

LÖTEN

# Lizenz zum Löten

Nach dem Schaltungsaufbau auf dem Breadboard folgt meistens der Wunsch nach einer dauerhaften Lösung. Da führt kein Weg ums Löten herum und wer es erst einmal versucht hat, stellt fest, dass es ganz einfach ist.

von Florian Schäffer



**D**er Einstieg ins Löten ist wirklich einfach. Wer die Technik beherrscht, dem eröffnen sich neue Wege in der Elektronik und auch im Haushalt gibt es genügend Möglichkeiten, zum LötKolben zu greifen. Für Jugendliche ab etwa 14 Jahren ist Löten ein spannendes Hobby. Vielleicht haben Sie schon einen LötKolben und damit auch etwas hantiert. Gut möglich, dass sie dabei mit dem Ergebnis nicht zufrieden waren oder es sich unnötig kompliziert machten. Werfen Sie die Flinte nicht ins Korn beziehungsweise den LötKolben in den Keller. Wie so oft, ist Praxis und Übung wichtig, um gute Ergebnisse zu erzielen. Damit es nicht an der Technik scheitert, zeigen wir, was wichtig ist und wie es richtig geht.

## Gutes Werkzeug ist das A und O

Billige Werkzeugausrüstung ist zwar verlockend, aber Sie werden es selbst schon erlebt haben: Bessere Ausrüstung ist meistens teuer, aber oft genug ihr Geld wert. Werkzeug aus dem Lebensmittelmarkt erreicht nie die Qualität von hochwertiger Ausstattung. Beim Löten ist dies auch so – für wenig Geld ist keine gescheite Ausstattung zu bekommen. Lötstationen für um die 30 Euro taugen nicht viel und sind für Anfänger nur eingeschränkt zu empfehlen. Man kann mit ihnen arbeiten, aber mit einem besseren LötKolben fällt es (auch dem Profi) leichter. Besser bezieht sich dabei auf mehrere Gesichtspunkte: Ein leichter LötKolben mit flexibler, nicht schmelzender Silikonleitung liegt besser in der Hand. Eine Lötspitze vom Markenhersteller kostet zwar knapp 10 Euro, hält aber länger und mit ihr lötet es sich einfacher. Die Temperaturregelung sorgt für eine konstante Temperatur an der Spitze und der eingestellte Wert wird auch tatsächlich eingehalten. Vor allem die Qualität der Lötspitzen macht den Unterschied zwischen schlecht und gut aus. Die Grafik auf der nächsten Seite zeigt, welchen Aufwand die Hersteller beim Aufbau eines scheinbar so simplen Bauteils betreiben. Sie brauchen am Anfang nicht unbedingt eine Lötstation mit verschiedenen Temperaturen. Die Leistung in Watt gibt an, welche Fläche der Kolben aufheizen kann. Je größer die Leistung ist, desto dickere oder größere Metallstücke werden heiß genug, aber auch um so länger benötigt der Kolben, um warm zu werden. Ein HandlötKolben mit um die 20 W und einer feinen bleistiftgroßen Lötspitze von etwa 1 mm Breite (zum Beispiel Ersa Tip 260 für 25 Euro) ist besser als eine gleich teure No-Name-Lötstation. Auch bei einem solchen (Marken-)HandlötKolben wird die Temperatur auf einen festen Wert geregelt, den der Hersteller vorgibt. Wollen Sie gleich in eine Station investieren, empfehlen wir die Weller WS 81 (Versorgungseinheit PU 81 inklusive LötKolben und Zubehör). In den Artikeln, die wir in der Kurzinformatik aufgeführt haben, finden Sie neben Tipps zur LötKolbenwahl auch eine Anleitung, wie Sie eine eigene Lötstation bauen können – wofür Sie aber schon lötten können müssen.

Um den heißen LötKolben sicher abzulegen, ist eine stabile Ablage erforderlich. In ihr sollte der LötKolben sicher gehalten werden, damit er nicht aus

## KURZINFO

### Darum geht's

» Werkzeug fürs Löten

» Löten auf dem Tisch ohne dritte Hand

» Einfache Fehler korrigieren

### Verwandte Artikel

Eine ältere Einführung finden Sie im Artikel „Löten? Kein Problem!“ in c't Hacks 3/13 ab Seite 82.



Gratis Download

Der Artikel „Lötstation – selbstgebaut“ in Make 5/16 ab Seite 12 zeigt, wie Sie selber eine Lötstation bauen können.



Gratis Download

Lieblingswerkzeug „Biegelehre“ in c't Hacks 3/12 auf Seite 80.



Gratis Download

Lieblingswerkzeug „Schrumpfschlauch“ in Make 3/16 auf Seite 120.



Gratis Download

Lieblingswerkzeug „Dritte Hand mit Lupe“ in Make 6/2016 auf Seite 36.



Gratis Download

Alles zum Artikel im Web unter [make-magazin.de/xcqj](http://make-magazin.de/xcqj)

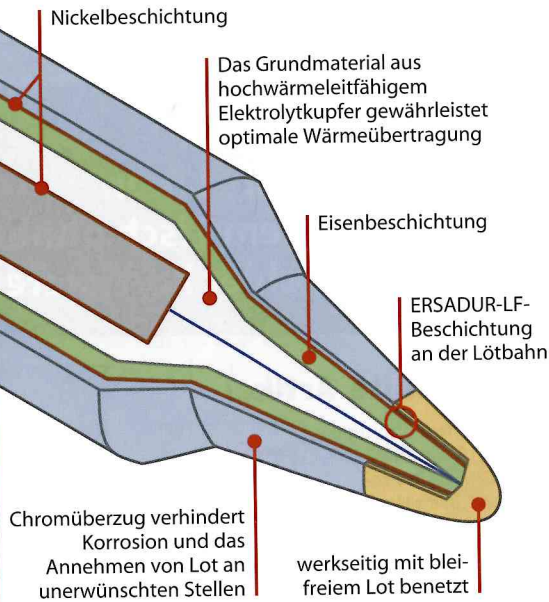
Versehen herunterfällt oder verrutscht. Lassen Sie den LötKolben niemals unbeaufsichtigt. Die meisten Ablagen bieten auch gleich noch einen Halter für einen Abstreifer. Dieser kann entweder aus einem Schwamm oder aus Messingwolle bestehen. Bevor Sie den Schwamm nutzen, muss dieser angefeuchtet werden – die Schwammablage darf aber nicht zum Mini-Schwimmbad werden. Ob Wolle oder Schwamm besser ist, ist Geschmackssache und rein philosophisch zu diskutieren.

Als Lötzinn wird Weichlot für Elektroniker mit Flussmittel benutzt. Das Lötzinn besteht aus einer Legierung, die früher immer auf Basis von Blei war. Ausschließlich für den industriellen Einsatz ist Blei aus Umweltschutzgründen inzwischen verboten. Da sich bleihaltiges Lötzinn leichter und bei niedrigeren Temperaturen verarbeiten lässt, ist ihm im privaten Umfeld der Vorzug zu geben. Bei bleihaltigem Lötzinn sind Mischungen wie Sn60Pb40 (60 % Zinn und 40 % Blei) oder Sn60Pb38Cu2 (2 % Kupferanteil)

## KOMMEN SIE ZUR MAKER FAIRE

Sie wollen lötten lieber in der Praxis lernen? Dann schauen Sie einfach mal bei einer der vielen Maker Faires vorbei. Auf den meisten gibt es kostenlose Lötworkshops.

