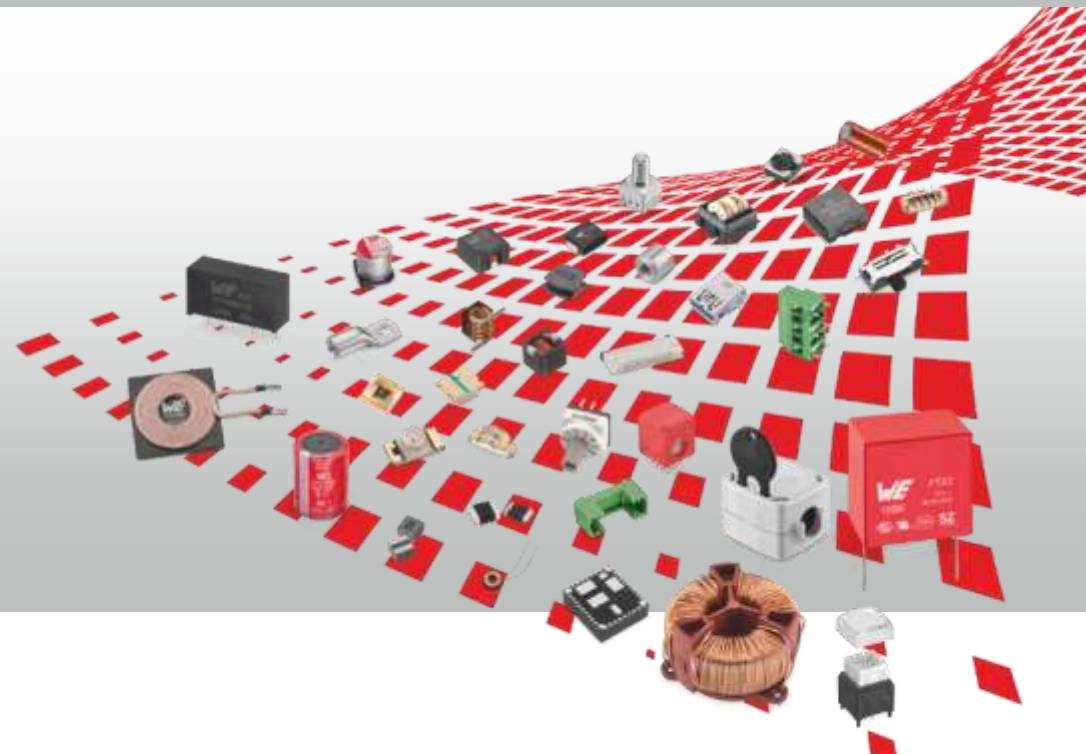




# THR- Through Hole Reflow

more  
than you  
expect



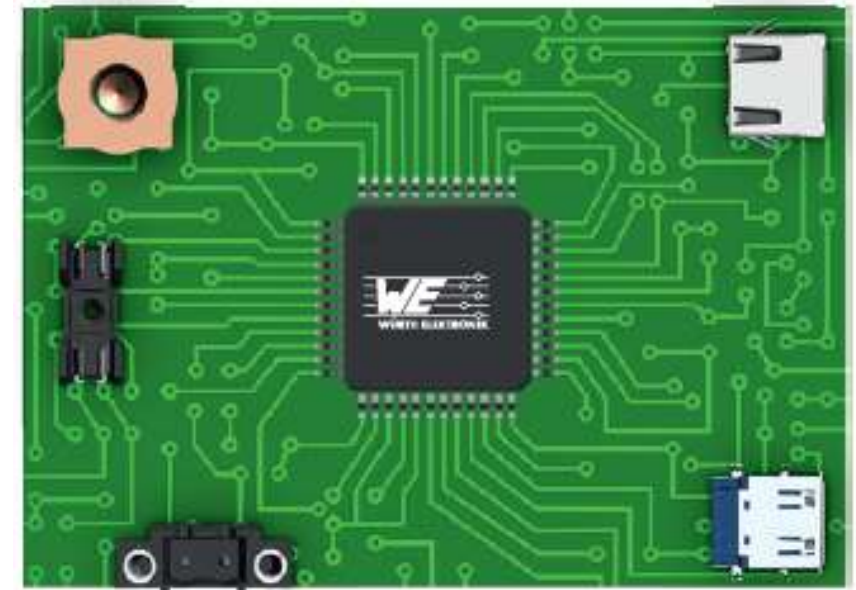
Technical ACADEMY  
Goetz Schattmann FAE

Rev 22.06.2021

# Agenda



- 1. Entstehung von THR
- 2. Anforderungen an Bauteile und Grundmaterialien
- 3. Layout- und Schablonenvorschläge
- 4. Prozess und Stufen der Verarbeitung
- 5. Qualitätsansprüche nach IPC-A-610
- 6. Vorteile von THR
- 7. Zusammenfassung
- 8. Fragerunde



Quelle: Flyer BCF THR technology

# Entstehung von THR

- Seit den 50er Jahren THT (Trough Hole Technologie)
- Seit den 80er Jahren auch immer mehr SMT (Surface Mount Technology)
- Besonders bei Steckverbindern müssen Steck- und Ziehkräfte beachtet werden
- Die Lösung ist THR (Trough Hole Reflow)

50er



80er



Heute



Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.68

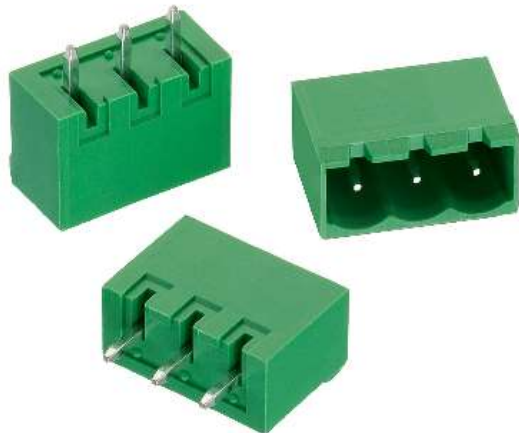


# Anforderungen an Bauteile und Grundmaterialien

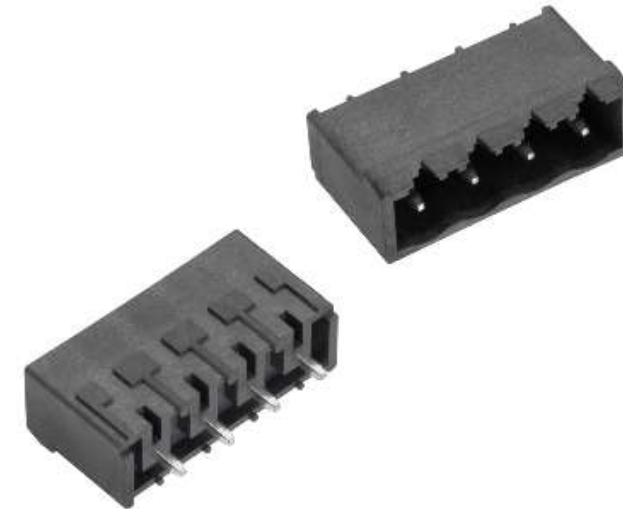
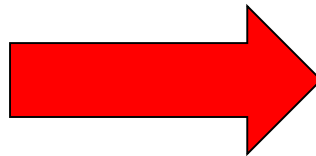


## ■ Was muss an einem THR Bauteil geändert werden?

- Gehäuse (Form und Grundmaterial)
- Kontakte



Quelle: Homepage 691311500103

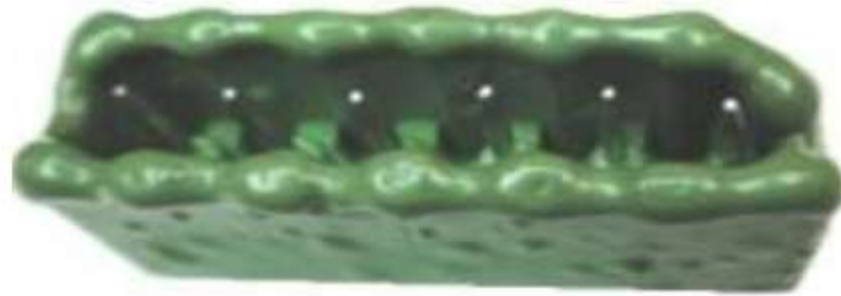


Quelle: Homepage 691701510004B

# Anforderungen an Bauteile und Grundmaterialien



- **Der Kunststoff muss für den höheren Temperaturbereich geeignet sein**



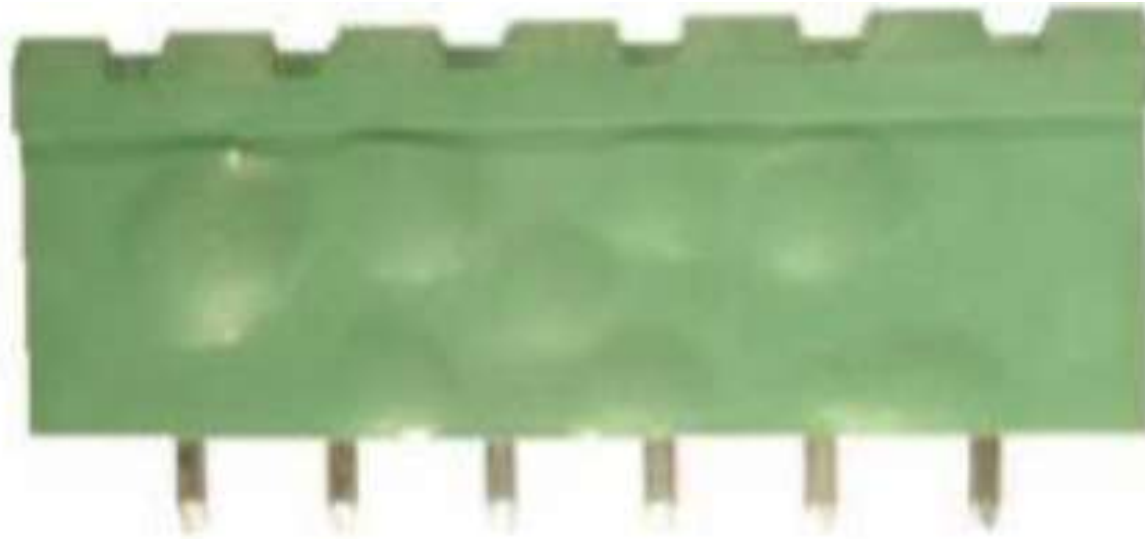
Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.80

- **Bevorzugt wird LCP-Kunststoff verwendet**
  - Hochtemperaturfest
  - Dimensionsstabil (Rastertreu im Bestückungsprozess)
  - Moisture Sensitivity Level (MSL) 1

# Anforderungen an Bauteile und Grundmaterialien



- Bei anderen Polymeren (z.B. PA9T) ist der Feuchtigkeitsgehalt im Zusammenhang mit der thermischen Einwirkung im Reflow Lötprozess zu beachten

