

Müssen auch Hobby-Elektroniker bleifrei löten?

Helmut Stadelmeyer, OE5GPL

Ab 01.07.2006 ist EU-weit die RoHS-Direktive [1], [2] in Kraft, welche die Verwendung von Blei und einigen anderen gesundheitsschädlichen Stoffen zur Herstellung von elektronischen Geräten untersagt. Für uns, die wir nur gelegentlich zum Lötcolben greifen, stellt sich die Frage, ob auch wir davon betroffen sind und welche Auswirkungen diese Umstellung in der Elektronik-Industrie auf unser Hobby hat.

Geltungsbereich

Im Internet zugängliche Beiträge (unter anderem eine Veröffentlichung des Fraunhofer-Institutes [3]), die sich mit der Umstellung auf den bleifreien Lötprozeß beschäftigen, besagen eindeutig, daß ab 01.07.2006 mit herkömmlichem Lot gefertigte Elektronikkomponenten nicht mehr in den Handel gebracht werden dürfen. Es gibt, wie bei allen Vorschriften, auch hier einige Ausnahmen, die sich jedoch im wesentlichen auf medizintechnische und militärische Geräte beziehen. Die Direktive hat für den gesamten Raum der Europäischen Union Gültigkeit. Eine deutsche Version der Vorschrift ist unter [2] einzusehen.

Wenn wir jene Geräte, die wir für den Eigenbedarf selbst bauen, nicht verkaufen wollen, hat diese Direktive für uns keine Gültigkeit.

Weichlote allgemein

Bei diesen Stoffen handelt es sich um eine innige Mischung (Legierung) von zwei oder mehr Metallen. Die Mischung erfolgt in flüssigem Zustand, wobei das Mischungsverhältnis die Eigenschaften der wieder erstarrten Legierung in vielfacher Weise beeinflusst, wie Schmelztemperatur, mechanische Festigkeit, Benetzungsfähigkeit usw. Interessant ist, daß die Schmelztemperatur einer solchen Legierung niedriger liegt als der Schmelzpunkt der einzelnen Legierungsanteile, wie die nachstehende Tabelle 1 deutlich macht [4].

Element	Chem. Zeichen	Schmelzbereich [°C]	Mögliche Legierungen	Schmelzbereich der Legierung [°C]
Zinn	Sn	232		
Blei	Pb	327	63Sn37Pb (Standard) 62Sn36Pb2Ag (Standard)	183 179
Silber	Ag	960	96,5Sn3,5Ag	221
Indium	In	157	52In48Sn 97In3Ag 77,2Sn20In2,8Ag	118 143 179 - 189
Zink	Zn	419	91Sn9Zn	199
Antimon	Sb	630	95Sn5Sb 65Sn25Ag10Sb 96,7Sn2Ag0,8Cu0,5Sb	232-240 230-235 217-220
Kupfer	Cu	1083	95,5Sn4Ag0,5Cu 95,5Sn3,8Ag0,7Cu 95Sn4Ag1Cu 99,3Sn0,7Cu	216-219 217-219 216-219 227
Wismut	Bi	271	58Bi42Sn 90Sn2Ag7,5Bi0,5Cu 91,8Sn3,4Ag4,8Bi	138 198-212 200-216
Gold	Au	1063	80Au20Sn	280

Bleifrei Löten?

Cadmium	Cd	320	67Sn33Cd	170
---------	----	-----	----------	-----

Tabelle 1: Zum Weichlöten verwendete Legierungen

Neben den in der Tabelle genannten Legierungen gibt es noch eine Reihe weiterer, die für Lötprozesse bei der Fertigung von Baugruppen in Frage kommen.

Elektrische Verbindungen in der Elektronik werden hauptsächlich mit Lot ausgeführt, das einen abrupten Übergang von der festen in die flüssige Phase hat (und umgekehrt), eine Eigenschaft sogenannter eutektischer Legierungen. Man spricht in diesem Fall von einem **Schmelzpunkt** (Liquidus).

Bei manchen Legierungen, die ebenfalls zum Weichlöten verwendet werden, geht allerdings das Lot bei Erwärmung über eine bestimmte Temperatur nicht direkt in die flüssige Phase über, sondern nimmt vorerst einen teigartigen Zustand an. Erst bei weiterer Erhöhung der Temperatur über den Liquidus-Punkt hinaus wird es flüssig. Bei Abkühlung verläuft der Vorgang umgekehrt und die Erstarrung des Lotes tritt erst beim Erreichen des Solidus-Punktes ein. Im Bereich zwischen Liquidus und Solidus herrscht wieder der teigartige Zustand. Hier handelt es sich um einen **Schmelzbereich**.

