

Fehlersuche in Elektronik-Schaltungen

Inhaltsverzeichnis

- [1 Zusammenfassung des Projekts](#)
- [2 Sicherheit](#)
- [3 ESD](#)
- [4 Erster Schritt - Sichtprüfung](#)
- [5 Was hilft bei der Fehlersuche?](#)
- [6 Häufige Fehlerursachen](#)
 - [6.1 Spannungsversorgung](#)
 - [6.2 Bauteile](#)
 - [6.3 Verbindungen](#)
- [7 Verschiedene Methoden](#)
 - [7.1 Brutale Methode](#)
 - [7.2 Kalte Methode](#)
 - [7.3 Klopfende Methode](#)
 - [7.4 Trötende Methode](#)
 - [7.5 Oszi-Methode](#)
 - [7.6 Einkreismethode](#)
 - [7.7 V-Methode](#)
 - [7.8 Methode auf Modulebene](#)
 - [7.9 Systematische Methode mit Schaltplan](#)
 - [7.10 Vergleichende Methode](#)
- [8 Beschaffen von Ersatzteilen](#)
- [9 Löten und Entlöten](#)
 - [9.1 Gesundheitsratschläge](#)
 - [9.2 Richtiges Löten](#)
 - [9.2.1 Das richtige Lötgerät](#)
 - [9.2.1.1 Besonderheiten bei einfachen LötKolben](#)
 - [9.2.1.2 Besonderheiten bei professionellen Lötstationen](#)
 - [9.2.1.3 Besonderheiten bei Lötpistolen](#)
 - [9.2.1.4 Besonderheiten bei GaslötKolben](#)
 - [9.2.2 Lötzinn Sorten](#)
 - [9.2.2.1 Bleihaltig](#)
 - [9.2.2.2 Bleifrei](#)
 - [9.2.2.3 Wismuthaltig](#)
 - [9.2.3 Allgemein](#)
 - [9.2.4 zu Beachten](#)
 - [9.2.5 SMD](#)
 - [9.3 Richtiges Entlöten](#)
 - [9.4 Kontrolle der Lötstellen](#)
- [10 Beispiele von Reparaturen](#)
- [11 Prüfen](#)
- [12 Links](#)
 - [12.1 Deutschland](#)
 - [12.2 Österreich](#)
 - [12.3 Schweiz](#)

Sicherheit


Geräte ab einer Spannung von 50V dürfen nur von geschultem Fachpersonal geöffnet und repariert werden.



Vorsicht - in elektrischen Geräten mit Netzspannung 230 V gibt es spannungsführende Teile! Vor dem Öffnen musst Du die Spannungsversorgung abziehen und beim Öffnen bedenken, dass [Kondensatoren](#) auch lange nach dem Ausschalten noch immer eine große Restladung haben können! In [Fernsehgeräten](#) mit [Kathodenstrahlröhren](#) musst Du mit Hochspannung rechnen.

Wenn Du Geräte in Funktion untersuchen musst, kannst Du [Trenntransformatoren](#) verwenden, die eine Potenzialtrennung vornehmen.

ESD

 [Elektrostatische Entladung](#) können bei bereits defekten Printplatten zu weiteren Fehler führen, die die eigentliche Fehlerursache verschleiern und die Fehlersuche erschweren.

Aus diesem Grund sollte die Printplatte bei Transport im Gehäuse verbleiben oder in einer entsprechend gekennzeichneten Beutel transportiert werden.

Die Fehlersuche und die Reparatur sollte nur an entsprechenden Arbeitsplätzen durchgeführt werden. Vergiss aber nicht: Die ESD Matte ist **leitend** und **geerdet**, was Messungen beeinflussen kann und bei Niederspannungsgeräten sogar gefährlich werden kann.

Erster Schritt - Sichtprüfung



SMD-bestückte Platine

Nachdem Du das Gerät geöffnet hast, überprüfst Du, ob Bauteile oder Kabel verschmort, [Stecker/Steckverbindungen](#) locker oder abgefallen sind.

An Schaltungen mit konventioneller Bestückung kann der interessierte Laie Reparaturen vornehmen. Bei einer [SMD](#)-Bestückungen brauchst Du über den [LötKolben](#) hinaus Spezialwerkzeug und fortgeschrittene handwerkliche Fähigkeiten. SMD-Bauteile werden mit einem Mini-[Heißluftfön](#) oder einem feinen LötKolben gelötet. Wenn Du unvorsichtig fönst, dann schwimmen Dir die Bauteile durcheinander.

Was hilft bei der Fehlersuche?

- **Schema**
- **Schaltplan**
- **Funktionsbeschreibungen**
- **Stückliste**
- **Meßgeräte wie [Multimeter](#) und [Oszilloskop](#)**
- ...