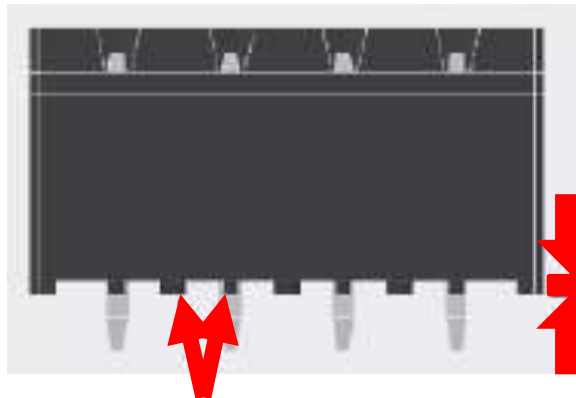


Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.79

# Anforderungen an Bauteile und Grundmaterialien



- Damit ein Bauteil THR-Kompatibel wird, sind auch Änderungen an der Gehäuseform notwendig



- Stifte sorgen für den nötigen Abstand zur Lotpaste (min. 0,3mm- besser 0,5mm)
- Koplanarität kleiner als 0,15mm laut DIN EN 61760-3
- Ermöglichen einer Sichtprüfung
- Luftfluss unter dem Gehäuse
- Lotpastendepot unter dem Bauteil

Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.81

Quelle: Homepage 691311500103 / 691701510004B

# Anforderungen an Bauteile und Grundmaterialien



- Durch den Luftstrom wird die Wärme an die Lötstelle transportiert, das Bauteil wird meist nicht komplett durcherwärmt



Quelle: Homepage 691701500004B



Quelle: [https://katalog.we-online.de/de/em/WP-THRBU\\_THROUGH-HOLE](https://katalog.we-online.de/de/em/WP-THRBU_THROUGH-HOLE)

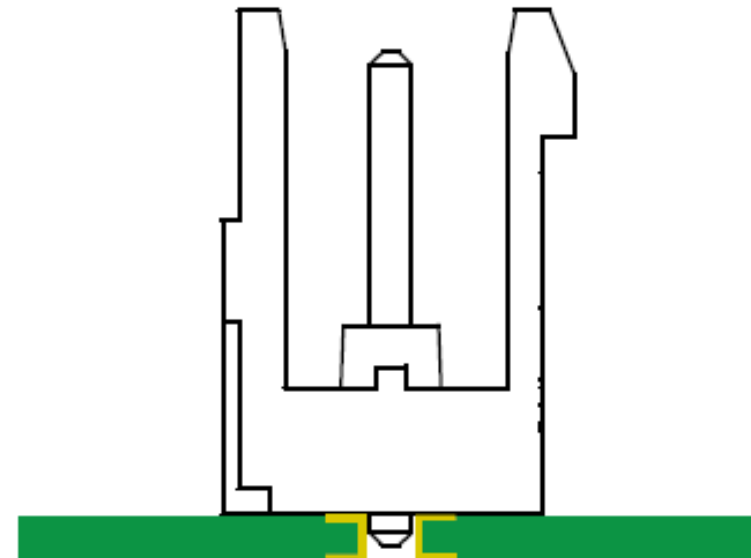
- Dadurch lassen sich auch Bauteile mit großem Volumen im Reflow Prozess löten



# Anforderungen an Bauteile und Grundmaterialien



- Verkürzte Kontakte für THR
  
- Was fällt bei dem folgenden Beispiel auf?
  - Bei einem zu kurzem Pin ist die mechanische Stabilität nicht gegeben
  
  - Laut DIN EN 61760-3 sollte der Pin min. 0,5mm überstehen (ist nicht zwingend)
  
  - Enden die Pins in der PCB ist der Ersteller für die optische Prüfung verantwortlich
  
  - IPC-A-610D wird evtl. nicht erfüllt



Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.84

# Anforderungen an das Produkt und dessen Grundmaterialien / Kontakte



- Ein kleiner Ausflug in die IPC-A-610 und die 3 generellen Klassen für elektronische Produkte
- **Klasse 1: Allgemeine Elektronikprodukte**
  - Keine erhöhten Anforderungen an die Funktion
- **Klasse 2: Elektronikprodukte mit erhöhten Ansprüchen**
  - Produkte mit ständiger Funktionsfähigkeit
  - Unterbrechungen im Betrieb sind nicht erwünscht, aber nicht kritisch
  - Keine besonderen Umgebungsbedingungen
- **Klasse 3: Hochleistungselektronik**
  - Produkte mit ständiger Funktion / Verfügbarkeit
  - Unterbrechungen sind nicht erwünscht und auch kritisch
  - Außergewöhnliche Umgebungsbedingungen

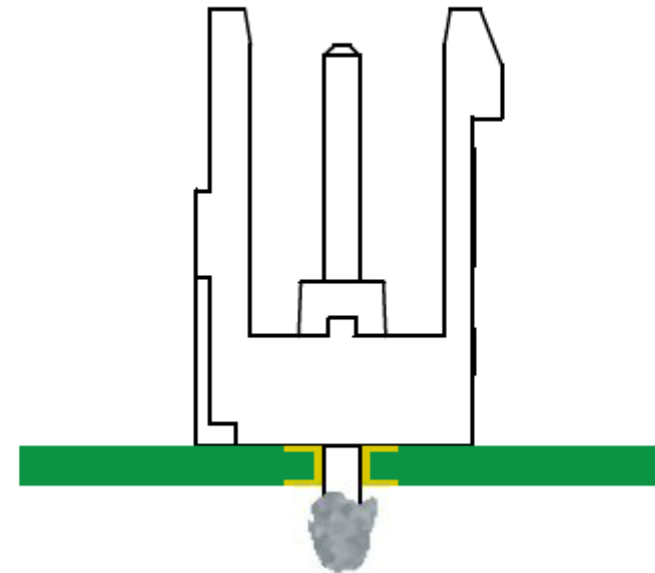


Quelle: Marketing

# Anforderungen an Bauteile und Grundmaterialien



- Verkürzte Kontakte für THR
- Was fällt bei dem folgenden Beispiel auf?
  - Bei zu langen Pins kann die Lotpaste durchgeschoben werden
  - Lötperlenbildung
  - Eine Sichtprüfung schwierig / unmöglich
  - Bei WE 2,6mm Pinlänge

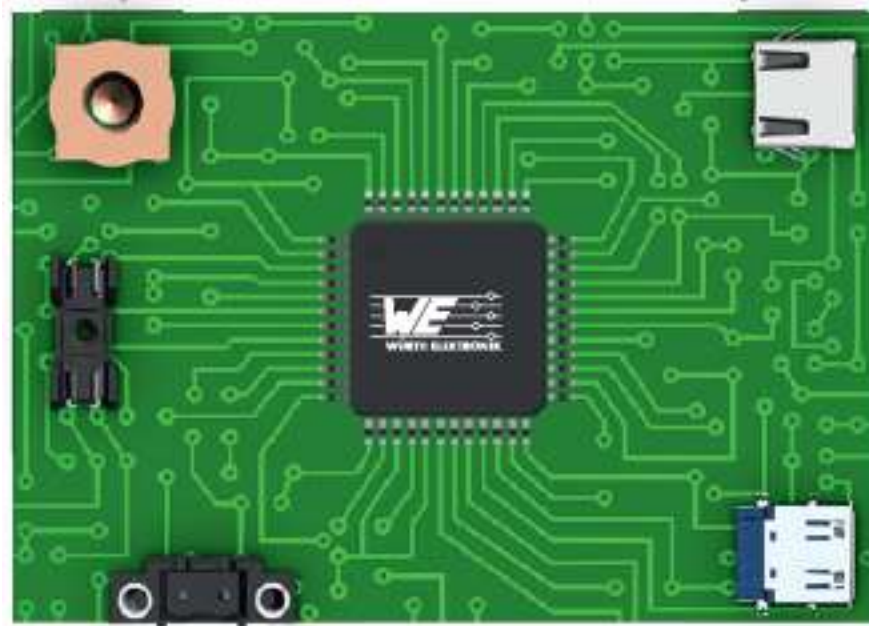


Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.85

# Layout- und Schablonenvorschläge



- **Folgende Punkte werden für das Layout und die Schablonenberechnung benötigt:**

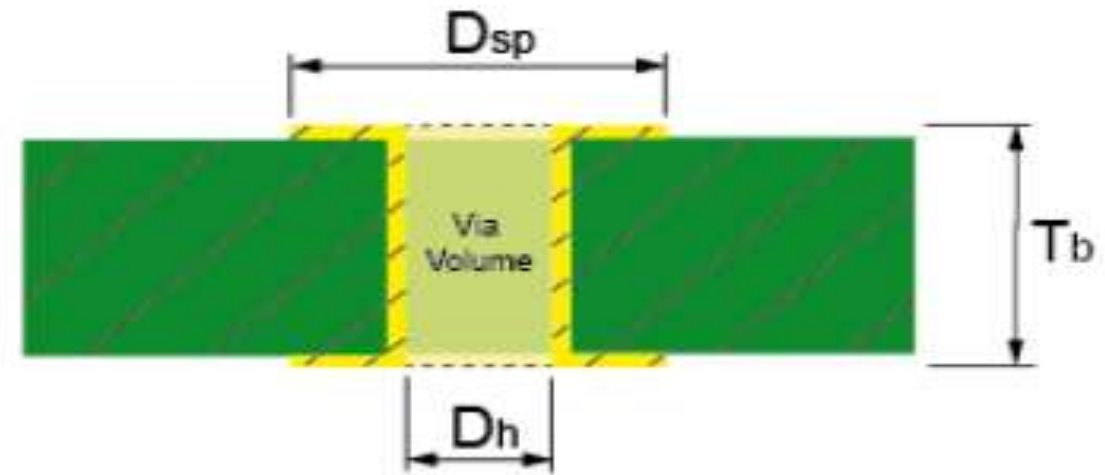


Quelle: Flyer BCF THR\_technology

# Layout- und Schablonenvorschläge

## Layoutvorschlag und Volumenberechnung der Durchkontaktierung

- Das Volumen des Bestückungslochs wird mit  $V_{pcb} = \pi \frac{D_h^2}{4} \times T_b$  berechnet
- $T_b$ : Platinendicke
- $D_h$ : Bestückungslochdurchmesser = Pindurchmesser  
+ 0,3mm bei rundem Pin  
+ 0,25mm bei rechteckigem Pin
- $D_{sp}$ : Lötpad Durchmesser =  $D_h$  (+0,6 bis 0,8mm)