Einige der in der Tabelle angeführten Legierungselemente sind mehr oder weniger gesundheitsschädlich.

Industrielle Lötverfahren

Die Industrie setzt zur Fertigung von Baugruppen zwei unterschiedliche Methoden des Lötens ein:

- Das sogenannte Wellenlöten, bei dem ein im Zinnbad rotierender Zylinder das flüssige Lot in der Form einer Welle anhebt. Die Unterseite der Baugruppe wird durch diese Welle aus flüssigem Metall gezogen und dabei werden die Bauteile mit der Leiterplatte verlötet. Weil die Verweilzeit in der Welle und über dem Lötbad kurz ist, bleibt die thermische Belastung der Bauteile gering. Alle Bauteile, die sich auf der Unterseite der Leiterplatte befinden, müssen vor dem Lötvorgang festgeklebt werden.
- Beim Reflow-Löten wird die gesamte Baugruppe durch Heißluft, durch Dampf oder auch durch Infrarotstrahlung vergleichsweise langsam gemäß Abb. 1 auf Löttemperatur gebracht. Die thermische Belastung der Bauteile ist bei diesem Prozeß wesentlich größer. Das Lot wird vor der Bauteilbestückung aufgebracht und hat durch die Mischung von Flußmittel und winzigen Lotkügelchen eine pastenartige Konsistenz. Auf diese Art fertigt man vorzugsweise beidseitig mit SMD-Komponenten bestückte Baugruppen. Die klebrige Lotpaste hält die Bauteile auf der Leiterplatte an ihrem Platz, sie brauchen also nicht extra geklebt zu werden.

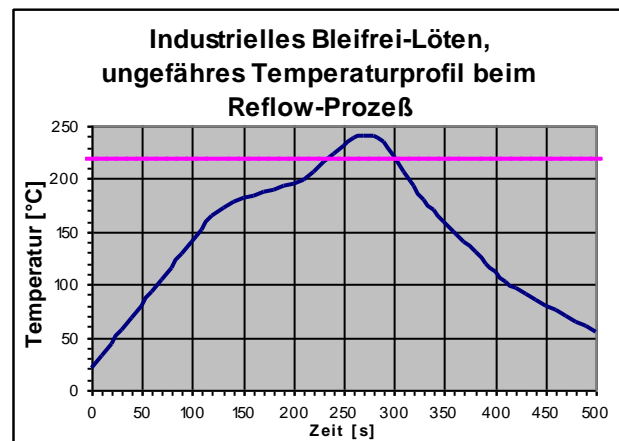


Abb. 1: Temperaturverlauf beim Reflow-Löten

Die für uns gängige Art des Handlötens kommt nur mehr bei Reparaturarbeiten zum Einsatz.

Herkömmliches Elektroniklot

Bleihaltiges Lot, wie es bisher in der Industrie für die Serienfertigung von Baugruppen verwendet worden ist, besteht aus 63 % Zinn und 37 % Blei. Diese Legierung hat einen Schmelzpunkt von 183 °C und eine eutektische Zusammensetzung. Das Röhrenlot (Lötendraht) für die Handlötung hat einen oder mehrere mit Flußmittel gefüllte Kanäle und besteht zumeist aus 60 % Zinn- und 40 % Bleianteil (Sn60Pb40, z.B. ERSIN Multicore). Neben solchem Lot sind auch Sorten im Handel, die Anteile von zusätzlichen Elementen aufweisen und aus diesem Grund einen etwas anderen Schmelzpunkt haben, wie z.B. Sn60Pb38Cu02 oder Sn62Pb36Ag02.

Bleifrei Löten?

Das Blei in der Legierung vermindert nicht nur den Schmelzpunkt, sondern es macht die Lötverbindung in Grenzen auch zäh und damit mechanisch beanspruchbar. Zudem trägt es zur Benetzung der zu verbindenden Teile bei, weil es die Oberflächenspannung des flüssigen Lotes reduziert.

Vor der ‚bleifreien Zeit‘ industriell hergestellte Baugruppen sind bei etwa 210 bis 230 °C gelötet worden, unabhängig davon, ob es sich um bedrahtete Bauteile gehandelt hat oder um SMD-Bauteile. Alle auf einer Leiterplatte montierten Komponenten mußten beim Lötvorgang dieser Temperatur standhalten. Daß das nicht immer so ganz der Fall war, erkennt man an Plastikteilen wie Steckerwannen, die bisweilen deutliche Spuren der Wärmeeinwirkung zeigen. Im großen und ganzen vertragen aber elektronische Bauteile und auch die auf den Leiterplatten verwendeten Kunststoffteile eine erstaunlich hohe Temperatur, wenn auch nur für kurze Zeit.