Aufbau einer Lötspitze von Ersa



## LÖTEN. WAS IST DAS?

Beim Löten wird eine elektrisch leitfähige und mechanisch stabile Verbindung zwischen mehreren Metallen durch Erhitzen von Lötzinn erzeugt. Lötzinn ist eine metallische Verbindung mehrerer Materialien wie Blei (chemisches Zeichen Pb) und Zinn (Sn), was auch als *Legierung* bezeichnet wird. Elektroniker greifen auf das Weichlötv erfahren zurück, bei dem mit Temperaturen unter 450 °C gearbeitet wird. Hartlöten erfordert höhere Temperaturen und wird beispielsweise bei der Sanitärinstallation eingesetzt.

gängig und für den Alltag gut geeignet. Bleifreies Lötzinn setzt auf einen sehr hohen Zinnanteil, der durch die Zugabe von Silber fließfreudiger gemacht wird: Sn95,5AgCu0,7 (95,5 % Zinn mit 3,8 % Silber und 0,7 % Kupfer). Der hohe Zinnanteil und die Silberbeimengung machen diese Lote teurer als bleihaltige. Der für Hobbyelektroniker am besten geeignete Durchmesser für das Lot liegt bei 0,7 mm bis 0,8 mm. Eine Rolle mit 250 g dürfte normalerweise für mehrere Jahre ausreichen.

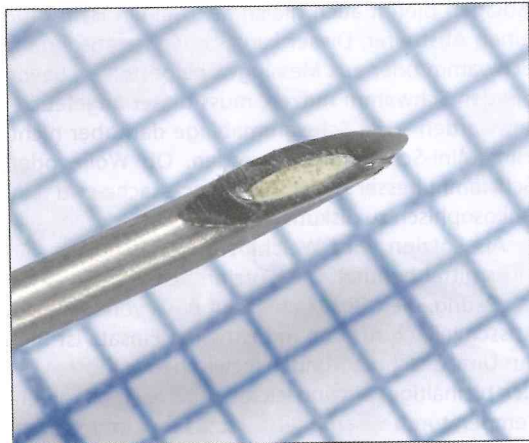
Die entstehenden Dämpfe sind zwar gesundheitsschädlich, aber entstehen nicht durch das Blei, sondern durch das Flussmittel. Das Flussmittel befindet sich als Seele in der Mitte des Lotes und



**Lötfett, Lötwasser oder auch Löthonig ist nur etwas für spezielle Anwendungen.**

## SICHER IST SICHER

Löten ist im Hobbybereich unkritisch für Umwelt und Gesundheit. Der LötKolben ist heiß und kann Brände verursachen. Ein Rauchmelder im Arbeitszimmer sollte selbstverständlich sein. Eine Schutzbrille ist nicht erforderlich, wenn Sie beim Abschneiden von Drähten den gezeigten Tipp beachten. Lötzinn nicht in den Mund nehmen und nach der Arbeit die Hände waschen.



Lötzinn mit Flussmittelseele



Abstreifschwamm und Messingwolle zum Säubern der Lötspitze



Lötstellen mit bleifreiem Lötzinn erscheinen matt und stumpf (links) während bleihaltiges Lot glänzend aushärtet.



Verschiedene Lötzinne, Entlötlitze und Löttaugpumpe

sorgt dafür, dass das Lot und die Lötstelle benetzt werden. Die Oberflächenspannung des Lotes sinkt und zugleich wird die Oberfläche der Lötstelle deoxidiert. Ohne Flussmittel kann nicht sauber gelötet werden. Wirklich kritisch sind die Dämpfe und die Rauchbildung im privaten Umfeld nicht für die Gesundheit, wenn man nur gelegentlich lötet. Es gibt kleine Lötdampfabsaugungen, die Sie nutzen können, wenn Sie besonders empfindlich sind. Weil das Flussmittel bereits im Lot vorhanden ist, brauchen Sie kein weiteres Hilfsmittel. Das auch als *Löthonig* bezeichnete Kolophonium hat beim Elektroniker nichts auf dem Tisch zu suchen, zumal es harzige Rückstände hinterlässt.

Zusätzlich benötigen Sie noch einen Seitenschneider für Drähte bis 1,3 mm ohne Facette (auch *Wate* genannt) und eine kleine Spitzzange, um die Anschlussbeinchen von Bauteilen beim Umbiegen festzuhalten. Mit einer Biegelehre, wie wir sie bereits in einer früheren Ausgabe (siehe Kurzinfor) vorgestellt haben, können Sie Widerstände und ähnliche Bauteile besonders gut zurechtbiegen. Entlötlitze

oder eine einfache, manuelle Löttaugpumpe (darauf achten, dass die Spitze aus Teflon besteht) benötigen Sie nur, um eine Lötstelle wieder von Lötzinn zu befreien. Eine Dritte Hand (siehe auch Artikel in der Kurzinfor) wird nicht für das Löten von Platinen gebraucht, kann aber beim Verzinnen und Verlöten



Ermitteln der Liquidustemperatur mit einer digitalen Lötstation. Die Anzeige stimmt fast genau mit der Solltemperatur von Sn60Pb40 überein.

## WIESO VERBRENNE ICH MICH NICHT?

Der LötKolben ist heiß. Schon kurze Berührungen führen zu stinkenden Hautverbrennungen. Auch die Lötstelle wird unangenehm heiß. Dennoch wird das Lötzinn einfach mit der Hand gehalten – und es wird nicht einmal warm. Das liegt an der Wärmeleitfähigkeit. Die liegt bei Kupfer bei

240–380  $\lambda$ , was ein sehr hoher Wert ist und bedeutet, dass Wärme sehr gut weitergeführt wird. Blei hat nur einen Wert von 35  $\lambda$  (Zinn: 67  $\lambda$ ). Flüssiges Blei ist zwar heiß und tut weh, aber bis sich die Hitze durch das Lötzinn fortgesetzt hat, wäre es längst geschmolzen.



Während die digitale Station 195 °C anzeigte, kommt die Messung mit Multimeter und K-Sensor nur auf 173 °C.



Der LötKolben wird wie ein Schreibgerät am unteren Griffende zwischen Daumen und Zeigefinger gehalten und ruht auf dem Mittelfinger.

von Drähten praktische Dienste erweisen. Beim Arbeiten fällt immer mal wieder ein Klecks heißes Lötzinn auf den Tisch und hinterlässt dort Spuren. Um die Oberfläche zu schützen, genügt ein großes Stück Graupappe als Unterlage.