Quelle: Definition of the stencil design for our THR WE France

# Layout- und Schablonenvorschläge



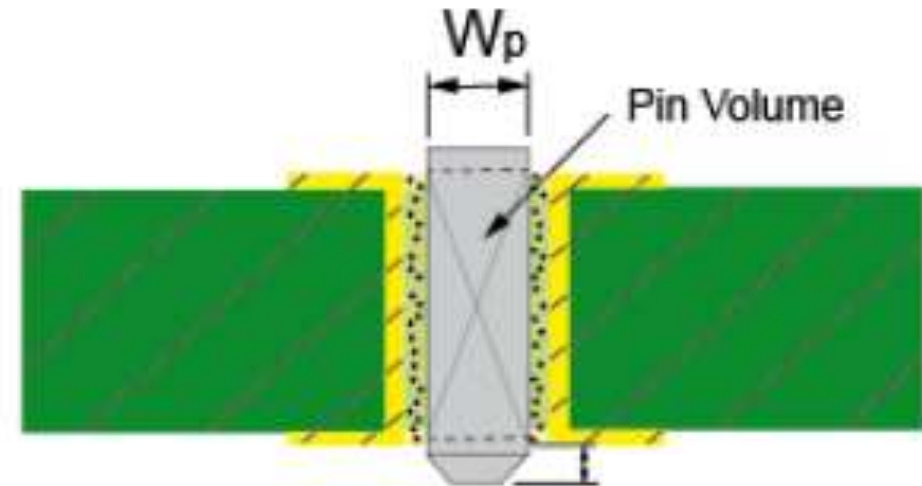
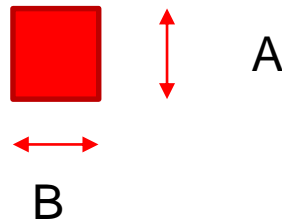
## ■ Volumenberechnung des Pins

- $V_{pin} = \pi \times \text{Pinradius}^2 \times \text{Platinendicke}$

- Für runde Pins:  $\text{Pinradius} = \frac{W_p}{2}$



- Für eckige Pins:  $\text{Pinradius} = \sqrt{\frac{A \times B}{\pi}}$



 Free volume for solder paste

Quelle: Definition of the stencil design for our THR WE France

# Layout- und Schablonenvorschläge



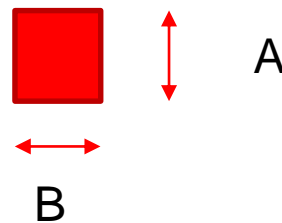
## ■ Volumenberechnung des Lötmeniskus mit der Pappus-Guldin Formel

- $V_{\text{meniskus}} = 0,215 \times C^2 \times (0,2334 \times C + \text{Pinradius}) \times 2 \pi$

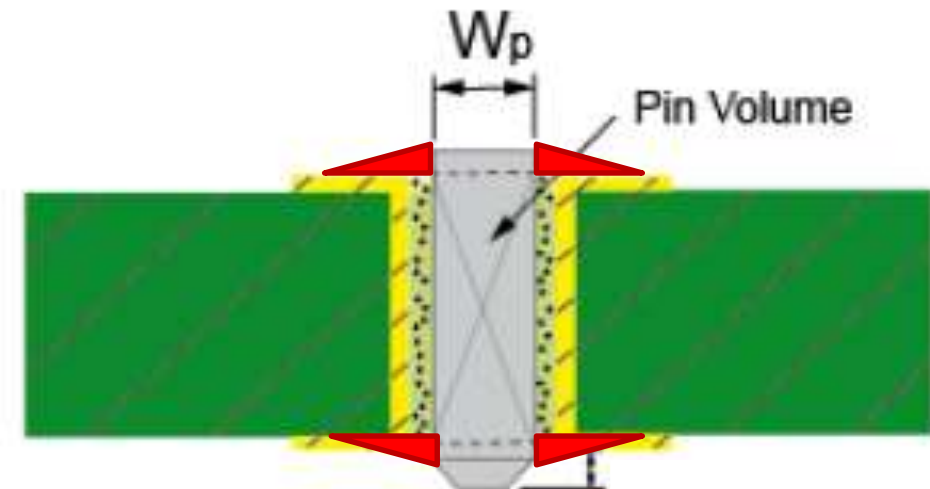
- Für runde Pins:  $\text{Pinradius} = \frac{W_p}{2}$



- Für eckige Pins:  $\text{Pinradius} = \sqrt{\frac{A \times B}{\pi}}$



- $C = \frac{\text{Löt padddurchmesser} - \text{Pindurchmesser}}{2}$



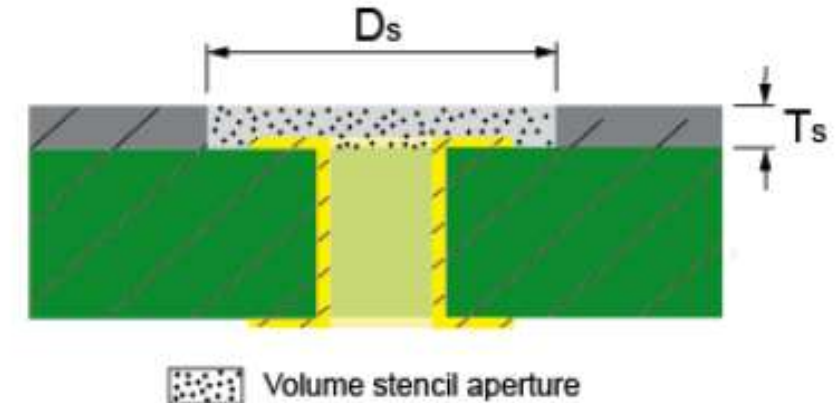
 Free volume for solder paste

Quelle: Definition of the stencil design for our THR WE France

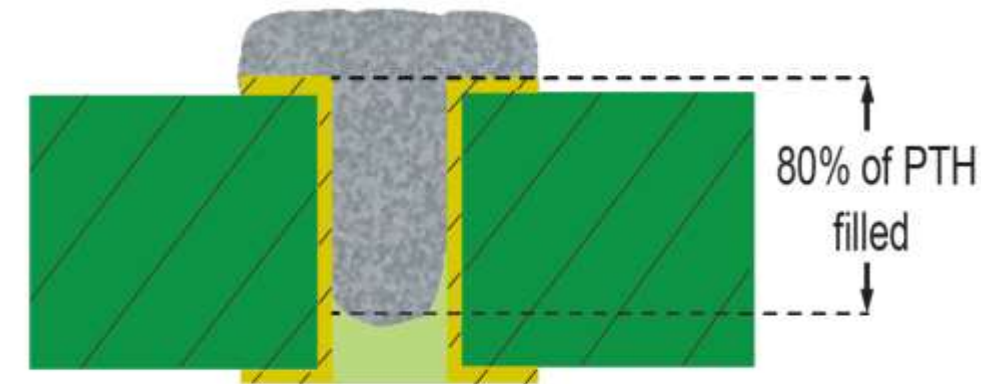
# Layout- und Schablonenvorschläge



- **Berechnung des Lotpastenvolumens und der Schablonenöffnung**
- **Volumen der Lotpaste =  $V_{lotpaste} = (2 \times V_{meniskus} + V_{pcb} - V_{pin}) \times 2$**
- **Das Gesamtvolumen wird x 2 genommen da gängige Lötpasten zu 50% einen metallischen Anteil haben**
- **Schablonenöffnung (mm<sup>2</sup>) =  $\frac{V_{lotpaste}}{T_s \text{ (Schablonenhöhe)}}$**
- **Paste im Loch beachten (variiert je nach Durchmesser und Schablonenhöhe, Bsp. ist bei 150µm Höhe)**



Quelle: Definition of the stencil design for our THR WE France



Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.101

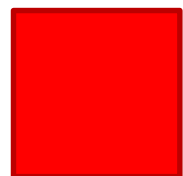


# Layout- und Schablonenvorschläge



## ■ Berechnung der Schablonenöffnung

- Durchmesser für eine runde Öffnung  $= 2 \times \sqrt{\frac{\text{Schablonenöffnung in mm}^2}{\pi}}$
- Seiten bei einer quadratischen Öffnung  $= \text{Schablonenöffnung (in mm}^2\text{)}^{0,5}$
- Wenn eine Seite vorgegeben ist,  
*Schablonenöffnung in mm<sup>2</sup>* durch diese Seite teilen
- Bsp. mit 19,62mm<sup>2</sup> Schablonenöffnung:



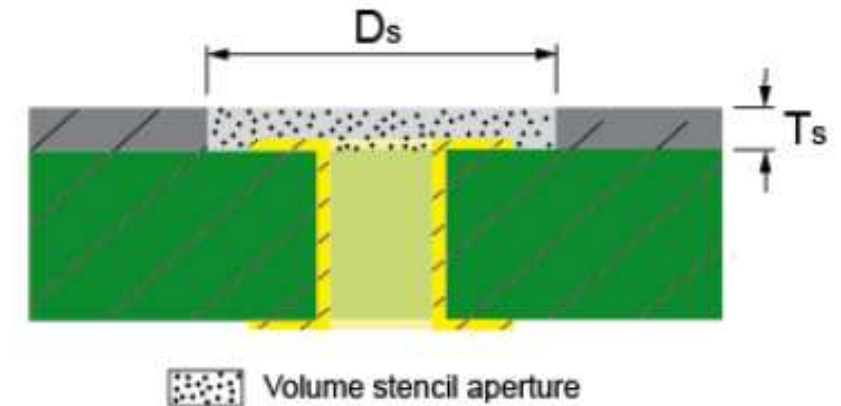
4,43mm

4,43mm



4,36mm

4,50mm



Quelle: Definition of the stencil design for our THR WE France

# Layout- und Schablonenvorschläge

- Volumenberechnung Lotpaste
- Freies xls.Berechnungstool auf Anfrage

## THR (trough hole reflow) stencil calculation

Fill in yellow fields

### for circular pin

solder pad diameter	2,00 [mm]
plated hole diameter	1,20 [mm]
pin diameter	0,60 [mm]
board thickness	1,60 [mm]
paste reduction factor	0,50
stencil thickness	0,20 [mm]

$V_{pin}$	0,45 [mm <sup>3</sup> ]
$V_{hole}$	1,81 [mm <sup>3</sup> ]
$V_{fillets}$	0,60 [mm <sup>3</sup> ]
$V_{total}$	1,96 [mm <sup>3</sup> ]
$V_{paste}$	3,92 [mm <sup>3</sup> ]

stencil aperture	19,61 [mm <sup>2</sup> ]
if rounded : diameter	5,00 [mm]
if square: plain	4,43 [mm]

if rectangular: enter first plain	4,50 [mm]
second plain	4,36 [mm]

### for rectangular pin

solder pad diameter	2,00 [mm]
plated hole diameter	1,20 [mm]
pin width	0,90 [mm]
pin length	0,90 [mm]
board thickness	1,60 [mm]
paste reduction factor	0,50
stencil thickness	0,20 [mm]

$V_{pin}$	1,30 [mm <sup>3</sup> ]
$V_{hole}$	1,81 [mm <sup>3</sup> ]
$V_{fillets}$	0,40 [mm <sup>3</sup> ]
$V_{total}$	0,92 [mm <sup>3</sup> ]
$V_{paste}$	1,84 [mm <sup>3</sup> ]

stencil aperture	9,18 [mm <sup>2</sup> ]
if rounded : diameter	3,42 [mm]
if square: plain	3,03 [mm]