Kurz: Alles was Du finden kannst.

Wenn man ein Gerät repariert, kann es sich lohnen Fehler und Vorgehensweise zu notieren.

Häufige Fehlerursachen

Spannungsversorgung

- **Spannung**

Steckt der Stecker? (Nicht lachen!)

Ist der Stecker sauber? (Wenn nicht, dann mit Kontaktspray reinigen)

Kontakte fest? (Besonders Crimpkontakte können sich lösen)

Pin abgebrochen?

- **Batterien und Akkus**

Richtiger Typ?

Richtige Spannung?

Ist die [Batterie](#) leer?

- **Sicherungen**



verschiedene Sicherungen

Ist eine [Sicherung](#) durchgebrannt? Sichtprüfung und/oder mit dem Multimeter (Widerstandsbereich) durchmessen!

Mitunter gibt es auf Platinen dünne Leiterbahnabschnitte, die eine Sicherungsfunktion ausfüllen.

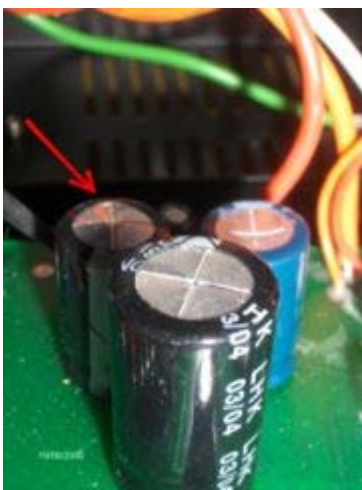
Sicherungen solltest Du auf keinen Fall mit Aluminiumfolie und ähnlichem ersetzen!

Wenn eine Sicherung mehrfach durchbrennt, ist sie nicht die Fehlerursache, sondern Folge eines Fehlers. Den müsstest Du zuerst finden.

Wenn die Spannung zu klein ist und es einen Jumper hat, kannst du diesen mal rausnehmen und den Strom messen. Fließt ein "satter" Strom ist das ein Zeichen, daß der Spannungsregler einigermaßen in Ordnung ist.

Ebenfalls immer interessant sind RC-Tiefpässe in der Spannungsversorgung, da über den Spannungsabfall der Strom gemessen werden kann.

Bauteile



Der Kondensator hinten links ist defekt, zu erkennen an der leichten Wölbung.



So kann er einige Monate später aussehen: Die Kappe wurde weggesprengt.



überlastete Widerstände

- **Elektrolytkondensatoren**

Ist die Sollbruchstelle an der Gehäuseoberseite gebrochen?

Riecht ein Kondensator komisch?

Nicht alle Schäden sind sichtbar!

Alte Elektrolytkondensatoren verringern ihre Kapazität und können somit die Funktion der Schaltung verfälschen!

- **Transistoren**

Fehler in Transistoren sind von außen meistens nicht zu sehen.

- **Widerstände**

Widerstände fallen aus, weil sie überlastet werden. Du kannst das leicht an Schmutzspuren am Widerstand und seinem Platz auf der Platine erkennen.

Widerstände sind mit farbigen Ringen versehen. Dieser Farbcode sagt Dir etwas über den Widerstandswert dieses Bauteils. Wenn der Widerstand so beschädigt ist, dass Du die Farbringe nicht erkennen und dekodieren kannst, dann brauchst den Schaltplan des betreffenden Geräts oder Du musst improvisieren. Mitunter hat der freundliche Hersteller den Wert des Widerstands auf der Platine vermerkt.

Verbindungen

- **Wackelkontakt aller Art**

Die Module eines Gerätes sind meist mit Flachbandleitungen untereinander verbunden. Du solltest die Stecker und die Kontakte an den Enden überprüfen und mit Kontaktspray reinigen. Mitunter werden aus Kostengründen flexible Platinen mit aufgedruckten Leiterbahnen verwendet. Diese musst Du besonders vorsichtig anfassen.

- **Unterbrechungen in Leiterbahnen**

Aufgrund von mechanischen Belastungen können Unterbrechungen in Leiterbahnen (z.B. nicht sichtbare Haarrisse) auftreten. Wenn Du sie gefunden hast, kannst Du sie reparieren, indem Du einem feinen Draht auflötet. Problematisch sind allerdings Leiterbahnen mit hoher Frequenz, hoher Spannung oder hohem Strom.

- **Lötstellen**

Beim Löten können während der Herstellung des Geräts oder bei späteren Reparaturen Probleme auftreten; siehe [Negativ-Beispiel Lötung](#).

