Richtig löten: sichere und zuverlässige Lötstellen

Diese Anleitung behandelt das **manuelle Weichlöten bedrahteter Bauteile auf Leiterplatten**. Ziel ist eine mechanisch stabile und elektrisch zuverlässige Verbindung. Für SMD-Löten, Netzspannung, Akkuzellen, Hartlöten und sicherheitskritische Baugruppen sind eigene Verfahren und Unterweisungen erforderlich.

- Siehe auch Kims Kurzeinführung ins Löten
  Vol.1
  ,
  Vol.2

> **Sicherheit zuerst:** Nur an vollständig spannungsfreien Baugruppen arbeiten. Schutzbrille tragen, den Lötkolben ausschließlich am Griff anfassen und immer im standsicheren Halter ablegen. Lötrauch direkt an der Entstehungsstelle absaugen; Kopf und Atemzone aus der Rauchfahne halten. Am Arbeitsplatz weder essen noch trinken. Nach dem Löten Hände gründlich waschen – besonders beim Umgang mit bleihaltigem Lot.



Lernziele

Nach der Bearbeitung dieser Seite sollten folgende Arbeitsschritte sicher ausführbar sein:

- Arbeitsplatz und Werkzeuge fachgerecht vorbereiten,

- Lötspitze reinigen und verzinnen,
- Anschlussfläche und Bauteilanschluss gemeinsam erwärmen,
- Lot kontrolliert an die erwärmte Lötstelle zuführen,
- eine gute Lötstelle visuell beurteilen,
- typische Fehler erkennen und korrigieren.

Benötigte Ausstattung

Pflichtausstattung	Ergänzend sinnvoll
temperaturgeregelte Lötstation mit passender Spitze und standsicherem Halter	ESD-Matte und ESD-Armband bei empfindlichen Bauteilen
für den Prozess geeignetes Elektroniklot mit Flussmittelseele	Flussmittel passend zu Lot, Leiterplatte und Reinigungsprozess
wirksame Lötrauchabsaugung nahe der Lötstelle	Entlötlitze oder Entlötpumpe für Korrekturen
Schutzbrille	Lupe oder Inspektionsmikroskop
Leiterplattenhalter	Multimeter für Durchgangs- und Kurzschlussprüfung
Messingwolle oder geeigneter feuchter Reinigungsschwamm	Isopropanol nur, wenn die Flussmittel- und Baugruppenvorgaben eine Reinigung verlangen
Seitenschneider und Pinzette	hitzebeständige Arbeitsunterlage

> Für Lehrwerkstätten ist bleifreies Elektroniklot in der Regel die zweckmäßige Standardwahl. Bleihaltiges Lot nur verwenden, wenn Anwendung, Gefährdungsbeurteilung und Betriebsanweisung dies ausdrücklich vorsehen. Lötlegierungen und Flussmittel nicht unkontrolliert mischen.

