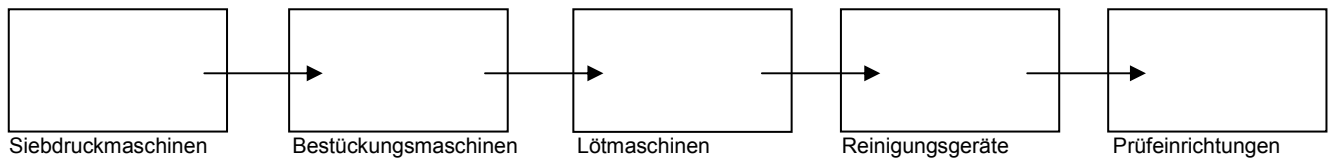
 Höhere technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt St. Pölten	<b>Abteilung</b>	<b>Gegenstand</b>	<b>Lehrer</b>	<b>Kapitel 4</b>
	Elektronik	FTKL	FL. Bauer	

## 4.1 SMD-Bestückungs- und Löttechnik

Die Fertigungsmaschinen in der SMD-Verarbeitung setzen sich aus fünf Kategorien zusammen.



### 4.4.1) Siebdruckmaschinen

Diese Maschinen werden zum Aufbringen der **Lötpaste** und/oder des **Epoxi-Klebers** (Klebepunktdruck) verwendet.




In die Siebdruckmaschine wird die Platine eingelegt und der „Arm“ (dieser trägt das Sieb) runtergeschwenkt.



**Rakel**



**Sieb**  
(entweder der Rakel oder der Tisch mit dem Sieb bewegt sich)

 Höhere technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt St. Pölten	<b>Abteilung</b>	<b>Gegenstand</b>	<b>Lehrer</b>	<b>Kapitel 4</b>
	Elektronik	FTKL	FL. Bauer	

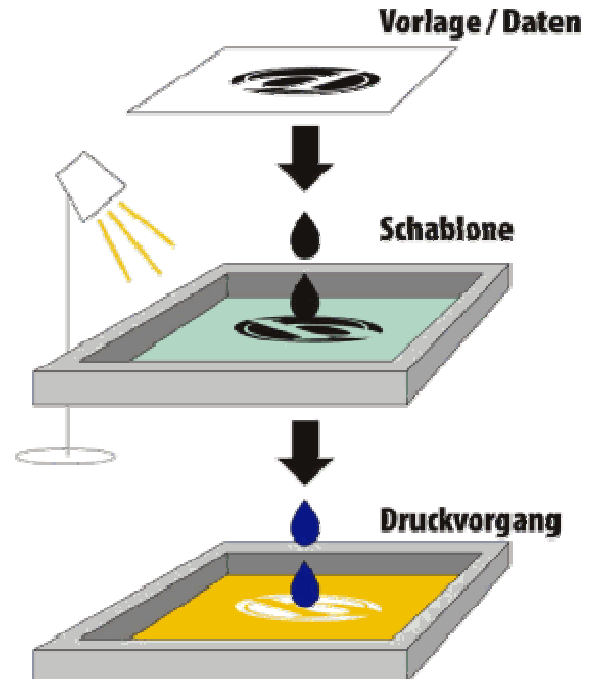
#### 4.1.1.1) Erstellung eines Siebes

Ein feinmaschiges Sieb wird über einen Metallrahmen gespannt und mit einer lichtempfindlichen Schicht (Paste) bestrichen.

Nun wird diese Paste getrocknet und danach mit einem Film (Vorlage) unter UV-Licht belichtet.

Alle durch den Film abgedeckten Stellen der Paste werden nun wieder heruntergewaschen. Somit erhält man ein Sieb, welches offene Maschen (dort wo die Farbe oder die Lötpaste durchgedrückt wird) und verklebte, geschlossene Maschen besitzt.

Durch den Maschendurchmesser wird die Menge des Lötpastenauftrages bestimmt.