Bleifreies Lot

Die verfügbaren Lote haben gemäß Tabelle 1 eine recht unterschiedliche Zusammensetzung und die Industrie ist derzeit noch auf der Suche nach besseren (=billigeren) Materialien und Verfahren. Bleifreies Lot ist nicht so benetzungsfreudig wie das alte, weswegen beim Lötvorgang mehr Aufmerksamkeit gefordert ist. Die Oberfläche einer Lötstelle mit bleifreiem Lot ist in der Regel nicht mehr so glatt und hat eine hellere Farbe. Das ermöglicht uns mit ein wenig Erfahrung die Unterscheidung zwischen einer bleifreien und einer bleihaltigen Lötstelle.

Die Liquidus-Temperatur für Lote dieser Art liegt um oder auch ein Stück über 217 °C, was bedeutet, daß die Löttemperatur bei industrieller Fertigung je nach Lötprozeß zwischen 240 bis 260 °C erreichen muß - es sollen ja alle Lötstellen einer Baugruppe angemessen durchgewärmt werden, um das Lot aufzuschmelzen. Dies ist nur sichergestellt, wenn sie für eine Mindestzeit in der Zone mit hoher Temperatur verweilt.

Nachteile des bleifreien Lotes

Weil die Schmelztemperatur des neuen Lotes um ca. 35 °C höher ist, müssen auch wir, wenn wir es verwenden wollen, die LötKolbentemperatur um diesen Betrag erhöhen. Damit und wegen der verlängerten Lötdauer steigt die Beanspruchung der Leiterplatte jedoch ganz wesentlich an: Bei Phenolharzplatten, Teflonmaterial und insbesondere bei Hartpapier kann das bei einem etwas längeren Lötvorgang durchaus zum Ablösen von Lötäugen führen. In diesem Zusammenhang sei auch wieder einmal darauf hingewiesen, daß ein gutes Lötresultat nur mit einer temperaturgeregelten, einstellbaren Lötstation erreicht werden kann, die über entsprechende Leistungsfähigkeit verfügt.

Die für das Bleifrei-Löten notwendige höhere Lötspitzentemperatur hat natürlich auch einen schnelleren Verschleiß von Lötspitze und Heizelement zur Folge. Zudem verhält sich bleifreies Lot gegenüber dem Material der Lötspitze aggressiver, sodaß die Standzeit der Lötspitze nicht nur wegen der höheren Temperatur, sondern auch aus diesem Grund reduziert wird.

Bleifreies Lot benetzt wegen der größeren Oberflächenspannung die zu verbindenden Teile nicht so gut wie herkömmliches Lot. Dies ist nur durch ein besseres Flußmittel und längere Lötzeit wettzumachen. Insgesamt ist das Löten mit den neuen Materialien etwas komplizierter geworden, was auch den Aussagen der Elektronikhersteller [5] zu entnehmen ist:

Es gibt derzeit kein bleifreies Lot, das in Summe an die Eigenschaften des bleihaltigen Lotes herankommt. Die mechanische Festigkeit ist ebenfalls verändert, weil bleifreies Lot härter und spröder ist. Wie sich das auf Dauer auswirkt, kann man derzeit nur abschätzen, denn zuverlässige Langzeiterfahrungen liegen noch nicht vor. Allerdings hat sich in der Zwischenzeit herausgestellt, daß bei manchen Lötstellen thermisch hoch beanspruchte Lötstellen wegen der Sprödigkeit des Lotes leichter zum Reißen neigen, bei anderen ist jedoch das Gegenteil der Fall.

Von der Unterhaltungselektronik, insbesondere von Fernsehgeräten, ist bekannt, daß Lötstellen mit bleihaltigem Lot an manchen großen Widerständen und Leistungshalbleitern erst nach 10 oder 15 Jahren defekt werden, weil sie reißen. Hervorgerufen wird das durch ständiges, durch die starke Temperaturänderung bedingtes und räumlich eng begrenztes, Ausdehnen und Zusammenziehen im unmittelbaren

Bleifrei Löten?

Bereich der Lötstelle. Selbst umfangreiche Tests in einer Klimakammer vollziehen diese Art der Beanspruchung nicht nach. Deshalb werden für bleifreie Lote verlässliche Erkenntnisse dazu wohl erst im nächsten Jahrzehnt vorliegen.

