**Wie lässt sich zwischen Wellenlöten, selektivem Löten und Reflow-Löten unterscheiden?**

# Löten ist nicht gleich Löten …

Hadimec kann auf eine 33-jährige Geschichte zurückblicken und hat laufend in Produktions- und Test-Equipment investiert. Insbesondere in den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass die Bauteile immer kleiner werden, die Anschlüsse wie LGA, BGA, uBGA und Fine Pitch nun zum Standard gehören. Dazu werden hochpräzise Lötautomaten benötigt, damit sich alle Komponenten schon beim ersten Durchlauf nach ISO IPC 610, Class II und auf Verlangen Class III, löten lassen und so bei der Sichtkontrolle (AOI) nicht durchfallen.

» *Jacques Sutter, Adi Scheichl*

Wie unterscheiden zwischen Wellenlöten, Selektiv Löten und Reflow Löten?

**Das THT Löten – «through-hole-technology»**

Die sogenannte Durchsteckmontage, kurz: THT, die im englischen Sprachgebrauch «through-hole technology» genannt wird, bezeichnet eine Verbindungs- und Aufbautechnik von Montageweisen mit bedrahteten Bauelementen in elektronischen Gerätschaften.

Im Vergleich zur Oberflächenmontage (SMT), englisch «surface-mounting technology», ist die Durchsteckmontage dadurch geprägt, dass grundsätzlich alle Bauelemente Drahtanschlüsse haben. Diese werden deswegen auch «bedrahtete Bauelemente» genannt.

Bei der Montage durch Kontaktlöcher werden sie in die Leiterplatte gesteckt und anschliessend dank konventionellem Handlöten, Wellenlöten oder auch Selektivlöten, mit den Leiterbahnen verbunden.

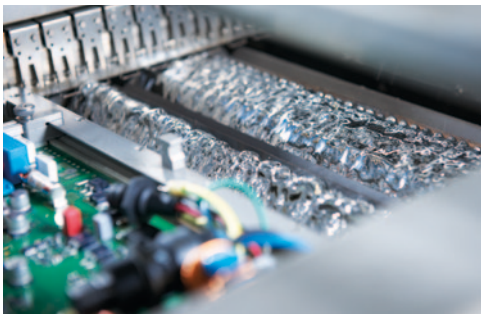
Bei konventionellen Leiterplattenbestückungen werden sogenannte Dual-Inline-Gehäuse mit dem speziellen Rastermass von 2,54 Millimeter eingesetzt.

Dieses Rastermass, das umgangssprachlich auch «Pitch» genannt wird, ist der absolute Mittenabstand von zwei Anschlussbeinchen eines Bauelements. Dank des Einsatzes der SMD-Technologie wird auf die Kontaktlöcher zum Löten der Bauelemente verzichtet. Allerdings nicht gänzlich auf Bohrungen in den Leiterplatten, weil diese Bohrungen zum Durchkontaktieren zu den jeweiligen elektrischen Verbindungen über mehrere Lagen noch benötigt werden.

Damit kann eine wesentlich höhere Bauteildichte auf der Leiterplatte erreicht werden. Zudem lässt sich dadurch eine Reduzierung der Herstellungsschritte generieren, was letztlich tieferen Herstellungskosten zugutekommt.

**Die Einsatzbereiche:**

- Elektronik
- Leistungselektronik (Hierbei werden stetig bedrahtete Bauelemente verwendet)
- Handgearbeitete Geräte



Hadimec AG

*Powerflow Vario-Wave-Lötdüse.*

*Diese Wellenlötanlage mit Air- und N2- Tunnel und pulsierende Doppelwelle steht bei Hadimec AG.*

Hadimec AG

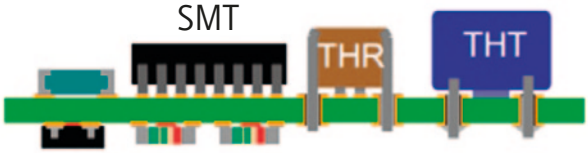



*Abb. 3: Skizze von Kombinationen diverser Löttechniken.*

Hadimec AG

Hadimec AG

*«Best in Class» – Die Selektivlötanlage vom Weltmarktführer steht bei der Hadimec AG.*

Geräte, welche durch Handwerker oder Hobby-Elektroniker per Hand gelötet werden, wurden zumeist mit bedrahteten Bauteilen ausgestattet, da sie leichter handzuhaben sind. So fixieren sie sich beispielsweise selbst während der Lötarbeiten in der Leiterplatte.

