



IMDES

Creative Solutions

Kondensations-Reflowlötten

für

jedermann

Marc van Stralen

info@imdes.de
+49(0)5924-997337

www.imdes.de

Schulstraße 21
D-48455 Bad Bentheim
Germany

Professionelle Leiterplatten Bestückung

Der Leiterplatten-Bestückungsprozess

Technologien des Reflow-Lötens

Beim **Reflowlötens**

wird zuvor aufgebracht Lot ohne weitere Lotzugabe durch Aufschmelzen zum Lötens verwendet.

Mit dem **Konvektionslötens** und dem **Dampfphasenlötens**

stehen hierfür zwei völlig unterschiedliche Technologien zur Verfügung.

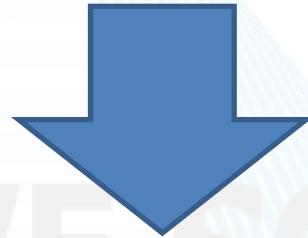
REFLOWLÖTEN

ist ein komplexer chemisch – physikalischer Prozess.

Bleifreies Reflowlöten



Höhere Löttemperaturen

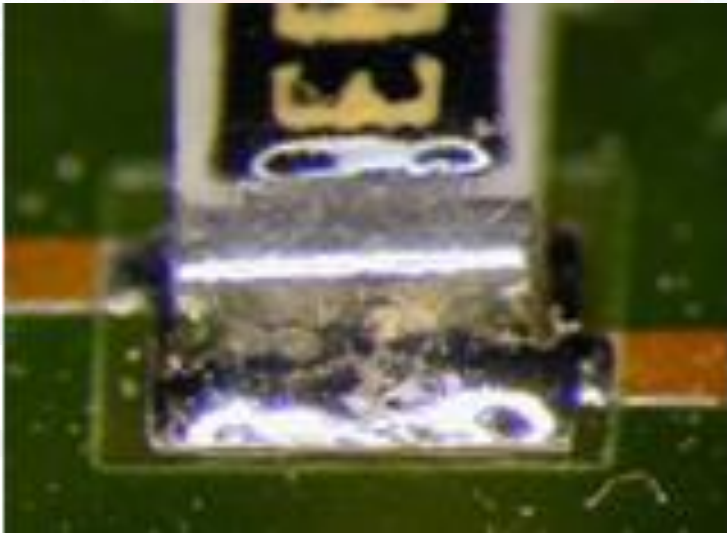


Reflow-Kondensationslöten ist die Lösung

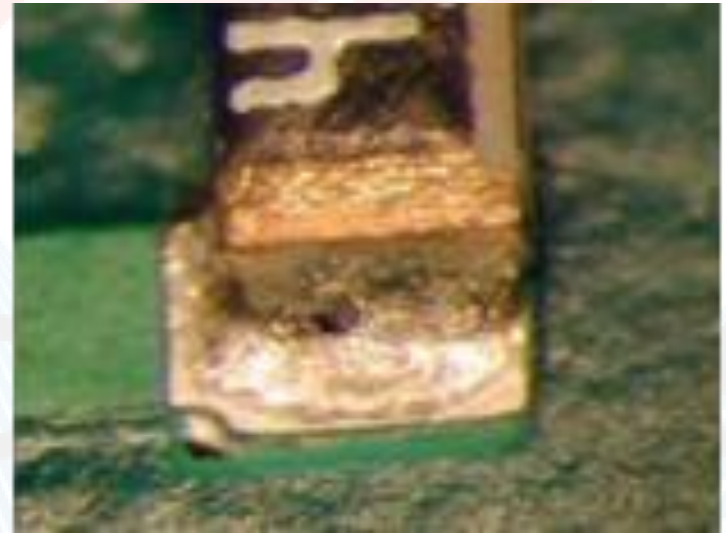
BLEIFREIES REFLOWLÖTEN

Unterschied zwischen:

- bleihaltigen Lötverbindungen
- bleifreien Lötverbindungen



bleihaltige Lötstelle



bleifreie Lötstelle

PROBLEME BEIM REFLOWLÖTEN

Bauteile werden immer kleiner und komplexer

- BGAs, FPGAs , GCB "stacked packages"



Komplexe Leiterplatten



Lötprobleme

- Tombstone-Effekt (Grabsteineffekt)
- Lötbrücken
- Lotperlen
- Wicking-Effekt (das Aufsteigen des geschmolzenen Lotes an den Bauelementanschlüssen).
- Mid-chipballing (Lotperlen mitten unter dem Bauelement)
- Lunkerbildung "Voids"
- Entnetzung "dewetting"
- Delaminierung des Substrates
- Komplexe Leiterplatten mit THT, SMD und "stacked packages"



Reflow-Kondensationslöten ist die Lösung

Lötfehler beim Reflowlöten

"Tombstoning"

Tombstone-Effekt (Grabsteineffekt)

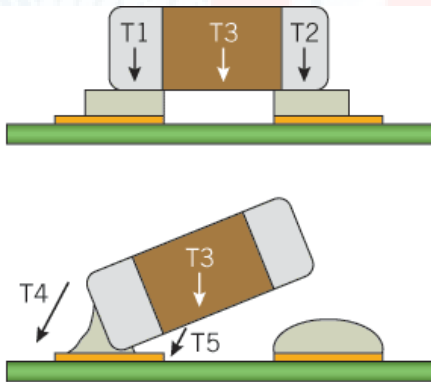


Fig. 1. With "tombstoning" only one side of a two-loaded chip component may be soldered to the target pad, but its other termination may not come in contact with the associated target pad. Photo courtesy of IPC-630

Unter dem Tombstone-Effekt versteht man:

dass kleine zweipolige Bauelemente (SMD-Kondensatoren und Widerstände) unter gewissen Umständen beim ungleichmäßigen Aufschmelzen der Lotpaste und der nun einseitig wirkenden Oberflächenspannung des Lotes aufstehen.

Lötfehler beim Reflowlöten

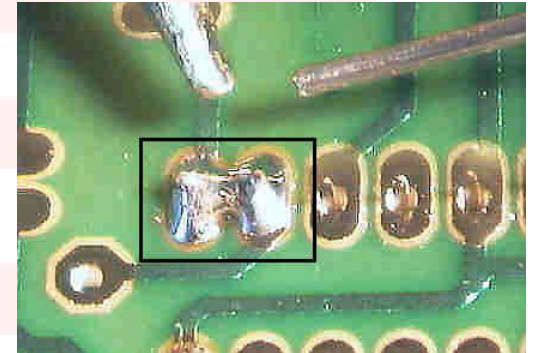
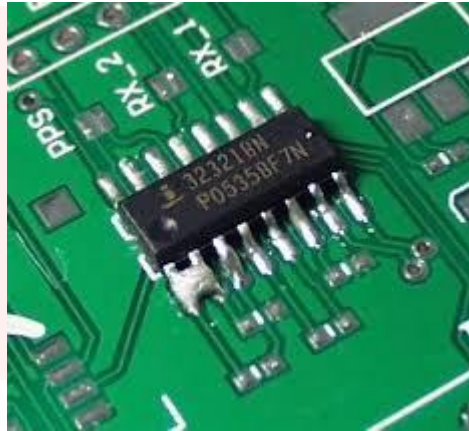
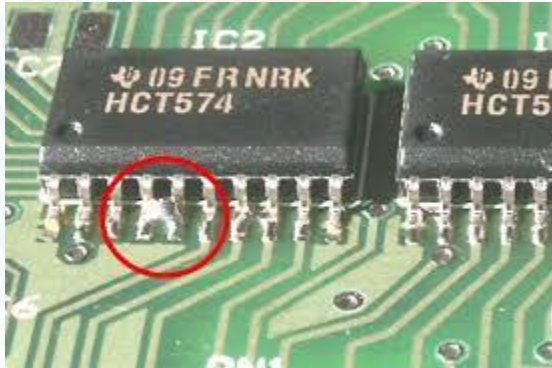
Tombstone-Effekt (Grabsteineffekt)

Die wichtigsten Gründe für ein Aufstehen der Bauelemente sind:

1. Das Layout der Leiterplatte ist nicht oder nur schlecht an die Bauteilgeometrie angepasst.
2. Es wird eine schlechte oder ungeeignete Lotpaste verwendet.
3. Der Lotpastendruck ist ungleichmäßig und/oder schlecht positioniert.
4. Die Lotpastendicke ist zu gering. (optimal ca. 0,15 mm Dicke)
5. Die Schablonengröße ist nicht reduziert. (optimal 10 % bis 20 % Reduktion)
6. Der Bestückungsversatz ist zu groß.
7. Die Metallisierung der Bauelemente und/oder der Anschluss pads ist ungenügend

Lötfehler beim Reflowlöten

“Lötbrücken”



Lötverbindungen zwischen Schaltungspunkten, die voneinander isoliert sein müssen

Ursache:

- Lotpastenauftrag zu groß.
- Verunreinigung des Lotes
- Layoutfehler / Mindestabstände
- Fehler in der Lötstopmmaske
- Lötparameter / Lötprofil



Lötfehler beim Reflowlöten

Lotperlen

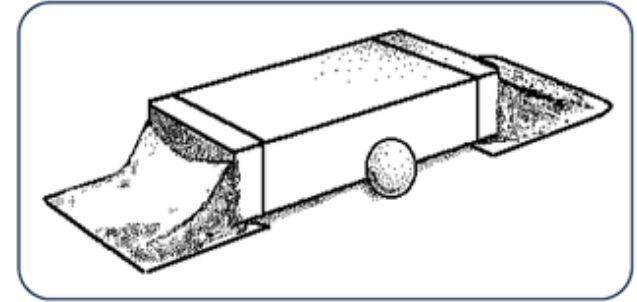


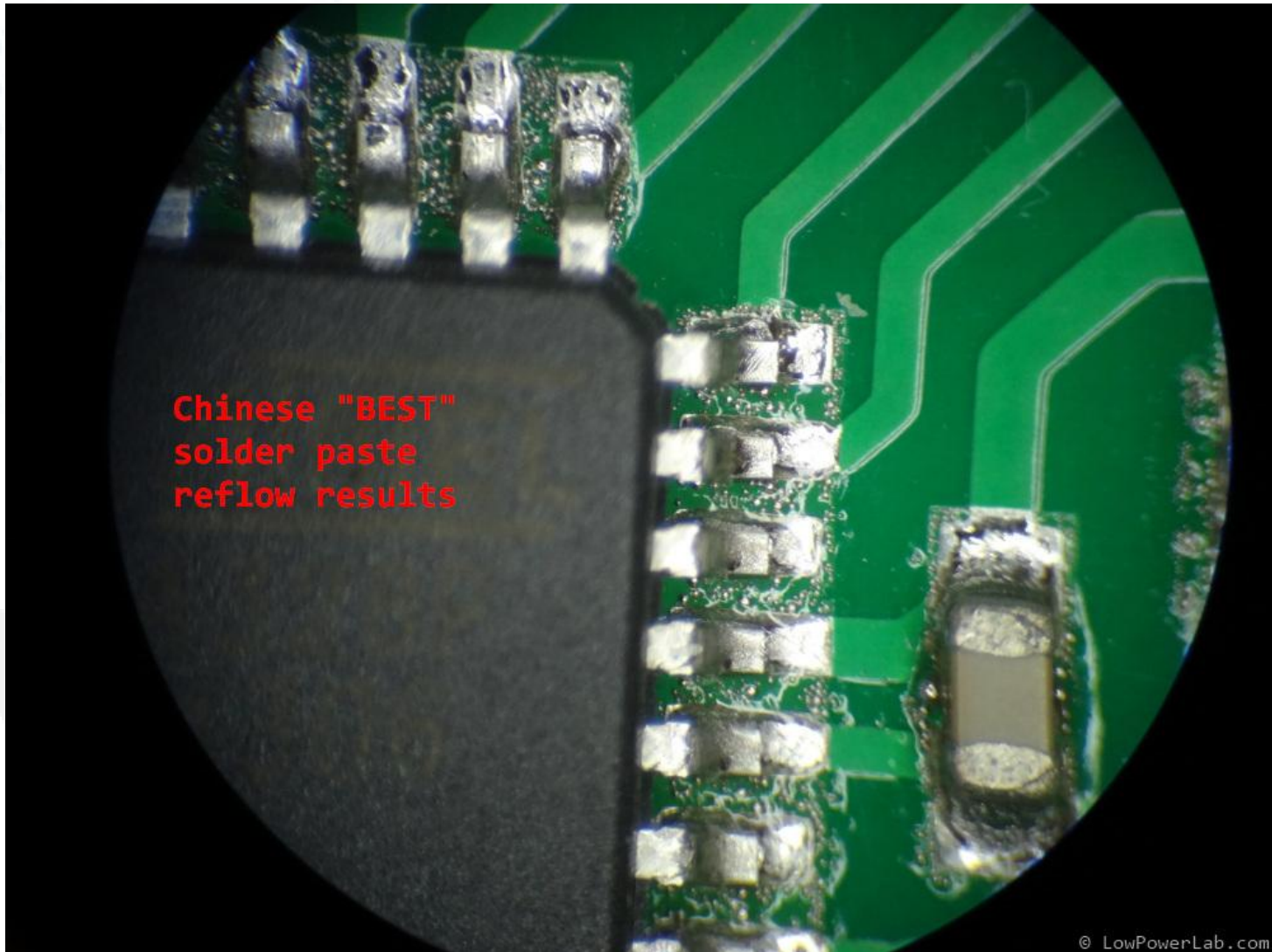
Figure 3-1

Beim Auftreten von Lotperlen können mehrere Fehlerquellen vorliegen:

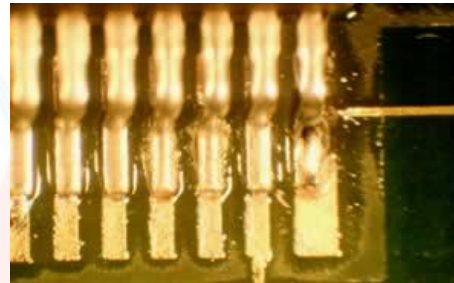
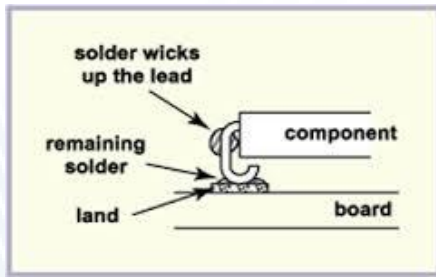
1. Der Temperaturgradient in der Vorheizung ist zu hoch, so dass das Lösemittel in der Paste schlagartig verdampft und Lotkugeln aus dem Druck der Paste herausreißt.
2. Der Pastendruck befindet sich auf dem Lötstopplack. (Falscher Druck oder Schablone zu groß. Gute Ergebnisse liefert ein um ca. 10 % bis 15 % reduzierter Pastendruck)
3. Die verwendete Lotpaste ist zu alt oder von schlechter oder nicht angepasster Qualität. Die Schablone oder das Sieb sind auf der Unterseite nicht sauber, so dass Pastenreste auf die Baugruppenoberfläche gelangen.
4. Durch eine schlechte Benetzbarkeit von Pad oder Bauelement erfolgt keine vollständige Benetzung. Ein Teil der Paste bleibt in Form von Kugeln auf der Baugruppe zurück.
5. Der Einpressdruck der Bauelemente in die Paste ist zu hoch.

Lötfehler beim Reflowlöten

Lotperlen



Lötfehler beim Reflowlöten "Wicking-Effekt"



Unter dem Wicking-Effekt versteht man:

Das Aufsteigen des geschmolzenen Lotes an den Bauelementbeinchen.
Es erfolgt **keine Lötverbindung** mit dem darunter liegenden Anschlusspad.

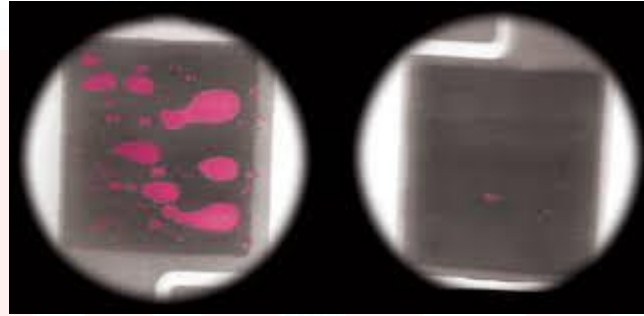
Ursache

Der Wicking-Effekt entsteht durch einen größeren Temperaturunterschied zwischen der Kupferfläche auf der Leiterplatte und dem Bereich der Anschlussmetallisierung des Bauelements während des Aufschmelzens der Lotpaste.

Vermeidung des Effekts

Anpresskraft beim Bestücken der Bauelemente anpassen
Bessere Planarität der Bauelemente heißt: *alle Pins befinden sich gleichmäßig tief in der Lotpaste*
Temperaturprofil beim Löten

Der Lötfehler Lunkerbildung "Voids"



Was sind Lunker / Voids?

- Kristalline Einschlüsse von Flussmittel
- Gasblasen durch Ausgasungsprozesse von Lösemitteln aus der Lotpaste
- Ausgasungsbestandteile aus nicht vollständig polymerisierten Bestandteilen in und auf der Leiterplatte (z.B. Lötstopplack)
- Eingelagerte Feuchtigkeit aus Baugruppe und Bauelemente-Materialien
- Reaktive Gase, die bei der Beseitigung der Oxydschichten durch Flussmittel entstehen
- Eingeschlossene Luft aus Rakel- und Bestückprozess (Ausschöpfen von Lotpaste durch den Rakel bei fehlendem Rakelsupport)

Der Lötfehler "Entnetzung* /Dewetting"

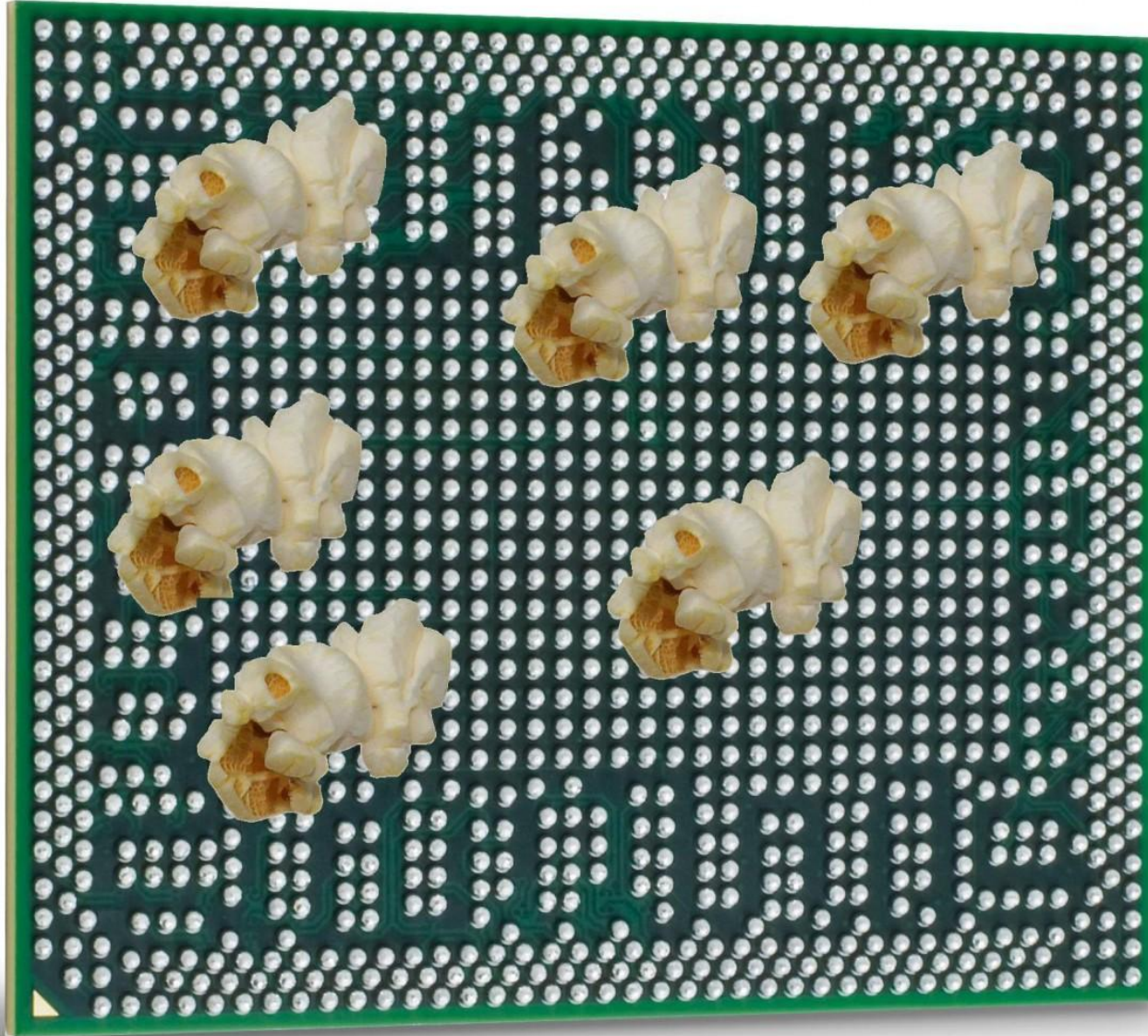
*Entnetzung: Das Abfließen von Flüssigkeiten



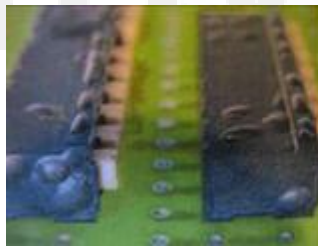
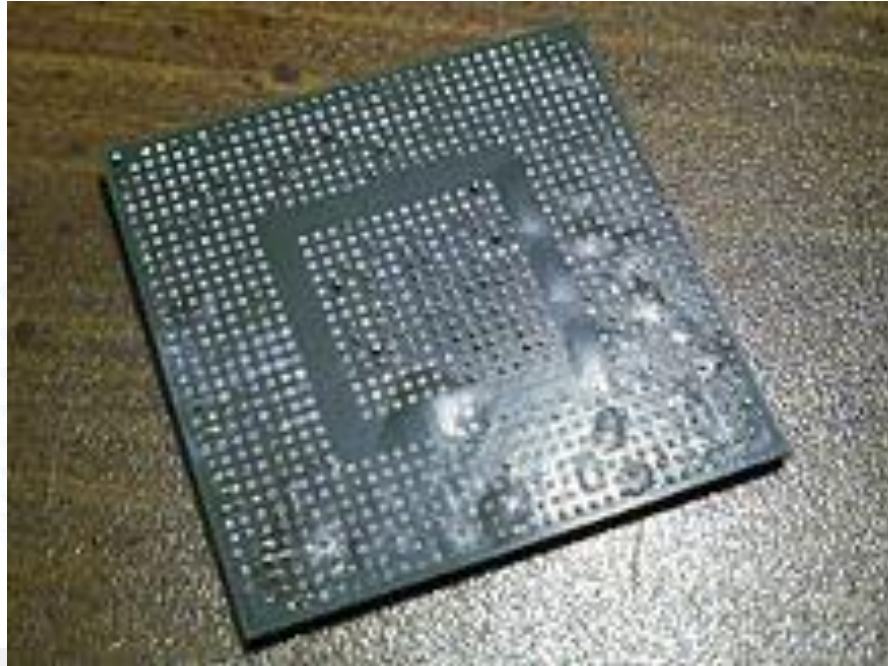
Dewetting = Entnetzung von Lot.

Grund ist häufig eine ungenügend gereinigte oder aktivierte Oberfläche
Problem mit dem Lot-Pad oder Bauteil
Korrosion und Verunreinigung
Chemische Kontamination

Der Lötfehler "popcorning"



Der Lötfehler "popcorning"



Der Lötfehler "popcorning"

"Popcorning" entsteht durch Delaminierung des Substrats

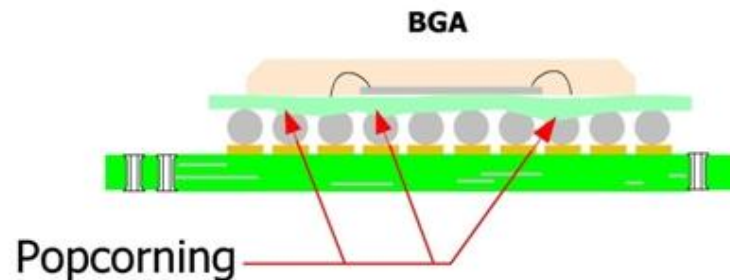
- Feuchtigkeit diffundiert durch die Gußmasse und schlägt sich am Chip nieder.
- Führt beim Reflowlöten zu einem hohen Dampfdruck des eingeschlossenen Wassers

Das gefährliche am Popcorn-Effekt ist:

Er wird nicht unmittelbar erkannt, da er unterhalb z. B. eines BGAs auftritt.