#### 4.1.1.2) Erstellung einer Lötpastenschablone (aus Metall):

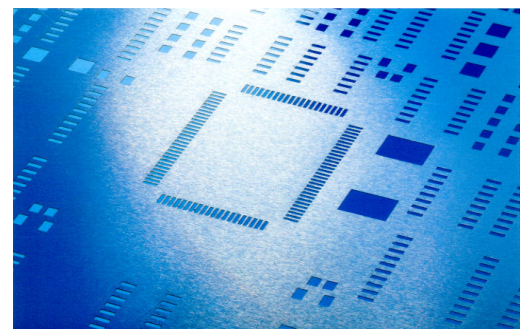
Es gibt 2 Möglichkeiten eine Lötpastenschablone herzustellen:

##### a) ätzen

Metallbleche (mit unterschiedlicher Stärke - typisch 0.15mm oder 0.2mm – dadurch wird die Menge des Lotauftrages bestimmt ) werden mit einem Fotoresist (lichtempfindliche Folie) laminiert (diese dient später als Ätzschutz) und mittels eines Filmes (welcher die SMD-Pads in etwas verkleinerter Form beinhaltet) belichtet.


Nach dem Entwickeln der Folie wird das Metallblech geätzt.

Jene Stellen, wo sich auf der Leiterplatte die SMD-Pads befinden sind nun als Löcher im Blech.



**Lötpastenschablone**

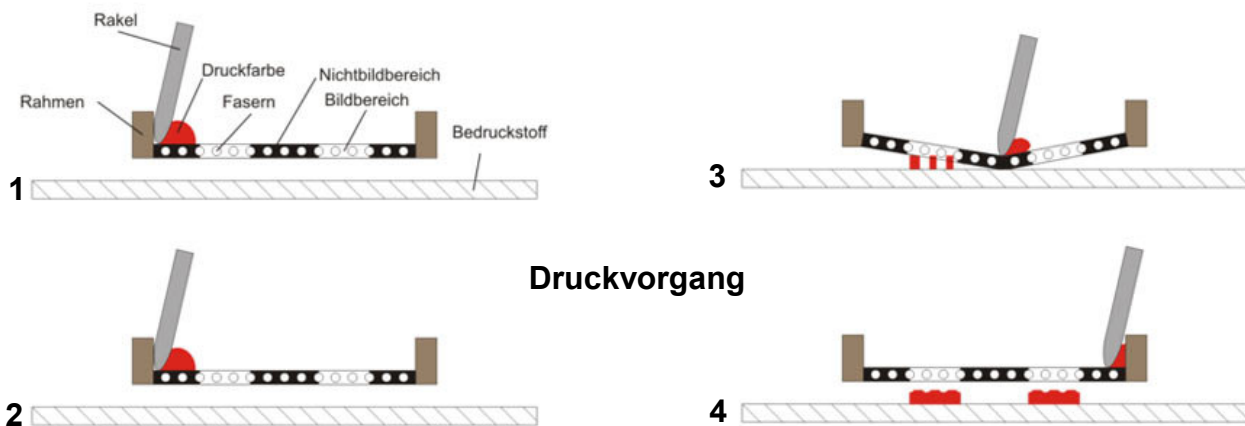
**b) lasern** (Löcher werden mittels Laser in das Blech geschnitten)

 Höhere technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt St. Pölten	<b>Abteilung</b>	<b>Gegenstand</b>	<b>Lehrer</b>	<b>Kapitel 4</b>
	Elektronik	FTKL	FL. Bauer	

### 4.1.1.3) Aufbringen der Lötpaste

#### 4.1.1.3.1) Lötpastenauftrag mittels Siebdruck

Egal, ob ein Sieb oder eine Lötpastenschablone verwendet wird, wird anschließend die Lötpaste in einem Arbeitsgang, mittels Siebdruck, auf die komplette Platine aufgebracht. Hierzu gibt man die Lötpaste auf z.B. die Schablone und drückt sie mit einem Rakel durch die Öffnungen in der Metallschablone (oder die offenen Poren des Siebes) direkt auf die unbestückte Leiterplatte.