## Ein heißes Eisen?

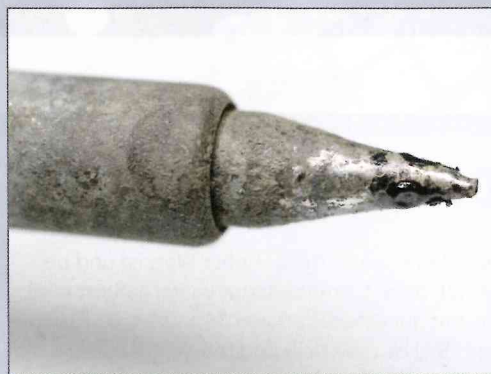
Die Temperatur des LötKolbens ist für den Löt-erfolg mitentscheidend. Ist sie zu niedrig, schmilzt das Lötzinn gar nicht erst. Eine zu hohe Temperatur (bis 450 °C) ist für die meisten Bauteile hingegen

weniger kritisch, wenn man routiniert und schnell arbeitet. Allerdings altert die Lötspitze dann unnötig schnell und auch das Flussmittel verbrennt schneller als gewünscht. Das Lötzinn schmilzt je nach Zusammensetzung bei einer Temperatur von etwa 190 °C (bleihaltig) bis 250 °C (bleifrei). Bei dieser als *Liquidustemperatur* genannten Schwelle kann aber noch nicht gearbeitet werden. In der Regel sind etwa 150 °C zusätzlich für die Arbeit notwendig. Für das empfohlene bleihaltige Lot Sn60Pb40 nutzt man meistens 350 °C an der LötKolbenspitze. Auf 20 Grad mehr kommt es da nicht

## KEIN PUTZFIMMEL

Die Lötspitze muss und sollte sogar **nicht** nach jedem Lötvorgang gereinigt werden. Auf gar keinen Fall dürfen moderne Spitze mit Schmirgelpapier oder einer Feile traktiert werden. Eine dünne Schicht Lötzinn an ihr schützt sie vor Mikrorissen.

Solange die Spitze glänzt, ist alles im Lot. Erst bei schwarzen Ablagerungen oder wenn sich eine Lötzinnperle gebildet hat, wird sie kurz gereinigt. Bei Nutzung eines feuchten Schwamms darauf achten, die Spitze nicht zu lange abzukühlen.



Verdreckte Lötspitze, die gereinigt werden sollte, und eine saubere

an – lieber heißer als kälter. Bei einem Handlöt-  
kolben ohne Lötstation können Sie die Temperatur  
nicht verändern. Die meisten LötKolben sind auf  
etwa 350 °C eingestellt, sodass sie sich nicht für  
bleifreies Lot eignen. Bei Lötstationen können Sie  
die Temperatur einstellen. Ob dies digital oder ana-  
log erfolgt, spielt kaum eine Rolle. Auch die Spei-  
cherfunktion ist eher zweitrangig, da man bei einer  
analogen Station mit einem Dreh am Poti ebenso  
schnell ist.

Vertrauen Sie einer digitalen Anzeige nicht zu  
sehr, sondern prüfen Sie lieber einmal nach. Ermitteln  
Sie zuerst die Liquidustemperatur für exakt die  
Legierung Ihres Lötzinns (zum Beispiel bei Wikipedia).  
Stellen Sie dann die Station auf 180 °C und warten  
Sie, bis die Temperatur erreicht wurde. Wenn Sie  
das Lötzinn jetzt an die LötKolbenspitze halten, darf  
es nicht weich werden. Schmilzt es doch schon,  
stimmt die Anzeige nicht und die reale Temperatur  
ist zu hoch. Drehen Sie dann die Einstellung runter,  
warten Sie, bis die Spitze kalt geworden ist und prü-  
fen Sie erneut. Tasten Sie sich nun in etwa 5-Grad-  
schritten nach oben an die Schmelztemperatur, bei  
der das Lötzinn zähflüssig wird. Jetzt haben Sie am  
LötKolben die Liquidustemperatur eingestellt und  
Sie können diese an der analogen Skala an der Sta-  
tion markieren oder sich den gezeigten Temperatur-  
wert merken. Alternativ können Sie auch mit einem  
Thermoelement vom Typ K, wie er bei vielen digita-  
len Multimetern zum Lieferumfang gehört, die Tem-  
peratur messen. Diese Messung ist aber meistens  
um etwa 10–20 °C ungenau. Nachdem Sie die  
Schmelztemperatur ermittelt haben, erhöhen Sie die  
Einstellung um 150 °C, um die Arbeitstemperatur  
einzustellen. Bei einer analogen Station ohne Anzei-  
ge müssen Sie sich hierbei an der Skaleneinteilung  
am Drehregler orientieren. Bei den gewünschten  
etwa 350 °C schmilzt das Lötzinn schlagartig an der  
LötKolbenspitze und es bildet sich Rauch durch das  
verbrennende Flussmittel.

Löten ist kein Hexenwerk und mit etwas Übung  
eine Tätigkeit, die einem ein Leben lang gute  
Dienste erweisen wird. Wie bei allen handwerk-  
lichen Tätigkeiten sieht es bei einem erfahrenen  
Elektroniker wie ein Kinderspiel aus. Sobald Sie  
aber mit dem richtigen Werkzeug, den gezeigten  
Einstellungen und Handgriffen eigene Routine ge-  
sammelt haben, werden Sie zunehmend Befriedi-  
gung verspüren. Bleiben Sie am Anfang kritisch  
und probieren Sie so lange, bis die Lötstellen wirk-  
lich wie ein Vulkankegel geformt sind. Bildet sich  
viel schwarzer Abbrand, spritzt das Lötzinn herum  
oder formen sich nicht die Lötkegel, ändern Sie die  
Temperatur und vor allem achten Sie auf die Hand-  
habung und dass das Lötzinn nicht auf die Spitze  
des LötKolbens gehalten wird, um es zum Schmel-  
zen zu bringen. Die hier gezeigte Durchsteckmontage  
für Bauteile (through-hole technology, THT) ist  
zwar langsam am Aussterben und wird durch SMD  
(surface-mount device) ersetzt, aber diese sind  
nicht für Anfänger geeignet, da sie viel filigraner  
sind. Sie werden mit der Zeit mutiger werden und  
sich von ganz alleine irgendwann an die ersten  
SMD-Bauteile wagen.

—fls

## SCHLECHTE LÖTSTELLEN



**Kalte Lötstelle:** Der Draht  
in der Mitte ist frei  
beweglich.



**Schlechte Lötstelle:** Der  
Draht ist nur angeheftet  
und wird nicht lange  
halten.



**Schlechte Lötstelle:**  
Verbindung zur angrenzenden  
Leiterbahn und Draht nicht  
vollständig umflossen



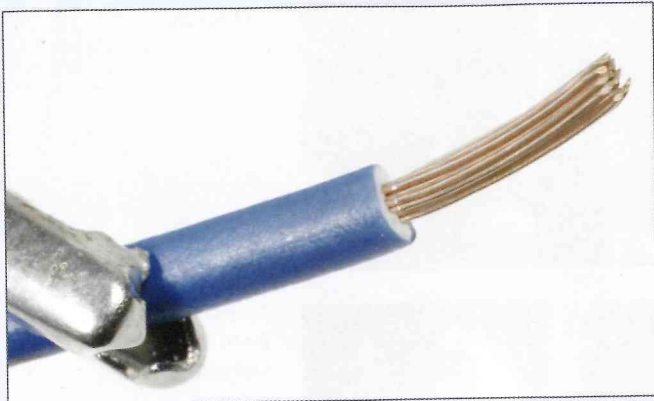
**Schlechte Lötstelle:** Das  
Anschlussbeinchen wurde  
vor dem Löten flach gebogen.  
Dadurch wird das Lötauge  
rechts blockiert oder die  
Gefahr besteht, einen  
Kurzschluss zu erzeugen.