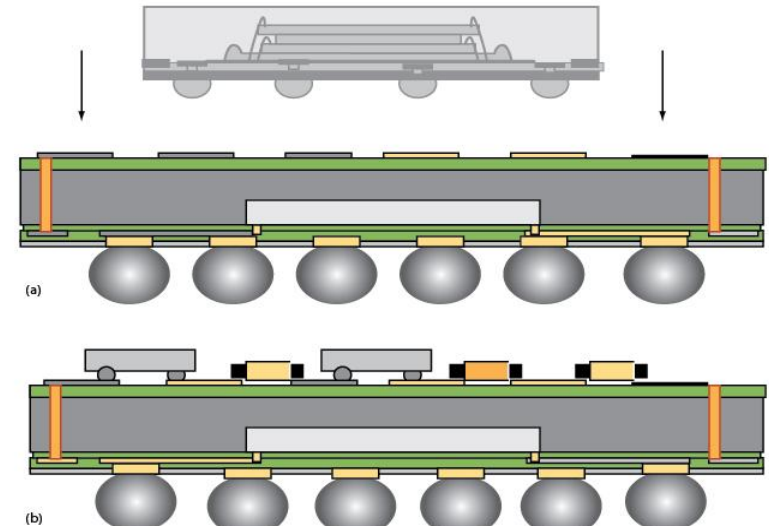
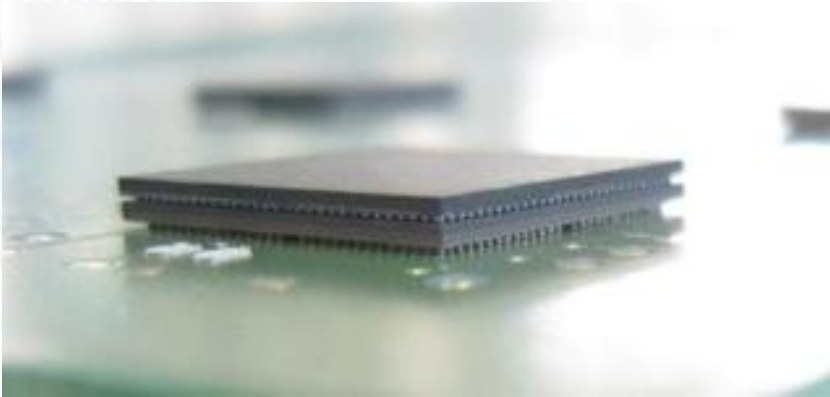
Dampfphasenlöten verringert diese Fehlerwahrscheinlichkeit erheblich

Temperaturen höher als 210°C gelten als zunehmend kritisch.



PROBLEME BEIM REFLOWLÖTEN

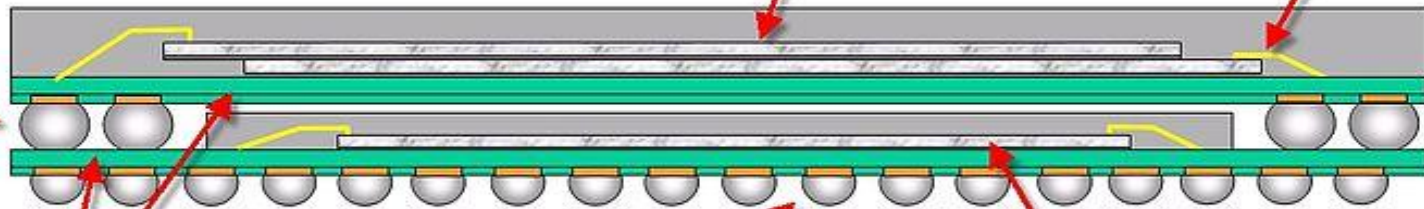
"stacked packages"



Lower density I/O BGA ball count (0.65mm pitch and more) connects memory die to landing pads on the top of the bottom package. Memory die typically require less I/O than logic die

Stacked memory die

Gold or copper wirebonds

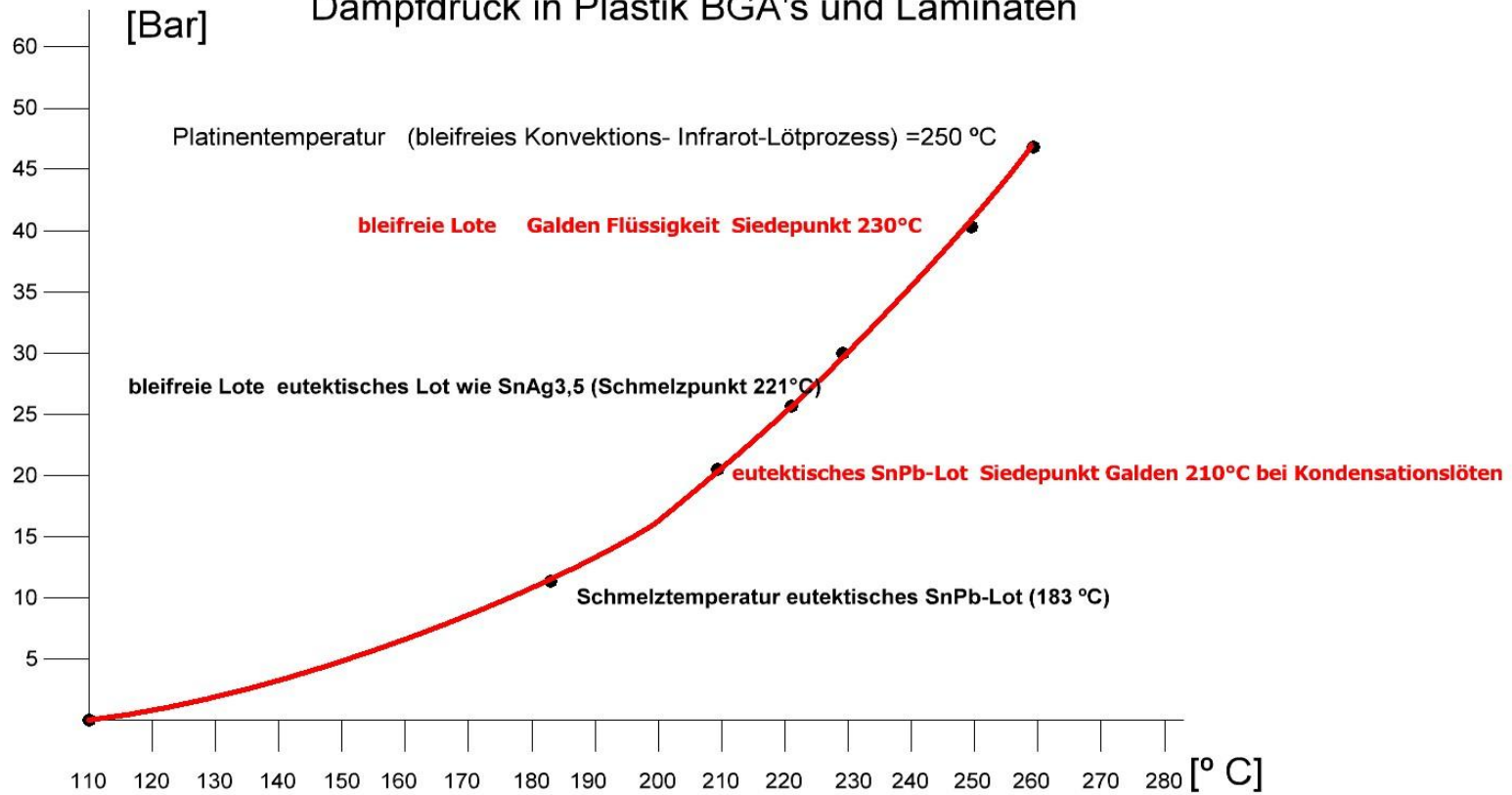


High density I/O BGA ball count (0.5mm pitch or less) connects ASIC logic die to motherboard

Single or multiple ASIC logic die

Laminate substrate (essentially a mini PCB)

Dampfdruck in Plastik BGA's und Laminaten



Reflow-Kondensationslötten?

IMDES

Kondensations-Lötten

Die Verwendung von heißem Dampf, dessen Wärmeenergie mittels eines speziellen Wärmeübertragungsmediums durch Kondensation auf eine Leiterplatte übertragen wird. SMD-Bauteile in Lötpaste auf der Leiterplatte werden so durch Aufschmelzen gelötet.

CREATIVE SOLUTIONS

Geschichte des Reflow-Kondensationslötens

ES BEGANN 1975...

- Patentiert unter Nr.: 3.866.307
Robert Christian Pfahal and Hans Hugo Amman der Western Electric & Bell Labs
- "Method of Fusing Soldering or Brazing"

Geschichte des Reflow-Kondensationslötens

PATENTED FEB 18 1975

3,866,307

SHEET 1 OF 2

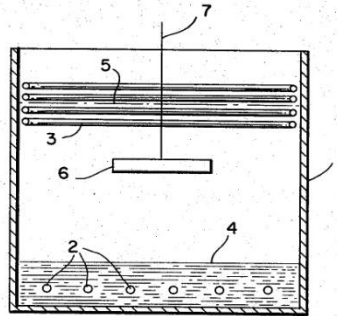


FIG. 1

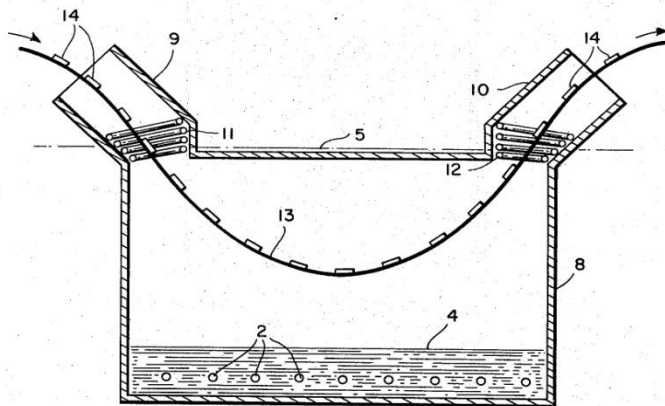


FIG. 2

PATENTED FEB 18 1975

3,866,307

SHEET 2 OF 2

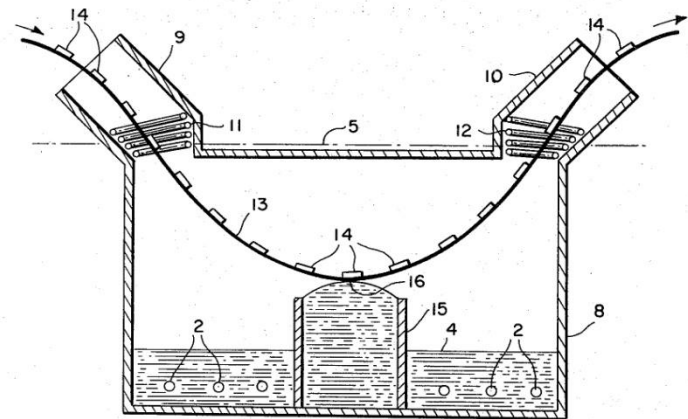


FIG. 3

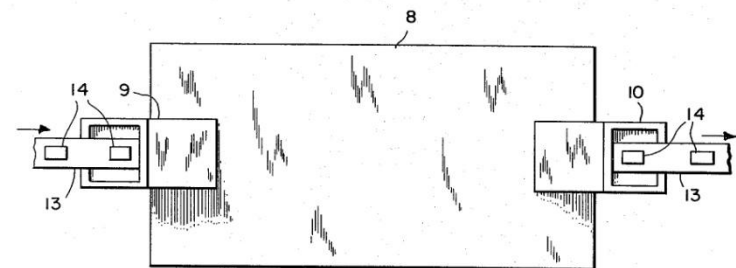


FIG. 4

Geschichte des Reflow-Kondensationslötens

Der ANFANG

Nachteile:

- Dampftemperatur keine physikalische Konstante mehr und von vielen äußeren Einflüssen abhängig
- Umwelt unfreundlich
- Zwei Phasen System
- Sehr hohes Oxidationspotential
- Mischung der Energieübertragung zwischen Kondensation und Konvektion
- Hoher Regelaufwand
- Hohe Betriebskosten und sehr wartungsintensiv.

Gesichte des Reflow-Kondensationslötens

United States Patent [19]
Dishart

[11] **Patent Number:** **4,721,578**
 [45] **Date of Patent:** **Jan. 26, 1988**

[54] **PERFLUORINATED POLYPROPYLENE
 OXIDE COMPOUNDS FOR VAPOR PHASE
 HEAT TRANSFER PROCESSES**

3,866,307 2/1975 Pfahl, Jr. et al. 228/34
 3,904,102 9/1975 Chu et al. 228/242
 4,032,033 6/1977 Chu et al. 228/201
 4,549,686 10/1985 Sargent et al. 228/37

[75] **Inventor:** **Kenneth T. Dishart, Wilmington,
 Del.**

Primary Examiner—Robert Wax
Attorney, Agent, or Firm—James E. Shipley

[73] **Assignee:** **E. I. Du Pont de Nemours and
 Company, Wilmington, Del.**

[57] **ABSTRACT**

[21] **Appl. No.:** **915,415**

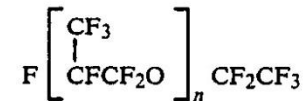
A vapor phase heat transfer process which uses low molecular weight fully fluorinated hexafluoropropylene oxide (HFPO) oligomers having the formula:

[22] **Filed:** **Oct. 6, 1986**

[51] **Int. Cl.⁴** **C09K 5/04**

[52] **U.S. Cl.** **252/78.1; 568/615;
 165/1**

[58] **Field of Search** **252/78.1; 568/615;
 165/1**



where n is 9 or less, as heat transfer mediums.

