

Löten lernen – Erfahrungssammlung aus der Praxis

Von Malte Schulze, Studentische Hilfskraft und Tutor

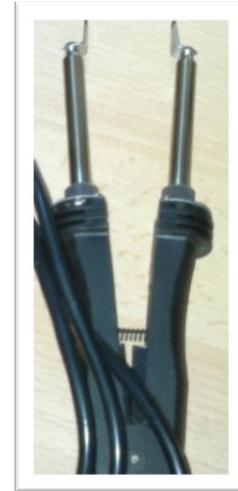
Version 1.3 vom 21.10.2020

Bei Fragen und Korrekturvorschlägen: malte.schulze@hu-berlin.de



Inhalt:

- ✚ Seite 2 Lötgerätetypen (Weichlöten $\leq 450^\circ\text{C}$)
- ✚ Seite 3 Lötzinmaterialien (Weich- /Hartlot 450°C - 1100°C)
- ✚ Seite 4 Kurzübersicht „Löten“
- ✚ Seite 5 Lötverbindungsarten
- ✚ Seite 5 Löt-Temperatur und empfohlene Löt-Zeit
- ✚ Seite 6 Lösen von Lötverbindungen
- ✚ Seite 6 Lötspitzentypen und deren Reinigung
- ✚ Seiten 7 - 10 Wichtige Sicherheitshinweise
- ✚ Seite 11 - 12 Disclaimer und Danksagungen



Lötgerätetypen (Weichlot):

- ✚ Lötnerdel – sehr kleiner Handlötnerkolben mit kleiner Leistung, 12Vdc zum Anschluss an Labornetzteil *Abb.1*
- ✚ Handlötnerkolben – kompakt und mobil einsetzbar *Abb.2*
- ✚ SMD-Lötnerzange – sozusagen zwei Lötnerkolben in einem, für Reparaturzwecke *Abb.3*
- ✚ Lötstation – stationär eingesetzt für hochwertige Ergebnisse *Abb.Deckblatt*
- ✚ Heißluftlötnerkolben – für kontaktloses Lötten und großflächiges Entlötten (ICs)
- ✚ Reflow-Ofen – für ganze Baugruppen in Einmal-Behandlung in *BGA*
- ✚ Lötnerbad – verzinnt die gesamte Lötnerseite bei *THT (DIP&DIL)* auf einmal
- ✚ Lötnerhammer – groß in Hammerform mit Leistungen >100 Watt



Lötzinmaterialien:

- ✚ Weichlot: **Verbleites** Lötzinn – zur Reparatur obsoleter Technik 
60% Blei, 38% Zinn, 2% Kupfer/Silber (d=0.25-2mm) *Abb.1 & 3*
- ✚ Weichlot: **Bleifreies** Lötzinn – zur Erstellung von Bausätzen 
98% Zinn ohne Bleianteil, umweltfreundlich (d>1mm) *Abb.2*
- ✚ Hartlot: zum Schweißen großer Flächen wie z.B. Fahrradrahmen
(d>5mm) mit hohen Temperaturen über 450°C

Inmitten gesamter Länge des Weichlots eingebettet ist eine Kolophonium-Seele (Flussmittel-Kern), die als aggressives Ätzmittel die Löt-Oberfläche leicht verödet und gleichzeitig die Oberflächenspannung aufhebt. Dadurch wird die Aufnahmefähigkeit des Lötzinns an Lötstellen und Bauteilen verbessert. Da es insbesondere auch die Lötspitze angreift, ist diese regelmäßig oft zu reinigen, um vorzeitigem Verschleiß entgegenzuwirken.

Das Kolophonium verdampft beim Lötvorgang und birgt bei zu hohen Löttemperaturen die Gefahr zu spritzen und giftigen Rauch zu erzeugen. Nach dem Lötvorgang hinterlässt es eine harte, braun-transparente Kruste, die nach Inbetriebnahme des gelöteten Objekts entfernt werden sollte.

Der Qualm während des Lötens schädigt die Atemwege und brennt in den Augen. Das Blei im Lötzinn verursacht Hautkrebs und sammelt sich, übertragen durch das Blut, im Gehirn. Der körpereigene Stoffwechsel kann Blei nicht abbauen. Es verursacht unheilbare Krankheiten wie z.B. Demenz.