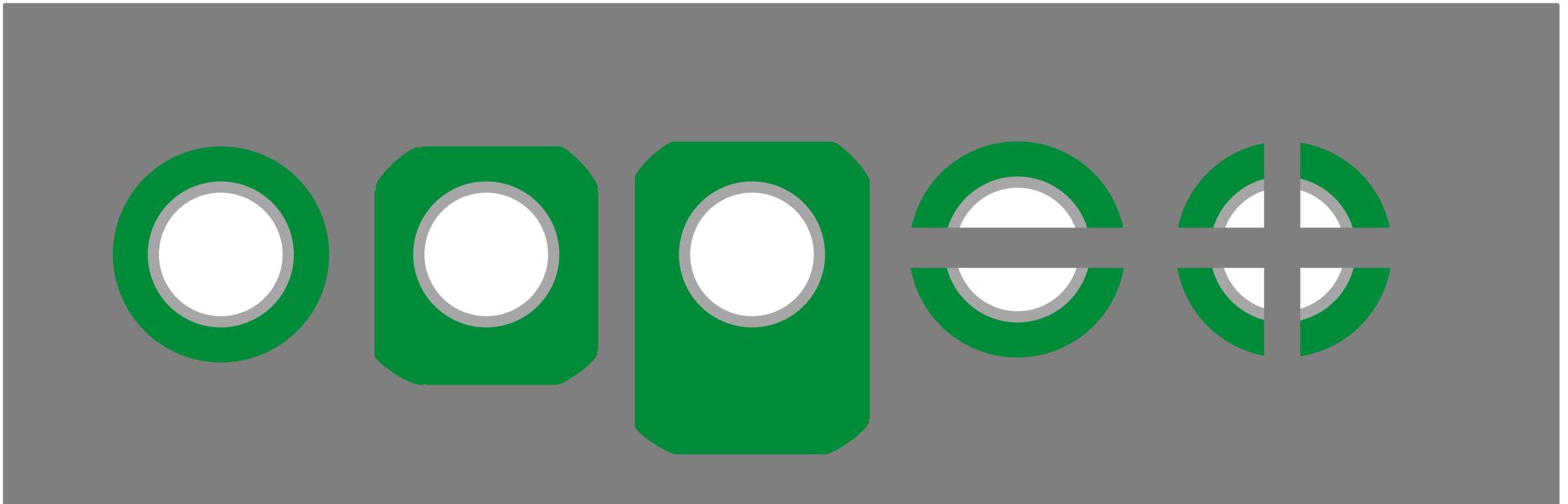
if rectangular: enter first plain	3,10 [mm]
second plain	2,96 [mm]