SN100C RELIABILITY RESULTS
COMPARISON BETWEEN SN100C, 63/37, AND SAC ALLOYS

TEST	SN100C	63/37	SAC
VIBRATION	1	2	3
THERMAL SHOCK	1	1	1
HALT TESTING	1	1	2
SALT FOG	1	1	1
TEMPERATURE /HUMIDITY	1	1	1
TEMPERATURE CYCLING – 55C+125C	1	1	1
MIXING WITH 63/37	3	1	3
MIXING WITH SN100C	1	3	1
MIXING WITH SAC	1	3	1

RANKING IS 1 (BEST) TO 3 (WORSE)

Tabelle 2

Nimmt man die vorangeführten Nachteile und die höheren Kosten für die Lötmaterialien in Kauf, so spricht nichts gegen die Verwendung von bleifreiem Lot, immer vorausgesetzt, daß auch die Leiterplatte für die erhöhte Beanspruchung beim Lötvorgang geeignet ist.

Vorteile der RoHS-Direktive für den Hobbyelektroniker

Für den Bleifrei-Lötprozeß geeignete Bauteile sind um etwa 30 °C wärmebeständiger als die bisher verwendeten. Das führt bei Verwendung von bleihaltigem Lot, das sich bei niedrigerer Temperatur verarbeiten läßt, zu geringerer Beanspruchung der Bauteile und verschafft so einen Sicherheitspolster – ein sehr willkommener Effekt.

Die dabei entstehenden metallurgischen Effekte an der Grenzschicht von bleifreiem Bauteil und bleihaltigem Lot sowie die daraus resultierenden chemischen und mechanischen Eigenschaften im Langzeitbetrieb sind noch nicht völlig geklärt, die elektrischen Eigenschaften werden dadurch jedoch nicht merklich verändert.

Wegen der Umstellung sind derzeit bleihaltige Lote bei Restpostenhändlern und auf einschlägigen Afu-Flohmärkten günstig zu haben. Man sollte also die Gelegenheit nützen, sich mit einem ordentlichen Vorrat eindecken und bei der Gelegenheit auch nach silberhaltigem Lot für anspruchsvollere Lötstellen Ausschau halten. Ernsthafte Hobbyelektroniker werden sich zudem dünnen Lötendraht in mehreren Dimensionen für die SMD-Technik anschaffen.

Eigene Erfahrungen mit bleifreien Materialien

Der Verfasser hat, um selbst Erfahrungen zu sammeln, eine Reihe von Versuchen anhand von drei Baugruppen gemacht:

- Einseitige, wellengelötete Leiterplatte, einseitig bestückt mit bedrahteten Bauteilen aus einem Satelliten-Rundfunkempfänger eines fernöstlichen Herstellers, wahrscheinlich aus Korea. Basismaterial ist Hartpapier.
- Einseitige, wellengelötete Leiterplatte, beidseitig bestückt mit bedrahteten Bauteilen auf der Oberseite und SMD auf der Lötseite, aus demselben Satelliten-Rundfunkempfänger. Basismaterial ist FR4.

Die NASA hat in einer aufwendigen Versuchsreihe mechanische, chemische und metallurgische Eigenschaften von 2 bleifreien Lötmaterialien mit denen von herkömmlichem, bleihaltigem Lot verglichen. Das Ergebnis zeigt die nebenstehende Tabelle.

Bei SN100C handelt es sich um eine patentierte, eutektische Legierung (Sn Cu_{0,7} Ni) mit einem Schmelzpunkt von 227 °C, SAC ist eine in Tabelle 1 unter ‚Kupfer‘ angeführte silberhaltige, eutektische Legierung. SN100C braucht zum Wellenlöten eine Badtemperatur von 250 – 260 °C.

Die Gegenüberstellung macht ersichtlich, daß SN100C sehr gute Eigenschaften hat. Eine Vermischung von bleihaltigem und bleifreiem Lot hat auch bei dieser Untersuchung schlecht abgeschnitten.

Bleifrei Löten?

- Im Reflow-Prozeß gelötete Mehrlagenleiterplatte mit gemischter, beidseitiger Bestückung und den ungefähren Abmessungen von 30 * 20 cm vom Hersteller AT&S, also ein Qualitätsprodukt. Basismaterial ist ebenfalls FR4. Die beiden Außenlagen sind großflächig mit Kupfer beschichtet, die Stärke der Kupferschichten beträgt wahrscheinlich 35 µm und die Anzahl der Lagen vermutlich 8 (Markierungen auf der Außenseite lassen darauf schließen).