Seit 2006 ist nur noch in Ausnahmefällen Lötzinn mit Bleianteil geduldet, ausschließlich Gewerbetreibenden ist seit 2020 noch die Verwendung erlaubt!

→ **RoHS** (Verwendungs-Beschränkung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten nach EU-Richtlinie 2011/65/EU)

Kurzübersicht „Löten“

Wenn von Löten gesprochen wird, geht es zumeist um Elektronik. Bauteile auf einer Leiterplatte sollen zusammenwirken und werden elektrisch miteinander verbunden. Lötverbindungen sind sehr stabil und halten die Bauteile an der Platine (Leiterplatte) je nach verwendetem Lötzinn fest. Verbleites herkömmliches Lötzinn gleicht durch das weiche Blei leichte Erschütterungen und Wärmeausdehnungen gut aus, während bleifreies (chemisches Zinn) Lötzinn schnell Mikrorisse bekommt und die Funktion der elektrischen Verbindung und Stabilität leider nach ein paar Jahren verliert. Der wirtschaftliche Schaden ist dabei gering, während der ökologische Schaden, allein durch den dadurch anfallenden Elektroschrott, unvorstellbar hoch ist. Für den nachhaltigen Nutzen ist also verbleites Lötzinn sinnvoller, auch wenn Blei giftig ist. Daher darf Elektronik nicht im Restmüll entsorgt werden sondern muss aufwändig „entschärft“ werden. Wer also einen Bausatz lötet, muss sich der Verantwortung bewusst sein, ein Problem zu erzeugen. Die Herstellung der Materialien aus teilweise umweltschädigenden Stoffen sowie die Entsorgung und Wiederaufbereitung nach Nutzungsende des Bausatzes ist „nicht ohne“.

Daher sind folgende Tipps wichtig:

- ✚ Nutze so wenig Lötzinn wie möglich und nur gerade so viel wie nötig
- ✚ Überlege, ob bleifreies Zinn für den verwendeten Zweck sinnvoll ist
- ✚ Verbleites Lötzinn nach dem Anfassen immer gründlich von den Händen abwaschen
- ✚ LötKolben nur bei längeren LötPausen ausschalten spart Strom und schon das Heizelement und die Umwelt.
- ✚ Lötspitze nicht in triefnassen Abstreif-Schwamm halten, um Temperaturschock zu vermeiden
- ✚ Lötspitze nie mit bloßer Hand wechseln und nie mit Kunststoff in Berührung bringen, sonst nimmt sie kein Lötzinn mehr an.

Lötverbindungsarten:

THT – Through Hole Technic

Hier haben alle Bauteile lange Beine (ICs) und lange Anschlussdrähte (Widerstände etc.). Jedes Bauteil wird einzeln in die Löcher der Platine gesteckt, auf der Lötseite leicht angebogen und abgeknipst, danach verlötet. Dies ist sehr zeitintensiv und erfordert handwerkliches Geschick.

SMD – Small Mounted Device

Alle Bauteile sind mikroskopisch klein und werden auf die Platine gelegt. Entweder halten sie bis zum Lötvorgang von allein oder werden mit einem Werkzeug (Schlitzschraubendreher) festgehalten. Wenn Lötpaste auf der Platine verwendet wurde, hält die Adhäsionskraft das Bauteil. Nach sehr kurzer Lötzeit, um das Bauteil vor Überhitzung zu schonen, hält es dann. ICs können auch unter dem Bauteilkörper Lötflächen haben. Diese können dann nur mit einem HeißluftlötKolben oder im Reflow-Ofen gelötet werden (ohne direktes Berühren der Lötfläche).

Löt-Temperatur und empfohlene Löt-Zeit

Verbleites Lötzinn schmilzt je nach Lötzindurchmesser schon bei geringen Temperaturen ab etwa 250 °C und sollte nicht über 350°C gelötet werden. Bleifreies chemisches Zinn wird ab 320 °C gelötet und sollte daher sehr schnell verarbeitet werden, um die Bauteile vor der Wärme zu schützen.

Löttemperatur für kleine Bauteile: ~300°C (+100°C (K) bei chem. Zinn)

Lötdauer: 1-4 Sek. (Dioden und ICs sind sehr empfindlich)

Größere Bauteile und Masseflächen: ~400°C (450°C bei chem. Zinn)

Lötdauer: 3-6 Sekunden (Hohe Temperaturen halten sich lange!)