**Die vordere Lötstelle ist  
optimal während bei der  
rechten das Ende des Beins  
zu tief (durch den Kegel)  
abgeschnitten wurde.**

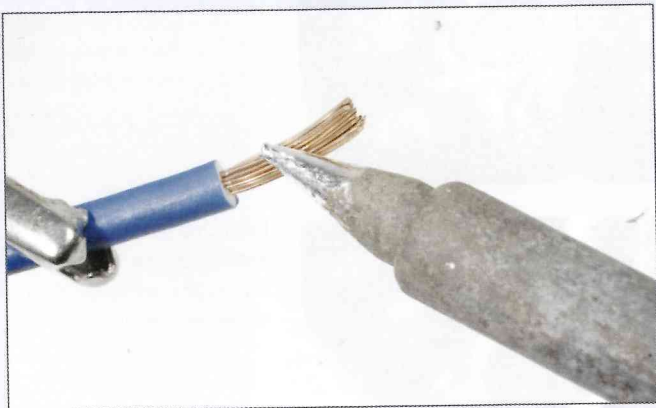
## Drähte verzinnen

Als erste Übung beginnen Sie mit dem Verzinnen von Drahtenden und dem anschließenden Verbinden zweier Drähte. Dazu benötigen Sie nur etwas Litze aus der Restekiste.



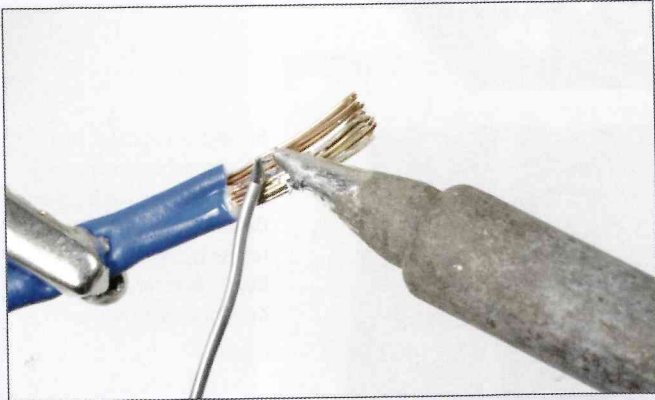
### 1 Für Halt sorgen

Klemmen Sie das abisolierte Kabel in eine Krokoklemme der Dritten Hand oder fixieren Sie es anderweitig. Eine auf ein Brettchen geschraubte Wäscheklammer ist ebenso hilfreich. Wenn ein Helfer das Kabel hält, sollte er eine Zange benutzen, da das Kabelende heiß wird.



### 2 Erhitzen

Führen Sie den heißen LötKolben an das Drahtende. Halten Sie ihn so, dass er mit der Fläche kurz hinter der Spitze gegen die Drähte drückt. Sie müssen den Kolben leicht gegen das Metall drücken, sodass ein guter Wärmeübergang entsteht. Bevor es weiter geht, muss der Draht richtig aufgeheizt sein. Wie lange das dauert, ist reine Erfahrungssache. Es hängt davon ab, wie dick der Draht ist und wie heiß und leistungsfähig (Wattzahl) der LötKolben ist. Zwei bis drei Sekunden sollten in der Regel ein grober Orientierungswert sein. Mit zunehmender Erfahrung werden Sie ein Gefühl für Ihren LötKolben entwickeln.

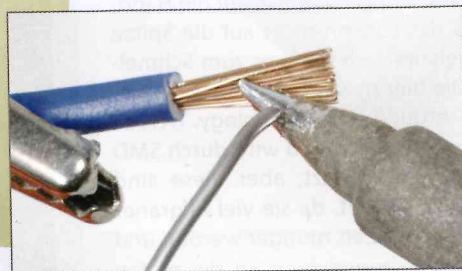


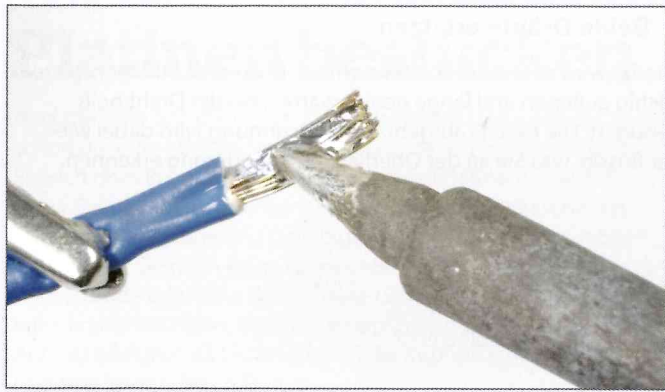
### 3 Lötzinn zugeben

Führen Sie von der Seite das Lötzinn hinzu. Halten Sie das Lötzinn nicht direkt auf die Lötspitze, sondern an die Übergangsstelle zwischen Draht und LötKolben. Das Zinn muss sofort schmelzen. Ist dies nicht der Fall, haben Sie die Lötstelle im vorherigen Schritt zu wenig (zu kurz) erhitzt. Entfernen Sie dann das Lötzinn und erhitzen Sie erst ein paar Sekunden weiter, bevor Sie es erneut probieren. Das Lötzinn wird zügig und großzügig nachgeschoben bis das gesamte Drahtende verzinkt ist. Je nach Kabeldicke müssen Sie dabei mit dem LötKolben etwas hin und her wischen, um das Zinn besser zu verteilen.

### SO NICHT!

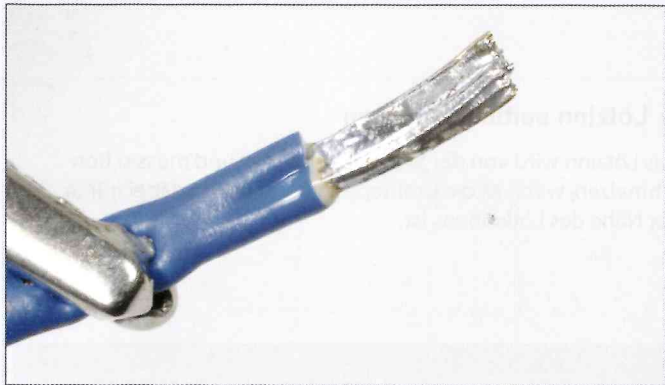
Das Lötzinn wird nicht auf die Lötspitze gehalten. Dabei verbrennt nur das Flussmittel und qualmt. Außerdem bildet sich ein Tropfen Zinn an der Spitze, der sich nicht mit der Lötstelle verbinden wird.





#### 4 Lötzinn zuerst entfernen

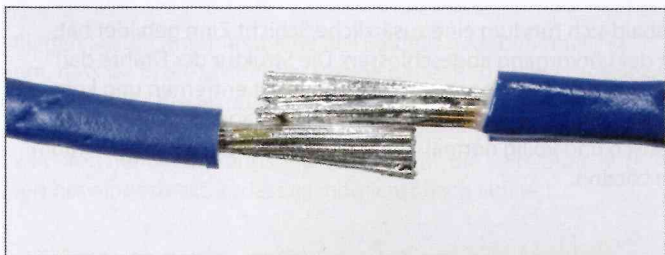
Sobald genügend Lötzinn aufgebracht wurde (im Bild ist es noch zu wenig), wird *zuerst* das Lötzinn entfernt und erst *danach* die Lötspitze. Der LötKolben kann durchaus noch etwas länger an den Draht gehalten werden, damit sich das Zinn gleichmäßig verteilt. Wenn Sie den LötKolben vor dem Lötzinn wegnehmen, kühlt das Zinn aus und der Lötdraht klebt an der Lötstelle fest.