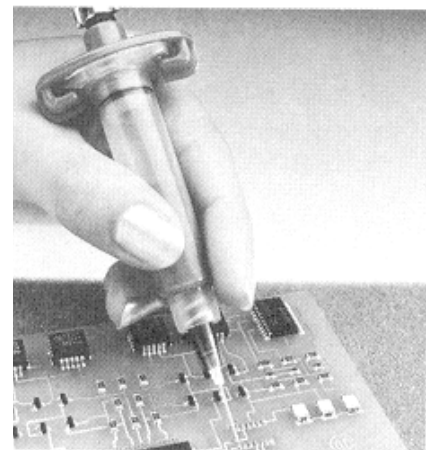
#### 4.1.1.3.2) Lötpastenauftrag mit Dosiergerät ( Dispenser )

Bei diesem Verfahren wird mit einem Dosiergerät die erforderliche Lötpaste aufgetragen. Dieser Auftrag kann punktförmig oder strichförmig erfolgen. Die Lötpaste ist in Kanülen, welche im verwendeten Dosiergerät eingespannt sind, abgefüllt. Die Menge der aufgetragenen Lötpaste wird bestimmt durch :

- Den Durchmesser der verwendeten Dispensernadel
- Durch den in der Anlage eingestellten Luftdruck
- Durch die Zeit, wie lange der Luftdruck auf die Lötpaste in der Kanüle einwirkt

Dieses Verfahren ist zwar in der Anwendung sehr flexibel, ein sehr großer Nachteil ist der erhöhte Zeitaufwand. Da jeder Lötspunkt einzeln aufgetragen werden muss, kann dies bei aufwendigeren Leiterplatten mit sehr vielen Lötspots zu nicht akzeptablen Verzögerungen führen.

Daher wird diese Art des Lotauftrages hauptsächlich für Kleinserien bzw. Laboranwendungen verwendet.



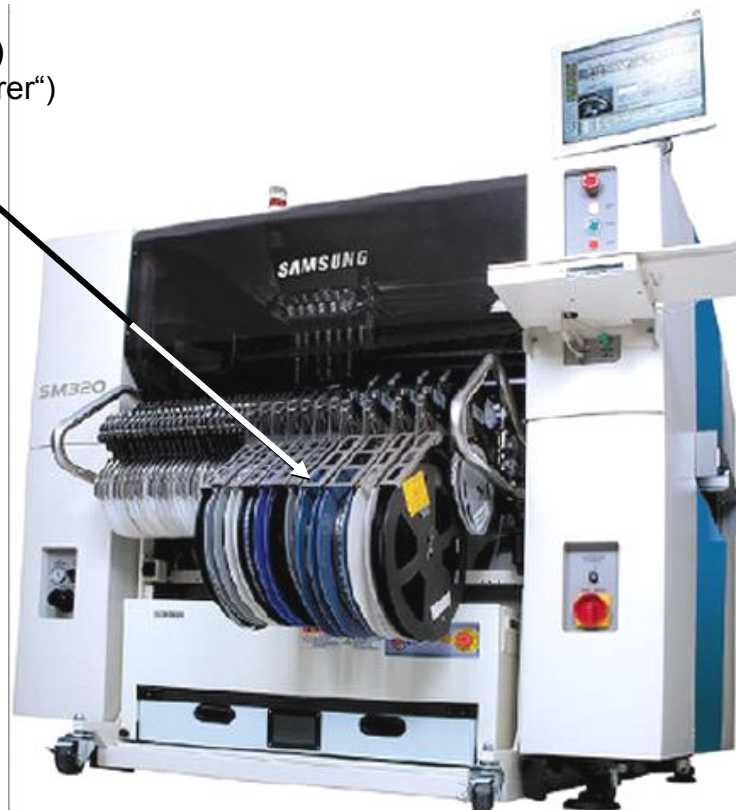
**Dispenser**

### 4.1.2) Bestückungsmaschinen:

- Einrichtungen für die manuelle Bestückung
  - Automatische „Pick and Place“ – Bestückung
  - Simultanbestückung
- Kombinationen und Varianten sind möglich (z.B. Kleber aufbringen / Bestücken)


#### 4.1.2.1) Vollautomatische „Pick and Place“-Maschinen mit Feeder

Die Bauteile (in den **SMD-Spulen**) werden durch die Feeder (=“Fütterer“) in die Maschine gefördert.