Temperatur einstellen

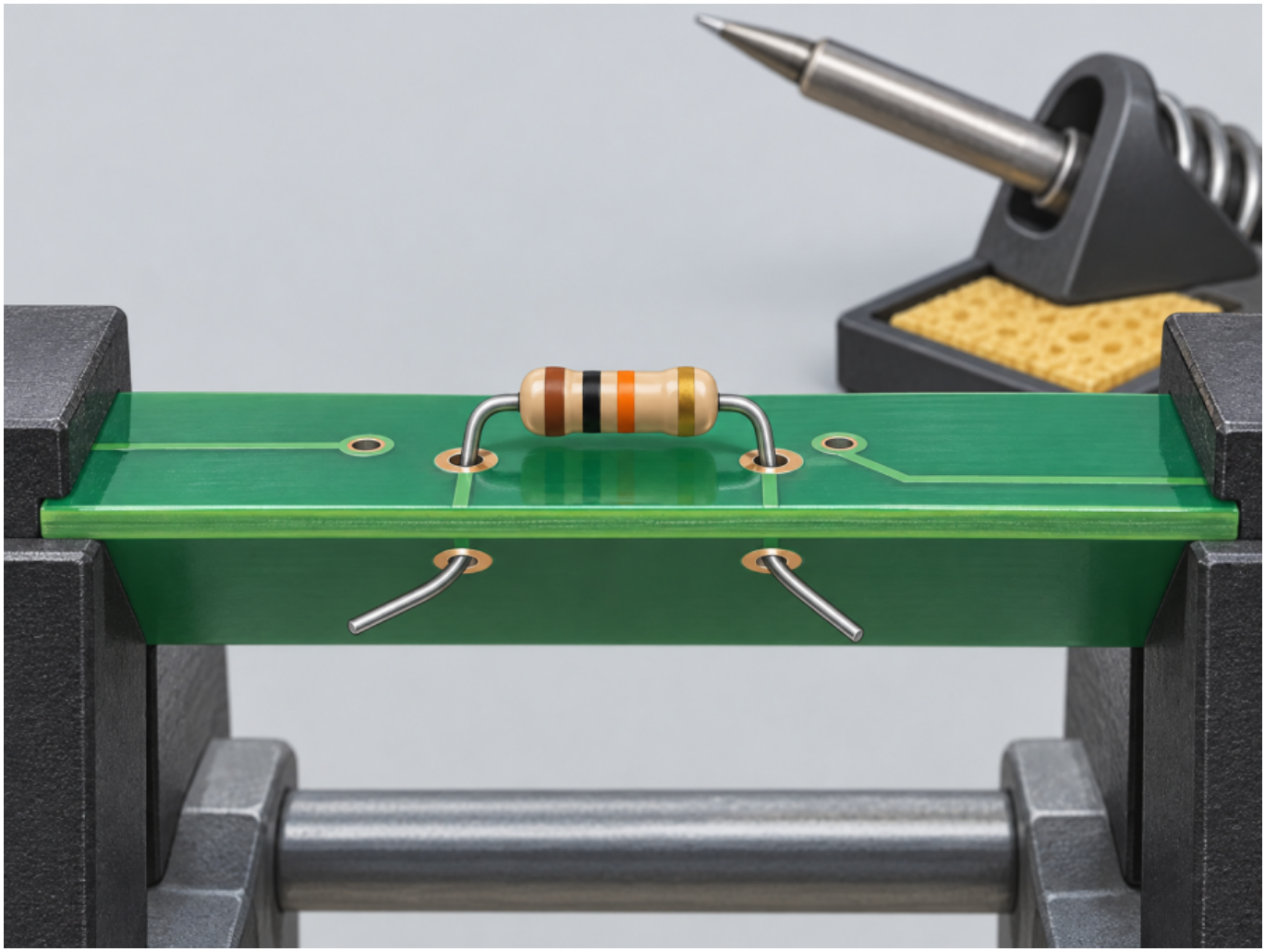
Die korrekte Solltemperatur hängt von Lotlegierung, Spitzengröße, thermischer Masse, Leiterplattenaufbau und Bauteilgrenzwerten ab. Maßgeblich sind daher das Datenblatt des Lots, die Arbeitsanweisung und die Angaben des Bauteil- beziehungsweise Leiterplattenherstellers.

Als **Orientierung für Übungsplatinen** kann bei bleifreiem Elektroniklot zunächst ein Bereich um 330 bis 360 °C erprobt werden. Die Temperatur nur so hoch einstellen, dass das Lot zügig und reproduzierbar fließt. Überhöhte Temperaturen beschleunigen die Oxidation der Spitze und können Pads oder Bauteile schädigen. Fließt das Lot nicht innerhalb weniger Sekunden, Arbeit unterbrechen, Lötstelle abkühlen lassen und Ursache prüfen, statt Temperatur und Kontaktzeit unkontrolliert zu erhöhen.