- Unerwünschte Verbindungen in Leiterbahnen

Mitunter entstehen beim Löten durch Lötspitzer haarfeine Brücken. Wenn die Platine nicht zu dick ist, kannst Du die Brücken entdecken, wenn Du die Platine gegen das Licht hältst. Fallweise hilft vorsichtiges Kratzen mit einem feinen Schraubendreher oder Nachlöten mit Flussmittel.

- Kalte Lötstellen

Als "kalte Lötstellen" werden Lötungen bezeichnet, die zwar einen mechanischen Kontakt herstellen, deren elektrische und mechanische Eigenschaften aber zu wünschen übrig lassen. Wenn Du sie gefunden hast, kannst Du sie einfach nachlöten.

- **Verdreckte Schalter/Taster**

Verdreckte Schalter/Taster reinigst Du am besten mit Kontaktspray und schaltest sie dann mehrfach.

Verschiedene Methoden

Es gibt nicht die richtige Methode und die Methoden sind untereinander auch mischbar. Du kannst z.B. mal grob auf Modulebene den Fehler suchen und dann auf dem betreffenden Modul noch das defekte Bauelement einkreisen.

Brutale Methode

Warnung: Diese Methode darf nur bei Geräten mit Kleinspannung (also weniger als 50V) an einem Kurzschlussfesten Netzgerät verwendet werden.

Zieht Deine Schaltung zu viel Strom, kannst Du den Strom einfach mal richtig fließen lassen. Nachher kannst Du entweder mit dem Finger oder (ganz nobel) mit einer [Infrarot-Kamera](#) das defekte Bauelement aufspüren.

Die große Gefahr dieser Methode ist, dass weitere Bauteile auch noch kaputt gehen können.

Im schlimmsten Fall können Bauteile explodieren.

Kalte Methode

Wenn sich fehlerhafte Bauteile zu sehr erwärmen, können sich Arbeitspunkte verschieben und die gewünschte Funktion eines Moduls bleibt aus. Mit Kältespray kannst Du Teile eines Moduls vereisen. Stellt sich die gewünschte Funktion des Moduls dadurch wieder ein, muss sich das fehlerhafte Bauteil im eben vereisten Bereich befinden.

Auch Haarrisse in Leiterbahnen lassen sich so entdecken.

Der Nachteil dieser Methode ist, dass sich Stoffe bei Kälte bekanntermaßen zusammen ziehen, was dazu führen kann das weitere Bauteile beschädigt werden.

Klopfende Methode

Wackelkontakte lassen sich aufspüren, indem Du z.B. mit einem isolierten Schraubenziehergriff die Schaltung und die Bauteile vorsichtig abklopfst. Ändern sich die Symptome während des Klopfens, dann kannst Du den kritischen Bereich enger einkreisen!

Trötende Methode

Bei Audio-Verstärkern kannst Du bei angeschlossenem Lautsprecher ein Tonfrequenzsignal einspeisen. Du beginnst am besten an der Endstufe und je weiter Du Dich in Richtung Eingang der Schaltung voran arbeitest, desto lauter solltest Du das Signal aus dem Lautsprecher hören können.

Oszzi-Methode

Die Oszilloskop-Methode ist gewissermaßen eine Umkehrung der Trötenden Methode. Wie der Name schon verrät, brauchst Du allerdings ein Oszilloskop. Du speist bei Audioverstärkern ein Signal in den Eingang ein und beobachtest diese Signal durch die Stufen.

Wird das Signal in einer Stufe nicht verstärkt, dann liegt hier der Fehlerteufel. Bei der Oszi-Methode ist ein Schaltplan recht hilfreich.

Einkreismethode

Für diese Methode solltest Du die Schaltung möglichst gut kennen.

Sieh Dir zuerst an, was die Schaltung macht und was sie nicht macht.

Passiert gar nichts, dann prüfe die Schaltung von „vorne nach hinten“.

- Versorgungsspannung: i.O.?
- Bei [Spannungsregler](#) (wenn vorhanden): richtige Ausgangsspannung?
- Bei [Digitaltechnik](#): Takt vorhanden?

usw.

Natürlich kann man auch „hinten nach vorne“ durchmessen.

V-Methode

In Teilen der Schaltung (z.B. in der Audio-Endstufe) werden "auf Verdacht" alle Halbleiter getauscht. Das kannst Du vor allen Dingen dann machen, wenn die Schaltung übersichtlich klein ist und die Halbleiterbauteile leicht und preiswert zu beschaffen sind.

Methode auf Modulebene

Viele Schaltungen bestehen aus kleineren Modulen, die z.B. zusammengesteckt oder über Kabel verbunden sind.

In diesem Fall kannst Du, je nach Fehlerbild, ein verdächtiges Modul gegen ein solches tauschen, das sicher funktioniert.

Alternativ kannst Du das verdächtige Modul auch in eine geprüfte Schaltung einbauen.