[56] **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

3,322,826 5/1967 Moore 260/544 F

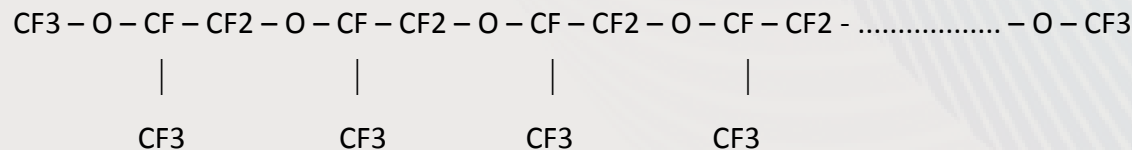
12 Claims, No Drawings

Reflow-Kondensationslötén

Das Wärmeübertragungsmedium

Perfluoropolyeter

- Perfluoropolyeter sind flüssige Polymere,
- Ausschließlich aus Kohlenstoff (C)-, Fluor (F)- und Sauerstoff (O)-Atomen aufgebaut
- Die im Molekül vorhandenen C- und C-F-Bindungen sind äußerst beständig
- Sie zählen zu den stabilsten Bindungen im Reich der Kohlenstoffchemie überhaupt
- Die an die zentrale Polymerkette gebundenen Fluoratome schirmen das Kohlenstoffgrundgerüst perfekt ab
- Schützen empfindliche C-C-Bindungen gegen chemische und thermische Angriffe.



Reflow-Kondensationslötén

Das Wärmeübertragungsmedium

Perfluoropolyeter

Vorteile und Eigenschaften von Galden®

- Hohe Temperaturbeständigkeit
- Exzellente Materialverträglichkeit
- Hohe Beständigkeit gegen reaktive Chemikalien
- Gute dielektrische Eigenschaften
- Niedrigen Dampfdruck
- Kein Flammpunkt
- Hohe Dampfdichte
- Exzellenter Wärmeübertragungskoeffizient
- Niedrige Oberflächenspannung, gute Benetzungseigenschaften
- Kein Gefahrstoff im Sinne des Arbeitsschutzes
- Keinerlei chemische Aktivität
- Kein Ozonschädigungspotential

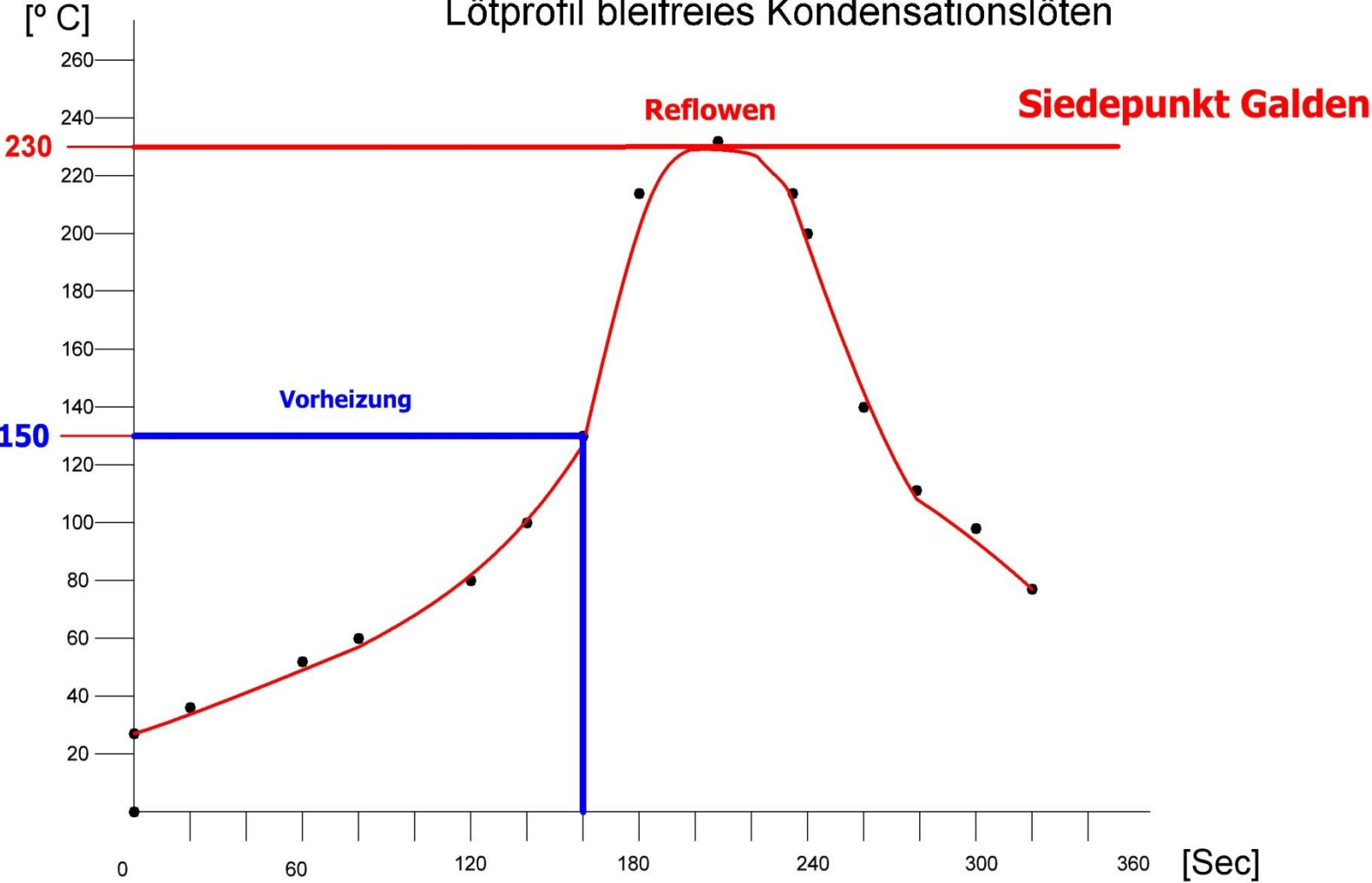
Reflow-Kondensationslötten

Das Wärmeübertragungsmedium Perfluoropolyeter

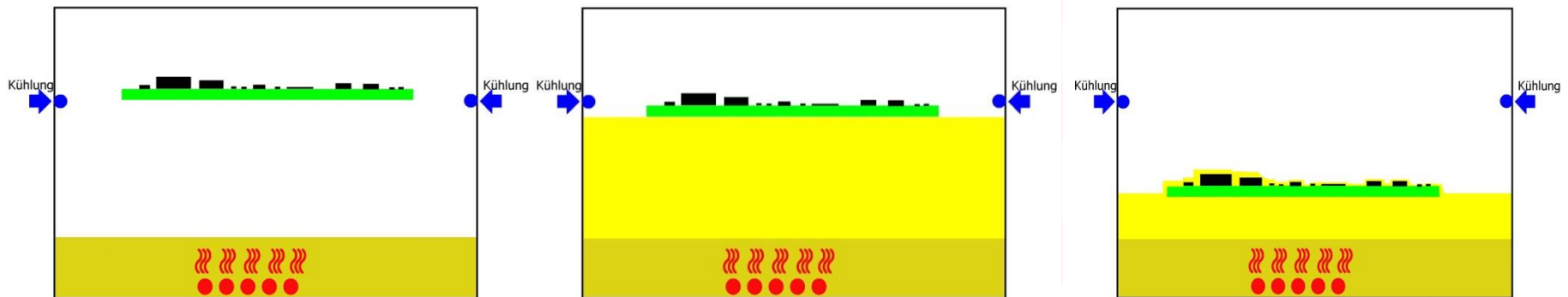
Weitere Einsatzfälle dieses Mediums sind:

- Schmiermittel für Vakuum und Hochtemperaturanwendungen
- Versiegelungen im Gebäudeschutz
- Trennmittel
- Testflüssigkeit bei Burn-in-Tests
- Grundsubstanz für Salben und Kosmetikas
- Kühlmittel für Hochleistungsrechner
- Blutersatzstoff bei Operationen

Lötprofil bleifreies Kondensationslöt



Kondensationslöt – das Verfahren

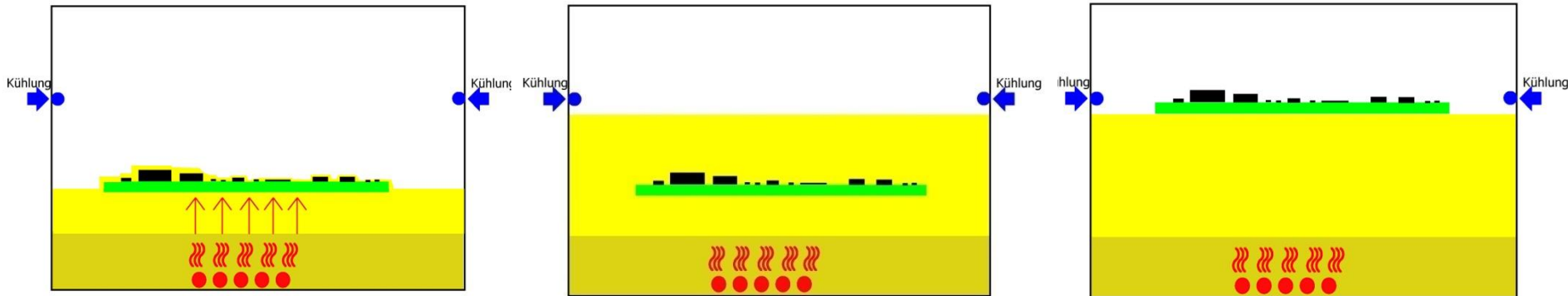


- Prozessflüssigkeit wird bis zu ihrem Siedepunkt aufgeheizt (z.B. 230C für bleifreie Anwendungen)
- Siedepunkt ist zugleich die Prozesstemperatur

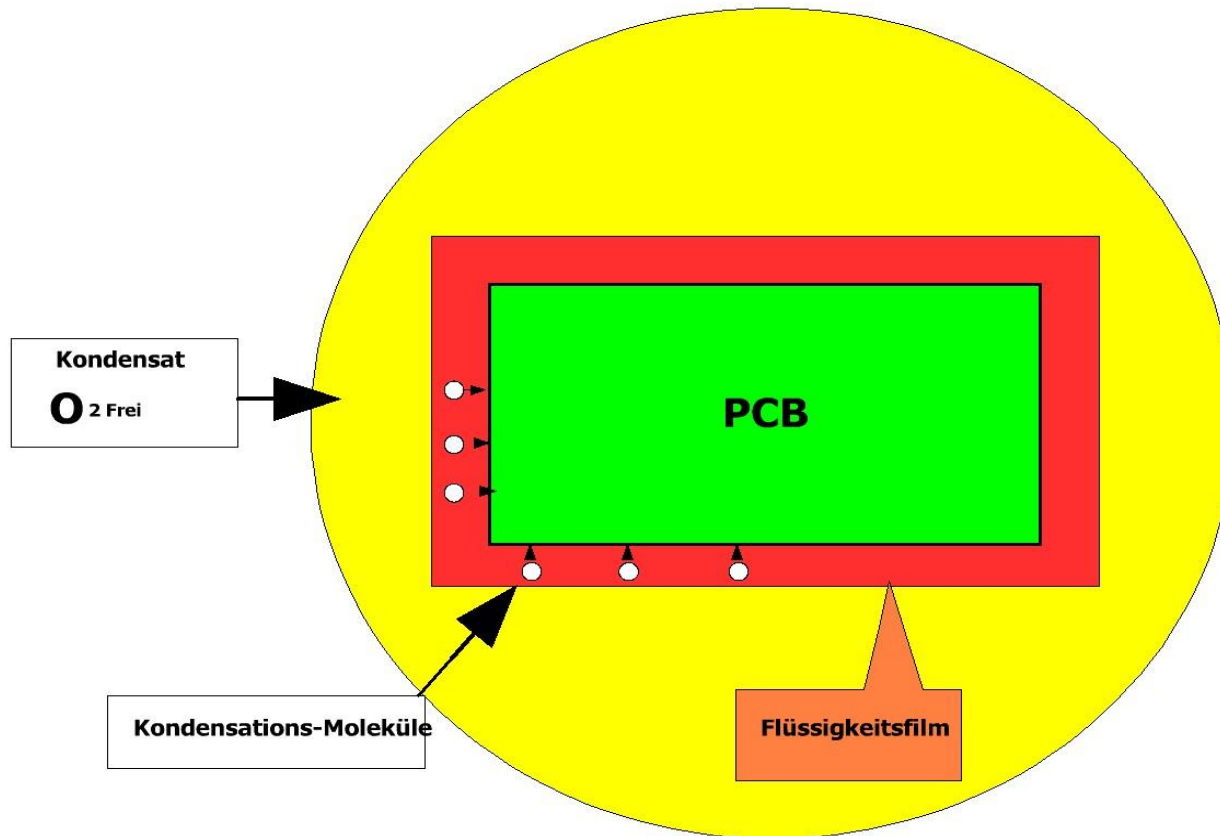
- Energiezufuhr erzeugt Dampf
- Dampfzone baut sich auf
- Dampftemperatur entspricht Siedetemperatur der Prozessflüssigkeit
- Lötprozess kann beginnen