Der Lötprozess

1. Baugruppe vorbereiten

1. Stromversorgung trennen; Kondensatoren gegebenenfalls fachgerecht entladen.
2. Leiterplatte sicher einspannen, ohne Leiterbahnen oder Bauteile zu belasten.
3. Polung und Orientierung des Bauteils anhand von Schaltplan, Bestückungsdruck und Datenblatt kontrollieren.
4. Anschlüsse durch die vorgesehenen Bohrungen führen. Bauteil plan beziehungsweise mit dem konstruktiv vorgesehenen Abstand einsetzen.
5. Anschlussdrähte nur leicht spreizen, damit das Bauteil nicht herausfällt. Benachbarte Pads dürfen nicht berührt werden.



2. Lötspitze reinigen und verzinnen

1. Lötstation auf die festgelegte Arbeitstemperatur bringen.
2. Oxid- und Flussmittelreste vorsichtig an Messingwolle oder einem geeigneten Reinigungsschwamm abstreifen.
3. Eine kleine Menge frisches Lot auf die Arbeitsfläche der Spitze geben. Die Oberfläche soll gleichmäßig silbern benetzt sein, nicht tropfen.
4. Stark oxidierte oder beschädigte Spitzen nicht abfeilen. Reinigung und Austausch nach Herstellervorgabe durchführen.