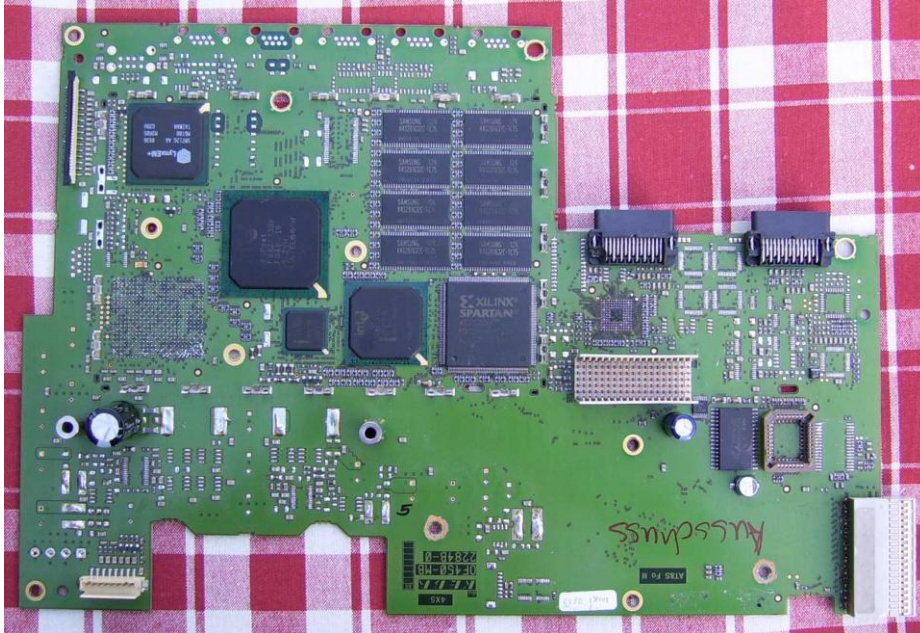


Abb. 2: Die Mehrlagenleiterplatte nach den Versuchen

Ein ganz wesentliches Ziel war, die Leiterplatten bei den Versuchen nicht zu beschädigen, um auch Erkenntnisse zu Reparaturmöglichkeiten zu gewinnen.

Auslöten bedrahteter Bauteile mit der Lotsaugpumpe

Bei den einseitigen Leiterplatten funktioniert das Auslöten bei einer Lötspitzentemperatur von 370 °C so wie gewohnt.

Bei der Mehrlagenleiterplatte hat sich schonendes Auslöten von bedrahteten Bauteilen als sehr schwierig bis unmöglich herausgestellt, selbst wenn die Temperatur des LötKolbens auf 400 °C erhöht wird: Wegen der großen Kupferflächen wird die über die LötKolbenspitze zugeführte Wärme selbst bei einer 80-W-Station zu rasch abgeleitet und es gelingt kaum, das in einer Durchkontaktierung befindliche Lot soweit zu erhitzen, daß es dann mit der Saugpumpe entfernt werden kann, selbst wenn man darin sehr viel Übung hat und schnell ist. Dazu kommt, daß die Löcher in modernen Leiterplatten nur wenig größer sind als die Bauteilanschlüsse und der Luftstrom durch das Loch deshalb gering bleibt, falls es überhaupt gelingt, das darin befindliche Lot ganz zu verflüssigen. Es ist aus diesen Gründen ausgesprochen schwierig, in so einem Fall die Bauteilanschlüsse freizubekommen.

Es gibt noch eine weitere Ursache für ein schlechtes Ergebnis: Zur Verbesserung der Wärmeleitung ist es immer von Vorteil, zusätzlich ein wenig frisches Zinn mit Flußmittel auf die Lötstelle zu bringen. Verwendet man dazu bleihaltiges Lot, dann entsteht zusammen mit dem bereits vorhandenen bleifreien Lot eine Legierung mit völlig unbekanntem Eigenschaften. Im schlechtesten Fall schafft man auf diese Weise eine Legierung, die einen breiten Schmelzbereich hat und sich mit Kräften gegen die Saugpumpe wehrt, weil die Legierung teigig ist. Zu diesem Zweck sollte man deswegen konsequent nur Lot von derselben Art zugeben, wie es bereits auf der Lötstelle ist.

Mit der Lotsaugpumpe wird man also bei Mehrlagenleiterplatten nur fallweise zu einem Erfolg kommen.

Bleifrei Löten?

Auslöten mit der Vakuum-Entlötstation

Auch damit war das Ergebnis nicht viel besser als mit der Lotsaugpumpe. Die wahrscheinlichen Ursachen dafür sind:

- Die Benetzung der Lötspitzenmündung hat zu wünschen übrig gelassen. Schon bei Verwendung von bleihaltigem Lot muß sie von Zeit zu Zeit frisch verzinnt werden, damit sie wieder blank wird und der Wärmeübergang auf die Lötstelle richtig ist. Dabei könnte es sich allerdings auch um eine abnormale Eigenschaft der hier verwendeten Lötspitze handeln.
Bei bleifreiem Lot entstand an der Mündung der Lötspitze alsbald eine Oxidschicht, die recht schwer wegzubekommen ist und den Wärmetransport unterbindet.
- Wegen des um 35 °C höheren Schmelzpunktes verklumpt das Lot im Kanal zwischen Lötspitze und dem Glasbehälter, in dem das abgesaugte Lot gesammelt wird, sehr rasch und blockiert damit die Saugwirkung. Selbst wenn der Kolben auf die höchste Temperatur eingestellt ist, schmilzt dieses Lot im Kanal nicht auf. Der Kanal muß zu diesem Zweck immer wieder nach der Bearbeitung einiger Lötungen mit dem Heißluftgebläse zusätzlich angewärmt werden – eine umständliche Prozedur.

