

## Kondensations-Löten für jedermann

Kondensations-Löten, auch bekannt als "Dampf"-Phase-Löten ist eine bekannte Technik, die seit Anfang der 80er Jahre in der SMD-Technik häufig angewendet wird.

Leider hatten die Schadstoffe des Wärme-Übertragungsmediums in jenen Tagen erhebliche Auswirkungen auf Gesundheit und Umwelt.

Infolgedessen hatte das Kondensations-Löten an Popularität eingebüßt und das Infrarot-Löten wurde zum Löt-Standard.

Mit der Anwendung von Perfluorpolyeter \* ist das Kondensations-Löten als Alternative zum Infrarot "Reflow"-Löten wiederentdeckt worden.

Perfluorpolyeter \* wird von der Firma Solvay Solexis unter dem Namen "Galden" vermarktet.

Im Lötprozess in einem geschlossenen Raum wird Perfluorpolyeter als chemisch inerte und elektrisch neutrale Flüssigkeit auf ihren Siedepunkt erhitzt und so als Wärme-Übertragungsmedium verwendet.

Bei ständigem Erhitzen entsteht über der Flüssigkeit eine gesättigte Dampfkonzentration mit derselben Temperatur wie die siedende Flüssigkeit.

Werden bestückte Leiterplatten in diesen Raum gebracht, wird der Dampf an der Oberfläche der Platine kondensieren, weil sie eine niedrigere Temperatur hat als der kondensierende Dampf.

Verbleibt die Leiterplatte im Dampf, so steigt ihre Temperatur so lange an, bis die gesamte Oberfläche dieselbe Temperatur wie der Dampf hat.

Kondensierte Flüssigkeit wird dabei wieder in Dampf umgewandelt.

Dies entspricht dem gleichen Prinzip, wenn ein Brillenträger aus der Kälte draußen einen warmen Raum betritt: zuerst beschlagen die Brillengläser mit Kondenswasser-Tropfen, die dann allmählich wieder verdunsten.

Da die Lot-Legierungen eine niedrigere Schmelztemperatur haben als die Temperatur des Dampfes beginnen sie zu schmelzen.

Kühlt das Medium wieder ab, erhärtet das Lot und die fertig gelöteten Leiterplatten können aus dem Prozessraum entfernt werden.

Kondensations-Löten gibt es jetzt für jedermann.

## Kondensations-Löten für jedermann

Perfluorpolyeter \* sind flüssige Polymere, die ausschließlich aus Kohlenstoff (C), Fluor (F) und Sauerstoff (O) Atomen aufgebaut sind.

Die Verbindungen der Moleküle sind sehr stabil. Sie gehören zu den stabilsten Verbindungen im Bereich der Kohlenstoffverbindungen.

Merkmale:

- Hohe Temperaturbeständigkeit
- Unter normalen Umständen inert gegen alle Chemikalien; reagiert nicht mit Säuren, Laugen oder starken Oxidanzien (Substanzen, die eine Oxidation verursachen).
- Verträglich mit allen bekannten Kunststoffen, Metallen und Elastomeren
- Beständig gegen hoch reaktive Chemikalien
- Bietet resistente Verbindungen gegen chemische und thermische Belastungen
- Gute dielektrische Eigenschaften
- Niedriger Dampfdruck
- Kein Flammpunkt
- Hohe Dampfdichte
- Hervorragender Wärmedurchgangskoeffizient
- Niedrige Oberflächenspannung
- Gute Benetzungseigenschaften (Film Adhäsion)
- Keine Freisetzung von Schadstoffen
- Keine chemische Aktivität (Perfluoriert, d.h. keine freien H- oder Cl-Atome)
- Als Wärme-Übertragungsmedium bleibt Galden unter normalem atmosphärischem Druck thermisch stabil
- Die Ozonschicht wird nicht geschädigt

Warum Kondensations-Löten?