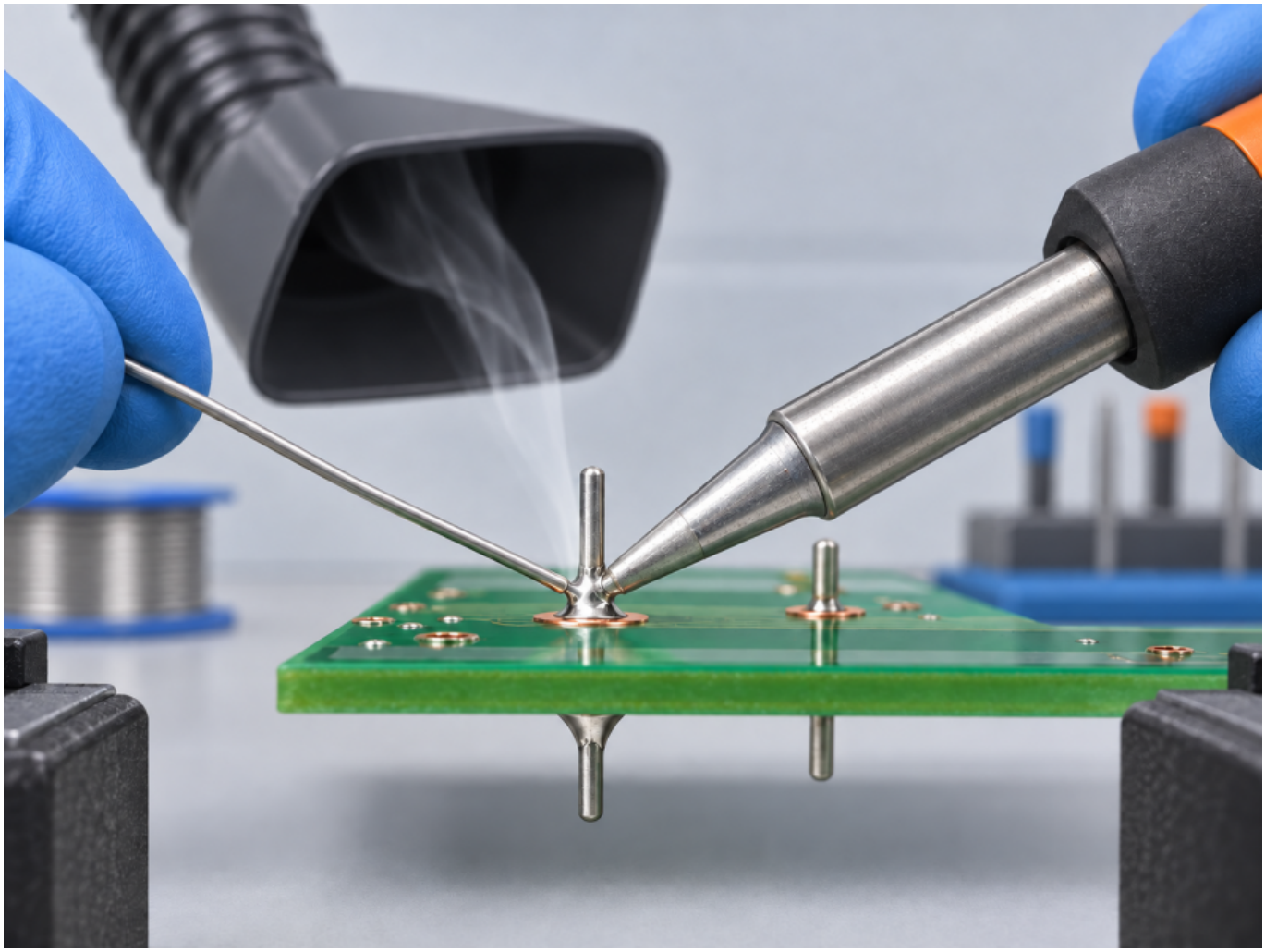


3. Pad und Anschluss gemeinsam erwärmen

Die benetzte Fläche der Lötspitze gleichzeitig an **Kupferpad und Bauteilanschluss** anlegen. Eine zur Lötstelle passende Spitze überträgt Wärme besser als eine zu kleine Spitze. Nicht mit Druck arbeiten: Wärmeübertragung entsteht durch Kontaktfläche und Benetzung, nicht durch mechanische Kraft.

4. Lot an die Lötstelle zuführen

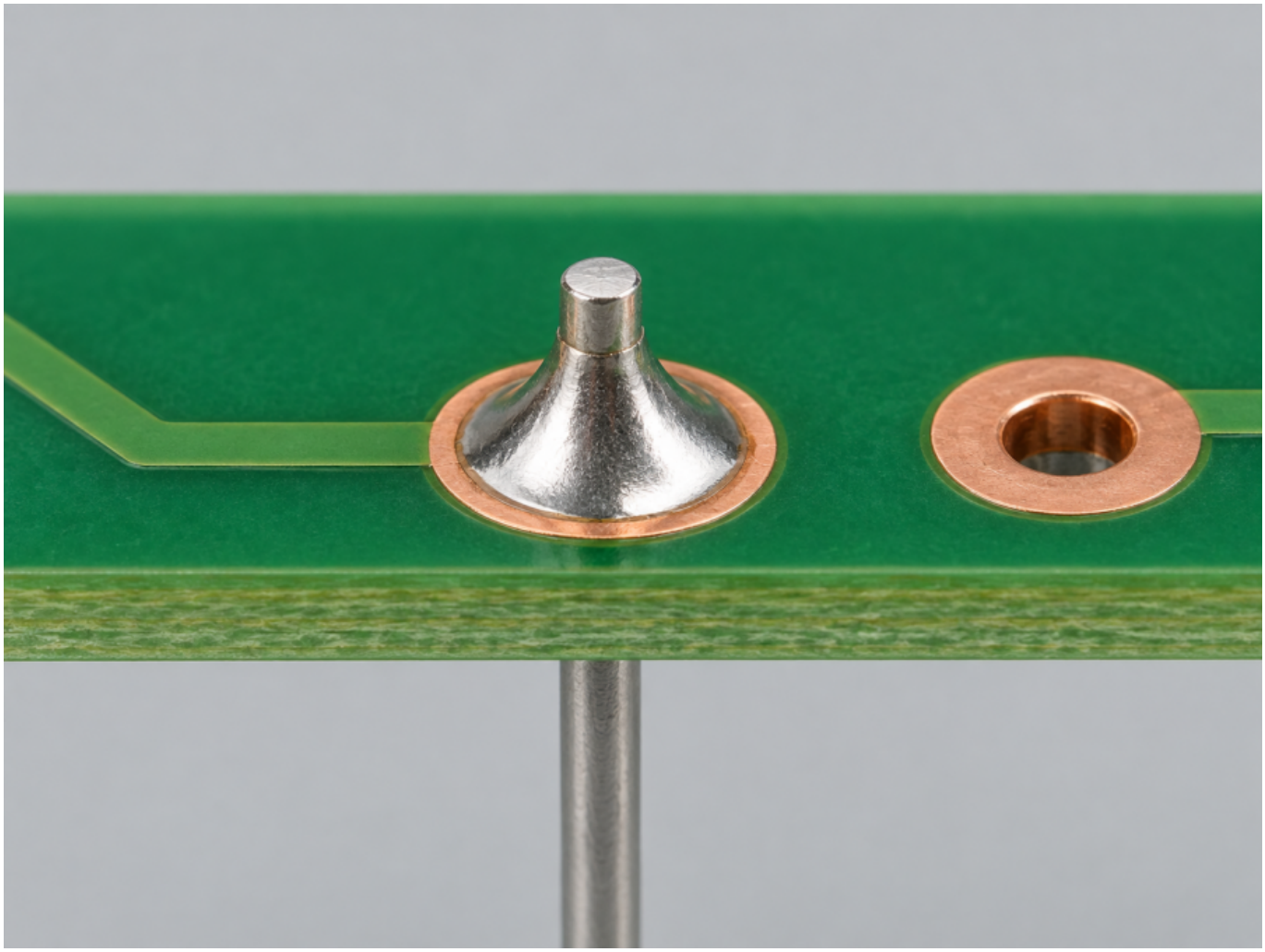
1. Nach kurzer Vorwärmung das Lot von der gegenüberliegenden Seite an die erwärmte Verbindung führen.
2. Das Lot an Pad und Anschluss schmelzen lassen – nicht ausschließlich auf der Lötspitze.
3. Nur so viel Lot zuführen, dass Anschluss und Pad sichtbar benetzt sind.
4. Zuerst den Lötdraht, anschließend den Lötkolben entfernen.
5. Verbindung während der Erstarrung nicht bewegen.