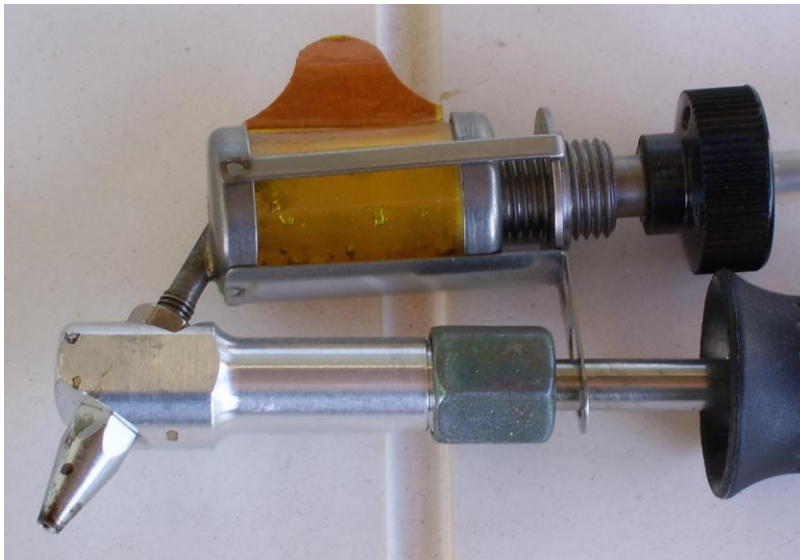


Abb. 3: Der Kopf des Entlötkolbens

Diese wenig erfreulichen Erfahrungen müssen jedoch nicht für alle Vakuum-Entlötstationen Geltung haben.

Bei der gegenständlichen ließe sich der zuletzt genannte Mangel vielleicht beheben, wenn das Verbindungsstück zwischen dem Kopf des Kolbens und dem Sammelbehälter die Wärme besser leitet. Allerdings wird dann im Bereich des Sammelbehälters mehr Wärme abgestrahlt und damit nimmt die maximal erreichbare Temperatur ab.

Auslöten mit dem Heißluftgebläse

So befremdlich es auch klingen mag, zum Zweck des Lötens ein Gerät mit einer Leistung in der Größenordnung von 2 kW einzusetzen, bei genauerer Betrachtung und richtiger Anwendung kommt die Methode jener am nächsten, die auch bei der Produktion von elektronischen Baugruppen eingesetzt wird:

- Die Leiterplatte wird vergleichsweise großflächig erwärmt, wodurch weniger mechanische Spannungen in ihr entstehen als bei der Verwendung eines LötKolbens. Somit wird die Leiterplatte geschont.
- Die Temperatur ist bei richtiger Anwendung niedriger als bei der Verwendung eines LötKolbens, denn diesen muß man auf die höchstmögliche Temperatur einstellen, um das Lot aufschmelzen zu können. Dabei ist eine örtliche Überhitzung nicht auszuschließen.
- Die Anschlüsse von vielpoligen Bauteilen werden annähernd gleichmäßig erwärmt, dadurch fällt das Abheben des Bauteils von der Leiterplatte leicht
- Der Vorgang ist in vergleichsweise kurzer Zeit erledigt

Die drei Versuchsbaugruppen wurden mit Heißluftgebläse und Pinzette mehr oder weniger ‚abgeräumt‘, um herauszufinden, wie weit diese Methode auch bei bleifreien Baugruppen anwendbar ist.

Das Entfernen von Bauteilen aus einer Leiterplatte funktioniert im Prinzip genauso gut wie vorher, denn sie sind ja für die zum Auslöten erforderliche Temperatur geeignet. Bei bedrahteten Bauteilen wärmt man von der Lötseite her an und prüft vorsichtig, ob sich das Bauteil schon bewegen läßt. Sobald das Lot den

Bleifrei Löten?

flüssigen Zustand erreicht, zieht man das Bauteil mit der Pinzette aus den Löchern. Auf diese Weise bleibt die Temperatur des eigentlichen Bauteils ganz wesentlich unter der Löttemperatur. Auch Elektrolytkondensatoren und mit Kunststoff ummantelte ungepolte Kondensatoren, die von allen Bauteilen am empfindlichsten auf Hitze reagieren, können so mit einiger Übung unbeschadet ausgebaut werden.