Um heutzutage die neuen Generationen von komplexen BGA, FPGA und anderen SMD-Bauteilen löten zu können, ist Kondensations-Löten die einzige Methode, mit der man relativ einfach, auch der Amateur und Hobbyelektroniker, solche Komponenten PERFECT auf Leiterplatten löten kann.

Außerdem gelingt es mit der Unterstützung einfacher Tools ohne Schaden zentrale Komponenten wie FPGAs wieder zu entlöten.

Platinen mit SMD-Komponenten sind/werden aktuell meistens in einem Infrarot-Ofen gelötet, möglicherweise mit Stickstoff als Schutzgas gegen Oxidieren (Reflow-Verfahren).

Bei der Einführung des bleifreien Lötens wurde festgestellt, dass insbesondere das Reflow-Verfahren sensibel ist für das Auftreten von Mängeln bei der Verbindung zwischen Komponenten und Leiterplatte.

Zudem sind die Anforderungen an immer höhere Qualität und Zuverlässigkeit der Leiterplatten gestiegen.

Daher hat man nach besseren Lötmethoden gesucht. Dabei ist das "Dampfphase" Kondensations-Löten als Alternative zum Infrarot "Reflow"-Löten wiederentdeckt worden.

## Kondensations-Löten für jedermann

### Vorteile des Kondensations-Lötens

- Löten erfolgt in einem mit „Inertdampf“ gefüllten Raum. Daher kommt das Lötgut nicht mit Sauerstoff oder anderen Gasen in Kontakt.
- Ein zusätzlicher Gasschirm wie z. B. Stickstoff wird nicht mehr benötigt.
- Die Wärme-Übertragung erfolgt durch einen dünnen Flüssigkeitsfilm, welcher direkt und effektiver wirkt als Wärmestrahlung oder Heißluft. Dadurch wird ein extrem hoher Wirkungsgrad erreicht.
- Eine Überhitzung ist nicht möglich, da die Temperatur des Dampfes die der erhitzten Flüssigkeit nicht übersteigt.

### Die Vorteile auf einen Blick:

- Umweltfreundlicher Prozess
- Reproduzierbare Löt-Prozessbedingungen
- Keine Überhitzung von PCB und Komponenten
- Großflächige Erwärmung der Leiterplatte, unabhängig von der Form und der Art der Bedruckung
- Absolut gleichmäßige Erwärmung der Leiterstruktur
- Der Kondensations-Dampf bewirkt, dass ein dünner Flüssigkeitsfilm auch in die kleinsten Öffnungen dringt
- Dies führt zu zuverlässigen Lötstellen auch unter Komponenten wie BGA und FPGA
- Gut reproduzierbare Temperaturverläufe
- Keine Oxidationen
- Keine Schutzgas erforderlich
- keine arbeitsintensiven Verfahren zur Bestimmung von gewünschten Temperatur-Profilen

## Kondensations-Löten für jedermann

Das Kondensations-Reflow-Löten ist ideal für das Löten von Prototypen und kleineren Produktionsserien oder Chargen mit hohen Qualitätsanforderungen.

Es ist daher sehr interessant für Hobbyelektroniker, professionelle Kleinserienhersteller und Funkamateure. Schäden beim Löten von Prototypen mit teuren High-End- und hoch zuverlässigen, komplexen Bauteilen können weitgehend vermieden werden.

Der Preis für eine kleine professionelle Kondensations-Reflow-Maschine liegt derzeit allerdings zwischen 6.000 und 18.000 Euro.

Eine Wasserkühlung der Anlage sollte vorgesehen werden. Das ist ein gewisser Nachteil, wenn ein solches Gerät am Arbeitsplatz oder in der Werkstatt aufgestellt werden soll.

Eine Kondensations-Reflow-Maschine ist generell sehr einfach im Aufbau.

Beruflich habe ich Erfahrung mit verschiedenen Typen von Labor-Batch-Maschinen. Ebenso mit großen Vapor-Phase-Reflow-Maschinen aus den frühen 1980er Jahren. So ist es mir möglich, Wissen und Erfahrung mit solchen Anlagen zu vermitteln!