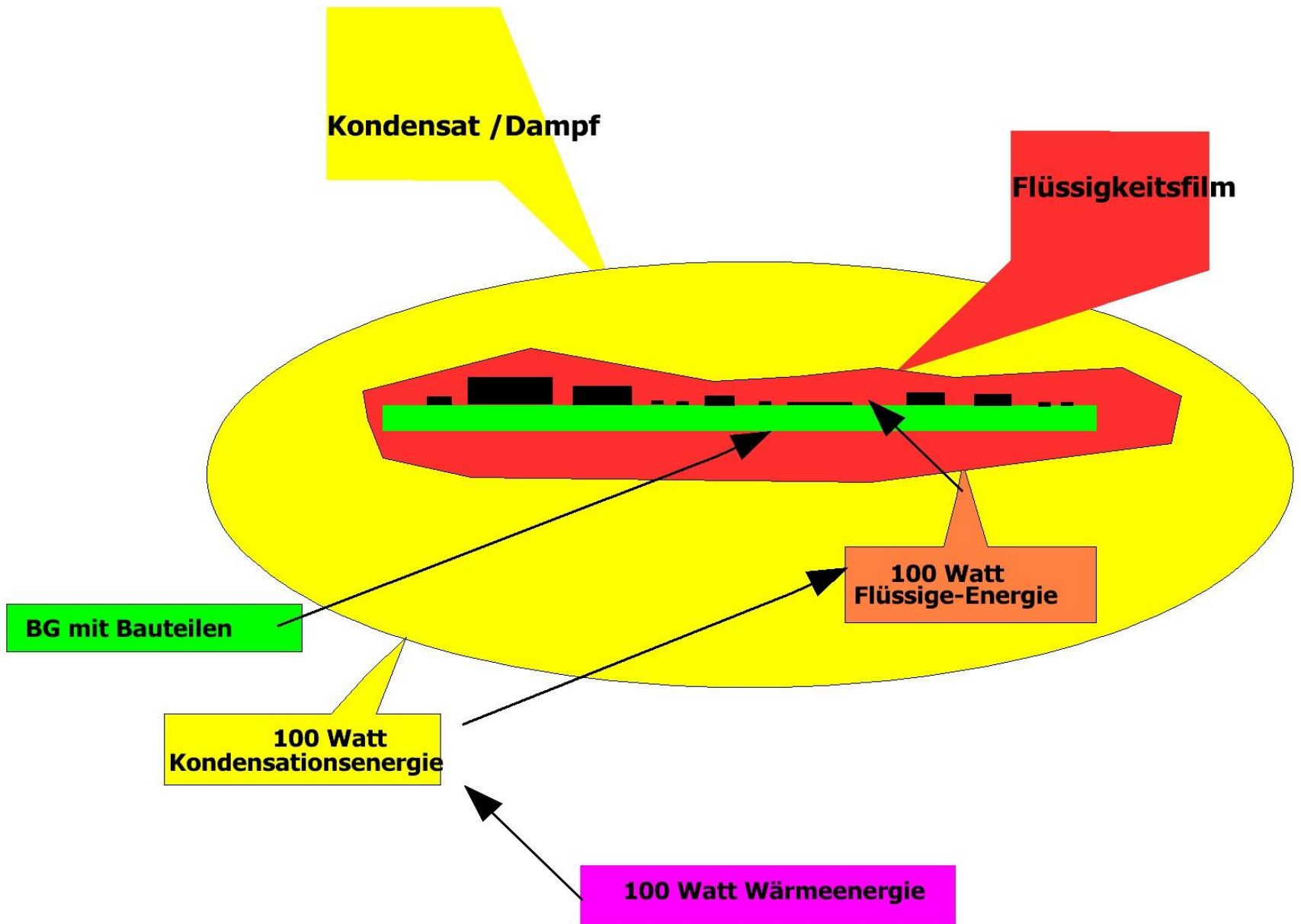
- Baugruppe fährt in die Dampfzone
- Dampf kondensiert auf der Baugruppe und bildet einen geschlossenen Flüssigkeitsfilm um die gesamte Baugruppe
- Dampfzone stabilisiert sich auf Höhe der Baugruppe

Kondensationslöten – das Verfahren



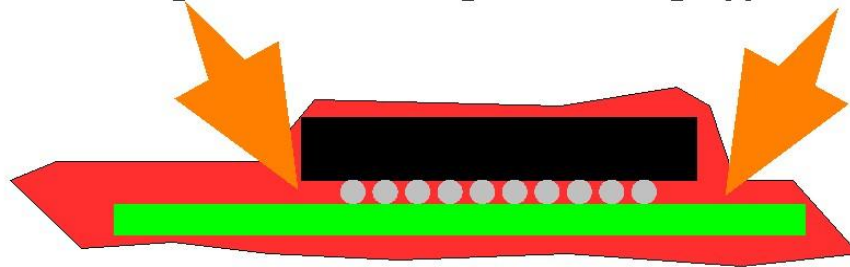
- Flüssigkeitsfilm schließt Oxidation vollständig aus
- über den Flüssigkeitsfilm wird die Energie auf die Baugruppe übertragen
- die Energieübertragung wird über die Dampferzeugung und damit über die Kondensation geregelt
- mit dieser regelbaren Energieübertragung / Kondensation wird das eingestellte Lötprofil erreicht
- 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
- trockene Baugruppe fährt in Kühlzone





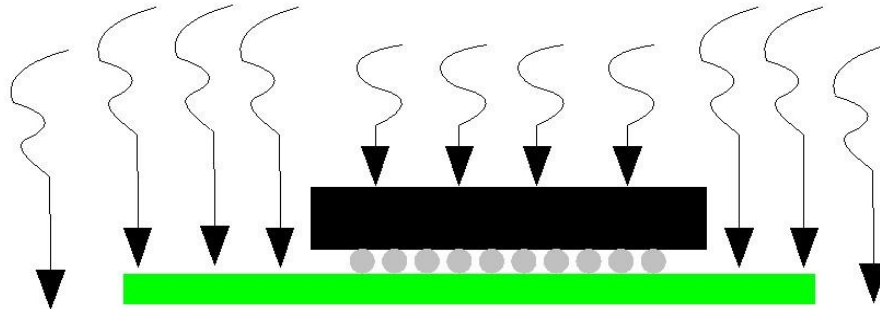
Reflow-Kondensationslöten

Flüssigkeitsfilm um die gesamte Baugruppe und Bauteile

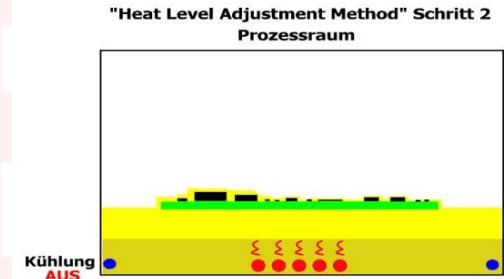
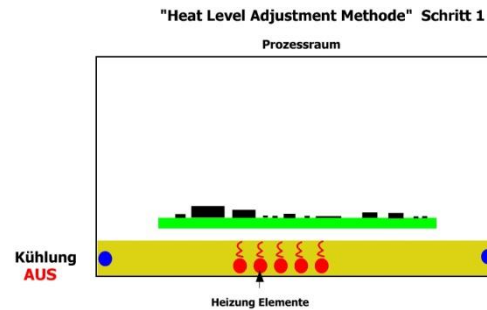
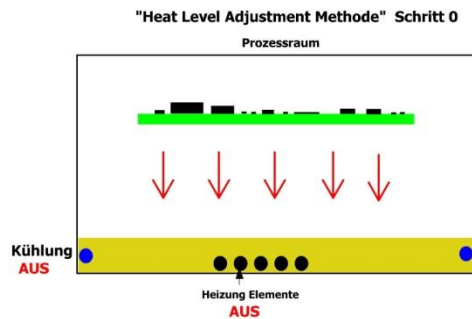


IR- Konvektions(reflow)löten

Infrarot Konvektion ist abhängig von der Leitfähigkeit des Bauteils



Kondensationslötén – das "Heat Level" Verfahren



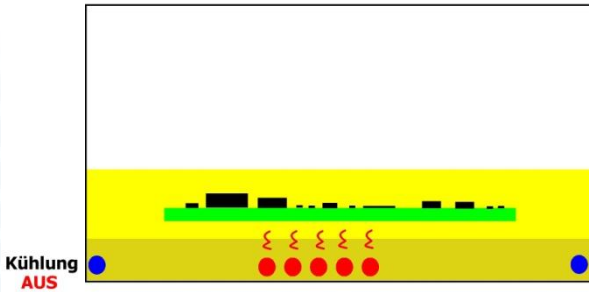
- Baugruppe fährt nach unten in den Prozessraum

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

- 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

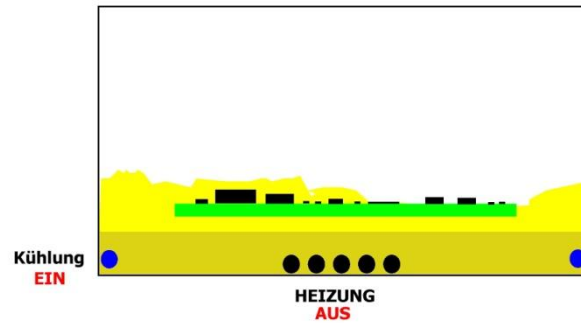
Kondensationslötén – Das "Heat Level" Verfahren

"Heat Level Adjustment Method" Schritt 3
Prozessraum



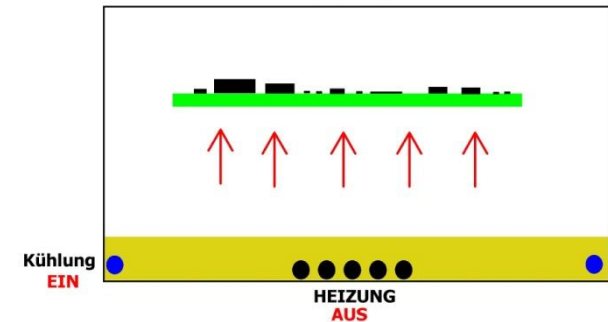
- Baugruppe erwärmt sich bis zur Dampftemperatur
- Kondensation stoppt automatisch und Dampfzone steigt wieder an

"Heat Level Adjustment Method" Schritt 4
Prozessraum



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

"Heat Level Adjustment Method" Schritt 5
Prozessraum



- trockene Baugruppe fährt nach oben

CREATIVE SOLUTIONS

Reflow-Kondensationslötanlage für Prototypen & kleine Serien





ASSCON VP800



Reflow-Kondenastionslötanlagen **für die Serienfertigung**



VP1000 -INLINE



Vorteile des Reflow-Kondensationslötens

- Die Maximaltemperatur der BG ist gleich der Dampftemperatur. Überhitzungen sind ausgeschlossen.
- Für bleifreies Lötens genügen schon 230° Endtemperatur.
- Vollkommen sauerstofffreie Lötung ohne Verwendung von zusätzlichen Schutzgasen; dadurch beste Benetzungseigenschaften
- Äußerst homogene Energieverteilung auf der Baugruppe durch den sich bei der Kondensation bildenden Flüssigkeitsfilm.
- Δt bei Prozessende selbst bei extrem schweren Backplanes mit 64 Layern kleiner 2°C.
- Verdeckte Lötstellen werden sicher erwärmt
- Dreidimensionale Produkte (MID) sind problemlos zu verarbeiten
- Kurze Prozesszeiten, da durch die homogene Durchwärmung ein konstanter Gradient ohne zusätzliche Haltezeiten gewählt werden kann.
- Geringstes Schädigungspotential aller LötAusführungen bedingt durch niedrige Prozesstemperaturen, kurze Lötzeiten und vollkommenen Sauerstoffabschluss
- Aufheizvorgang der Baugruppe völlig unabhängig von Form und Farbe des Lötgutes
- Niedrigster Energiebedarf durch hohen Wirkungsgrad der Energieübertragung mit Dampf.