Quelle: Stencil calculator WE

# Layout- und Schablonenvorschläge



- **Typische Schablonenöffnungen**



# Prozess und Stufen der Verarbeitung



## Der Fertigungsprozess

- Wie bei einem SMD Bauteil
- Vollautomatische Bestückung
- Lötung im Reflowofen



Quelle: Marketing

Pastendruck

Pick-and-Place

Reflowofen



Inspektion

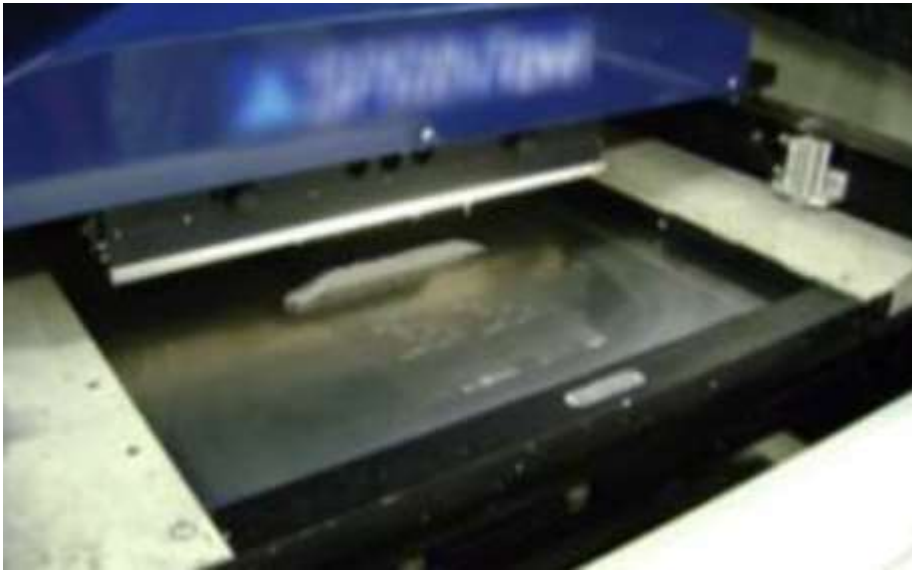
Manuelle Platzierung

Abnahme/  
Reinigung

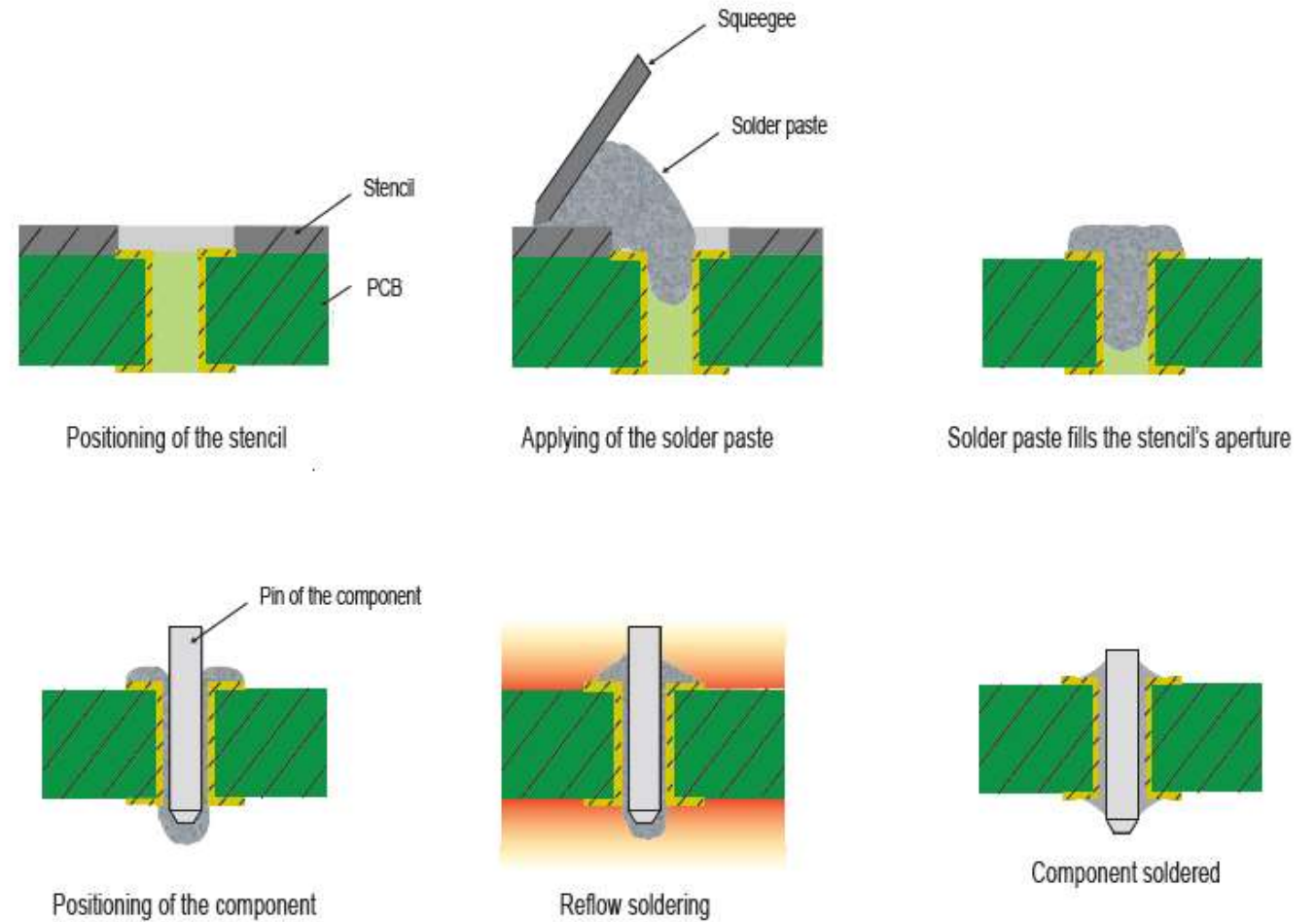
# Prozess und Stufen der Verarbeitung



## ■ Siebdruck / Pastendruck



Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.93



Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.87

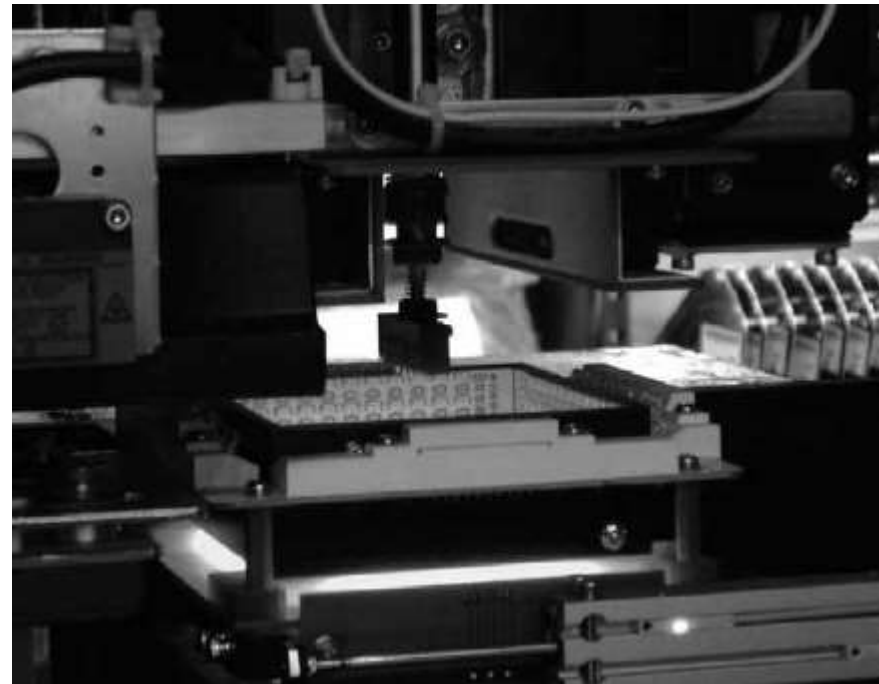
# Prozess und Stufen der Verarbeitung



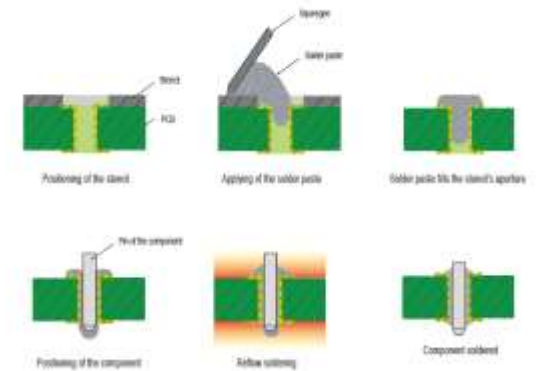
- Pick and Place



Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.99



Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.96

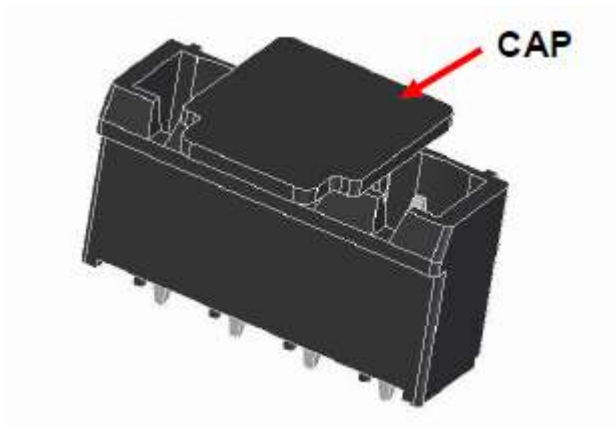


Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.87

# Prozess und Stufen der Verarbeitung



- **Pick and Place**



Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.97

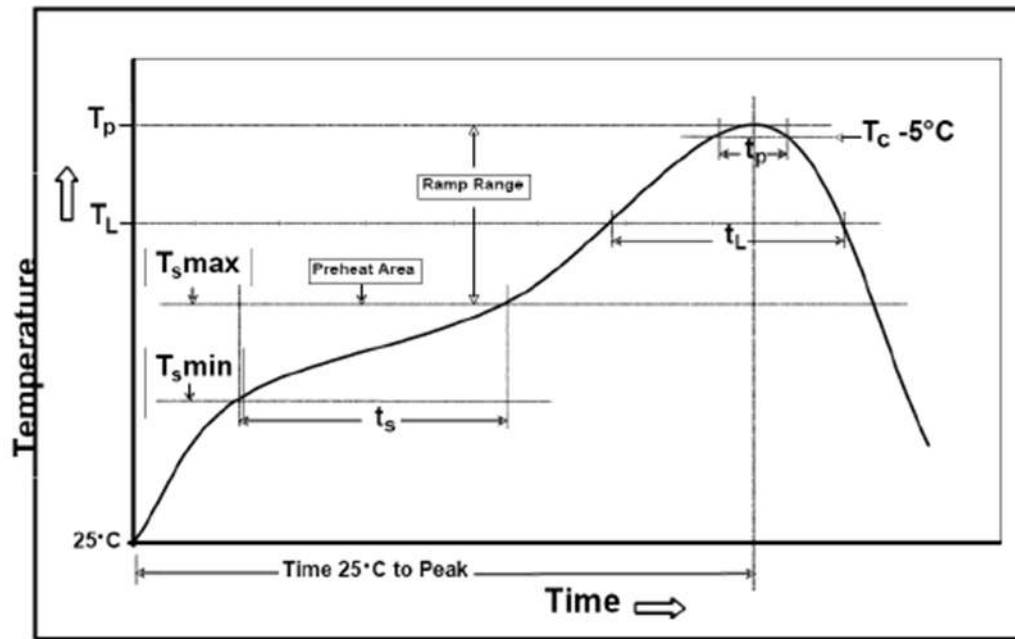


Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.98

# Prozess und Stufen der Verarbeitung



- Reflowofen / ggf. Reinigung



refer to IPC/JEDEC J-STD-020D

Profile Feature	Pb-Free Assembly
Average Ramp-Up Rate ( $T_{smax}$ to $T_p$ )	3°C/second max.
<b>Preheat</b>	
- Temperature Min ( $T_{smin}$ )	150°C
- Temperature Max ( $T_{smax}$ )	200°C
- Time ( $t_{smin}$ to $t_{smax}$ )	60-180 seconds
Time maintained above:	
- Temperature ( $T_L$ )	217°C
- Time ( $t_L$ )	60-150 seconds
Peak/Classification Temperature ( $T_p$ )	See Table 2
Time within 5°C of actual Peak Temperature ( $t_p$ )	20-30 seconds (WE-GF/WE-LAN: 10 s; $T_p=245°C$ )
Ramp-Down Rate	6°C / sec max.
Time 25°C to Peak Temperature	8 minutes max.

**Table 2 Package Classification Reflow Temperature**

Package Thickness	Volume mm <sup>3</sup> <350	Volume mm <sup>3</sup> 360 - 2000	Volume mm <sup>3</sup> >2000
<1.6 mm	260 +0 °C *	260 +0 °C *	260 +0 °C *
1.6 mm - 2.5 mm	260 +0 °C *	250 +0 °C *	245 +0 °C *
≥2.5 mm	250 +0 °C *	245 +0 °C *	245 +0 °C *

refer to IPC/JEDEC J-STD-020D

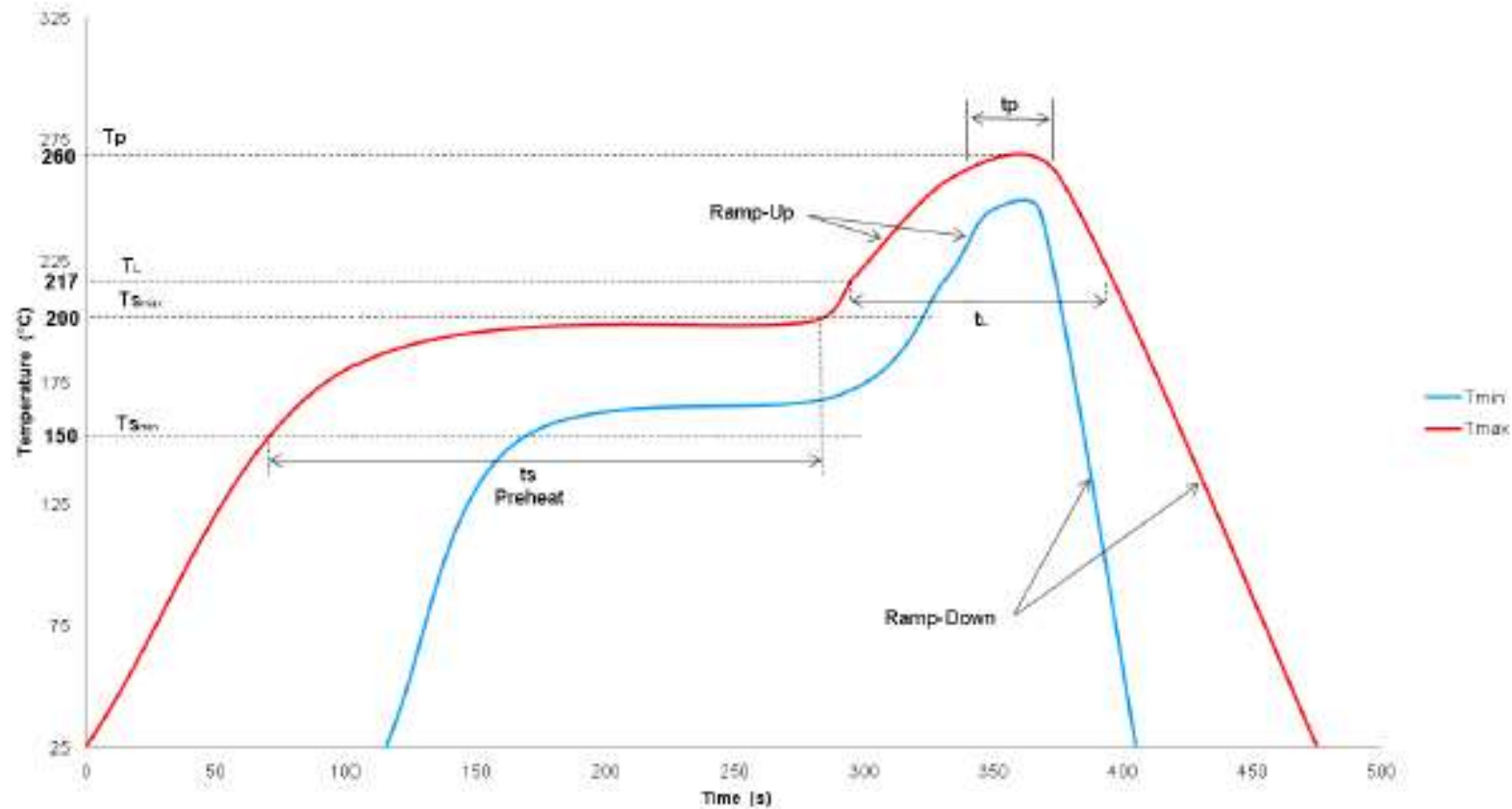
..



# Prozess und Stufen der Verarbeitung



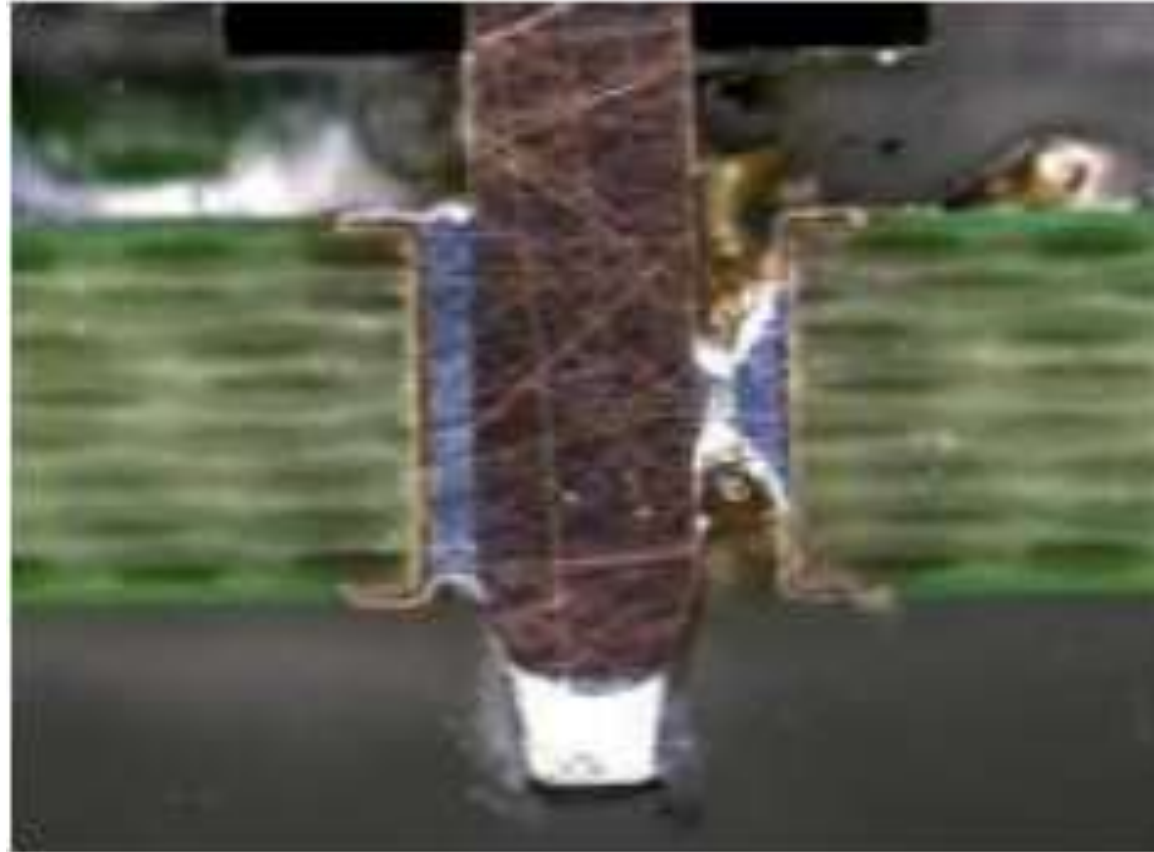
- Reflowofen / ggf. Reinigung



# Prozess und Stufen der Verarbeitung



- Prüfung



Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.104

# Qualitätsansprüche nach IPC-A-610



- **Lötqualität auf den ersten Blick**
  - Für Bohrungen ohne Durchkontaktierung

Anforderung	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Meniskus und Benetzung von Pad und Pin	270°	270°	330°
Benetzte Fläche	75%	75%	75%