In der Vergangenheit wurde ich regelmäßig mit dem Löten von FPGA's und BGA's im Rahmen verschiedener SDR-Projekte der Kunden meines Unternehmens konfrontiert. Allerdings hatte ich zur Lösung dieser Aufgaben nicht die Absicht, mehrere tausend Euro zu investieren. Daher habe ich beschlossen, eine Kondensations-Reflow-Maschine selbst zu bauen: die DK4DDS Kondensations-IT.

Ein Eigenbau-Gerät kostet nur einen Bruchteil des Preises einer kommerziell verfügbaren professionellen Anlage. Selbstverständlich hängen die Kosten von der Komplexität und den maximalen Abmessungen der zu lötenden Platinen ab.

Die Ausführung, die ich mit Lift usw. aufgebaut habe kostete nur 400 Euro, allerdings mit viel Handarbeit und etlichen Tropfen Schweiß. Alle mechanischen Teile der Anlage bestehen aus Edelstahl, welches ich im Metallhandel erhalten habe. Weitere Teile wurden aus verschiedenen Materialien hergestellt; dazu wurden elektronische Bauteilen aus dem Versandhandel, ja sogar aus der Bastelkiste und von Bekannten ergänzt.

Der Bau einer sehr einfachen Eigenbau-Ausführung für eine Leiterplattengröße bis 100 mm x 160 mm ist ebenfalls möglich; die Kosten bleiben dann unter 140 €.

## Kondensations-Löten für jedermann

Die DK4DDS Kondensations-IT Löteinrichtung ist einsetzbar für:

- Löten von Einzelstücken und geringen Stückzahlen von SMD-Platinen
- Sicheres und qualitativ hochwertiges (bleifrei) Löten von SMD-Prototypen-Leiterplatten
- Qualitätskontrolle von Leiterplatten und Lotpasten
- Reparatur von Lötstellen und Entlöten von großflächigen SMD-Komponenten

Funktion und Ablauf des DK4DDS Kondensations-IT-Lötprozesses:

1. Öffnen der Abdeckung des Systems und Einsetzen des zu lötenden Werkstücks
2. Schließen der Abdeckung und Verriegeln.
3. Hauptschalter einschalten.
4. Durch Betätigen des Druckschalters fährt der Werkstückträger in die unterste Position. Dort stoppt er automatisch.
5. Gewünschte Leistung mit der HI/LO-Schalter auf dem Bedienfeld wählen.
6. Start-Schalter drücken, um den "Reflow-Prozess" zu starten.
7. System erwärmt die der "Wärmeübertragung" dienende Flüssigkeit auf ihren Siedepunkt.
8. Eine Oxidation ist ausgeschlossen, da der Dampf chemisch inert ist. Die Werkstückoberfläche wird so lange erhitzt bis die Temperatur der kochenden Flüssigkeit und damit des Dampfes erreicht ist. Die Dampftemperatur wird durch die Siedetemperatur der Flüssigkeit bestimmt und nicht überschritten.
9. Nach Erreichen der Endtemperatur (=Dampf-Temperatur) steigt solange Dampf auf, bis die entstehende Dampfschicht die Temperatur des Sensors erreicht hat. Dann schaltet die Sensor Elektronik die Heizelemente aus.
10. Ventilatoren starten und beginnen die Außenwände und die Unterseite des Prozessraums und des Galdens zu kühlen. Dampf und Dampfschicht verschwinden. Das verbleibende Kondensat auf dem Lötgut verdampft durch die Eigenwärme des Lötguts
11. Eine LED signalisiert das Ende des Kühlprozesses. Drücken des Schalters lässt das Lötgut auf dem Werkstückhalter wieder nach oben fahren bis zum automatischen Stopp.
12. Jetzt kann der Deckel des Systems geöffnet und das fertige Lötgut entnommen werden.