Beachte: Diese Methode kann, jenach Fehlerursache, zur Beschädigung an Funktionstüchtigen Teilen führen.

Systematische Methode mit Schaltplan

In den Schaltplänen der Hersteller sind die Spannungen an bestimmten Prüfpunkten angegeben. Du kannst die angegebenen Spannungen testen, bis Du das fehlerhafte Modul gefunden hast. Man kann Schaltpläne bei spezialisierten Firmen (z.B. Heinz Lange) bestellen.

Vergleichende Methode

Hast Du zwei identische Schaltungen oder ist ein Teil auf der Schaltung doppelt vorhanden (z.B. bei [Stereoverstärkern](#) möglich) und einer davon ist noch funktionsfähig, dann kannst Du einfach die Spannungen beider Schaltungsteile überprüfen. Wenn Du ein Oszilloskop besitzt, kannst Du auch die Signale mit einander vergleichen.

Beschaffen von Ersatzteilen

Wenn man den Fehler gefunden hat, möchte man ihn beseitigen. Häufig benötigst Du dafür neue Bauteile. Die kannst Du teilweise bei den Herstellern ordern. Standardbauteile bekommst Du bei Händlern, wie Conrad, Distrelec, Segor etc.

Schwierig wird die Beschaffung von herstellereigenen [ICs](#), speziell wenn die Produktion des betreffenden Geräts schon vor geraumer Zeit auslief.

Probleme kann es auch bei programmierbaren Bauteilen geben ([Microcontroller](#), [PAL](#), [GAL](#), [ROM](#) etc.), da die Bauteile vielleicht noch erhältlich sind, nicht aber die Software beziehungsweise die Daten.

Eine weiteres Übel einiger Hersteller ist das Entfernen der Typenbezeichnung auf den verwendeten Bauteilen. Mitunter werden auch herstellereigene Kennungen verwendet, die nicht umgeschlüsselt werden können.

Löten und Entlöten

Häufig bringen sich Hobbyelektroniker das Löten und Entlöten selbst bei und es kommt deswegen beim Aufbau oder bei der Reparatur von Schaltungen zu weiteren Fehlern. Meist wird zu heiß gelötet. Das erkennst Du spätestens an abgelösten Leiterbahnen, für die dann extra Drahtbrücken nachgelötet werden müssen. Bei zu heißem Löten verbrennt bzw. verdampft das Flussmittel zu schnell und das Lot benetzt die Lötstelle nur schlecht. Lötst Du bei zu niedrigen Temperaturen, wird das Lot nicht weich, fließt nicht ordentlich und der Lötvorgang dauert übermäßig lang, wodurch Bauteile zu stark erhitzt und beschädigt werden können. Das Löten und Entlöten von Schaltungen sollte geübt werden. Solltest Du SMD-Bauelemente löten wollen, so solltest Du das Löten und Entlöten sicher beherrschen.

Gesundheitsratschläge

Die [RoHS-Richtlinie](#) ist zwar beschlossen, aber man wird als Nichtunternehmer im Laden die herkömmlichen Weichlote trotzdem zu kaufen bekommen. Das sind Verbindungen in denen Zinn und Blei enthalten sind, sowie Silber und Kupfer enthalten sein können.

Nimm das Weichlot nie in den Mund!

Du riskierst damit eine **Bleivergiftung**. Es gibt Methoden zu löten, bei denen Du das Blei nicht in den Mund nehmen musst. Wenn Du das Weichlot in den Mund nehmen musst, um zu löten, dann lötest Du nicht richtig.

Wasch Dir die Hände!

Nach dem Löten und auch nach dem Säubern des Löt Arbeitsplatzes solltest Du Dir die Hände waschen, um Anhaftungen von Blei und Flußmittel zu entfernen. Auf keinem Fall essbare Sachen in der Nähe deiner Lötstation lagern oder mit ungewaschenen Händen verzehren.

Atme Dämpfe des Flußmittels nicht ein!

Sorge stets für eine korrekte Entlüftung Deines Löt Arbeitsplatzes. Kolophoniumdämpfe sind zwar nicht unmittelbar giftig, können aber Zusatzstoffe enthalten und daher die Schleimhäute reizen oder zu allergischen Reaktionen führen. Da sie die Lungenbläschen verkleben, gelten sie auch als möglicherweise krebserregend. Raucher potenzieren die Risiken.

Schütze Deine Augen!

Beim Löten bemüht man sich die Augen offen zu halten, wobei diese durch Lötzinn spritzer geschädigt oder durch die heiße Luft und die Dämpfe zusätzlich angegriffen werden können. Verwende statt dessen eine Schutzbrille oder eine Lampe mit Lupe, durch die Du mit beiden Augen bequem blicken kannst.