Vorteile des Reflow-Kondensationslötens

- Dampf ist in direkter Verbindung mit der Prozessflüssigkeit
- Dampftemperatur ist gleich Siedetemperatur (der verdampften Prozessflüssigkeit)
- Keinerlei Oxidation beim Lötens (kein Schutzgas erforderlich)
- Einfacher und stabiler Prozess
- Prozessgrenzen sind rein durch physikalische Gesetze definiert
- Einfache und beherrschbare Anlagentechnik

Vorteile des Reflow-Kondensationslötens

Niedrige KOSTEN:

- Geringer Stromverbrauch (ca. 20 % direkte Energieeinsparung)
- Kein Stickstoff aufgrund des Inert-Prozesses
- Keine Druckluft erforderlich
- Schneller Entwurf neuer Lötprofile

Emission:

- Neutrales Wärme-Übertragungsmedium
- Geschlossener Prozess
- Inerte Umgebung verhindert Bildung gefährlicher Stoffe

Vorteile des Reflow-Kondensationslötens

Wärmeübertragungskoeffizienten bei verschiedenen Wärmeübertragungsformen

Wärmeübertragungskoeffizient [W/(m². K)] $h = \frac{q}{\Delta T}$

Natürliche Wasserkonvektion

100 **bis** 1000

Gas

3 **bis** 30

Infrarot-Löten

Wärmestrahlung

50 **bis** 100

Löten mit Zwangskonvektion

Luft

40 **bis** 120

Stickstoff

30 **bis** 110

Dampfphasen-Löten

Kondensierender Dampf eines
GALDEN Flüssigpolymeres

500 **bis** 700

q: Q: übertragene Wärmemenge W/m²

H=heat transfer coefficient, W/(m²•K)

ΔT : difference in temperature between the solid surface and surrounding fluid area, K.

$$h = \frac{q}{\Delta T}$$

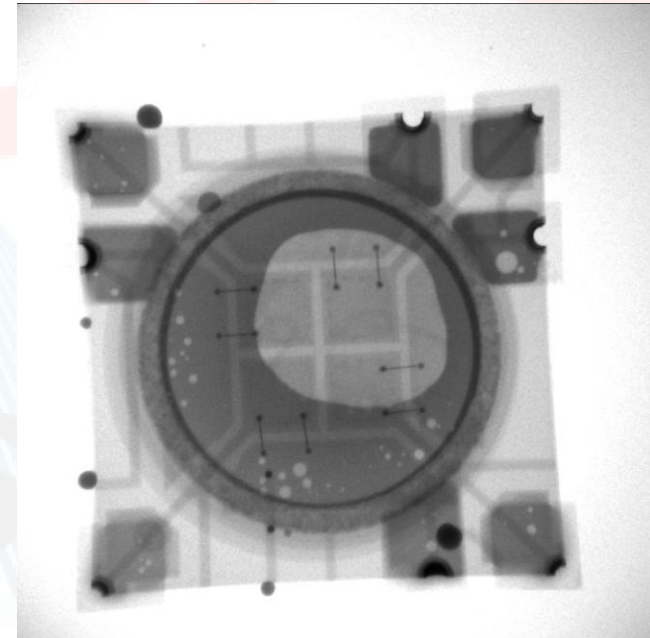
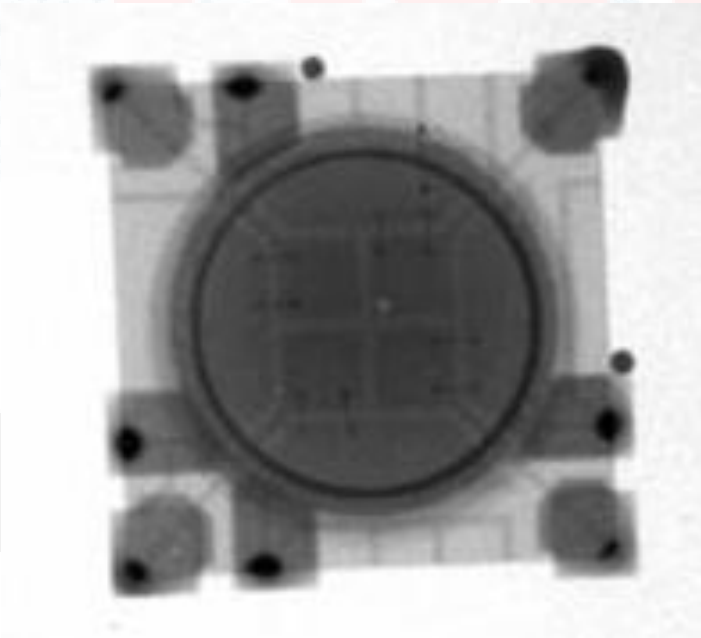
Reflow-Kondensationslötén im Vakuum Lunkerbildung "Voids"



- Die **IMDES** Versuchsleiterplatte mit aktuellen Leistungskomponenten wie Hochleistungs-LEDs und MOSFETS.
- Schablone : 150 Mikron.
- Lötpasten: SAC 305
- Bauteile:
 - 1 - 5W LED
 - 2 - MOS FET
 - 3 - MOS FET
 - 4 - 10 W high power LED

Reflow-Kondensationslötén im Vakuum Lunkerbildung "Voids "

Ergebnis **mit** und **ohne** Vakuum

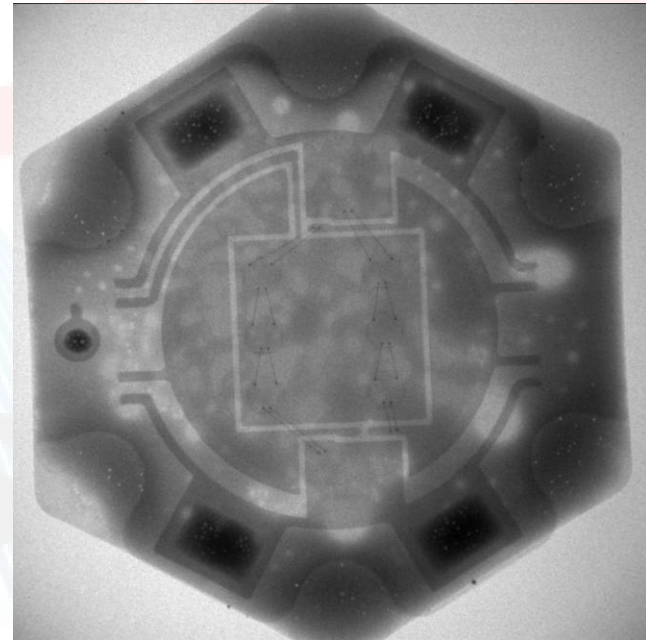
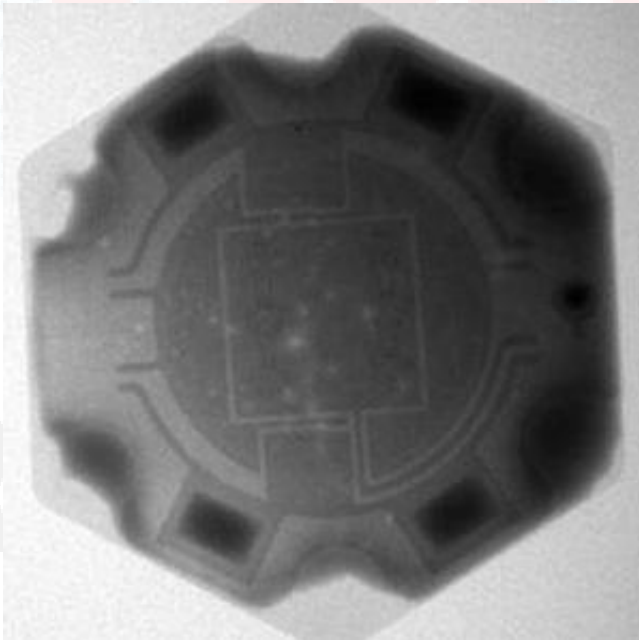


5 W LED

Reflow-Kondensationslötén im Vakuum

Lunkerbildung "Voids"

Ergebnis **mit** und **ohne** Vakuum

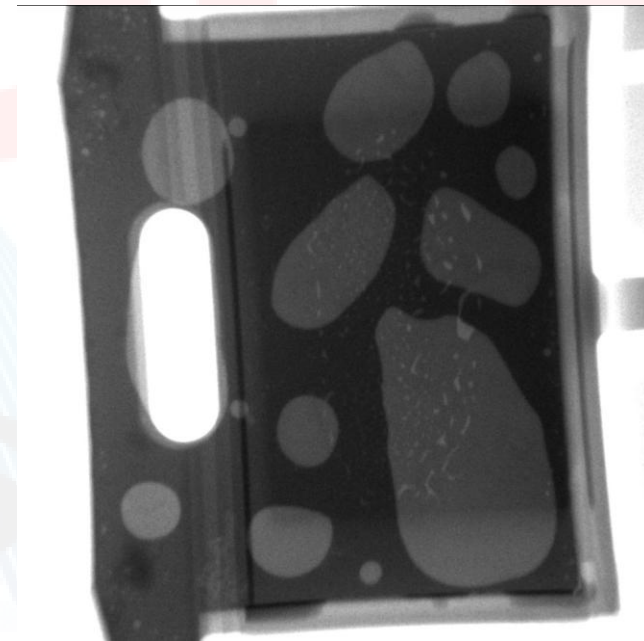


10 W LED

Reflow-Kondensationslötén im Vakuum

Lunkerbildung "Voids"

Ergebnis **mit** und **ohne** Vakuum

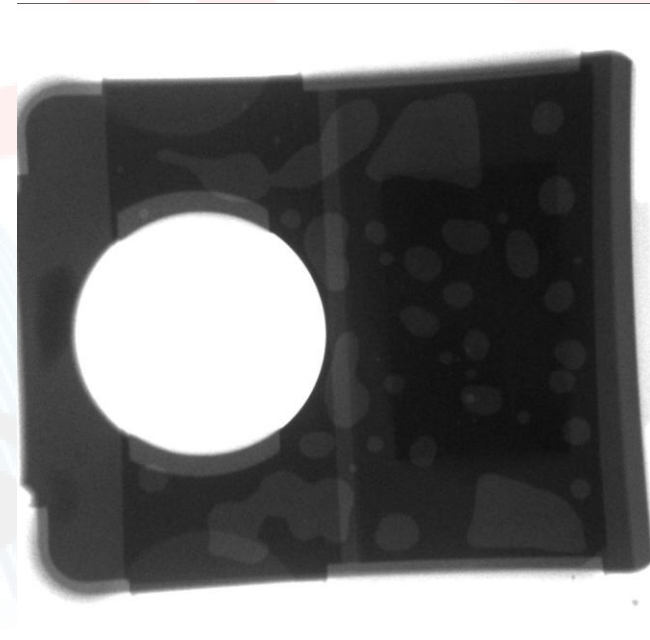
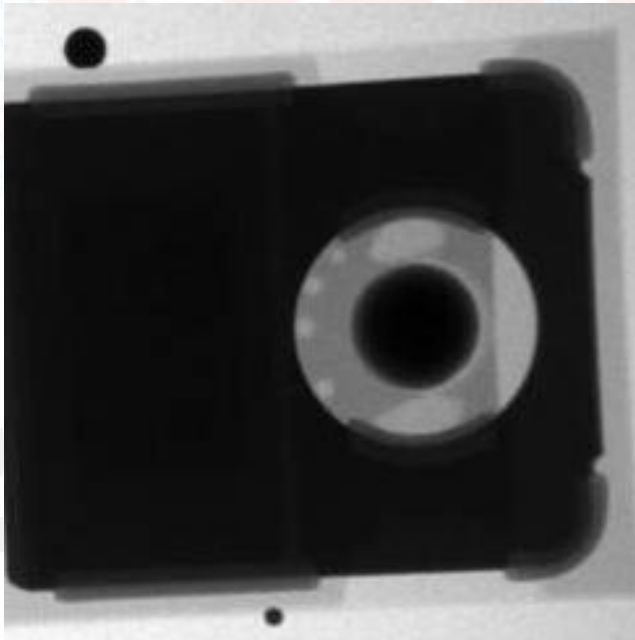


Kleiner Mosfet

Reflow-Kondensationslötén im Vakuum

Lunkerbildung "Voids"

Ergebnis **mit** und **ohne** Vakuum



Großer Mosfet

Anwendungen des Reflow-Kondensationslötens

Typische Anwendungen:

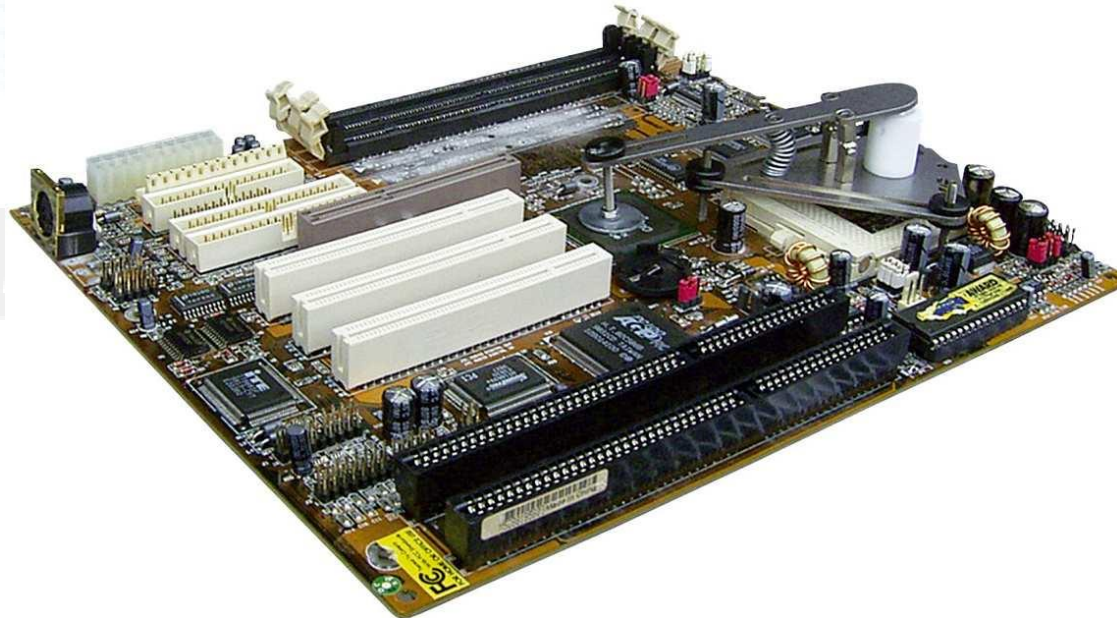
- Laboreinsatz zur Qualifikation und zum Test von Lötprozessen
- Sicheres SMT-Löten von Einzelbaugruppen
- Qualitätskontrolle von Lotpasten und Leiterplatten
- Baugruppenreparatur, Entlöten und Wiedereinlöten von Bauelementen

Anwendungen des Reflow-Kondensationslötens

Entlöten von komplexen Bauelementen

Schonend und sicher Bauelemente auslöten

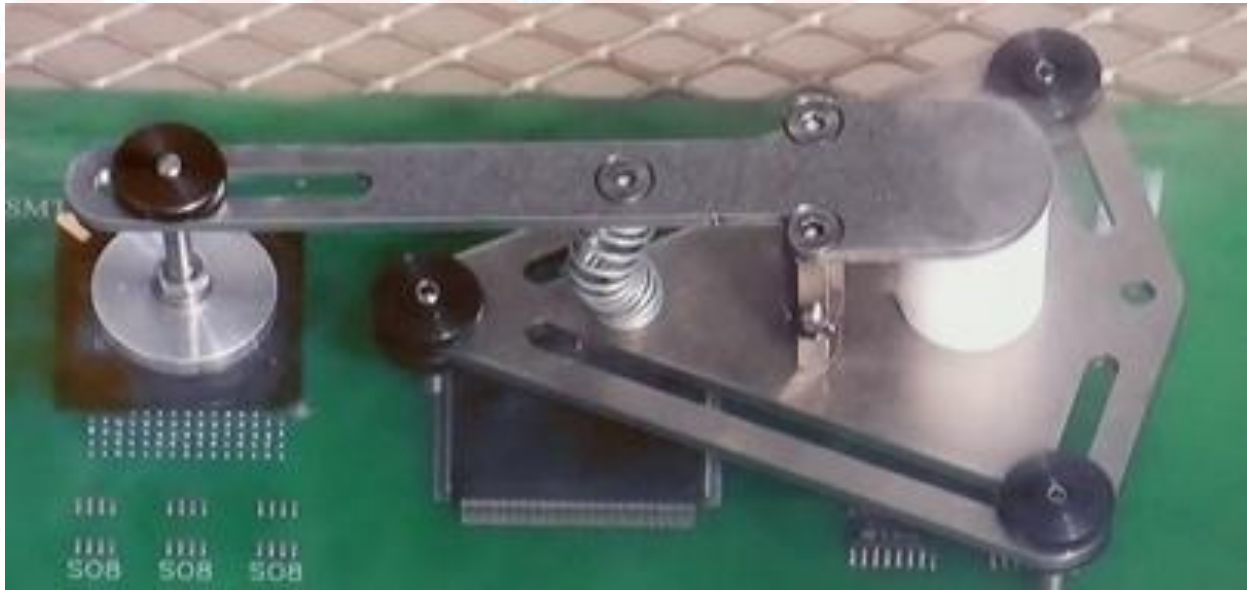
- Vielpolige SMD-Bauelemente,
- BGA's,
- Steckerleisten
- mechanische Elemente



Anwendungen des Reflow-Kondensationslötens, Entlöten von komplexen Bauelementen



Anwendungen des Reflow-Kondensationslötens, Entlöten von komplexen Bauelementen

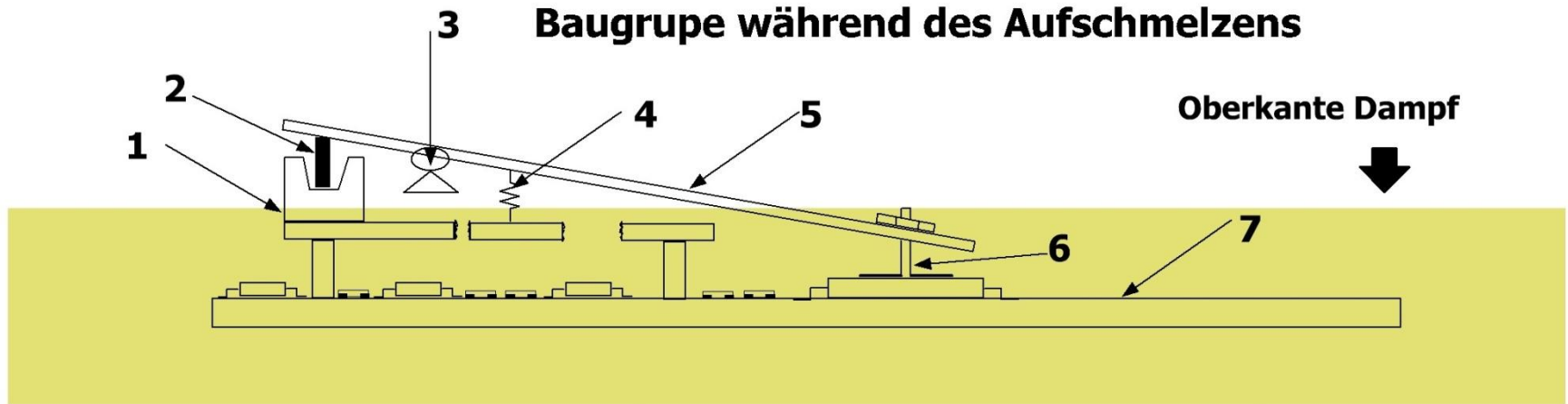


Entlöten großer Chips

Anwendungen des Reflow-Kondensationslötens, Entlöten von komplexen Bauelementen

Entlötsystem für Dampfphasen-Lötanlagen

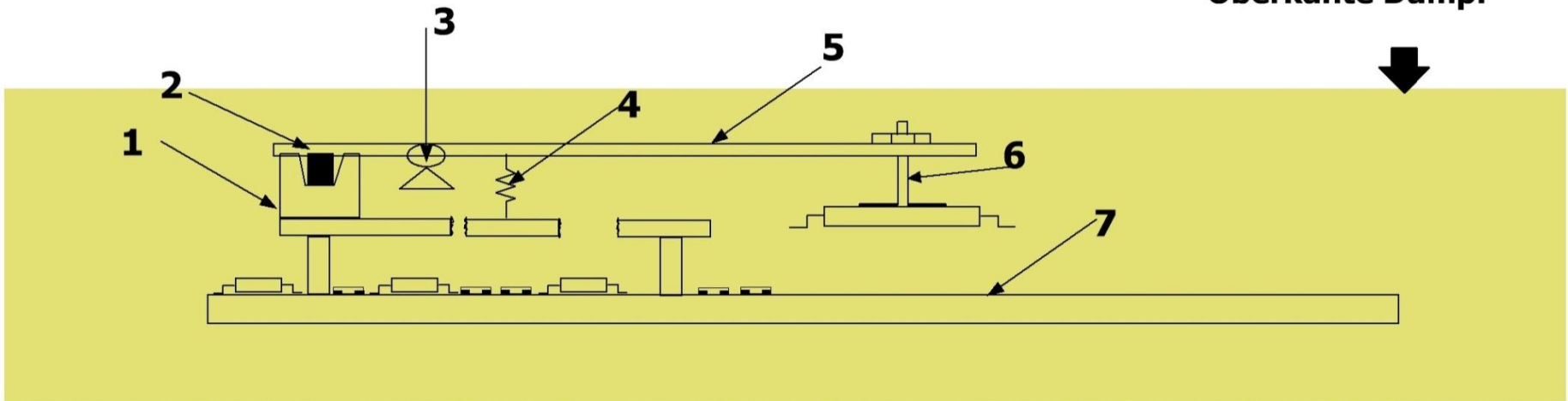
Baugruppe während des Aufschmelzens



1. Aufnahmewanne
2. Fixierstift
3. Scharnier
4. Feder
5. Wippe
6. Aufnahmeplatte
7. Baugruppe

Entlötsystem für Dampfphasen-Lötanlagen

Abheben des Bauelementes



1. Aufnahmewanne
2. Fixierstift
3. Scharnier
4. Feder
5. Wippe
6. Aufnahmeplatte
7. Baugruppe

FAZIT

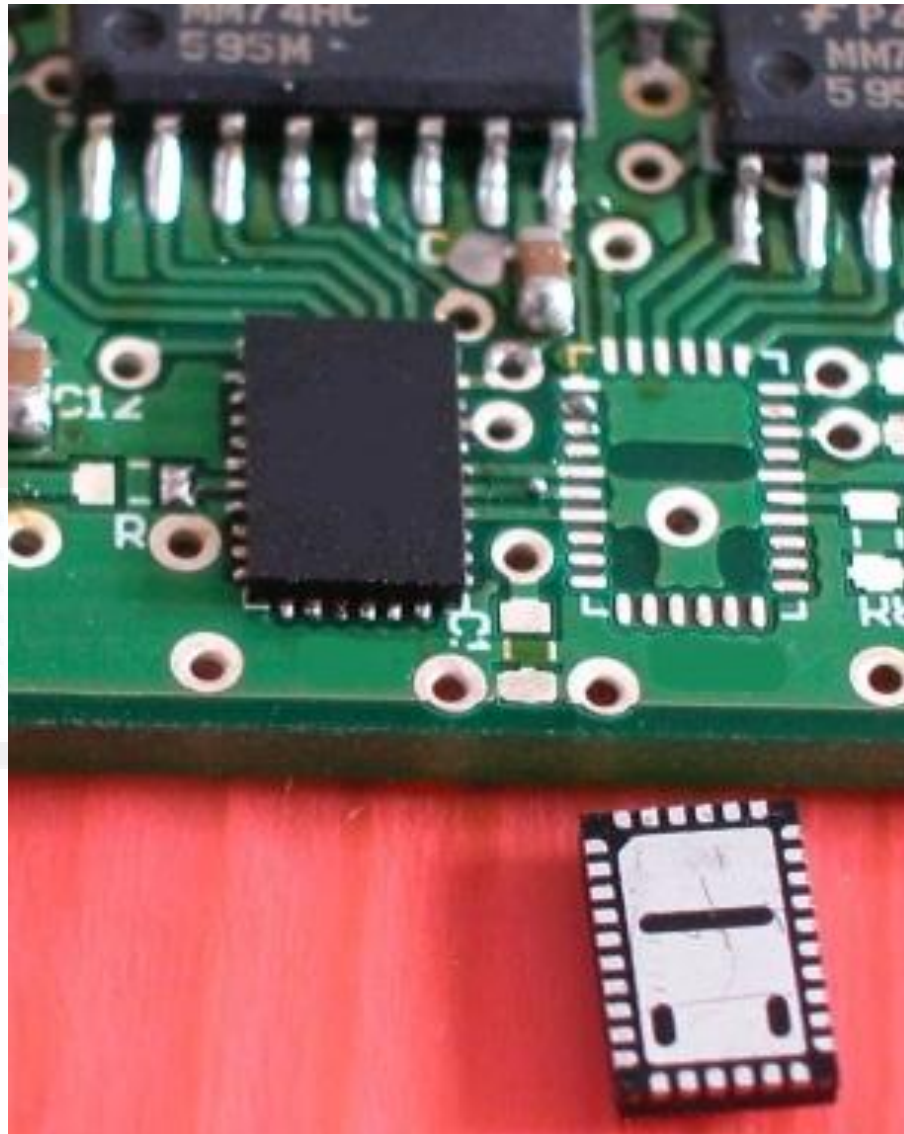
Reflow-Kondensationslöt hat große Vorteile gegenüber herkömmlichen Reflow-Lötprozessen.