Dort „pickt“ der **Bestückungskopf** die Bauteile auf und „platziert“ sie auf der Platine



 Höhere technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt St. Pölten	<b>Abteilung</b>	<b>Gegenstand</b>	<b>Lehrer</b>	<b>Kapitel 4</b>
	Elektronik	FTKL	FL. Bauer	

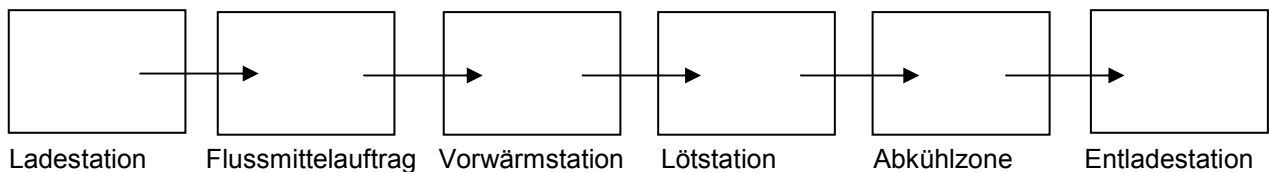
**4.1.3) Lötmaschinen:**

**4.1.3.1) BADLÖTEN (die Lotzufuhr erfolgt während der Wärmezufuhr)**

Beim Badlöten tritt ein relativ großer Temperatursprung auf. Das Wellen oder Schwalllöten ist dadurch gekennzeichnet, dass an die Lötseite einer horizontal oder leicht geneigten Leiterplatte flüssiges Lot durch eine Düse herangeführt wird.

Beim Doppelwellenlöten wird zusätzlich zur Normalwelle noch eine Vorwelle benutzt.

Eine Lötstation zum Wellenlöten besteht üblicherweise aus folgenden Stationen:



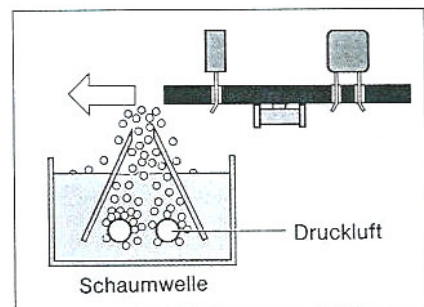
Wellen-Lötgerät mit Doppelwelle (Lötstation)


**4.1.3.1.1) Flussmittelauftrag**

Beim Schwall- oder Wellenlöten ist es erforderlich, vor dem Lötvorgang genügend Flussmittel auf die Löt pads aufzutragen, um diese zu reinigen. Es gibt verschiedene Möglichkeiten des Flussmittelauftrages. Ich möchte hier nur die beiden am meisten verwendeten Varianten anführen:

o) Flussmittelauftrag durch Schaumwelle ( Schaumfluxen )

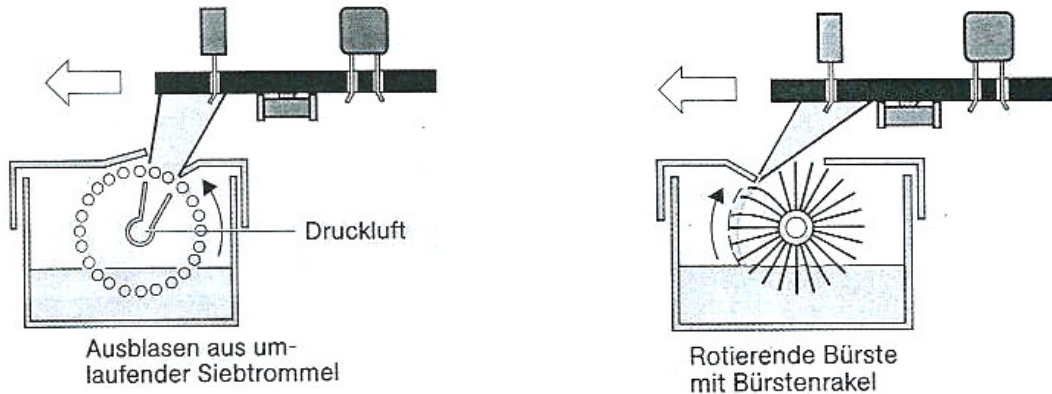
Mittels Druckluft wird eine Flux-Schaumwelle (Höhe der Welle ca. 10mm) erzeugt. Das Flussmittel muss gute Eigenschaften zur Schaumbildung besitzen, daher sind nicht alle Flussmittel für dieses Verfahren geeignet. Ist die SMD-Bestückung zu dicht oder durchfährt die Baugruppe die Welle zu schnell, so kann es zu einem Zusammenbrechen der Welle kommen.