Beim Löten weder Essen noch Trinken!

Richtiges Löten

Für das richtige Löten benutzt Du beide Hände. In einer Hand ist der LötKolben und in der anderen Hand hast Du das Bauteil oder eine Pinzette für das Bauteil. Die Leiterplatte sollte fixiert sein. Zu einem gut sortierten LötArbeitsplatz gehören:



Seitenschneider für Bestückungsarbeiten

- ein LötKolben (der für das zu lötende Bauteil thermisch geeignet ist),
- Ersatzspitzen,
- ein Schraubendreher oder, je nach Typ, ein Schraubenschlüssel (zum Lösen der Lötspitze),
- LötZinn, möglichst in unterschiedlichen, der Aufgabe angepassten Stärken,
- ein Seitenschneider,
- ein kleiner Schwamm zum Reinigen der Spitze.

Darüber hinaus können nützlich sein:

- eine spezielle Ablage für den LötKolben (bei Lötstationen in der Regel mitgeliefert),
- weitere Elektronikerzangen,
- eine Metallfeile,
- verschiedene Pinzetten,
- Isopropanol,
- Flüssiges Kolophonium als Flussmittel,
 - in einer Plastikflasche (die man leicht zusammendrücken kann)
 - mit langer dünner Spitze aus Metall oder einem kleinen Pinsel (mit der Du das Kolophonium auf die richtige Stelle aufbringst)
 - Kaufe Dir ggf. dafür eine medizinische Spritze, die Du dafür zerlegst.
- Printhalter

Das richtige Lötgerät

Welches Lötgerät verwendet werden muss, hängt von dem Wärmebedarf und der Größe der zu lötenden Bauteile ab. Niemand wird auf die Idee kommen kleine Elektronikbauteile mit einer Lötpistole zu löten. Für SMD-Bauteile wird nur ein LötKolben mit einer geringen Heizleistung aber dafür mit einer feinen Lötspitze benötigt.

Herkömmliche bedrahtete Bauteile verlangen durch ihre Größe nach einer höheren Heizleistung und einer je nach Art des Bauteils dickeren Spitze, um die Hitze möglichst schnell von der Lötspitze in die Lötstelle zu leiten. Dafür gibt es sehr verschiedene Spitzen zum Auswechseln.

Je größer das Bauteil ist und je mehr Metall es hat (auch große Masseflächen auf Platinen zählen hierzu), desto dicker muß die verwendete Spitze sein, auch um das Bauteil nicht länger erwärmen zu müssen, als unbedingt nötig. Das richtige Lötgerät für jeden Einsatzzweck gibt es nicht. Am vielseitigsten einsetzbar ist sicher eine hochwertige Lötstation, für den nur gelegentlichen Einsatz aber zu teuer und außerdem nicht sehr gut transportabel.

Besonderheiten bei einfachen LötKolben

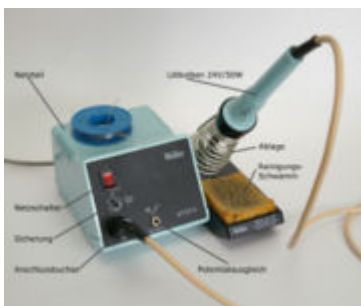


konventioneller LötKolben

Einfache LötKolben haben oft unbeschichtete, reine Kupferspitzen, die durch das Lötzinn schnell angegriffen werden. Die Metallfeile brauchst Du, wenn die Lötspitze langsam hohl wird, damit Du die Lötspitze zurechtfeilen kannst. Den Schraubendreher brauchst Du, um die Lötspitze nach Bearbeitung wieder positionieren zu können. Ein Vorrat an Ersatzspitzen ist empfehlenswert. Stelle Dich nur auf einen oder zwei Typen Spitze ein. Man kann mit einer drei bis vier Millimeter breiten Spitze auch SMD-Bauelemente löten. Spezialspitzen, insbesondere extrem dünne Spitzen verschleißern sehr schnell und führen oft zu kalten Lötstellen.

- Vorsicht mit der Anschlussleitung, sie führt 230 V Netzspannung und sie wird einem Lötversuch nur kurzzeitig widerstehen können. Sollte es doch einmal passieren, unbedingt das Kabel oder den LötKolben ersetzen.
- Werden mehrere Lötstellen kurz nacheinander gelötet, schafft es der LötKolben nicht, die Spitze bei allen Lötstellen genügend schnell nachzuheizen. Dadurch ist die erste meist zu heiß und die letzte zu kalt gelötet.
- Ungeregelte LötKolben gibt es mit sehr unterschiedlichen Leistungen. Ein guter Kompromiss im Elektronikbereich sind Geräte mit etwa 25 bis 30 Watt Aufnahmeleistung. Mit etwas Übung lassen sich damit feine und mittlere Lötarbeiten sauber ausführen. Sie sind aber beispielsweise von Leiterplatten mit großen Masseflächen oder etwas dickeren Lautsprecherleitungen überfordert, was zu sehr langen Lötzeiten führt, manchmal scherzhaft „Braten“ genannt.