Vorsicht bei höheren Löttemperaturen! Da hier die Kolophonium-Seele im Lötzinn schnell stark erhitzt wird, kann es regelrecht verbrennen. Das äußert sich mit höherem Qualm (Zunder) und kann dummerweise auch spritzen, weshalb Lötanfänger ohne Erfahrung zur Sicherheit immer eine Schutzbrille tragen sollten. Je wärmer gelötet wird, desto gefährlicher für den Menschen, sowie belastender für die Bauteile und den LötKolben. Weniger ist mehr in allen Löt-Belangen.

Lösen von Lötverbindungen

Ist aus dem Grund einer Reparatur oder Fehlerbereinigung eine Lötstelle wieder zu entfernen, stehen einige Werkzeuge bereit, die je nach Anwendungsfall sinnvoll eingesetzt werden:

-  Entlötpumpe, handbedient *Abb.1&2*
-  Entlötlitze, integriertes Flussmittel *Abb.3*
-  Entlötstation mit Vakuumpumpe, beheizt
-  Reflow-Station für kontaktloses Lösen



Lötspitzentypen und deren Reinigung

Für jeden Lötzweck gibt es unterschiedlich ausgeformte Lötspitzen.

-  Bleistiftspitze – für filigrane Lötstellen
-  Meißelspitze – für Masseflächen die die Spitze schnell abkühlen
-  Keilspitze – universal einsetzbar und dadurch oft in der Grundausrüstung dabei
-  Hohlspitze – nur bei EntlötKolben zum Absaugen des Lötzinns verwendet

Die warme Lötspitze wird nach jeder größeren Lötung über einen feuchten Schwamm gezogen, um Lötzinnreste abzustreifen und die Lötspitze von der Oxidation zu befreien. Um die Lötspitze zu schonen und die Temperatur nicht zu senken wird ein Messing- oder verkupferter Stahlwollknäuel zum Abstreifen verwendet. Das schont die Lötspitze, da das Wasser im Schwamm sonst für einen enormen Temperaturschock sorgte und zudem durch den Sauerstoffanteil des Wassers zu erneuter Oxidation der Lötspitze führte. Herkömmliche Stahlwollknäuel, wie sie zum Reinigen von Angebranntem in Kochtöpfen verwendet werden, eignen sich hier nicht. Diese würden die Lötspitze zerkratzen.

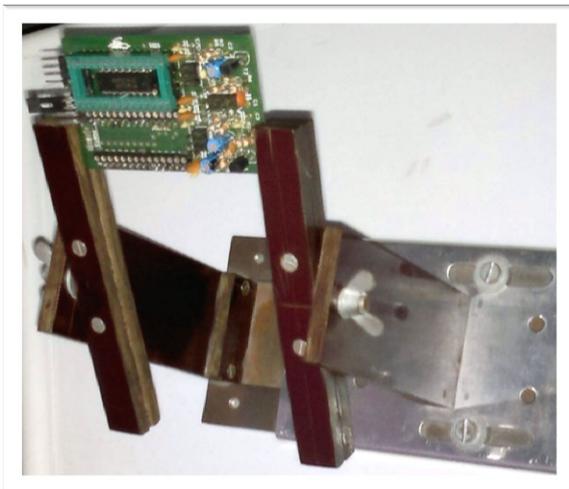
Wichtige Sicherheitshinweise

Tödlicher Stromschlag:

Alle Lötarbeiten sind grundsätzlich an stromlosen Geräten durchzuführen! Netzstecker sind vor dem Öffnen eines Gerätes aus der Steckdose zu ziehen und sicherheitshalber vor versehentlichem Einstecken zu sichern (z.B. in die Hosentasche stecken). Nur Fachkräfte dürfen Geräte öffnen!

Verbrennungsgefahr:

Die Lötspitze und im geringeren Maße auch der Griff sind während des Betriebes sehr warm. Bauteile und Platine werden während des Lötvorgangs ebenfalls sehr warm (Wärmeleitung). Die Wärme kann sich über mehrere



Minuten lang an der Platine und den Bauteilen halten, daher sollte vorzugsweise ein Platinen-Halter^{Abb.1} oder die 3.Hand^{Abb.2} für einzelne Bauteile und Litzen (Kabelenden) benutzt werden.