#### 5 Lötstelle prüfen

Prüfen Sie die Verzinnung, ob alles wie gewünscht und im Bild links gezeigt aussieht. Haben Sie zu wenig Zinn aufgebracht, erhitzen Sie einfach den Draht wieder und fügen Sie dann weiteres Lot hinzu. Zu viel Zinn (rechtes Bild) können

Sie entfernen, wenn Sie das Drahtende heiß machen und dann etwas schütteln oder mit dem LötKolben abwischen. Besser ist es vermutlich am Anfang, einfach neu zu starten.

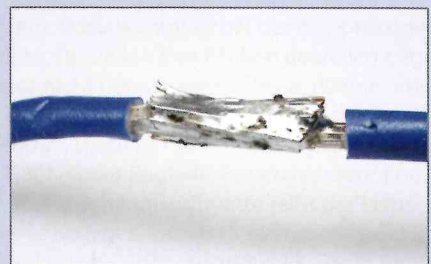
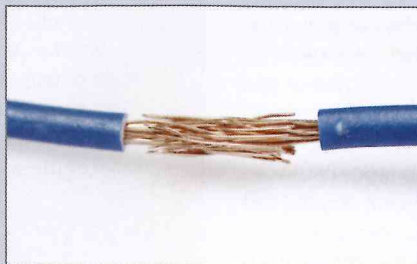


#### 6 Zwei Drahtenden verbinden

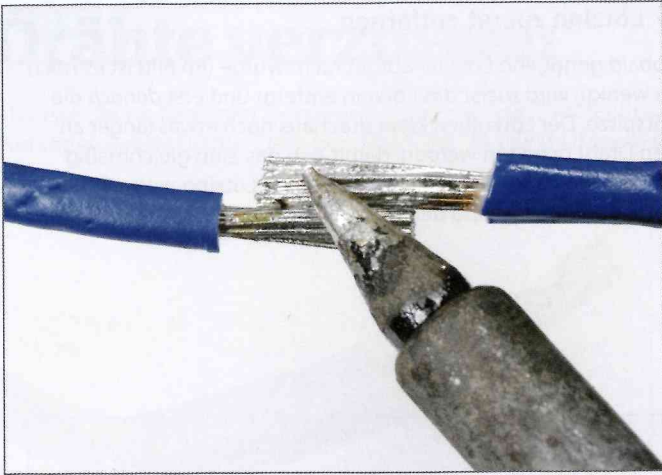
Um zwei Drahtstücke zu verbinden, verzinnen Sie die beiden Enden erst einmal wie gezeigt einzeln jedes für sich. Anschließend klemmen Sie die Kabelenden in die zwei Krokoklemmen der Dritten Hand und verstellen die Ärmchen des Halters so, dass beide Kabelenden wie gezeigt direkt parallel nebeneinander liegen.

## ANDERS IST MANCHMAL BESSER

Eine alternative Technik, zwei Litzenenden miteinander zu verbinden, zeigen die zwei Fotos: Die unverzinnnten Enden werden ineinander geschoben und dann verlötet. Welche Methode elektrisch oder mechanisch besser ist, sei dahingestellt, aber so kann die Übergangsstelle leichter mit Schrumpfschlauch (siehe Artikel in der Kurzinfor) überzogen werden.

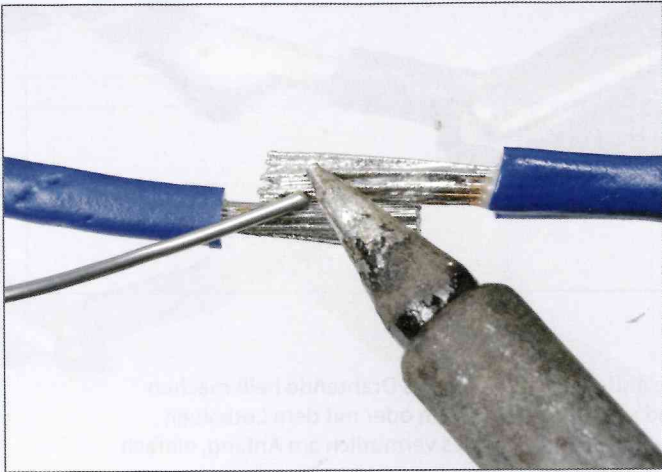






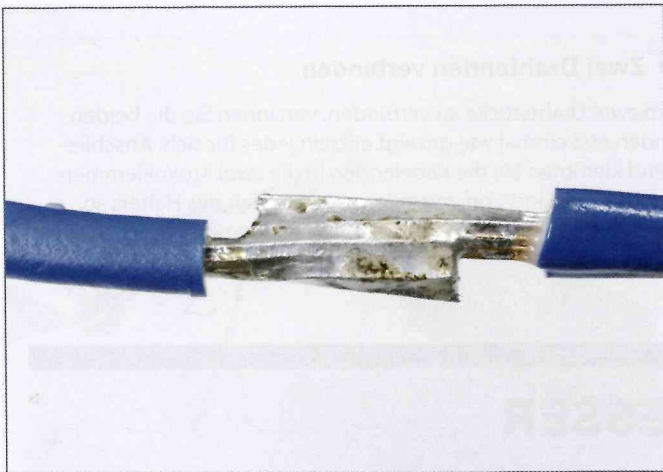
## 7 Beide Drähte erhitzen

Wieder wird zuerst die Lötstelle erhitzt. Dazu die Lötkolbenspitze flächig auflegen und lange genug warten, bis der Draht heiß genug ist. Die bereits aufgebraute Verzinnung wird dabei wieder flüssig, was Sie an der Oberflächenveränderung erkennen.



## 8 Lötzinn seitlich zuführen

Das Lötzinn wird von der Seite hinzugeführt und muss schon schmelzen, wenn es die Drahtenden berührt und dabei nur in der Nähe des Lötkolbens ist.



## 9 LötKolben nach dem Lötzinn entfernen

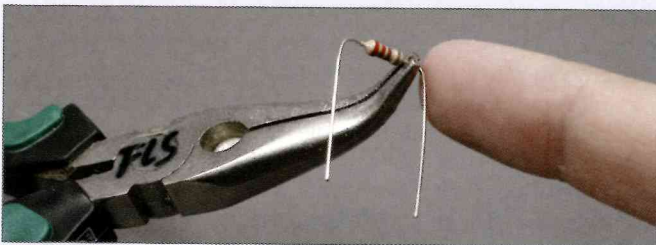
Sobald sich rundum eine zusätzliche Schicht Zinn gebildet hat, ist der Lötvorgang abgeschlossen. Die Struktur der Drähte darf durchaus noch erkennbar sein. Erst das Lot entfernen und kurz darauf den LötKolben. Die Flecken und Ablagerungen sind un-kritisch und völlig normal. Sie entstehen durch das Kolophonium im Lötzinn.

### SCHONEN SIE DIE LÖTSPITZE UND NICHT DIE UMWELT

Der LötKolben sollte nur bei langen Pausen von mehr als etwa 15 Minuten ausgeschaltet werden. Wird die Lötspitze immer wieder kalt und heiß, bilden sich feine Risse und die Spitze altert schneller. Zudem bedarf es weniger Energie, den LötKolben auf der hohen Temperatur zu halten, als ihn immer wieder komplett aufzuheizen.