Normale SMD-Bauteile wärmt man direkt an und zieht sie, sobald das Lot flüssig ist, mit der Pinzette ab. Schwieriger wird es bei Baugruppen, die auf einer Wellenlötmaschine hergestellt worden sind. Dann sind nämlich die auf der Lötseite aufgebrachten Bauteile festgeklebt, damit sie beim Lötvorgang auf ihrem Platz bleiben. In diesem Fall muß man ein wenig mehr erhitzen und dann das Bauteil durch leichtes Verdrehen mit der Pinzette vom Kleber lösen. Auch das funktioniert wie gewohnt.

Ein weiterer Sonderfall sind SMD-Module, die ein aufgelötetes metallisches Schutzgehäuse haben, wie z.B. VCOs: Die sollte man von der Rückseite her anwärmen, was ein wenig mehr Zeit in Anspruch nimmt, weil die Leiterplatte ja ganz durchgewärmt werden muß. Diese Vorgangsweise schont jedoch die Bauteile.

Es läßt sich leicht feststellen, ob die Arbeitsweise mit dem Heißluftgebläse richtig ist: Das Lot muß schmelzen, aber die Leiterplatte darf sich nicht verfärben und sie darf an der angewärmten Stelle auf keinen Fall Blasen werfen. Sonst hat nämlich der im Inneren der Leiterplatte durch zu große Hitze entstehende Dampfdruck die Schichten auseinandergetrieben („delaminiert“) und die Leiterplatte ist kaputt. Unter allen Umständen ist zu vermeiden, eine Leiterplatte soweit zu erhitzen, daß Brandspuren entstehen. Mit einem Abstand von zumindest 5 cm, besser etwas mehr, zwischen Düse und Leiterplatte sowie einer Einstellung des Temperaturreglers auf ca. 300 °C läßt sich der Auslötvorgang recht gut in den Griff bekommen. Um das richtige Gefühl für diese Arbeit zu bekommen, ist ausreichende Übung an Ausschaltleiterplatten vonnöten. Zusätzliche Hinweise sind unter [6] zu finden.

Eine Überhitzung der Leiterplatte ist auch für denjenigen, der auslötet, keinesfalls von Vorteil, denn die dabei freiwerdenden Dämpfe sind mit Sicherheit der Gesundheit abträglich. Also wirklich nur so weit anwärmen, wie das unbedingt notwendig ist!

Bleifreie Bauteile mit bleifreiem Lot verarbeiten

Bei den Versuchen kam 0,8-mm dickes Röhrenlot des Herstellers COOKSON mit der Bezeichnung ALPHA FLUITIN AS-SAC305 zum Einsatz, das einen Flußmittelanteil von 3,3 % in einem einzigen Kanal hat. Mangels dünnerem Lot wurden damit nur größere SMD-Bauteile und bedrahtete Bauteile verlötet. Abgesehen von der etwas höheren Temperatur waren keine Unterschiede zu einem Lötvorgang mit bleihaltigen Komponenten festzustellen. Allerdings hat es sich lediglich um neuerliches Einlöten der vorher entfernten Bauteile gehandelt, sodaß die Benetzungseigenschaft des Lotes nicht überprüfbar war. Die Lötstelle hat das typische Aussehen mit im Vergleich zu bleihaltigem Lot hellerer und weniger glatter Oberfläche.

Bleifreie Bauteile mit bleihaltigem Lot verarbeiten

Die Versuche haben ergeben, daß sich diese Bauteile einwandfrei verarbeiten und auch wieder unbeschädigt entfernen lassen – ein wichtiger Gesichtspunkt bei einem Versuchsaufbau. Solange keine Erfahrungen vorliegen, die das Gegenteil beweisen, scheint diese Variante für den Hobbyelektroniker die sinnvollste zu sein.

Gegen eine Wiederverarbeitung ausgelöteter bleifreier Komponenten mit bleihaltigem Lot spricht wenig, solange die Lote nicht vermischt werden und daraus eine schlecht verarbeitbare Legierung entsteht. Nachdem ausgebaute Komponenten ohnedies vor der weiteren Verarbeitung von Lotresten zu säubern sind, wird es dann kaum einen Unterschied machen, ob es sich um ein bleifreies oder um ein bleihaltiges Bauteil handelt.