Stromschlaggefahr:

Bei fertig bestückten Platinen und vorher in Betrieb gewesenen Baugruppen kann sich in einigen Bauteilen teilweise lebensgefährliche Spannung befinden (z.B. in Schaltnetzteilen, alten TVs)! Diese Bauteile sind nur selten mit einem „!“ im Dreieck gekennzeichnet.

Die elektrischen Kontakte von Kondensatoren und Röhren niemals mit bloßen Fingern berühren! Lebensgefahr!

Es sollte auch immer eine zweite Person anwesend bleiben, um im Notfall Hilfe zu leisten/rufen.

Zerstörung von Bauteilen durch statische Aufladung:

Auch die Bauteile können Schaden nehmen, wenn die Luft sehr trocken ist und man sich oft hinsetzt/aufsteht. Statische Aufladung entsteht z.B. durch Reibung von Kleidung an Fußböden (über die Schuhe) und Drehstühlen (Hose, Pulli etc.) und kann mehrere tausend Volt betragen! Dies äußert sich durch einen „Schlag“, wenn eine Türklinke oder ein Metallregal angefasst wird. In dem Moment entlädt sich der Körper an dem jeweils berührten Objekt/Bauteil. Elektronische Bauteile können dadurch sehr leicht ausversehen zerstört werden, wenn sich nicht vorher entladen wird (durch Berühren des Schutzkontaktes der Steckdose/Heizung/Wasserhahn). Teure Elektronik wird oft durch ein Antistatik-Armband (welches geerdet wird) und entsprechend ausgestattete Lötstationen und Arbeitsplätze geschützt.

Splittergefahr bei Vakuumröhren und Platinen:

Heute selten verwendet und nahezu ausgestorbene Vakuumröhren und Blitzröhren können bei mechanischer Misshandlung zerbrechen, splintern oder implodieren und dann teilweise sogar giftige Gase freigeben. Diese Bauteile sind immer zu Sockeln, um die thermische Belastung vom Lötvorgang zu vermeiden. Direkte Berührung sollte durch Tragen von feinen Handschuhen aus Baumwolle vermieden werden. Die Anschlusspins sind besonders vorsichtig zu behandeln.

Platinen sind aus unterschiedlichen Materialien hergestellt und können bei starker Verwindung brechen oder sogar zersplintern. Bei Multilayer-Platinen wie z.B. PC-Mainboards ist auf genaue Planlage besonders zu achten, da sonst die Funktionsfähigkeit beeinträchtigt werden kann. Platinen aus Hartpapier können bei zu langer Wärmeeinwirkung verschmoren und die Lötäugen verlieren, weshalb gerade bei Lochrasterplatinen auf kurze Lötzeit geachtet werden sollte.

Brandgefahr:

Lötzintropfen können Brandlöcher in Kleidung und auf der Haut verursachen. Der LötKolben ist immer zurück in den LötKolbenhalter zu stecken. Niemals an den Tischrand legen; der LötKolben könnte herunterfallen und den Fußboden in Brand setzen. Nach Löt-Ende immer eine Abkühlphase des LötKolbens von etwa einer halben Stunde einberechnen, bevor dieser zurückgestellt wird, um etwaige Schwelbrände zu vermeiden.

Vergiftung:

Die in vielen Lötzinnsorten vorhandenen Bestandteile wie Blei und Kolophonium sind stark krebserregend und ätzend. Daher sollte während der Löt-/Entlötvorgänge nichts gegessen oder getrunken werden, da die kontaminierten Hände in Kontakt mit den Lebensmitteln kommen. Nach dem Löt-/Entlötvorgang sollten die Hände gründlich mit Seife gewaschen und anschließend mit Handcreme eingerieben werden, um die Aufnahme über die Haut zu verringern. Zur Sicherheit kann mit feinen Baumwollhandschuhen oder Latex-Einmalhandschuhen gelötet werden, um den direkten Kontakt zum Lötzinn zu vermeiden.

Spritz- und Splittergefahr:

Durch abgekniffene Bauteil-Anschlussdraht-Teile und Lötzinn- sowie Flussmittelspritzer geht eine oft übersehene Gefahr aus, die wortwörtlich „ins Auge gehen“ kann. Gerade für Löt-Beginnende empfiehlt sich eine Schutzbrille zu tragen. Bei Bruch von Platinen werden Glasfaserenden freigesetzt, die sich vorerst unbemerkt in die Haut stechen und später zu Schmerzen und Hautirritationen führen. Besonders bei der Benutzung von Glasfaserstiften ist die Gefahr sehr hoch, sich z.B. zusätzlich durch Inhalation am Atemweg zu verletzen.