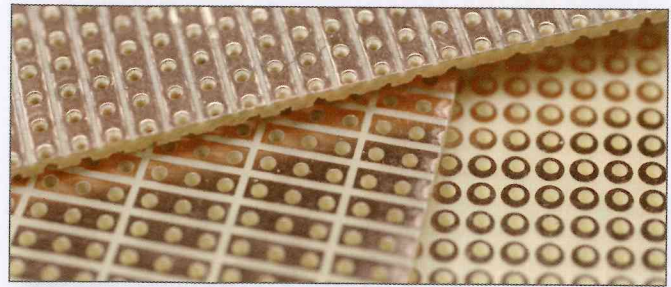
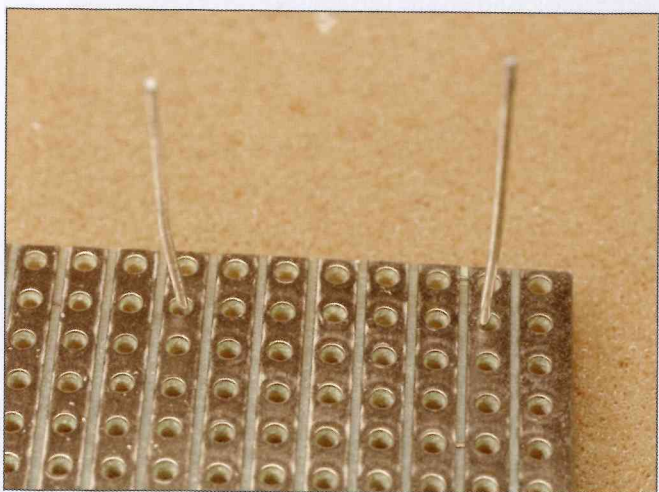
# Platinen bestücken

Nachdem Sie sich die ersten Sporen verdient und vielleicht auch schon die eine oder andere Brandblase geholt haben, können Sie sich dem Bestücken von Leiterplatten (Platinen) zuwenden. Üben Sie mit einer einfachen (einseitig mit Kupfer kaschierten) Streifenrasterplatine und beliebigen Bauteilen aus der Grabbelkiste. Wenn Sie noch keine haben, kaufen Sie ein paar billige Widerstände oder eine Wundertüte (Sortimente) mit Elektrokrimskrams bei Pollin. Streifenrasterplatinen sind besser für den Anfang geeignet als Lochraster, da die Kupferfläche größer ist und sich leichter löten lassen.



## 1 Bauteil vorbereiten

Biegen Sie die Anschlussbeine des Bauteils gegebenenfalls so um, dass sie in die Löcher der Platine passen. Für winklige Knickpunkte und um keine Biegekräfte in das Bauteilinnere zu übertragen, verwenden Sie eine Flachzange oder eine Biegelehre. Das Bauteil wird von der Bestückungsseite (in dem Fall die Seite ohne Kupfer) her eingesteckt, sodass es möglichst flach aufliegt.



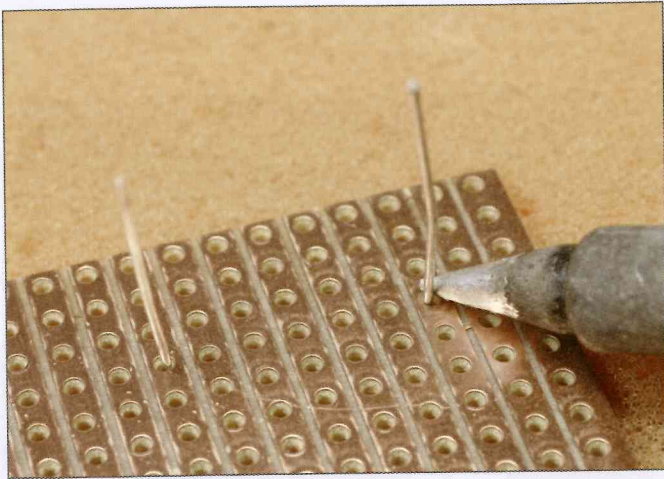
Eine Lochraster- und zwei verschiedene Streifenrasterplatinen

## VON FLACH ZU HOCH

Wenn Sie ein Projekt aufbauen und eine Platine bestücken, beginnen Sie mit den flachen Bauteilen wie Widerstände und Dioden und gehen dann zu den nächst höheren über. Nicht alle Bauteile eignen sich, flach auf die Platine aufgesetzt zu werden. Vor allem Transistoren stehen meistens ein wenig ab. Starten Sie auch keine Massenproduktion bei der Sie gleich mehrere Bauteile bestücken, um sie in einem Rutsch zu verlöten. Arbeiten Sie jedes Bauteil einzeln ab. Ansonsten kämpfen Sie mit einem Wald aus Beinchen. Überlassen Sie so einen Hindernisparcours den (vermeintlichen) Profis.

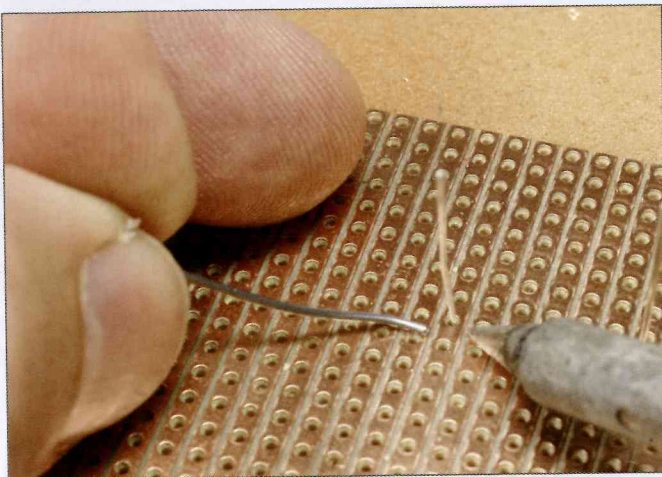
## 2 Löten ohne dritte Hand

Die Beine werden auf der Lötseite *nicht* umgebogen, sondern stehen senkrecht. Beim Umbiegen kann es später zu Kurzschlüssen oder Lötbrücken zwischen nah beieinanderliegenden Lötstellen kommen. Zudem lassen sich die Enden dann schlechter abschneiden. Das Umbiegen wird meistens gemacht, um ein Herausfallen zu verhindern. Dazu kommt es bei der hier praktizierten Methode aber nicht. Da Sie mit den flachen Bauteilen begonnen haben, fallen diese nicht heraus, wenn Sie die Platine umdrehen und auf die Tischplatte legen, um zu löten – es wird keine dritte Hand genutzt. Diese ist nur lästig und beschädigt eventuell sogar die Platine oder Bauteile. Für etwas mehr Komfort können Sie eine kleine Schaumstoffmatte (eins der Lieblingswerkzeuge unseres Kollegen Carsten Meyer, zudem Sie über die Kurzinfo den Artikel finden) oder etwas Steckschaum für ICs unterlegen.