Besonderheiten bei professionellen Lötstationen



Lötstation Fa. WELLER

Professionelle Lötstationen sind temperaturgeregelt und haben meist beschichtete Lötspitzen. Behandle diese Spitzen mit etwas Vorsicht.

- Die Spitze sollte weder mit einem Schraubendreher gereinigt, noch abgeschliffen oder schlagartig abgekühlt werden (z. B. nicht unter fließendes Wasser halten oder mit zu feuchtem Schwamm arbeiten), weil das der Beschichtung der Spitze schadet. Eine gut behandelte Spitze kann selbst bei Dauergebrauch jahrelang halten. Bei schlechter Behandlung bekommt die Beschichtung der Dauerlötspitzen Haarrisse und sie verschleißen dann ebenso schnell wie reine Kupferspitzen.
- Vorteilhaft bei den Lötstationen gegenüber dem HandlötKolben ist die Trennung vom Stromnetz. Auf der Leitung von der Lötstation zum LötKolben ist nur eine relativ geringe und für Menschen ungefährliche Spannung.
- Die Temperatur sollte für bleihaltige Lote zwischen 300 °C und 380 °C eingestellt sein. Bleifreie Lote erfordern höhere Temperaturen, gegebenenfalls Datenblatt besorgen und auch wirklich lesen.

Besonderheiten bei Lötpistolen



Lötpistole

Lötpistolen haben eine sehr kurze Anheizzeit, weil die Spitze direkt durch einen hohen Strom erhitzt wird. Sie sind nicht für einen Dauerbetrieb ausgelegt. Schwer und recht unhandlich wegen des eingebauten Trafos und meist ungergelt, sind sie nicht für feine Lötarbeiten geeignet, aber gut für Arbeiten mit relativ dicken Kupferlitzen, beispielsweise bei der Verdrahtung von Lautsprecherboxen.

Die Spitze ist nicht bei allen Modellen auswechselbar, wird sie beschädigt, muß in einem solchen Fall das ganze Gerät ersetzt werden.

Besonderheiten bei GaslötKolben

Der größte Vorteil der GaslötKolben ist die Unabhängigkeit von Steckdosen. Außerdem haben sie eine kurze Anheizzeit.

Oft werden sie zu heiß, weil sie schlecht regelbar sind.

Lötzinn Sorten

Bleihaltig

Legierungen mit ungefähr 60% Zinn und 40% Blei waren bis zum Inkraft treten der [RoHS-Richtlinie](#) Industriestandard.

Viele Bastler haben noch größere Vorräte, die sie auch noch einsetzen können und dürfen, wenn die Schaltungen für den Eigenbedarf sind.

In der Industrie dürfen Bleihaltige Löte immer noch bei Reparaturen für Geräte verwendet werden, die vor dem 1. Juli 2006 auf den Markt gebracht wurden.

Außerdem ist das bleihaltige Löten noch in der Sicherheitstechnik und bei der Bundeswehr erlaubt.

Bleifrei

Unter bleifrei versteht man im Allgemeinen Legierungen mit etwa 95% Zinn, etwa 5% Silber und eventuell Kupfer.

Da bleifreie Legierungen einen höheren Schmelzpunkt haben, muss mit höheren Temperaturen gearbeitet werden, was unter anderem zu stärkeren Flussmittelrauch führt.

Bleifreies Lötzinn ist wegen des enthaltenen Silbers tendenziell teurer als bleihaltiges.

Wismuthaltig

Auf gar keinen Fall mit bleihaltigen Lot mischen, weil dann die Schmelztemperatur auf einen Wert unter 100 Grad sinken kann.

Des Weiteren ist Wismut eigentlich ähnlich giftig wie Blei aber nicht durch  [RoHS](#) verboten.

Allgemein

Den Seitenschneider brauchst Du, um das Bauelement korrekt zu kürzen. Mit den Elektronierzangen biegest Du die Anschlüsse von Bauelementen zurecht, sofern das notwendig ist. Die Pinzetten benötigst Du, um empfindliche Bauelemente zu halten. Bauelemente mit weniger als fünf Millimetern Länge solltest Du niemals mit den Fingern halten. Das hat ganz praktische Gründe.