- Umweltfreundlich
- Bessere Lötstellen
- Höchste Qualität der Lötstellen
- Inerte Atmosphäre (Sauerstoff-frei)
- Niedrig mögliche Temperatur
- Keine Heizung über den Komponenten
- Niedrige Kosten
- Einsetzbar für Labor und Serienfertigung
- Einfacher zu handhaben als ein IR-Reflow-Ofen
- Einfache Eigenbau Möglichkeiten



Einsetzbar für Studenten, Bastler, Maker und Funkamateure

EINFACHER EIGENBAU

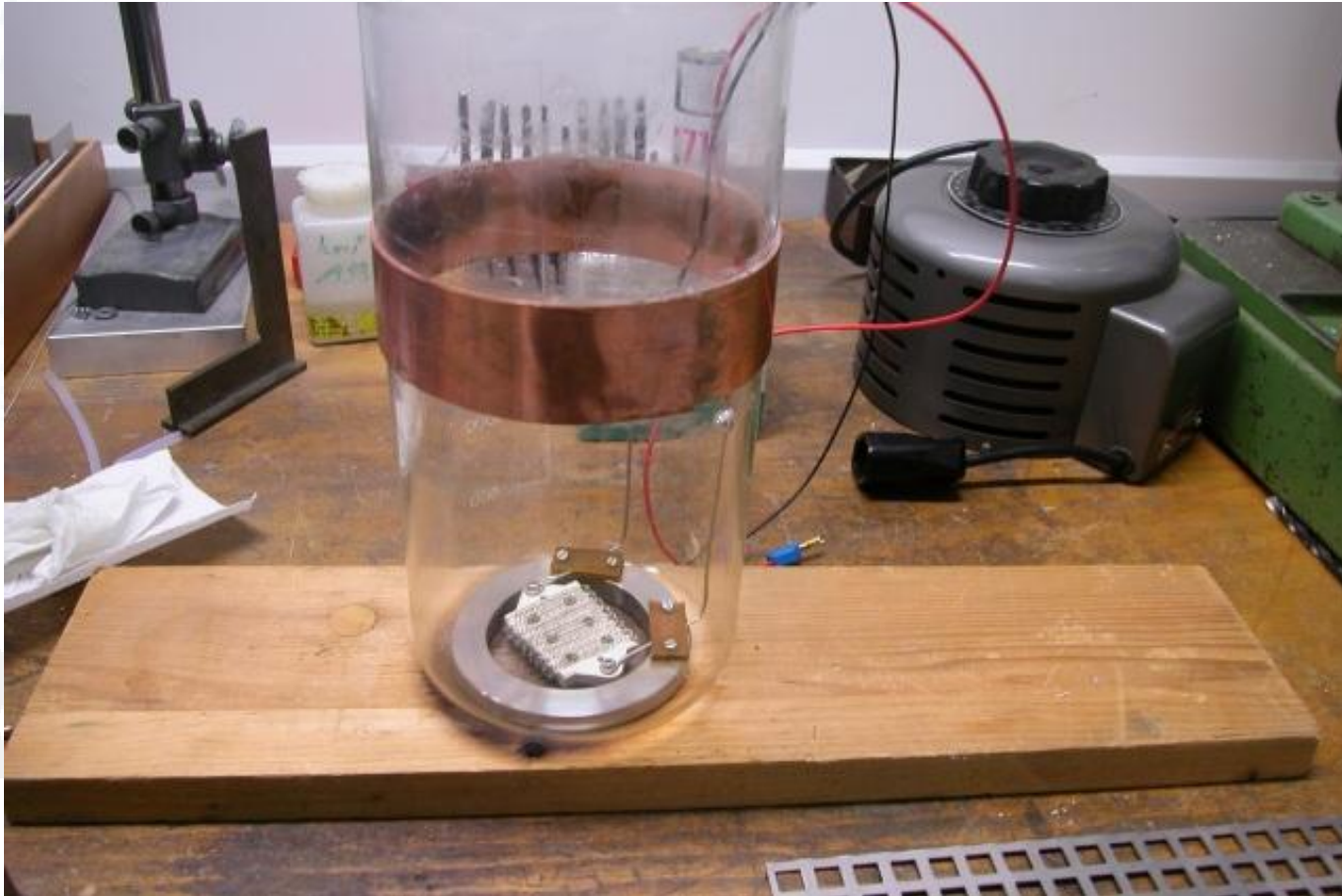


EINFACHER EIGENBAU



Heizelement mit ca. 1000 W bei 230 V, hergestellt aus einem Wasserkocher

EINFACHER EIGENBAU



3 Liter Laborglas aus PYREX

EINFACHER EIGENBAU



Beginn des Kochprozesses mit GALDEN
Kondensat an der Wandung des PYREX Glases

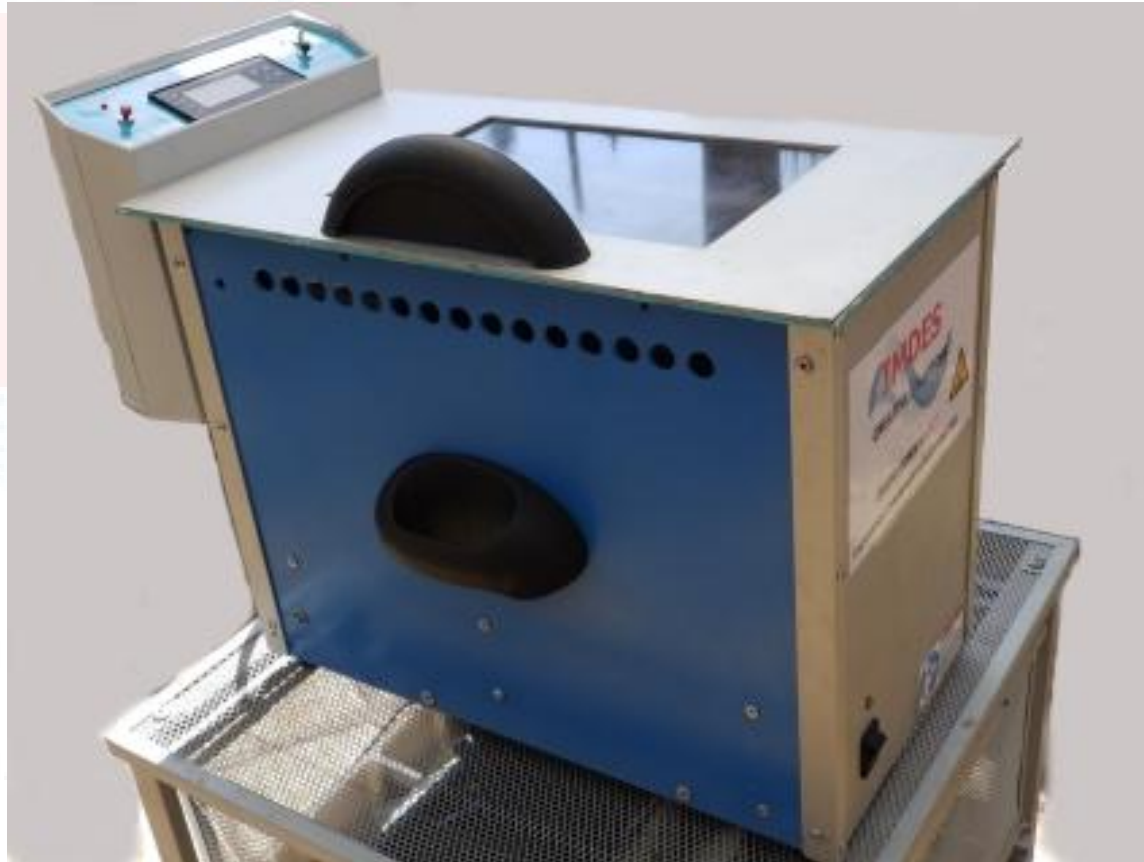
EINFACHER EIGENBAU



GALDEN kocht

Dampf steigt auf / Kondensat an der Wand des Glases
Dampfhöhe abhängig von zugeführter Energie

IMDES MICRO CONDENS-IT Ver 2.0



IMDES MICRO CONDENS-IT



IMDES MINI CONDENS-IT



**IMDES MINI CONDENS-IT
Ver1.0**



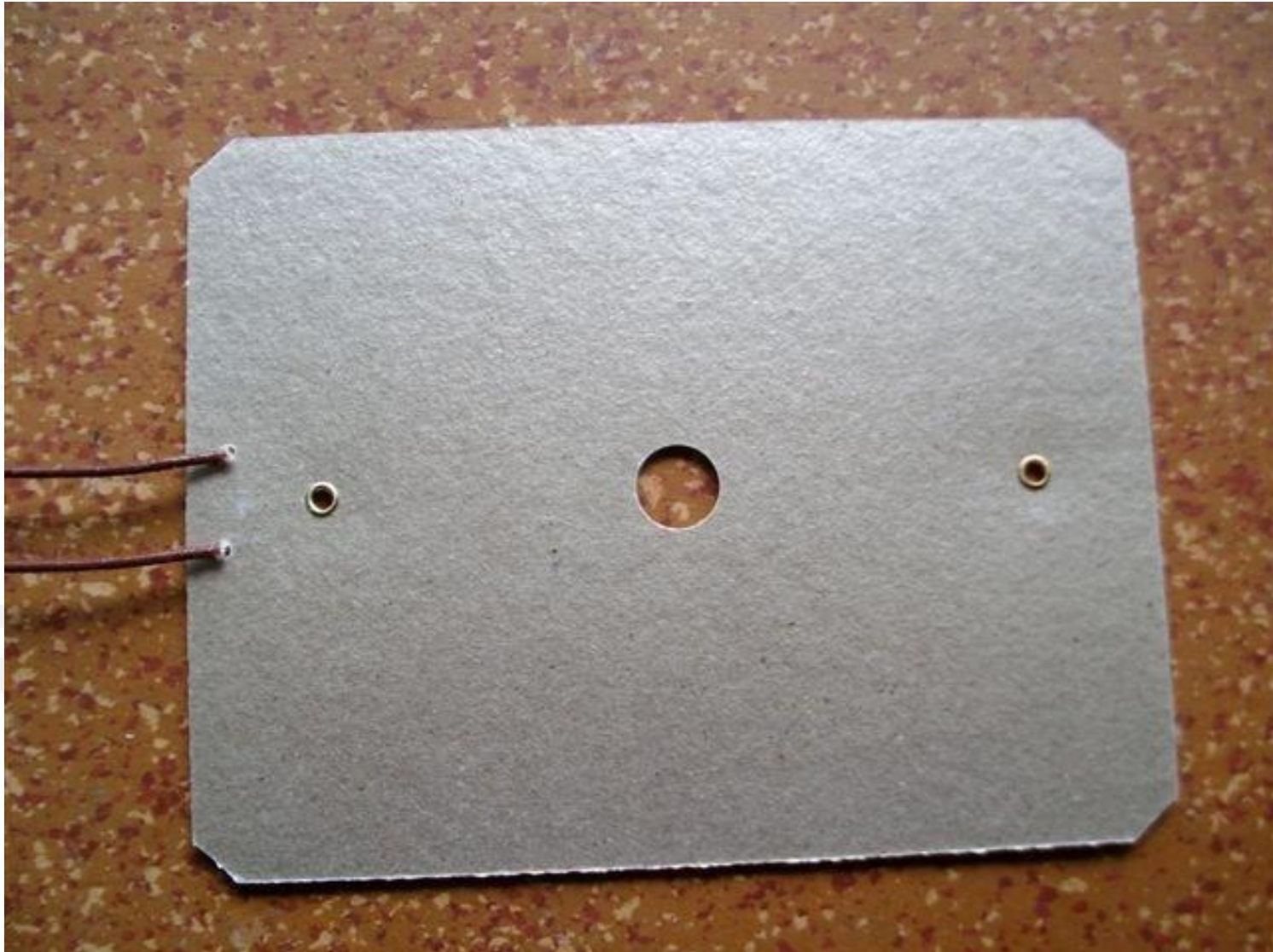
**IMDES MINI CONDENS-IT
Ver 1.0**



IMDES MINI CONDENS-IT VER 2.0



IMDES 1000 Watt Heizungelement für Condens-IT



IMDES MIDI CONDENS-IT



IMDES MIDI CONDENS-IT



KOMPLEXER EIGENBAU TOOLS



Entlötwerkzeug

KOMPLEXE EIGENBAU TOOLS



Entlötwerkzeug

Fragen ? Questions?