Gegen Einatmen von Lötdämpfen, Stäuben und Glasfasersplintern

wird eine Lötrauchabsaugung verwendet. Diese saugt die nahe der Absaugung befindlichen Schadstoffe durch einen Ventilator mit davorliegendem Aktivkohlefilter. Dieser fängt befindliche Teile ein und hält sie daran fest. Hinten gibt die Lötrauchabsaugung die gefilterte Luft wieder aus.

Beleuchtung und sich bewegende Teile:

Bei jeder Lötarbeit sollte der Arbeitsplatz sauber und hell beleuchtet sein. Dabei ist zu beachten, dass Leuchtstofflampen und LED-Beleuchtung für das menschliche Auge unmerklich flimmern oder flackern. Dies führt nicht nur zu einer raschen Ermüdung der Augen, sondern kann insbesondere bei sich bewegenden Teilen zu optischer Täuschung führen. Ziehen Sie natürliches Licht immer dem künstlichen Licht vor. Für den Löt Arbeitsplatz verwenden Sie immer herkömmliche Allgebrauchslampen (sogenannte Glühbirnen) oder mit Batterien betriebene LED-Beleuchtung. Nur so gehen Sie sicher, nicht ausversehen in bewegte Teile zu greifen und sich zu verletzen.

Explosionsgefahr:

Einige Bauteile vertragen es nicht, durch direkte Wärmezufuhr gelötet zu werden. Der technische Aufbau von Tantal-Elkos etwa verbietet es, mit dem Löt Kolben länger als 2-3 Sekunden mit dem Löt Kolben erhitzt zu werden. Diese drohen dann insbesondere bei gealterten Exemplaren zu explodieren!

Akkumulatoren, Primärzellen und jegliche Rundzellen ohne Lötfahnen explodieren zwar nicht direkt, sie sind allerdings sofort Sondermüll, da sie intern chemisch reagieren. Nur am äußeren Ende der am Akku punktierten Lötfahnen darf gelötet werden, um zum Beispiel Akku-Packs herzustellen.

Umweltgefährdung:

Entsorgung ausschließlich über sogenannte Wertstoffhöfe oder Feuerwehr!



Platz für eigene Notizen:

Disclaimer:

Diese Lötfibel erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Korrektheit!

Keinesfalls ersetzt diese Lötfibel Ausbildung und persönliche Assistenz!

Alle nach dieser Lötfibel und darüber hinaus durch Sie vorgenommenen Arbeitsschritte geschehen auf Ihre eigene Verantwortung!

Der Autor bleibt frei von jeglichen Rechtsansprüchen!

Änderungen am Inhalt vorbehalten!

Geistiges Eigentum und Recht an hier verwendeten Fotografien liegt bei:

Malte Schulze, Pichelsdorfer Str. 18, 13595 Berlin, tub64@arcor.de, +49 15208427087

Danksagungen:

Mein erhabener Dank sei hiermit **Dr. Dr. Stefan Höltgen** ausgesprochen. Durch ihn wurde die Idee geboren, eine Lötfitel als Beiwerk seiner Tutorien anzubieten, sowie Praxistipps von mir einfließen zu lassen. Darüber hinaus danke ich Ihm für die außerkollegiale Freundschaft.

Dank an *C64-Camper* für das exklusive „C64 Club Berlin reloaded“-Logo.

Diese Lötfitel wird in Kooperation mit dem c64clubberlin.de publiziert.



Für Online-Lötlernkurse, sowie Hilfe

zur Selbsthilfe (Repair-Café), Erhaltung der Radio- und Fernsehtechnik oder individuelle technische Problemlösungen schreiben Sie mir: tub64@web.de

Auch Ihnen als Nutznießer*in gebührt Dank und Anerkennung.

Ohne Sie wäre diese Publikation nur ein Blatt im Wind.

Für Ihre Vorhaben wünsche ich *Alles Gute!*

Malte Schulze im Herbst 2020 für die Humboldt-Universität zu Berlin