Pad auf der Unterseite 270°



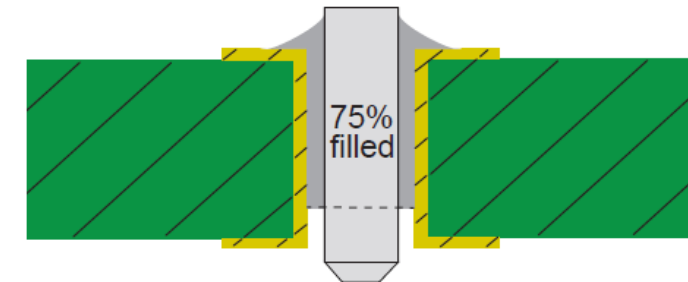
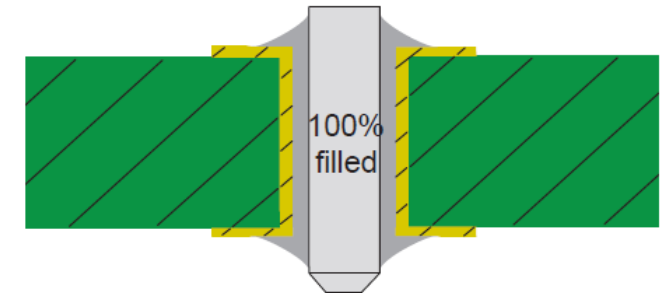
Pad auf der Unterseite 330°

# Qualitätsansprüche nach IPC-A-610



- **Lötqualität auf den ersten Blick**
  - Für Bohrungen mit Plating

Anforderung	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
Benetzung von Pad und Pin	270° (Soulder source) 0° (Solder destination Pad)	270° (Soulder source) 0° (Solder destination Pad)	330° (Soulder source) 0° (Solder destination Pad)
Füllgrad	Nicht definiert	75%	75%



Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.103



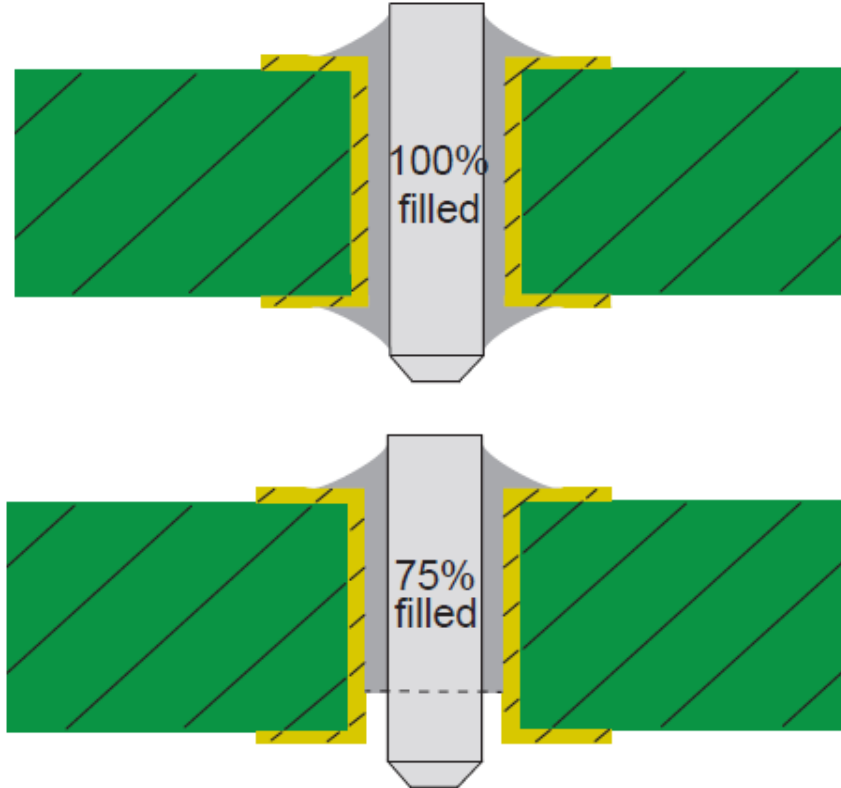
Solder source 270°

Solder source 330°

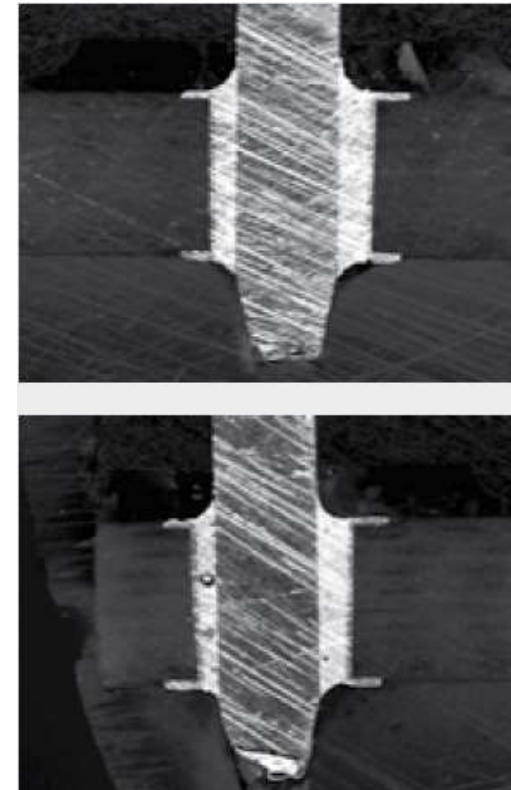
# Qualitätsansprüche nach IPC-A-610



- **Lötqualität auf den zweiten Blick**
  - Die Durchkontaktierung muss zu mindestens 75% gefüllt sein



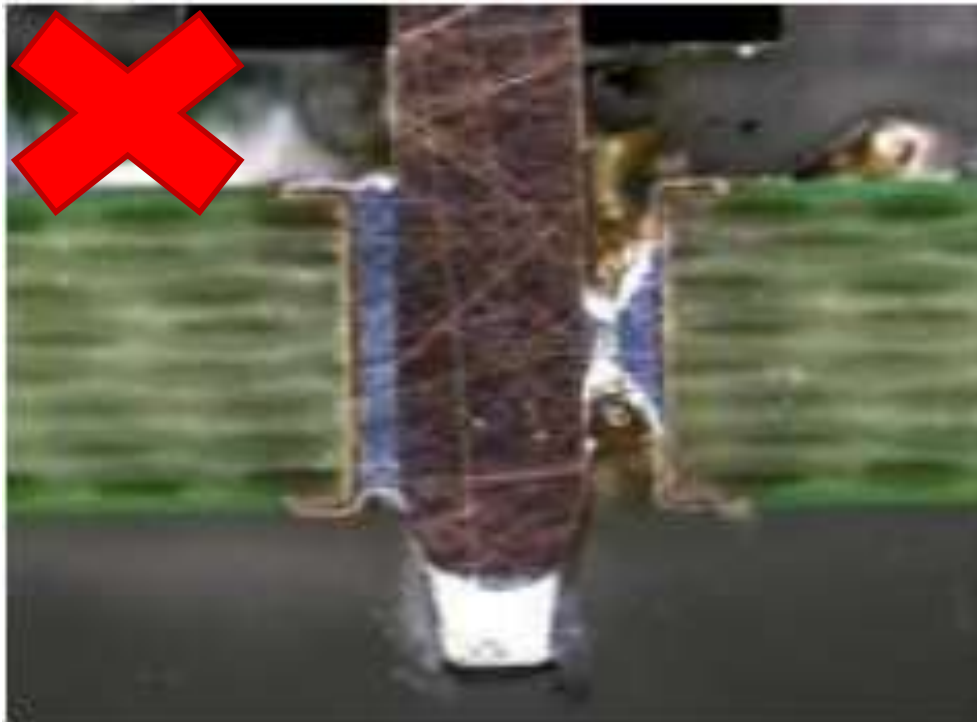
Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.103



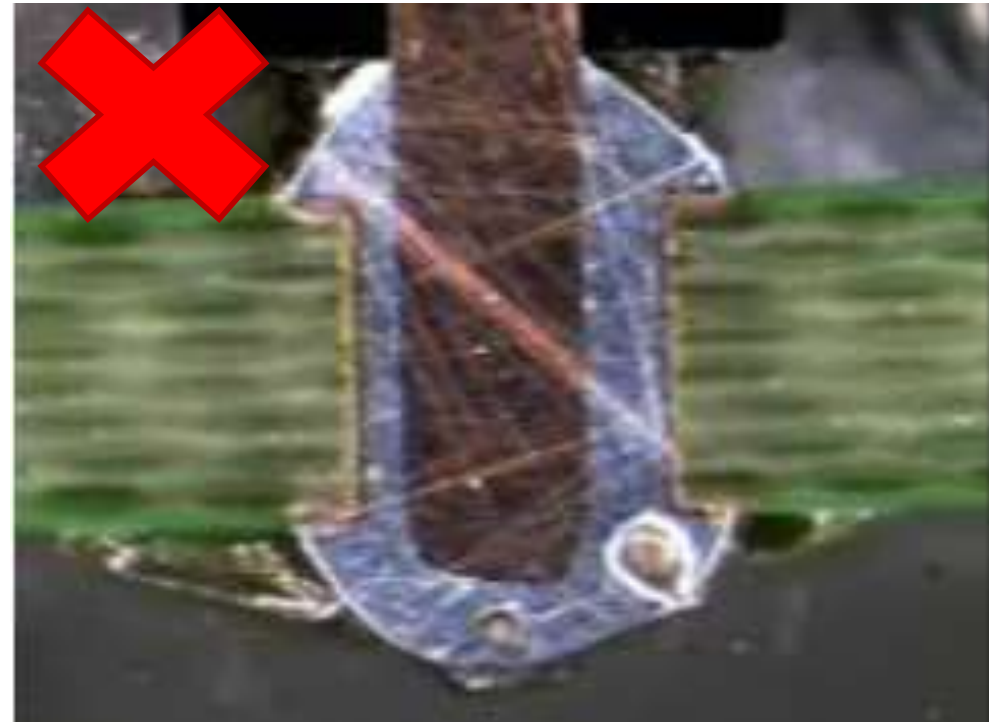
# Qualitätsansprüche nach IPC-A-610



- Lötqualität auf den zweiten Blick
- Sind die folgenden Beispiele IPC konform?



Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.104

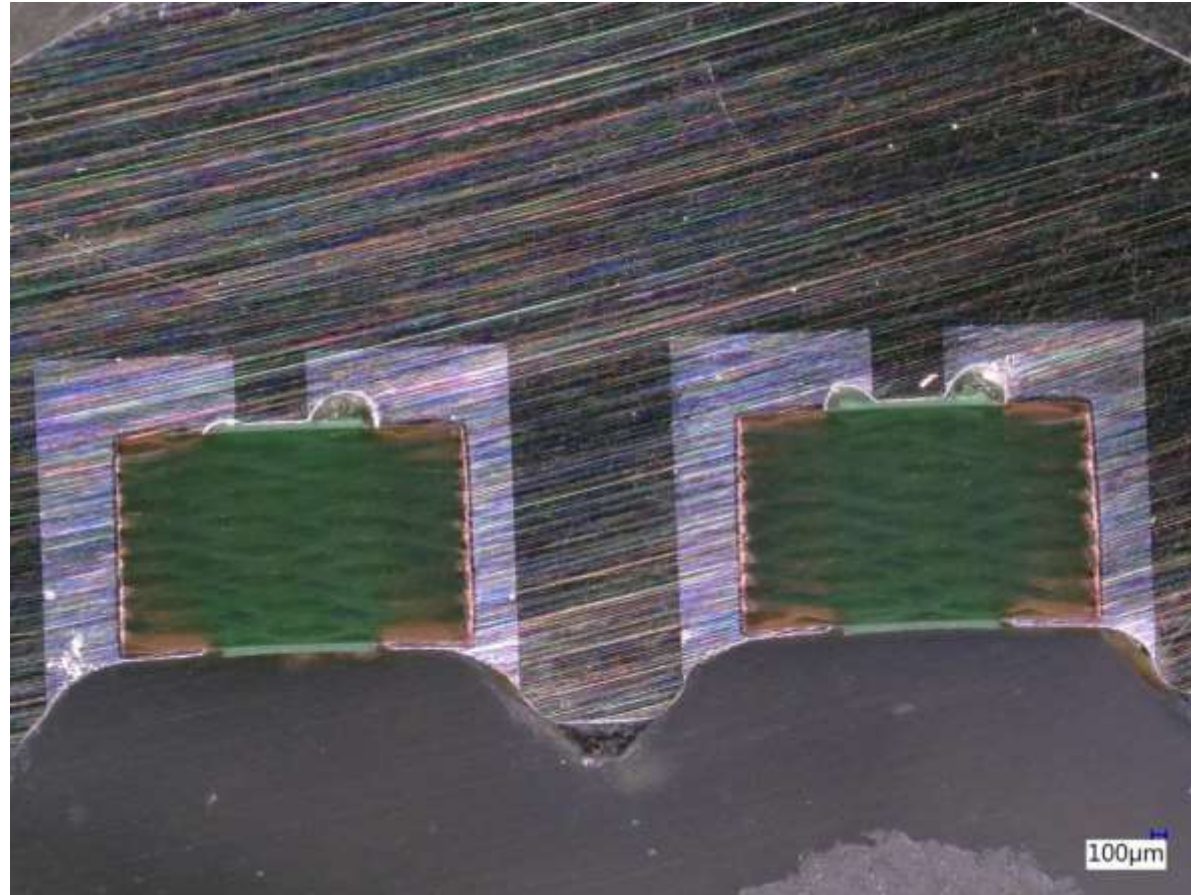


Quelle: Trilogie der Steckverbinder Bild 2.105

# Qualitätsansprüche nach IPC-A-610



- Lötqualität auf den zweiten Blick

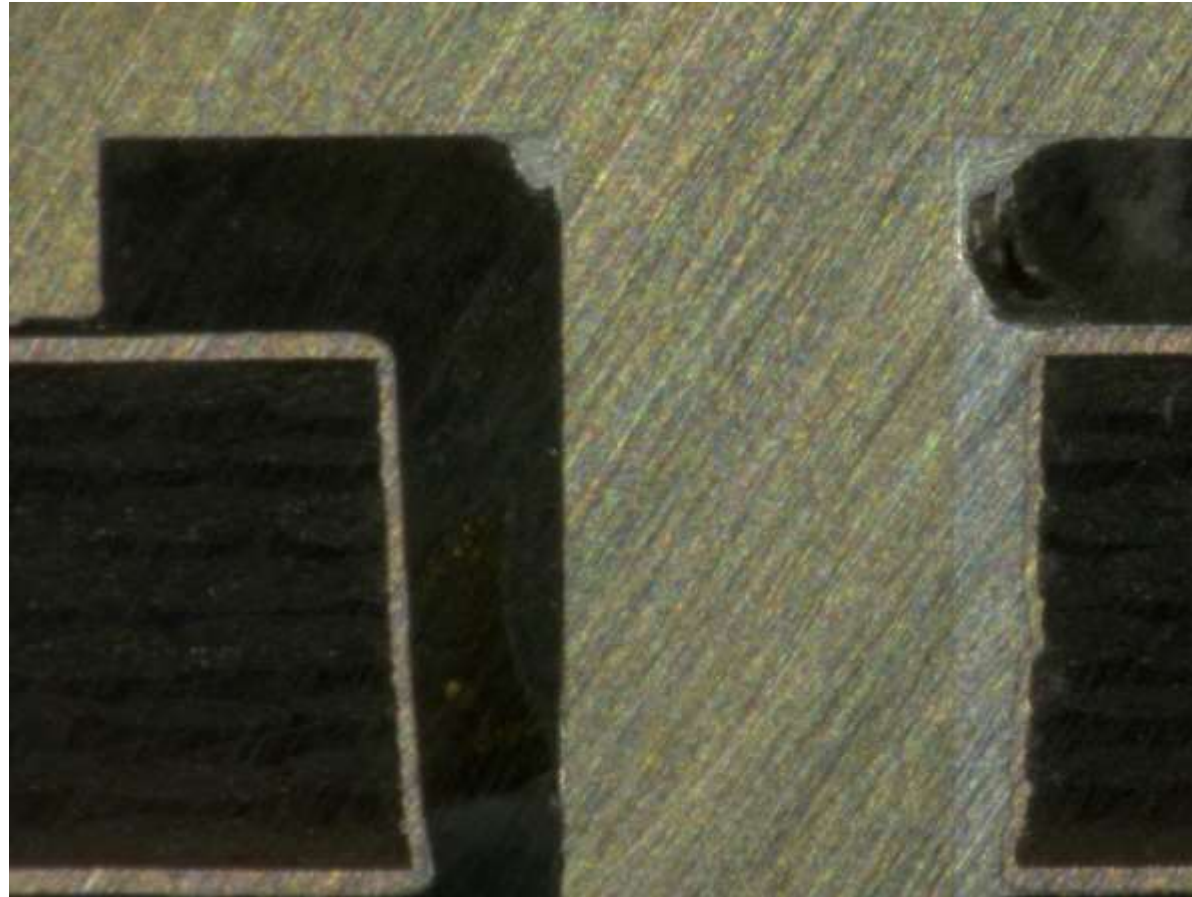


Quelle: Red Cube PM

# Qualitätsansprüche nach IPC-A-610



- **Lötqualität auf den zweiten Blick**

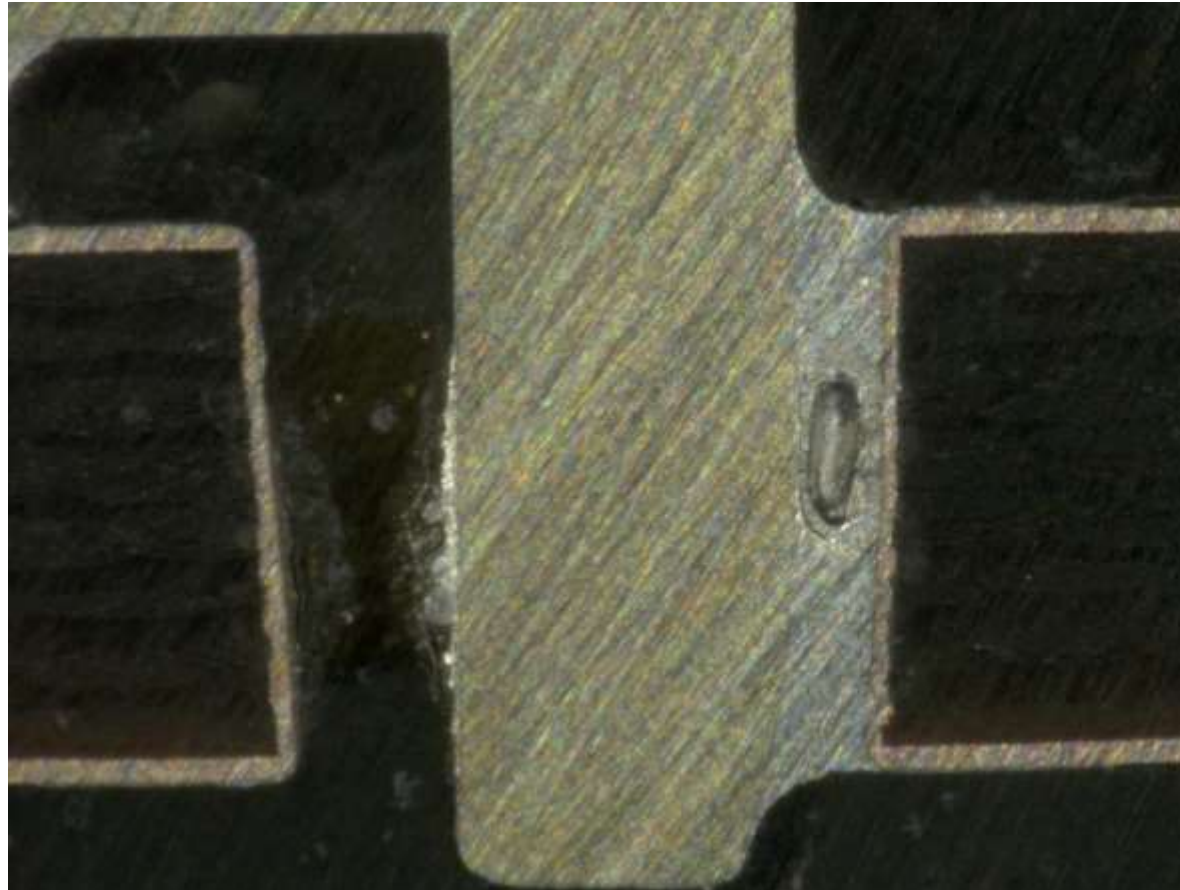




# Qualitätsansprüche nach IPC-A-610



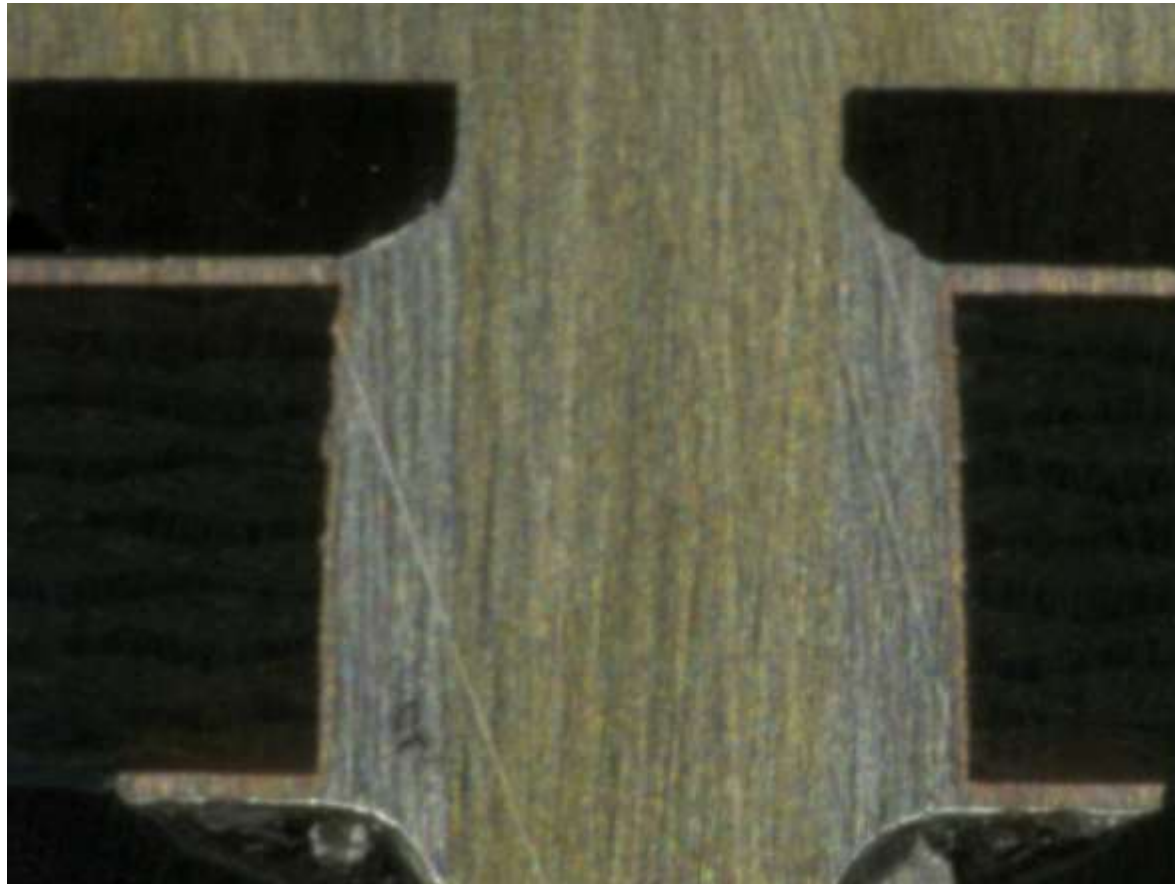
- Lötqualität auf den zweiten Blick



# Qualitätsansprüche nach IPC-A-610



- **Lötqualität auf den zweiten Blick**



# Vorteile von THR

- Mechanische Festigkeit wie THT
  - Einfache Verarbeitung wie SMD
  - Nur ein Lötdurchgang – erhöht die Haltbarkeit der Bauteile
  - Prozessicher
  - Einsparung 2. Fertigungsschritt
  - Zeiteinsparung
  - Schnellere Auslieferung zum Kunde
- 
- Bauteilpreis höher
  - THR Layout
  - Prüfung



Modular Jack		
horizontal		
shielded		
LEDs yellow & green		
		
USB		
Type A 	USB 2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ horizontal</li> <li>▪ vertical</li> </ul>