Heute sind reine THT-Bestückungen rückläufig, auch bei Hadimec. Meist ist SMD-Bestückung an ihre Stelle getreten. Für einige Bauelemente – zum Beispiel grosse Kondensatoren, Spulen oder Stecker und Schalter – ist THT nach wie vor unverzichtbar. (Abb. 3)

## Selektives Löten

Nach der Bestückung der THT-Bauteile wird auf die Lötstellen der Leiterplatte im ersten Schritt Flussmittel aufgetragen. Das Flussmittel ist erforderlich, um eventuell vorhandene Oberflächenoxide der Fügepartner zu entfernen und beim Löten eine sichere Benetzung des Lotes zu gewährleisten. Der Flussmittelauftrag erfolgt über einen oder mehrere Sprühköpfe, die das Flussmittel punktuell selektiv an den Stellen auftragen, an denen auch tatsächlich gelötet wird. Die Herausforderung besteht darin, Flussmittel von nicht zu lötenden Stellen fernzuhalten, um angrenzende Bereiche nicht unnötig mit Flussmittel zu kontaminieren.

Die Genauigkeit wird durch Multi-Drop-Fluxköpfe sichergestellt. Sie zerstäuben das Flussmittel nicht, sondern tragen es in kleinen Tropfen auf die Lötstelle auf. Die Multi-Drop-Köpfe stammen ursprünglich aus der industriellen Tintenstrahl-Drucktechnik. Die Köpfe sind auf ein x/y-Achssystem montiert, dessen Bewegung über Servoantriebe und eine CNC-Steuerung erfolgt. So wird einerseits sichergestellt, dass ausschliesslich gewünschte Stellen benetzt werden – andererseits wird kontrolliert, dass immer ausreichend Flussmittel an den Lötstellen ankommt. Der ganze Prozess ist über den Ersa CAD-Assistenten programmierbar, der Flussmittelauftrag wird dauernd durch Laserlichtschranken überwacht.

### Prozess-Parameter:

- Auswahl des Düsendurchmessers nach Lötstellengeometrie, naheliegendem Bauteilabstand, Bauteilanschlusshöhe und benetzbare Düsen
- Löttemperatur: Soll- oder Istwert am durchkontaktierten Teil
- Kontaktzeit
- Vorwärmen
- Flussmitteltyp No-Clean, organisch; Flussmittelverfahren (Spray oder Dropjet)
- Löten: Drag-, Dip- oder Angle-Methode

### Design:

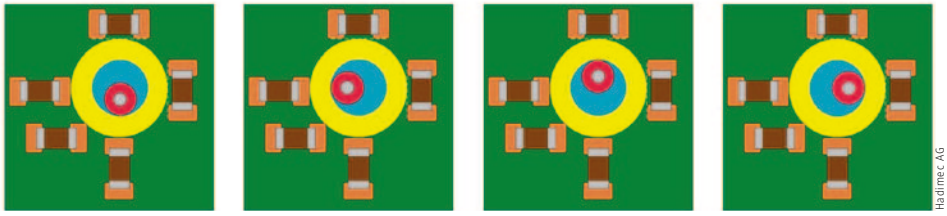
- Temperaturanforderung (für Lötteil) und Komponentenauswahl
- SMD-Durchgangsloch-Komponentenabstand in der Nähe
- Verhältnis von Bauteilstiftdurchmesser zu plattiertem Durchgangsloch through
- Bauteilleitungslänge
- Thermische Entkopplung
- Lötmaskierung (grüne Maskierung) Abstand vom Bauteilpad Selektivlöten

### Minimalanforderung:

- Durchmesser der Sperrfläche (gelb) beträgt 5 mm
- Durchmesser der Lötfläche (blau) beträgt 5 mm
- Durchmesser des Pads (rot) z.B. 1.2 mm
- Ist das Pad kleiner als die Lötfläche, kann die Lötstelle innerhalb der Lötfläche frei positioniert werden.