Der Vorgang des Lötens ist vergleichsweise einfach, braucht jedoch Übung. Hast Du eine neue Leiterplatte in Händen, so reinige sie mit einem Tuch und etwas Isopropanol, um etwaige Verschmutzungen der verzinnten Kontakte zu säubern. Anschließend lege Dir die Bauteile nach Bauteilhöhe, Bauteilgröße und Bauteilart zurecht. Niedrige Bauteile werden immer zuerst gelötet, danach die großen. Um ein Bauelement einzulöten, schau Dir die Stelle an, wo es hingehört. Überprüfe die Richtung des Bauelements. Tupfe etwas vom flüssigen Kolophonium auf die zu lökende Stelle, so dass ein dünner Kolophoniumfilm auf der verzinnten Leiterbahn entsteht. Setze das Kolophonium sparsam ein. Je nach Größe des Bauelements und zu verzinnender Fläche solltest Du etwas Lötzinn auf die Spitze des LötKolbens aufnehmen, lieber etwas weniger; man kann, wenn mehr benötigt wird, mehr Lötzinn auftragen. Anschließend positioniere das zu lökende Bauelement an der Stelle und halte es fest. Mit der anderen Hand führst Du die Lötspitze, so dass beide Stellen (Leiterbahn und Bauteil) etwas vom aufgenommenen Lot bekommen können, heran. Das Flussmittel verdampft nun und sorgt dafür, dass es von der Lötspitze abfließt. Nimm nun die Lötspitze weg. Wenn es sich um eine Lötstelle mit Bohrung handelt, dann führe die Spitze einmal um den Bauteilanschluss, damit es von allen Seiten korrekt verlötet ist. Fixiere das Bauelement am zweiten Anschluss. Wenn Du mehr Lötzinn benötigst, kannst Du es nun mit dem Lot in der einen Hand, die zuvor das Bauelement hielt, gezielt an die Lötstelle heranzuführen. Setze das Lot dosiert ein. Bei SMD-Bauelementen reicht das einmal aufgenommene Lot meist für mehrere Lötstellen. Auf einer Lötstelle muss nur so viel Lot sein, damit das Bauteil zuverlässig Kontakt hat und die Lötstelle bedeckt ist.

Es braucht keine Lötberge oder Lötklumpen, um zuverlässig Kontakt zu erhalten. Auf diese Art kannst Du auch SMD-Bauelemente löten.

zu Beachten

Gelötete Drähte nicht abschneiden, weil dabei mechanische Spannungen entstehen. Auch verliert der kupferne Anschlussdraht die schützende Zinnschicht. Beides kann zu späteren Ausfällen führen. Lässt sich ein Abschneiden nach dem Einlöten nicht vermeiden, die Lötstelle noch einmal kurz mit ganz wenig Lötzinnsugabe erhitzen.

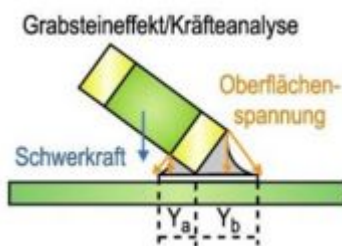
Nach dem Löten sollte kein Kupfer zu sehen sein, weil Kupfer oxidiert und damit die Verbindung verschlechtert.

Größere Bauteile, wie beispielsweise schwere Printtrafos oder Kühlbleche, und Stecker sollten nach Möglichkeit zusätzlich mechanisch befestigt werden. Dies kann durch Schrauben oder Nieten geschehen, in Einzelfällen auch durch Kleben.

Bevor du den LötKolben abschaltest, reinige die Spitze mit dem feuchtem Schwamm und verzinne dann die Spitze. Das Lot schützt die Spitze vor Oxidation.

Der Schwamm sollte feucht und nicht nass sein. Ist der Schwamm zu nass, kühlt die Spitze sehr schnell ab, was der Beschichtung und damit der Spitze selbst schadet.

SMD



Grabsteineffekt



Gut gelötet

Es gibt viele verschiedene Techniken, die sich aber nur im Detail unterscheiden.

Zur Wahl der LötKolbenspitze: Das ist zu einem grossen Teil Geschmackssache und Gewohnheitssache. Wenn es mit dem Löten nicht klappen will, sollte man aber als erstes eine grössere Spitze probieren, anstatt das man die Temperatur einfach hochdreht. Hintergrund: In der Regel ist nicht die Temperatur das Problem, sondern der Wärmeübergang. Desweiteren leiden die LötKolbenspitzen unter den höheren Temperaturen, womit sich nach und nach die Fähigkeit Zinn anzunehmen verschlechtert.