Der gesamte Lötprozess dauert etwa 10 bis 15 Minuten. Dabei ist der Verbrauch von Galden minimal, vor allem wenn das Werkstück nach dem Löten ausreichend abgekühlt wird und der Deckel während des Vorgangs geschlossen bleibt.

In meiner Geräte-Ausführung ist ein Mikroschalter eingebaut, der das Gerät automatisch für den "Reflow-Prozess" startet, sobald der Deckel geschlossen wird.

Im Grund entstehen keine schädlichen Dämpfe während des Löt-Prozesses, lediglich die Dämpfe der Lötpaste sind feststellbar.

Technische Spezifikationen:

- Länge 450 mm
- Breite 395 mm
- Höhe 460 mm
- Gewicht 25 k
- Max. Werkstück-Abmessungen: Doppeltes Euro-Kartenformat
- Mindestmediumfüllung: ca. 1 kg
- Anschlussspannung: 230 V/50 Hz

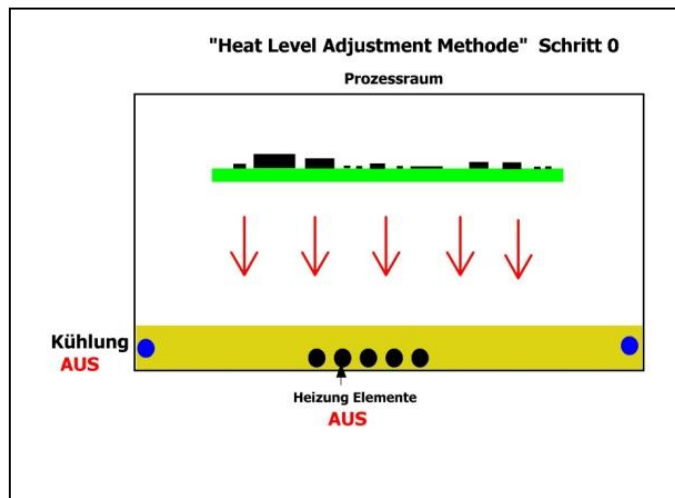
Gildehaus: Montag, 23. Februar 2015,

Autor: Marc van Stralen DK4DDS

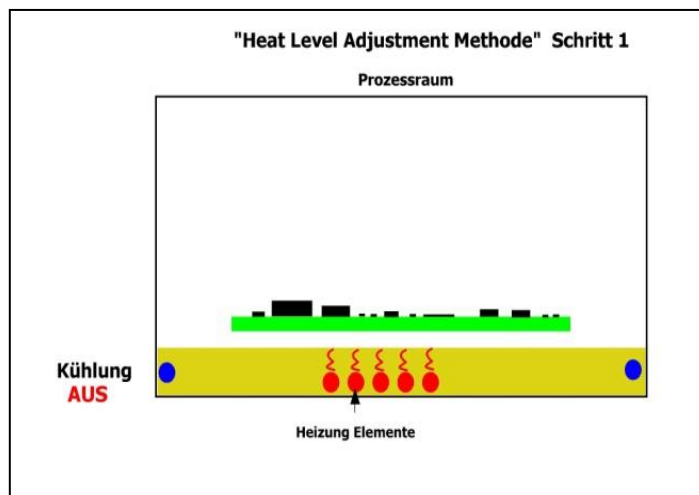
- Anschlussleistung: 2 kVA
- Prozess-Zykluszeit: ca. 10 Minuten
- Kein Kühlwasser erforderlich, da Luft-Zwangskühlung

Bei ausreichendem Interesse kann das für das Löten erforderliche Geld in kleinen Mengen über DK4DDS bezogen werden.

