3. Die Hitze so lange zuführen, bis die gewünschte Menge Lot von der Entlötlitze aufgesaugt worden ist, siehe Abb. 9(c).
4. Das Lot ist entfernt, siehe Abb. 9(d).



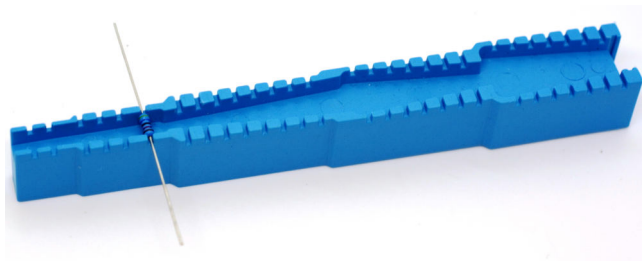
(a) Entlötlitze zum Löttauge führen. (b) Entlötlitze und Lötteile erhitzen. (c) Lot abziehen lassen. (d) Ergebnis.

Abbildung 9: Lot mit der Entlötlitze entfernen.

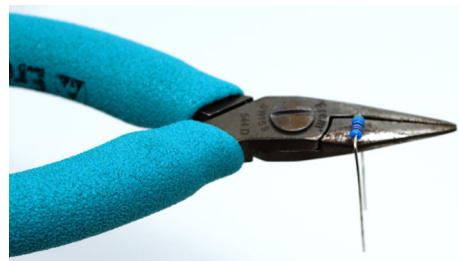
1.5 Bauteilanschlüsse biegen

Einige THT-Bauteile müssen vor dem Lötvorgang noch passend zurecht gebogen werden, damit die Anschlussdrähte des Bauteiles in vorgesehenen Lötäugen passen. Dafür eignet sich eine Biegelehre, eine kleine Flachzange, eine Pinzette oder einfach eine Kante (bspw. eines Geodreiecks).

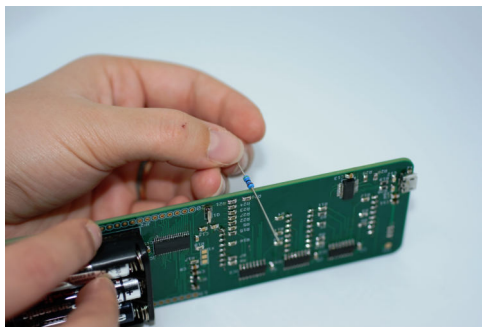
1. Man kann das Bauteil mit der Biegelehre biegen, wie es in Abb. 10(a) gezeigt ist. Dafür wählt man ein für die Lötäugen und das Bauteil passendes Raster der Biegelehre aus, legt das Bauteil hinein, drückt es mit einem Finger von oben in die Lehre während man gleichzeitig beide Enden mit einer Wischbewegung von oben nach unten umbiegt.
2. Hat man eine Zange oder Pinzette zur Hand, so kann man den Anschlussdraht damit fassen und mit einer einfach Drehbewegung des Werkzeuges den Anschlussdraht biegen, siehe Abb. 10(b).
3. Eine weitere Möglichkeit ist, das Bauteil über einer flachen Kante zu biegen, in Abb. 10(c) und Abb. 10(d) wird hierfür die Leiterplatte verwendet, man kann aber auch ein Geodreieck oder ähnliches zur Hand nehmen.



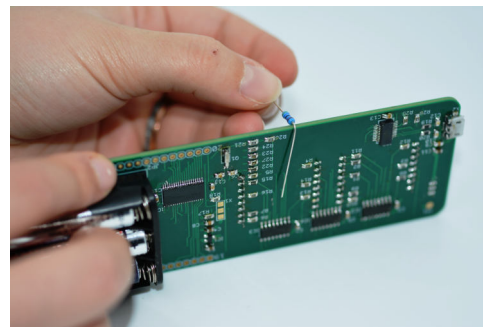
(a) Biegen mit der Biegelehre.



(b) Biegen mit dem Werkzeug.



(c) Über eine Kante biegen.

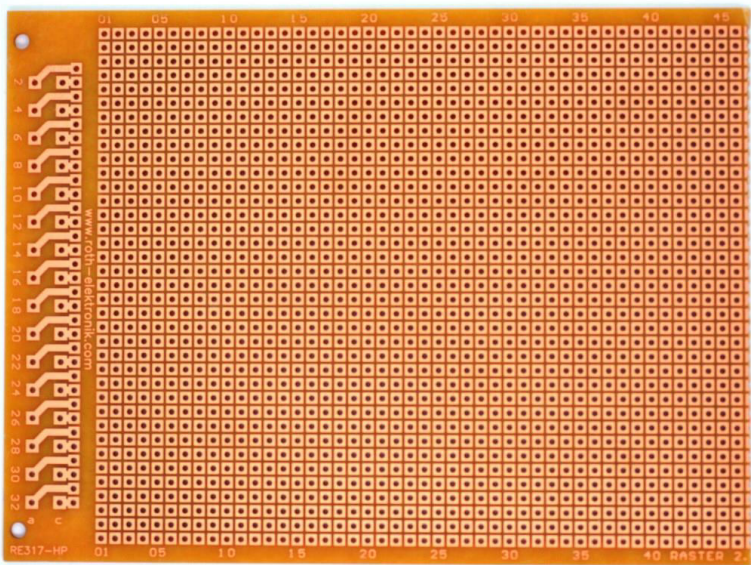


(d) Über eine Kante biegen.

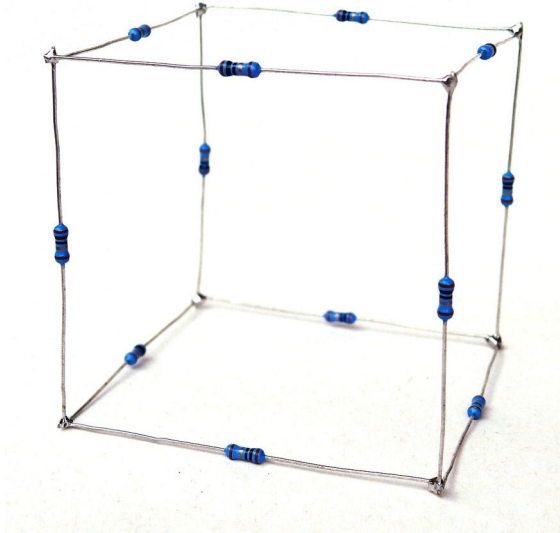
Abbildung 10: Möglichkeiten für das Biegen eines Anschlussdrahtes.

2 Lötübung

Um den Lötvorgang zu üben eignet sich am Besten eine Lochrasterplatine wie sie in Abbildung 11(a) gezeigt ist sowie ein paar Bauteile, welche auf die Platine gelötet werden. Hat man keine Lochrasterplatine sondern nur die Bauteile zur Hand, so kann man auch einen Widerstandswürfel oder ähnliches löten, wie es in Abbildung 11(b) gezeigt ist. Es ist jedoch empfohlen mit einer Lochrasterplatine zu üben, da man Bauteile eigentlich nie "fliegend" zusammenlötet wie beim Widerstandswürfel.



(a) Lochrasterplatine.



(b) Widerstandswürfel, [1]

Abbildung 11: Material für Lötübungen.



Quellen

- [1] Photo: Hawobo, Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Germany license <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/de/deed.en>, <https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Widerstandsw%C3%BCrfel.JPG>