> **Merksatz:** Erst beide Metallflächen erwärmen, dann Lot an die Lötstelle – nicht einen Lottropfen mit der Spitze zur Verbindung transportieren.

5. Anschluss kürzen und Lötstelle prüfen

1. Verbindung vollständig abkühlen lassen.
2. Überstehenden Anschluss mit dem Seitenschneider knapp oberhalb der Lötstelle kürzen. Abgeschnittenes Drahtstück festhalten, damit es nicht wegspringt.
3. Lötstelle unter gutem Licht aus mehreren Winkeln prüfen.
4. Lotreste und lose Drahtabschnitte von der Leiterplatte entfernen.



Qualitätsmerkmale einer guten Lötstelle

Eine gute Durchsteck-Lötstelle weist folgende Merkmale auf:

- Pad und Anschluss sind vollständig und gleichmäßig benetzt.
- Die Konturen von Anschluss und Pad bleiben erkennbar.
- Das Lot bildet einen kompakten, leicht konkaven Übergang.
- Es gibt keine Risse, Poren, Lotkugeln oder losen Spritzer.
- Zwischen benachbarten Pads besteht keine Lotbrücke.
- Leiterplatte und Lötstopplack sind nicht verfärbt oder beschädigt.
- Der Anschluss ist kurz genug, um keine benachbarte Leiterbahn zu berühren.

Die Oberflächenoptik allein ist kein ausreichendes Kriterium: Moderne bleifreie Lote können matter erscheinen als bleihaltige Lote. Entscheidend sind Benetzung, Form, Fehlerfreiheit und – soweit erforderlich – die elektrische Prüfung.