- Widerstände, Kondensatoren ...
1. Verzinnen eines Pads
 2. erwärmen und Bauteil „festkleben“

(das Bauteil sollte direkt auf der Platine aufliegen)

3. andere Seite festlöten
4. erste Seite nachlöten

Grabsteineffekt

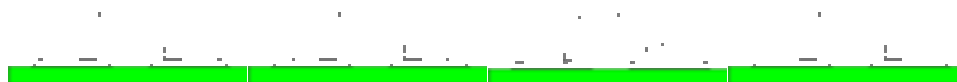
- ICs
1. zwei Pins des ICs an den Ecken mit den Pads verlöten
 2. optische Kontrolle, ob die Pins korrekt auf den Pads aufliegen
 3. alle Beinchen mit Flussmittel benetzen
 4. LötKolbenspitze verzinnen und mit diesem Zinntropfen an der Spitze an den Pins zügig entlangziehen

Sollte es zwischen Pins oder Pads zu ungewünschten Verbindungen gekommen sein: LötKolben am Schwamm abwischen, etwas Flussmittel auf diese "Zinnbrücke" geben und mit dem LötKolben das Zinn "wegziehen". Überschüssiges Zinn haftet dann an der Lötspitze.

Praktische Hinweise:

- kleine SMD-Kondensatoren immer erst unmittelbar vor dem Einlöten auspacken.

Einerseits wegen der Möglichkeit des Verlierens, andererseits weil die Kapazität nicht angeschrieben ist.



Gut

Schlecht

Schlecht

Ganz schlecht

Richtiges Entlöten



LötSauglitze



Entlötpumpen

Bevor Du ein Bauteil entlöttest, solltest Du überlegen, ob das Bauteil oder die Platine Schaden nehmen darf. Viel Wärme vom LötKolben bekommt weder dem einen noch dem anderen. An den Platinen können sich beispielsweise die Leiterbahnen lösen.

Einem defekten Bauteil (z.B. IC oder Stecker) kannst Du die abknipsen, bevor Du daran gehst, diese einzeln auszulöten.

Macht das aber nur, wenn du dir ganz sicher bist, das genau das der Fehler ist. Aber auch wenn das sicher der Fehler ist, kann es sich lohnen den kompletten IC "zu bergen" um die Ursache zu finden.

Bei Bauteilen mit wenigen Anschlüssen kannst Du die Lötunkte erwärmen und das Bauteil dann vorsichtig herausziehen. Bei Bauteilen mit vielen Anschlüssen musst Du nach dem Erwärmen das flüssige Lötzinn absaugen. Das ist möglich mit:

- [Lötsauglitze](#)
- [Entlötpumpe](#)
- professionellen Absaugenpumpe (z.T. mit Fußschalter oder einem Knopf am Entlötkolben selbst)

Zum Auslöten kompletter ICs gibt spezielle Köpfe für LötKolben, die alle Lötstellen gleichzeitig erwärmen.

Sollte nicht alles Zinn heraus gehen, kannst Du mit Flussmittel oder frischem Lötzinn nachhelfen.

Ein Tipp zum Wiedereinlöten: Flüssiges Lötzinn mag kein Graphit. Deshalb kannst Du mit einem feinen Bleistift die Bohrung eines LötAuges "freistechen".

Bei kleinen SMD Bauteilen ist am besten eine Entlötzange zu verwenden. Ist keine oder nur eine zu grosse vorhanden, kannst du einen relativ grossen LötKolbenspitz nehmen und relativ viel Zinn und dann beide Pads gleichzeitig heizen. Wenn das Zinn dann schön flüssig ist, bleibt das SMD Bauteil entweder an der LötKolbenspitze kleben oder du kannst es zumindest von den Pads "wegschieben".

Kontrolle der Lötstellen

Allgemein:

- die Form der Lötstelle
- Benetzungswinkel
- alle Lötstellen gelötet?
- keine Zinnbrücken

Bleihaltiges Lot:

- die Lötstelle sollte glänzen, matte Lötstellen sind meist kalte Lötstellen

Bleifreies Lot:

- Alle Lötstellen sehen Matt aus

Beispiele von Reparaturen

- Stereoverstärker: Der linke Kanal war beständig verzerrt. Ein Transistor in den Überlast-Abschaltung hatte eine kalte Lötstelle. Der Fehler wurde durch Vergleich beider Kanäle gefunden.
- Autoradio-Cassettenkombination: Der Radioteil fiel immer wieder aus. Die Schraube, die den Massekontakt des Radioteils herstellen sollte, war wegen Feuchtigkeit korrodiert. Der Fehler wurde mit der Klopfmethode gefunden.
- Autoradio: Der Schalter zum Einschalten war defekt. Es traten Kontaktprobleme wegen mechanischen Überlastung ("kaputt gespielt") auf. Der Schalter wurde gegen einen baugleichen, aber weniger wichtigen Taster im gleichen Gerät getauscht. Der Fehler wurde mit der Einkreismethode gefunden.