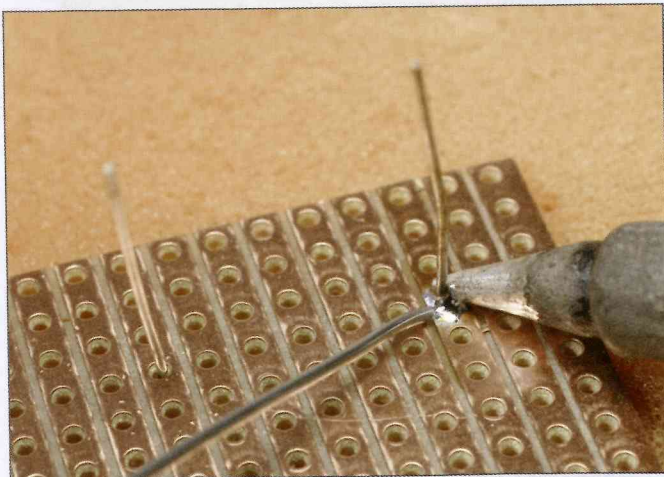
### 3 Beim Erhitzen nicht zimperlich sein

Zuerst wird wieder die Lötstelle erhitzt. Dazu die Spitze gegen den Draht und gleichzeitig das Kupfer des Löttauges drücken. Je nach Größe des Löt pads und Form der Lötspitze können Sie tatsächlich mit der Spitze oder der vorderen Seitenfläche arbeiten. Sie müssen dabei durchaus etwas drücken und nicht zu sanft sein.



### 4 So rutscht nichts herum

Dabei würde jetzt eigentlich die Platine über den Tisch rutschen. Das verhindern Sie aber mit etwas Übung ganz einfach. Mit der freien Hand halten Sie das Lötzinn zwischen Daumen und Zeigefinger. Im Normalfall bleibt dann der Mittelfinger frei und mit dem können Sie die Platine fixieren. Die beiden ersten Finger haben genügend Bewegungsmöglichkeit, um das Lötzinn zu führen. Genau genommen ist eine Fixierung mit den Fingern sogar gar nicht notwendig. Wenn Sie nämlich den Löt Kolben richtig halten, trifft die Spitze etwa im Winkel von 45° auf die Platine. Da Sie sowieso etwas mit dem Kolben drücken müssen, können Sie die Kraft auch gleich so ausrichten, dass Sie dabei die Platine auf den Tisch drücken – so, als wollten Sie mit dem Löt Kolben schräg durch den Tisch bohren. Üben Sie das erst einmal (mit einem kalten Löt Kolben), bevor Sie anfangen, Löt zinn einzusetzen.

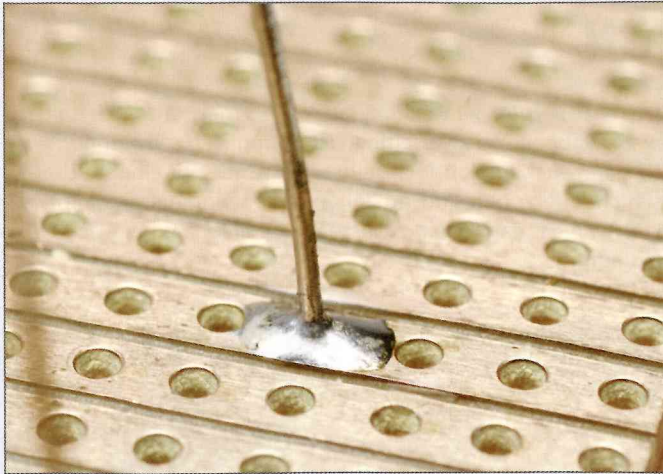


### 5 1-2-3 zählen

Wie lange es dauert, bis die Lötstelle heiß ist, läuft auf Erfahrung hinaus. Bei korrekt eingestellter Temperatur und richtiger Wärmeübertragung (drücken), sollte es etwa zwei bis drei Sekunden dauern. Zählen Sie also einfach entspannt bis drei, sobald Sie den Löt Kolben angesetzt haben. Dann führen Sie von der Seite das Löt zinn hinzu. Halten Sie es nicht von oben auf die Lötspitze, sondern schieben Sie es unten auf dem Kupfer der Lötfläche gegen Bauteilbeinchen und Lötspitze.

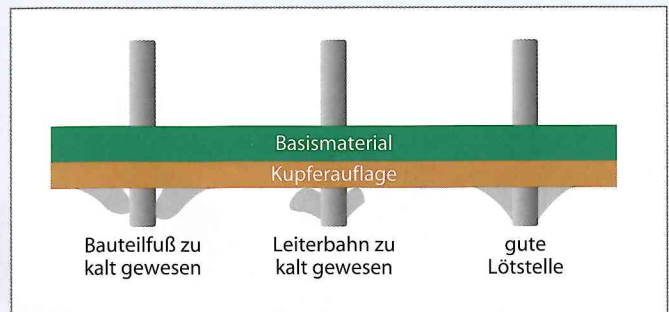
## BAUTEILE SIND HART IM NEHMEN

Die meisten Bauteile sind gar nicht so empfindlich gegen etwas Hitze. Lediglich Halbleiter (Dioden, LEDs, Integrierte Schaltkreise) verknusen das nicht ganz so gut. Dabei spielt es auch eine Rolle, wie lange die Hitze einwirkt. Es ist eher besser, das Bauteil einmal kurz (etwas zu) heiß werden zu lassen, als immer wieder herumzudoktern.



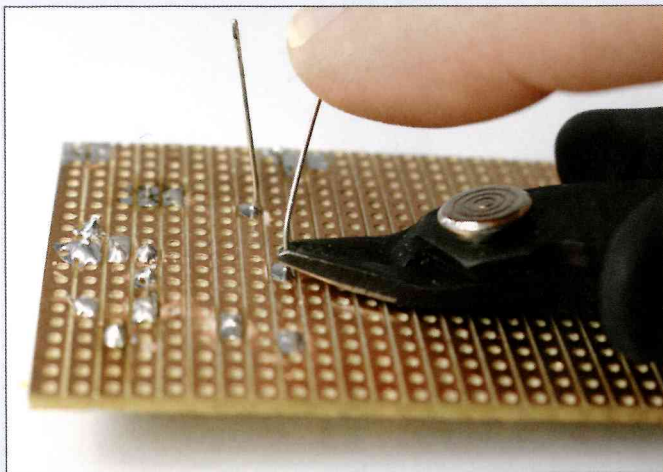
## 6 Gute Lötstellen sehen aus wie ein Vulkan

Das Lötzinn muss zügig schmelzen und um den Anschlussdraht fließen. Führen Sie so lange Zinn hinzu, bis das Bohrloch verschlossen und der Anschlussdraht auf allen Seiten benetzt ist. Dann entfernen Sie wieder zuerst das Lötzinn, warten noch etwa eine halbe Sekunde und entfernen dann erst den LötKolben. Nachdem die Lötstelle erkaltet ist, sollte sich ein gleichförmiger Kegel gebildet haben. Ist die Lötstelle nicht gelungen, dann probieren Sie erst einmal nicht, sie zu verbessern. Üben Sie mit anderen Bauteilen weiter, bis das Löten an sich reibungslos klappt.



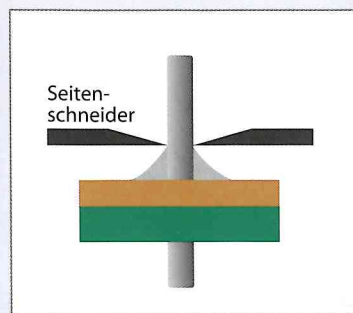
## SAUBERE SACHE

Durch das Löten entstehen Rückstände auf der Platine. Das Kolophonium im Lötzinn hinterlässt harzige und manchmal schwarze Spuren. Wird eine industriell gefertigte Platine mit Lötstoplack (der ausschließlich für industrielle (Schwall-)Lötanlagen gebraucht wird) manuell gelötet, so verbrennt der Lack mit und bildet um den Lötspunkt eine kreisförmige Verschmutzung. Diese Rückstände sind nicht schön aber unkritisch. Mit Chemie (Isopropanol und Leiterplattenreiniger) und einer Zahnbürste könnten Sie die Reste ganz am Ende der Arbeiten entfernen.