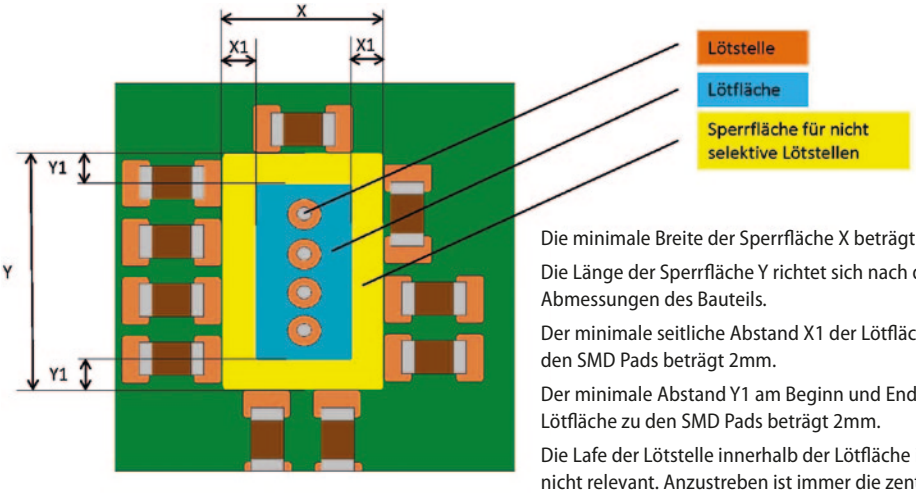
## THR löten – die THT-Reflow-Technologie

Im Zeitalter der SMD-Bestückung durch Be-



Hadimec AG

*Anzustreben ist die zentrische Anordnung innerhalb der Lötfläche.*




Die minimale Breite der Sperrfläche X beträgt 6mm.

Die Länge der Sperrfläche Y richtet sich nach den Abmessungen des Bauteils.

Der minimale seitliche Abstand X1 der Lötfläche zu den SMD Pads beträgt 2mm.

Der minimale Abstand Y1 am Beginn und Ender der Lötfläche zu den SMD Pads beträgt 2mm.

Die Lafe der Lötstelle innerhalb der Lötfläche ist nicht relevant. Anzustreben ist immer die zentrische Positionierung.

stückungsautomaten und automatisierten Lötprozessen werden inzwischen Steckverbindungen dem Reflow-Lötverfahren zugänglich gemacht. Die Through-Hole-Reflow-Technologie (THR) wurde in diesem Zusammenhang entwickelt. Hierbei wird ein Through-Hole-Bauelement produziert für eine automatische Bestückung und eine besonders hohe thermische Belastung im Reflow-Ofen.

Die Montagetechnik Through-Hole-Reflow-Löten (THR) kombiniert die mechanisch und thermische besonders stabilen Lötverbindungen der Durchstecktechnik mit den effizient automatisierbaren Fertigungsabläufen der Oberflächenmontage.

## Vorteile

- Reproduzierbar hohe Prozessqualität dank hohem Automatisierungsgrad
- Durchstecktechnik gewährleistet eine hohe mechanische Stabilität der Anschlusskomponente
- Hohe Prozesseffizienz durch Verarbeitung von THR- und SMD-Komponenten in einem Verfahren

## Grundlagen

Bei der THR-Montage wird in die zu bestückenden Bohrlöcher der Leiterplatte mittels Schablonendruck eine Lotpaste aus Flussmittel und Lotkugeln eingebracht. In seltenen Fällen werden zusätzliche Lotdepots in Form von Formteilen oder durch Dispenser eingesetzt.

## Das Pin-in-Paste-Prinzip

Der Pasten-Füllgrad muss gemäss IPC-Spezifikation mindestens 75 Prozent betragen. Somit ist eine ausreichende Menge Lotpastenmenge aufzutragen. Zur Ergänzung der Lotpastenmenge kann an kritischen Stellen eine zusätzliche Bestückung von Lot-Preforms vorgesehen werden.

Um Materialschäden durch unterschiedliche Ausdehnungskoeffizienten der einzelnen Bauteile zu vermeiden, wird die gesamte Baugruppe langsam auf etwa +150 °C erwärmt. Anschliessend wird die Baugruppe zügig auf eine Temperatur über der spezifischen Lotschmelztemperatur erhitzt. Erst jetzt folgt der eigentliche Lötvorgang bei Temperaturen von bis zu +260 °C über 20 Sekunden bis zu 30 Sekunden.

Das Lot schmilzt, zieht sich aufgrund des Kapillareffekts entlang der Stiftflanken in die Bohrung und füllt die Bohrlöcher vollständig auf. Beim abschliessenden Auskühlen der Baugruppe entstehen sichere und dauerhafte Verbindungen zwischen den zu lötenden Stiftoberflächen und den metallisierten Bohrlöchern der Leiterplatte. «

**Quellen**

Wikipedia, ERSA, Erni

**Infoservice**
Hadimec AG
Alte Bruggerstr. 32, 5506 Mägenwil
Tel. 062 889 86 00, Fax 062 889 86 10
info@hadimec.com, www.hadimec.com