Letztlich ist das nicht viel anders, als wenn man Messing, Eisen oder Kupfer lötet – auch dort treffen unterschiedliche Materialien aufeinander. Bei deren Verarbeitung liegt allerdings umfangreiche Langzeiterfahrung vor, die hinsichtlich der Lötung von bleifreien Komponenten mit bleihaltigem Lot in diesem Ausmaß derzeit noch nicht vorhanden ist.

Bleihaltige Bauteile mit bleifreiem Lot verarbeiten

Bleifrei Löten?

Im Zuge des Versuches wurden einige alte Widerstände, deren Anschlußdrähte schon sichtbar oxidiert waren, in die einseitige Hartpapier-Leiterplatte eingelötet. Das Ergebnis war durchaus befriedigend, denn die Benetzungsfähigkeit des bleifreien Lotes stand jener des bleihaltigen nicht merklich nach.

Reparaturen

Mit ein wenig Übung erkennt man leicht, ob im gegenständlichen Fall bleifreies oder bleihaltiges Lot verwendet worden ist.

Auch im Reparaturfall sollte man die Lote nicht mischen, weil sonst wiederum eine Legierung mit unbekannter Zusammensetzung entsteht. Die Verwendung derselben Art von Lot, mit der die Baugruppe gefertigt worden ist, bereitet allemal die wenigsten Sorgen. Kommt man nicht umhin, ein anderes Lot zu verwenden, dann ist die Lötstelle zumindest an der Oberfläche gründlich von altem Lot zu reinigen, bevor man das neue aufbringt.

Hin und wieder gelangt Lötzinn in den Handel, das keinen Schmelzpunkt, sondern einen verhältnismäßig breiten Schmelzbereich hat. Solches Lötzinn ist für unseren Zweck nicht gut geeignet, weil es insbesondere bei Reparaturen Anlaß zu Ärger gibt: Will man eine Lötstelle säubern, beispielsweise mit der Lotsaugpumpe, dann ist die Lötstelle nur sehr mühsam vom alten Zinn freizubekommen – das Lot ‚klebt‘ an der Lötstelle und ‚zieht Fäden‘. Die Ursache dafür ist der teigige Zustand, der in der kurzen Zeit eintritt, in der die Lötspitze von der Lötstelle entfernt und statt ihr die Saugpumpe hingebacht wird. Der Luftstrom der Saugpumpe tut dann noch ein übriges, um die Lötstelle abzukühlen und so das Lötzinn in den teigigen Zustand zu versetzen. Dem läßt sich nur entgegenwirken, indem man die Temperatur erhöht und die Saugpumpe rascher betätigt. Beides ist jedoch nur innerhalb vergleichsweise enger Grenzen möglich.

Alle renommierten Hersteller geben auf der Spule oder der Verpackung für das Lot die genaue Zusammensetzung an. Man sollte beim Kauf prüfen, ob man auch das gewünschte Produkt in der Hand hält.

Zusammenfassung

Der Lötvorgang ist mit den bleifreien Materialien nicht wesentlich anders als mit herkömmlichem Lot, die Beanspruchung der Leiterplatte ist wegen der höheren Temperatur allerdings größer.

Die drei für die Lötversuche verwendeten Leiterplatten haben die Prozeduren allem Anschein nach völlig unbeschadet überstanden. Die richtige Anwendung eines Heißluftgebläses eröffnet in jenen Fällen, wo alle anderen Methoden versagen, weitere Möglichkeiten.

Wir sollten nur Lötzinn verwenden, bei dem Liquidus und Solidus möglichst beieinander liegen. Das ist bei Markenlötzinn in der Regel der Fall.

Helmut, OE5GPL

Verweise und Quellen:

- [1] Wikipedia, Erklärung des Begriffes RoHS: <http://de.wikipedia.org/wiki/RoHS>
- [2] BALVER ZINN Josef Jost GmbH & Co. KG, Internetseite, Downloads/Bleifrei, RoHS-deutsch: <http://www.balverzinn.com/deutsch/downloads.php#>
- [3] Fraunhofer-Institut, Arbeitskreis Bleifreie Verbindungstechnik in der Elektronik: <http://ak-bleifrei.izm.fraunhofer.de/servlet/is/1/>
- [4] Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V. (ZVEI), Bleifreies Löten: Materialien, Komponenten, Prozesse; <http://www.zvei.de/index.php?id=1174>

Bleifrei Löten?

- [5] Elektronik Produktion und Prüftechnik (EPP), Fachzeitschrift für alle Bereiche der Fertigung in der Elektronik-Industrie: Diverse Beiträge.
- [6] OAFV-HomePage, TECHNIK/WERKSTATT/TIPPS, Bauteile mit der Heißluftpistole auslöten:
<http://www.oe5.oevsv.at/opencms/Technik/>