## Kondensationslöten – Das "Heat Level adjustment " Verfahren

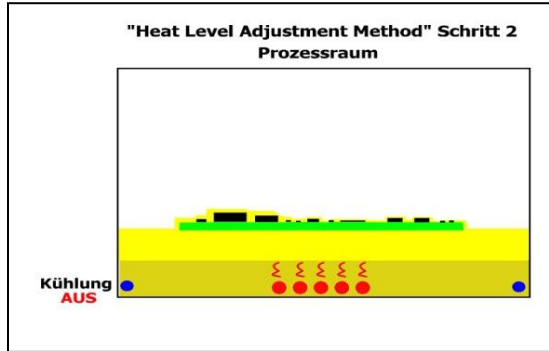


- Baugruppe fährt nach unten im Prozessraum

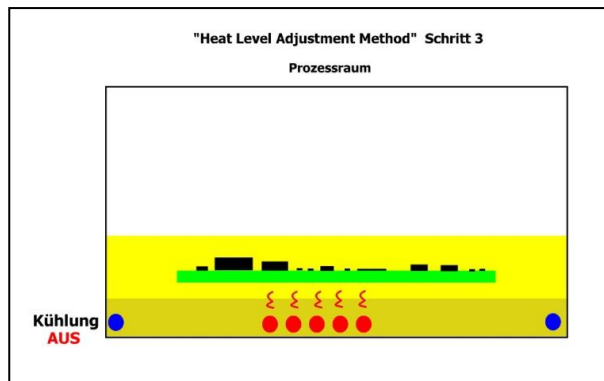


- Prozessflüssigkeit wird bis zu ihrem Siedepunkt aufgeheizt (z.B. 230C für bleifreie Anwendungen)
- Siedepunkt ist zugleich die Prozesstemperatur

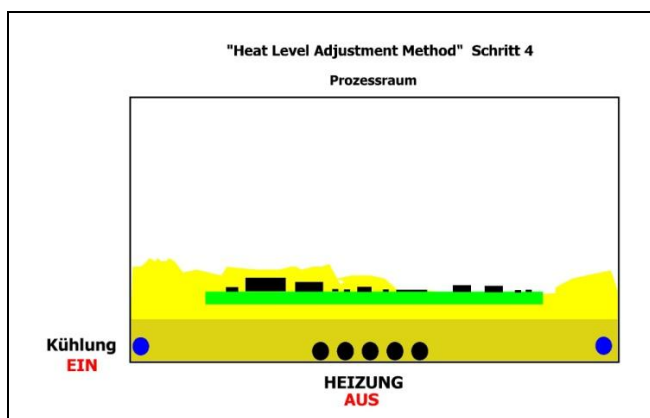
## Kondensationslötten – Das "Heat Level adjustment " Verfahren



- Energiezufuhr erzeugt Dampf
- Dampfzone baut sich auf
- Dampftemperatur entspricht Siedetemperatur der Prozessflüssigkeit
- Lötprozess kann beginnen
- Dampf kondensiert auf der Baugruppe und bildet einen geschlossenen Flüssigkeitsfilm um die gesamte Baugruppe
- Dampfzone stabilisiert sich auf Höhe der Baugruppe



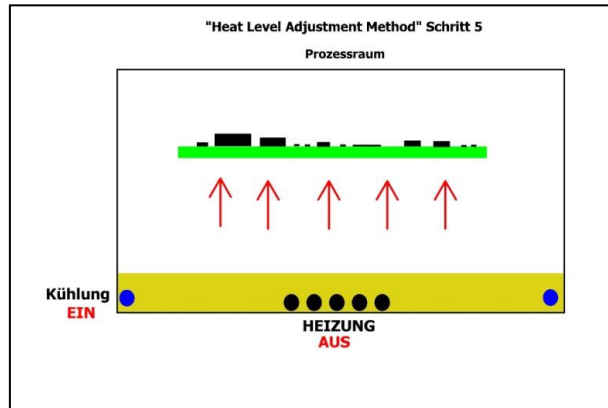
- Baugruppe erwärmt sich bis zur Dampftemperatur
- Kondensation stoppt automatisch und Dampfzone steigt wieder an



- Lötvorgang ist beendet
- Baugruppe fährt aus der Dampfzone heraus
- Prozessflüssigkeit dampft sofort vollständig ab



## Kondensationslötén – Das "Heat Level adjustment" Verfahren



- trockene Baugruppe fährt nach oben