## 7 Drahtrest abschneiden

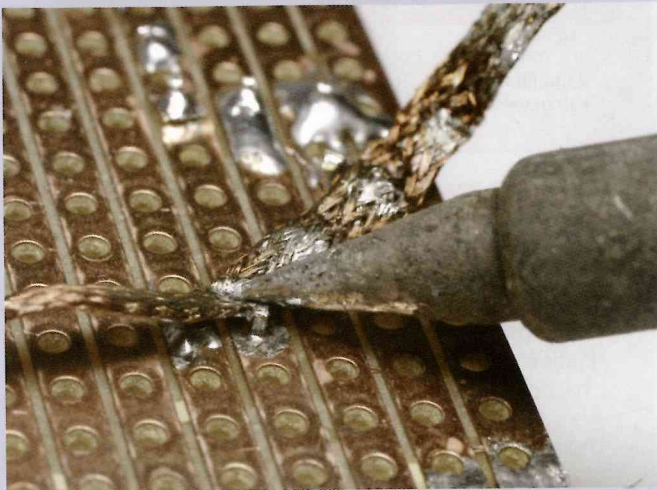
Nachdem Sie alle Anschlüsse eines Bauteils angelötet haben, prüfen Sie noch einmal, ob das Bauteil richtig sitzt. Bei der realen Bestückung könnten Sie noch korrigierend eingreifen, indem Sie eine Lötstelle erneuert erhitzen – nicht als Übung. Jetzt werden die überstehenden Anschlussdrähte abgeknipst.



Mit dem Seitenschneider setzen Sie knapp über dem Lötkehl an. Achten Sie darauf, nicht mit der Zange zu hebeln. Damit der Draht beim Abschneiden nicht durch die Gegend fliegt und im Auge oder der PC-Tastatur landet, legen Sie einen freien Finger aufs Ende bevor Sie zudrücken.

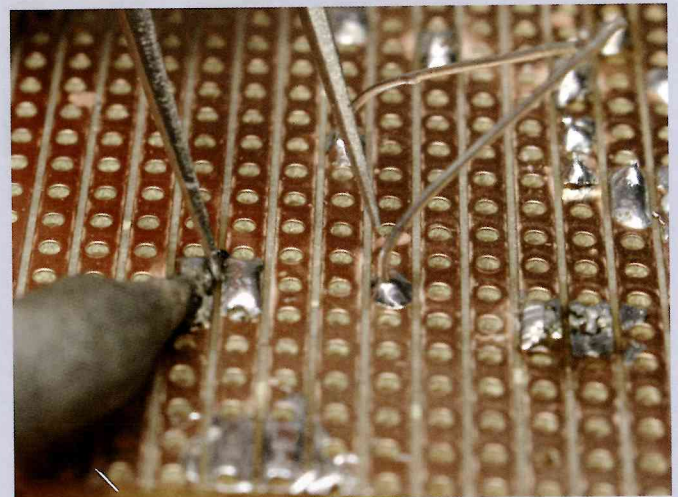
## DER HORRORTRIP: ENTLÖTEN

Das Auslöten von Bauteilen ist wesentlich schwieriger als das Einlöten. Es wird wohl keinen Elektroniker geben, der diese Tätigkeit nicht verflucht. Mit einer Entlötstation für mehr als eintausend Euro kann man der Tätigkeit den Schrecken etwas nehmen, aber im Hobbybereich übersteigt das meistens das Budget. Alle anderen Wege sind nur Notbehelfe und frus-

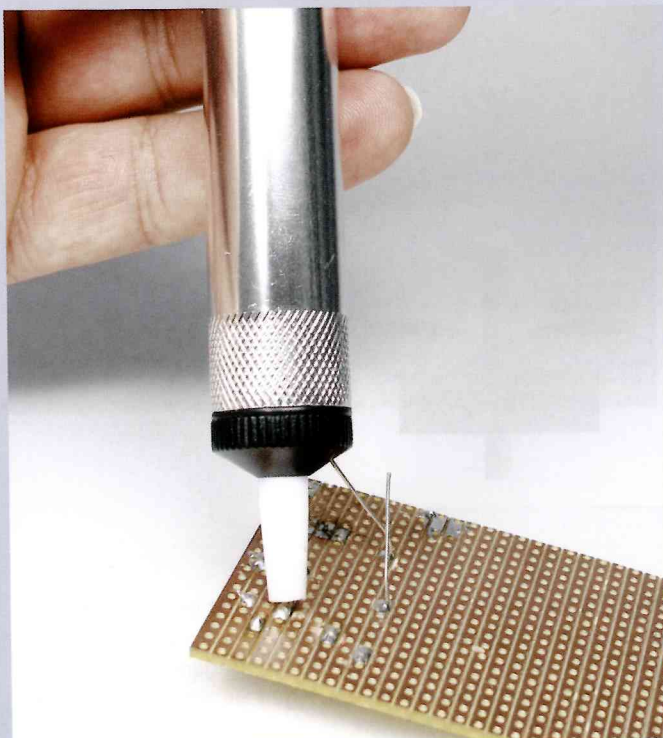


Entlöt(saug)litze ist ein mit Flussmittel getränktes Drahtgeflecht. Der Draht wird erhitzt und saugt das Lötzinn auf. Dazu den LötKolben auf 400–450 °C erhitzen. Die Litze wird mit dem LötKolben seitlich an die Lötstelle gedrückt und es wird vorsichtig gerieben, bis das Lötzinn aufgesaugt ist. Eventuell wird der Vorgang mit ungesättigter Litze wiederholt.

trierend. Bei einseitigen Platinen mag es meistens noch halbwegs klappen. Bei zweiseitigen ist es ungleich schwieriger, da dann auch im Bohrloch selbst die Wände mit einer Kupferschicht überzogen sind, an denen das Lötzinn haften bleibt. Um Sie nicht ganz allein zu lassen, hier ein paar kurze Tipps in Bildform.



Hat sich eine Lötbrücke zwischen zwei Bahnen oder Lötunkten durch zu viel Lötzinn gebildet, können Sie es mit Litze aufsaugen. Sie können das Zinn auch erhitzen und mit einem metallischen Gegenstand, der nicht so schnell heiß wird (beispielsweise eine Pinzette oder ein Schraubenzieher) oder verchromt ist, die Lücke öffnen, in dem dabei das Lötzinn verdrängt wird.



Lötsaugpumpen arbeiten mit Unterdruck. Die Pumpe wird durch Niederdrücken gespannt (dabei wird eventuell altes Lötzinn aus dem Kolben gedrückt). Anschließend wird die Lötstelle mit dem LötKolben erhitzt. Dann muss es schnell gehen: LötKolben entfernen, Düsenöffnung über der Lötstelle dicht ansetzen und Auslöseknopf drücken, um das Zinn anzusaugen. Weil die Lötstelle oft zu schnell erkaltet, erfordert das Verfahren etwas Glück und wird vom Autor nicht geschätzt.