 Höhere technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt St. Pölten	<b>Abteilung</b>	<b>Gegenstand</b>	<b>Lehrer</b>	<b>Kapitel 4</b>
	Elektronik	FTKL	FL. Bauer	

#### o) Aufsprühen des Flussmittels ( Sprühfluxen )

Beim Sprühfluxen kommt es durch rotierende Bürsten zur Bildung eines feinen Sprühnebels und so zur Benetzung der Leiterplatte. Die oben genannten Nachteile des Schaumfluxens entfallen hier.

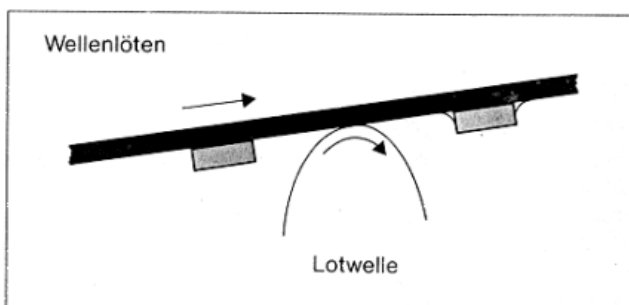


#### 4.1.3.1.2) Vorwärmen (Löt-Vorbereitungen)

Um sicherzustellen, dass alle nicht erwünschten Lösemittel (welche mit dem Flussmittel aufgebracht werden) beim späteren Löten der Baugruppe bereits entwichen sind, werden die Baugruppen vor dem Löten **vorgetrocknet und vorgewärmt**.

#### 4.1.3.1.3) Lötstationen:

##### 4.1.3.1.3.1) Wellenlöten

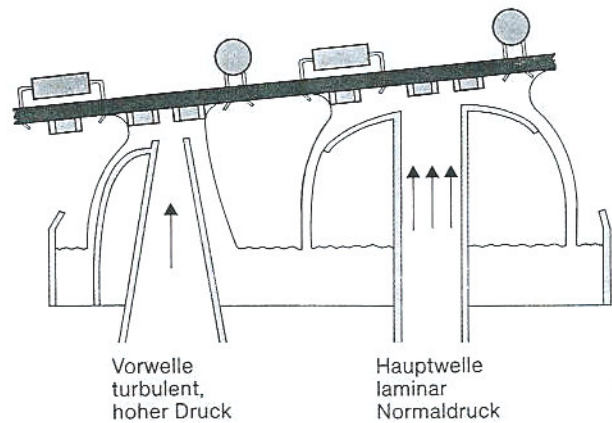
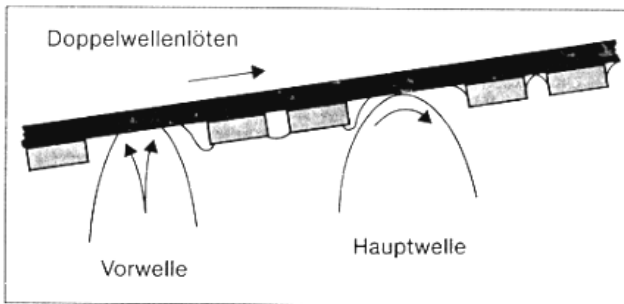


Beim Wellenlöten wird die Baugruppe (im geeigneten Zustand) über **eine** Zinnwelle geführt.

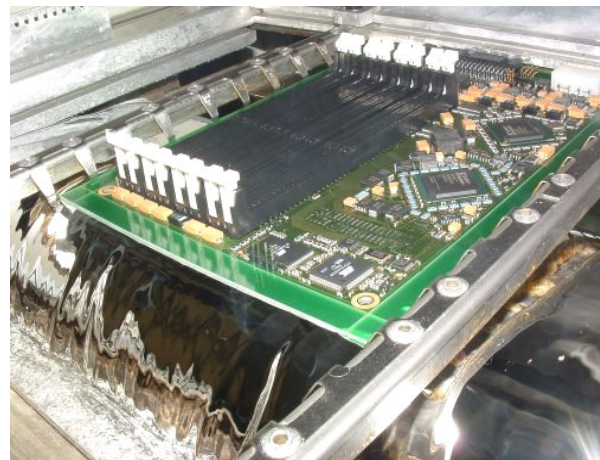
Durch die Schattenbildung der Bauteile und die Kapillardpression ist dieses Verfahren nur für Baugruppen mit geringer Bauteildichte möglich. Außerdem können nicht alle SMD-Bauelemente mit diesem Verfahren gelötet werden.