	USB 3.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 3 offsets</li> <li>▪ stacked</li> </ul>
Type B 	USB 2.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ horizontal</li> </ul>
Type C 	USB 3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ horizontal</li> </ul>

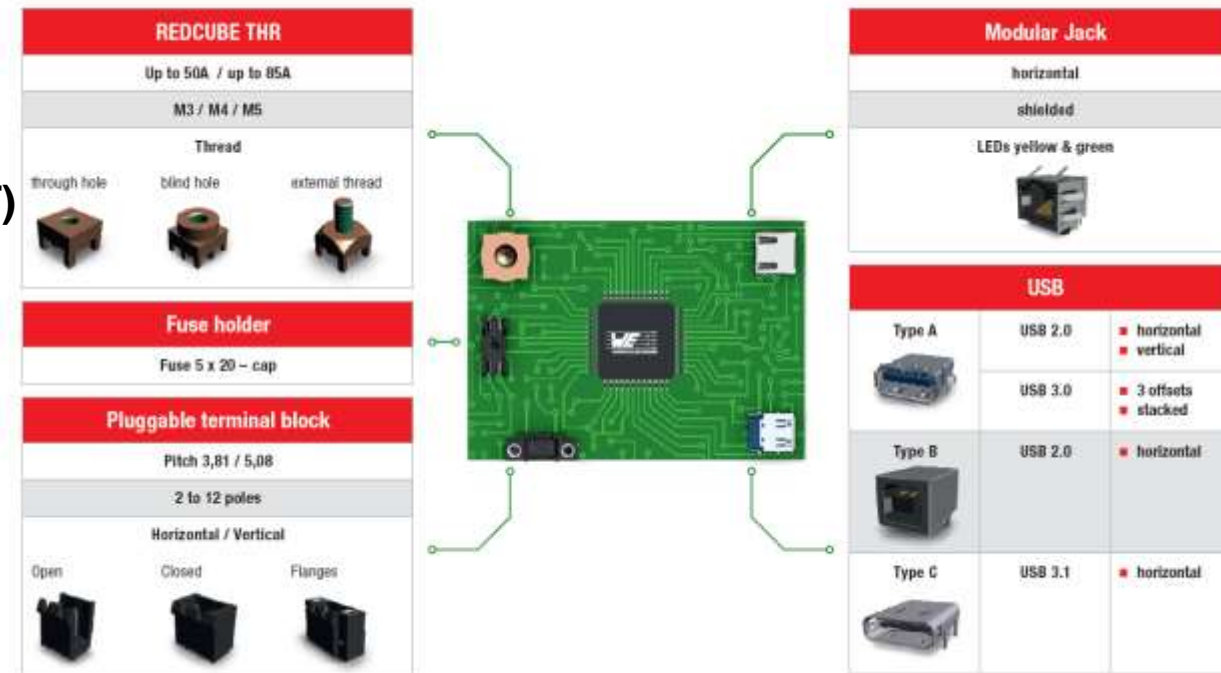
Quelle: Flyer BCF THR\_technology

Quelle: Flyer BCF THR\_technology

# Zusammenfassung



- Gehäuseform und Material beachten
- Pins sind kürzer
- Kombiniert die Vorteile von Technologien (SMT / THT)
- Wird im reflow Prozess gelötet
- Der Fertigungsprozess kann optimiert werden
- Spart Zeit und somit Geld



Quelle: Flyer BCF THR\_technology



# Fragen & Antworten

**Wir sind jetzt für Sie da. Fragen Sie uns direkt im Chat  
oder schreiben Sie uns eine E-Mail.**

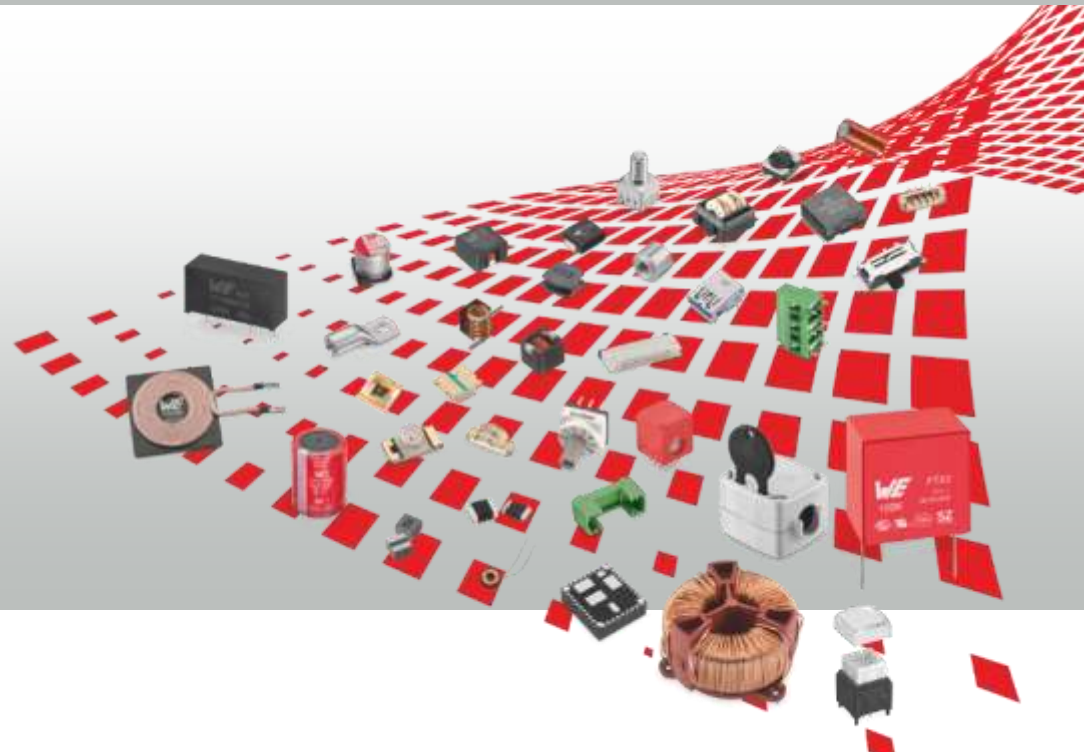
**[eiSos-webinar@we-online.com](mailto:eiSos-webinar@we-online.com)**

**[Goetz.Schattmann@we-online.de](mailto:Goetz.Schattmann@we-online.de)**



# Fragerunde

more  
than you  
expect



Technical ACADEMY  
Autor : Kevin Hartmann

Trainer: GSch

Rev 22.06.2021