Typische Fehler und Korrekturen



Fehlerbild	Wahrscheinliche Ursache	Korrektur
raue, klumpige oder schlecht benetzte Verbindung	Lötstelle zu kalt, verschmutzt oder während des Erstarrens bewegt	Fixierung prüfen; Spitze reinigen und verzinnen; beide Flächen erneut gleichmäßig erwärmen; bei Bedarf wenig geeignetes Flussmittel und frisches Lot zuführen
große Lotkugel; Konturen nicht mehr erkennbar	zu viel Lot	Verbindung erwärmen und Überschuss mit Entlötlitze oder Entlötpumpe entfernen; Benetzung anschließend erneut prüfen
Lotbrücke zwischen benachbarten Pads	zu viel Lot oder ungeeignete Spitze	Überschuss mit Entlötlitze entfernen; unter Vergrößerung kontrollieren
Lot haftet nur am Anschluss oder nur am Pad	beide Flächen wurden nicht gleichzeitig erwärmt; Oberfläche verschmutzt	Lötstelle abkühlen lassen, reinigen und mit gleichzeitigem Kontakt zu Pad und Anschluss nacharbeiten
Pad hebt sich von der Leiterplatte	zu hohe Temperatur, zu lange Kontaktzeit oder mechanische Belastung	Arbeit stoppen; Leiterbahnverlauf und Reparierbarkeit fachlich beurteilen lassen; nicht wiederholt weiter erhitzen
dunkle Rückstände, verbrannter Geruch, verfärbtes Material	Überhitzung oder ungeeignetes Flussmittel	Arbeit stoppen; Ursache und Materialverträglichkeit prüfen; Temperatur und Kontaktzeit reduzieren

Elektrische Abschlussprüfung

Vor dem Einschalten:

1. Sichtprüfung aller bearbeiteten Lötstellen durchführen.
2. Polarität und Bauteilorientierung erneut kontrollieren.
3. Mit spannungsfreier Baugruppe den Durchgang der vorgesehenen Verbindungen prüfen.
4. Benachbarte Netze auf unbeabsichtigte Kurzschlüsse prüfen.
5. Erste Inbetriebnahme nach Möglichkeit mit strombegrenzter Versorgung und nach der für das Labor geltenden Freigabe durchführen.

Nach der Arbeit

1. Lötspitze mit einer dünnen Schicht frischen Lots benetzen; anschließend Station ausschalten.
2. Lötkolben bis zum vollständigen Abkühlen im Halter belassen.
3. Arbeitsplatz von Drahtresten, Lotpartikeln und Flussmittelresten reinigen.
4. Verbrauchsmaterialien und Abfälle entsprechend Betriebsanweisung und örtlichen Entsorgungsregeln sammeln.
5. Hände gründlich mit Wasser und Seife waschen.

Hinweise zu den Abbildungen

Die Abbildungen wurden 2026 mit ChatGPT als schematische Lehrgrafiken erzeugt. Sie zeigen Prinzipien, ersetzen aber weder Betriebsanweisung noch praktische Unterweisung. Die dargestellten Handschuhe dienen ausschließlich der Materialhygiene und bieten **keinen Hitzeschutz**.

Quellen und weiterführende Informationen

- DGUV Information 202-076: Werkraumplakat „Sicheres Löten“, Ausgabe Januar 2023 (abgerufen am 22.09.2026).
- DGUV Information 213-725: Manuelles Kolbenlöten mit bleifreien Lotlegierungen, Informationen zu Gefahrstoffen und Schutzmaßnahmen (abgerufen am 22.09.2026).
- HAKKO: Why do tips easily oxidize when they are used with lead-free solder?, Hinweise zu Temperatur und Spitzenpflege (abgerufen am 22.09.2026).
- Adafruit: Making a good solder joint und Common soldering problems, praktische Prozess- und Fehlerbeschreibung (abgerufen am 22.09.2026).

From:
https://wiki.ct-lab.info/ - **Creative Technologies Lab | dokuWiki**

Permanent link:
https://wiki.ct-lab.info/doku.php/extras:wissikon:werkstatt:loeten?rev=1791809110

Last update: **2026/10/12 12:45**