 Höhere technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt St. Pölten	<b>Abteilung</b>	<b>Gegenstand</b>	<b>Lehrer</b>	<b>Kapitel 4</b>
	Elektronik	FTKL	FL. Bauer	

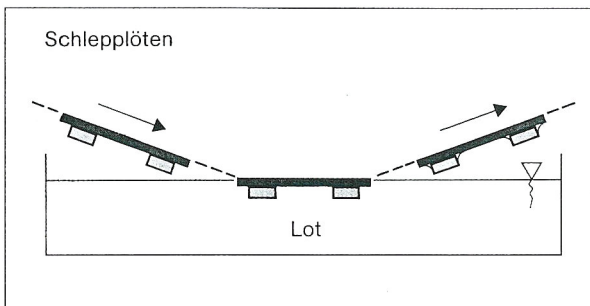
#### 4.1.3.1.3.2) Doppelwellenlöten:



Vor der Hauptwelle ist eine zweite Lötwellen angeordnet, welche einen stark verwirbelten Lotschwall erzeugt, um auch die, durch die Bauteile abgeschatteten Stellen, zu erreichen. Durch die erste, verwirbelte Welle wird sehr viel Lötzinn aufgetragen, welches auch, vor allem bei SMDs mit geringem Abstand, zu sehr vielen Lötbrücken führt. Beim Passieren der zweiten Lötwellen fließt das überschüssige Lötzinn durch diese wieder ab.

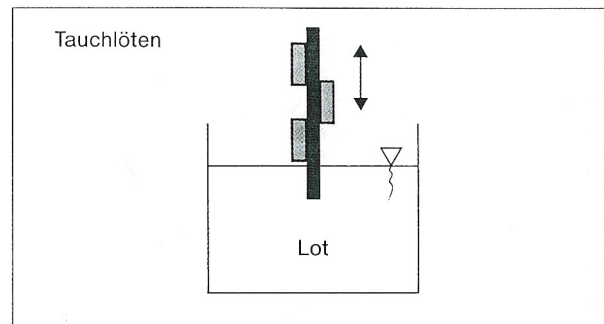


#### 4.1.3.1.3.3) Schleplöten



Beim Schleplöten wird die Baugruppe durch ein Lötbad „geschleppt“. Das Ein- und Ausfahren der Baugruppe erfolgt unter einem definierten Winkel mit geringer Neigung zur Horizontalen.

#### 4.1.3.1.3.4) Tauchlöten



Dieses Verfahren spielt in der SMD-Technik praktische keine Rolle, wird also nicht verwendet. Ein großer Nachteil ist, dass die Bauteile am unteren Platinenrand viel länger im heißen Zinn sind, als jene Bauteile am oberen Rand. Dies führt für die gesamte Baugruppe (Platine und Bauelemente) zu einem extrem hohen thermischen Stress.

### 4.1.3.2) Reflow-Löten,

die Lotzufuhr (Lötpaste) erfolgt vor dem Löten (Wärme)

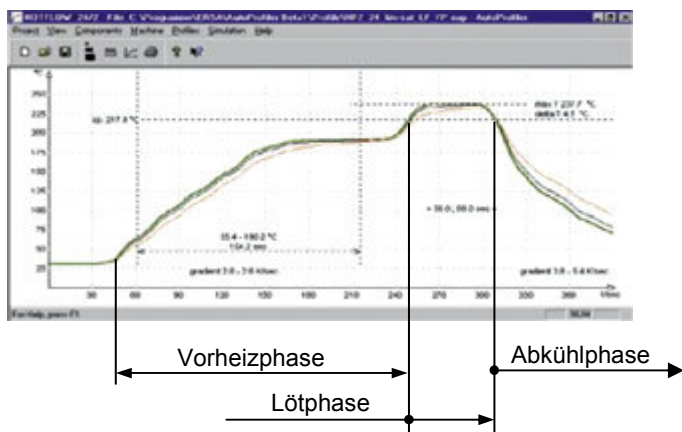
Das Reflow-Löten ist eine echte Alternative für das Badlöten. Die Vorteile dieser Verfahren sind unter anderem:

- löten auf engerem Raum und auf kleineren Flächen möglich;
- die Löttemperatur ist niedriger als beim Badlöten – macht das Löten von wärmeempfindlichen Bauteilen möglich

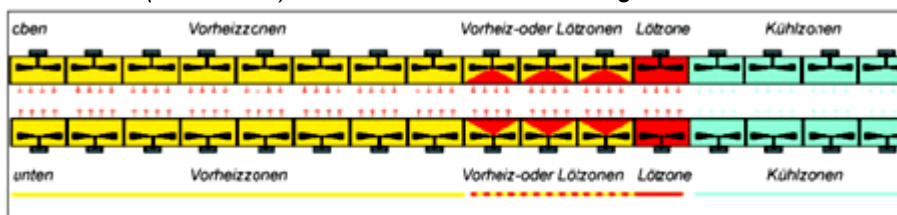
Nach der Wärmezufuhr unterscheidet man:

- Wärmestrahlung: Infrarot-Löten und Laser-Löten
- Kondensationslöten: Kondensation eines Dampfes – dadurch Erwärmung der Bauteile und der Lötpaste – Bauteildichte unabhängig
- Konvektion: Heißluft, Heißgas - in der SMD-Technik wenig verwendet
- Wärmeleitung: Heizplatten, Heizbänder (Wärme muss durch die gesamte Platine durch -> kann also nur zum Vorwärmen verwendet werden).


Typisches Temperaturprofil beim Reflow- Löten



Innenleben (Heizzonen) eines Durchlauf-Reflow-Lötgerätes





 Höhere technische Bundeslehr- und Versuchsanstalt St. Pölten	<b>Abteilung</b>	<b>Gegenstand</b>	<b>Lehrer</b>	<b>Kapitel 4</b>
	Elektronik	FTKL	FL. Bauer	

**4.1.4) Reinigungsgeräte**

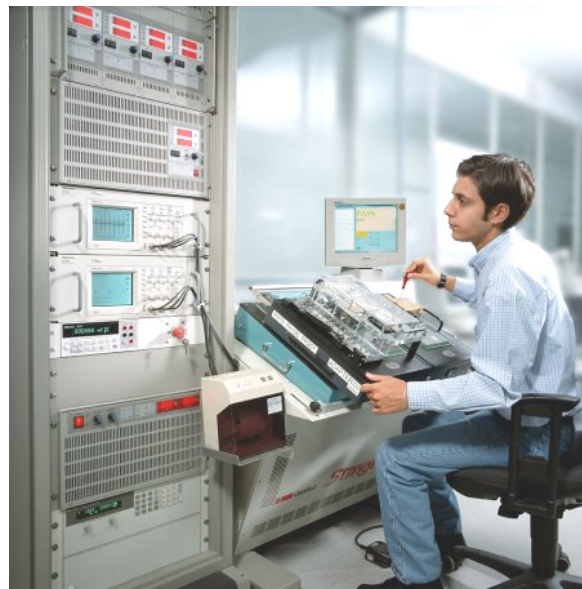
Zum Entfernen von Produktionsrückständen in Form von Flux und anderen unerwünschten Materialien. Allgemein werden Ultraschallgeräte eingesetzt. Natürlich versucht man Fluxmittel zu entwickeln und zu verwenden, die keine Rückstände hinterlassen und somit keine Reinigung mehr erfordern.

**4.1.5) Prüfeinrichtungen:**

Funktionsprüfung der bestückten Leiterplatten.



Optische Kontrolle



Elektrische Kontrolle

**PIN & Paste**



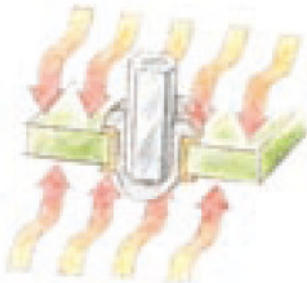
**1**  
Design-In: Leiterplatten- und  
Schablonen-Design für THR-  
Komponenten bestimmen



**2**  
Pastendruck: Lotpaste in THR-  
Bestückungslöcher füllen



**3**  
Bestückung: THR-Bauteilstifte in  
Lotpaste setzen



**4**  
Reflowlöten: Lotpaste  
aufschmelzen



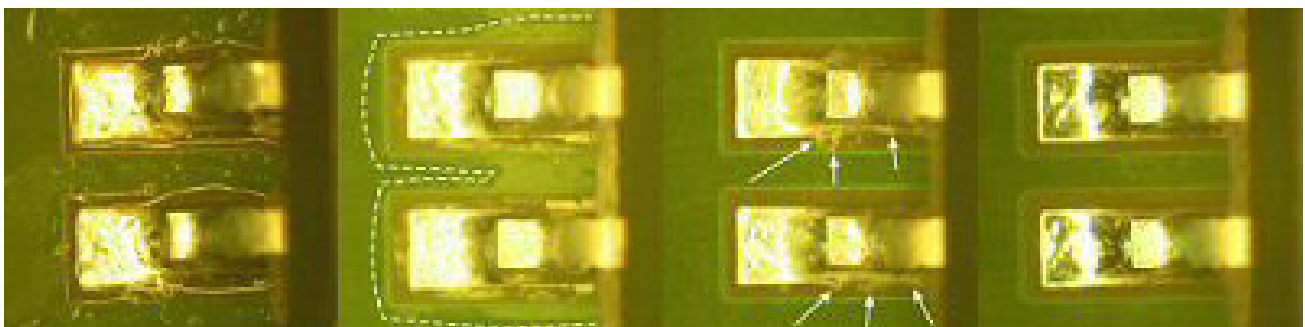
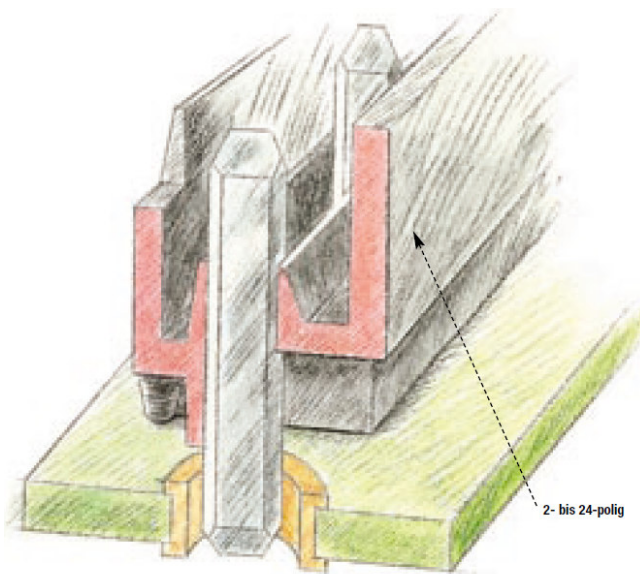
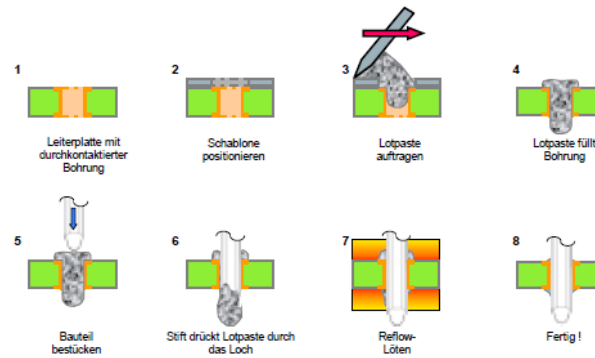
**5**  
Qualitätskontrolle: Fertige THR-  
Lötstellen beurteilen



**Schnitt durch THR-Lötstelle mit kurzem Stift**

**Pin in Paste Verfahren**

Die Grundlage für den Einsatz von Through Hole Reflow-Steckverbindern ist das Pin in Paste – Verfahren. Hierbei werden die Anschlußstifte in mit Lotpaste gefüllte durchkontaktierte Bohrungen geführt und im Reflow Ofen verlötet. Der Reflow der an der Stiftspitze aufschmelzenden Lotpaste in die durchkontaktierte Bohrung führt zu einer wie aus klassischen Wellenlötungen bekannten Lötstelle. Die für Steckverbinder erforderliche mechanische Belastbarkeit ist selbstverständlich.



Von links nach rechts: Flussmittel unberührt, Flussmittel angegriffen und teilweise entfernt, Flussmittel weitestgehend entfernt, Flussmittel vollständig entfernt

