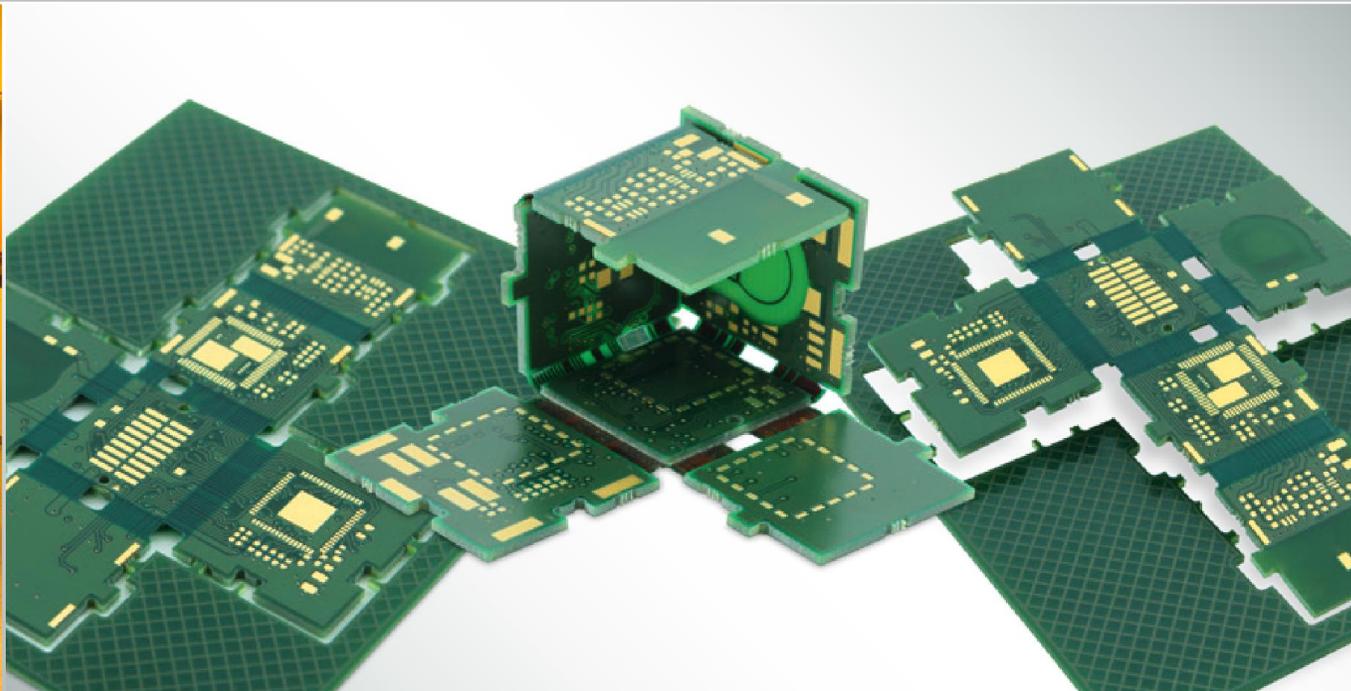


# ADDITIVER SERIENPROZESS FÜR FLEXIBLEN LÖTSTOPPLACK – UNSER NEUER STANDARD



**Webinar**  
**09.11.2021**

**Markus Kennert**  
**Jürgen Wolf**



# AGENDA

**1** Flexibler Lötstopplack im klassischen Verfahren

**2** Flexibler Lötstopplack in Additivtechnik

- Prozessfluss und Abläufe
- Technologievergleich
- Vorstellung Anlage und Flexlack

**3** Zusammenfassung



# AGENDA

## 1 Flexibler Lötstopplack im klassischen Verfahren

## 2 Flexibler Lötstopplack in Additivtechnik

- Prozessfluss und Abläufe
- Technologievergleich
- Vorstellung Anlage und Flexlack

## 3 Zusammenfassung

# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK

Was bedeutet „flexibler Lötstopplack“



## Übliche Branchenbegriffe:

- Flexlack, flexible Lötstopmmaske oder flexibler Stopplack

## Flexibler Lötstopplack erfüllt auf einer Leiterplatte für elektronische Schaltungen unterschiedliche Funktionen:

- Schutz der Kupferstrukturen in biegbaren Bereichen von
  - Starrflex mit außenliegendem Flex
  - Semiflex (rückgedünntes FR4 für einfache Flex-to-Install Anwendungen ohne Polyimid)
- Flex-to-Install – mehrfache Biegebarkeit
- Kleine Biegeradien
- Definierter Übergang starrer zu flexiblem Lötstopplack
- Ersatz von teurem Polyimid-Coverlay, das partiell aufgebracht wird

# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK

Der „klassische“ Prozessfluss



## Siebdruck von flexiblen Lacken:





# AGENDA

1 Flexibler Lötstopplack im klassischen Verfahren

**2 Flexibler Lötstopplack in Additivtechnik**

- Prozessfluss und Abläufe
- Technologievergleich
- Vorstellung Anlage und Flexlack

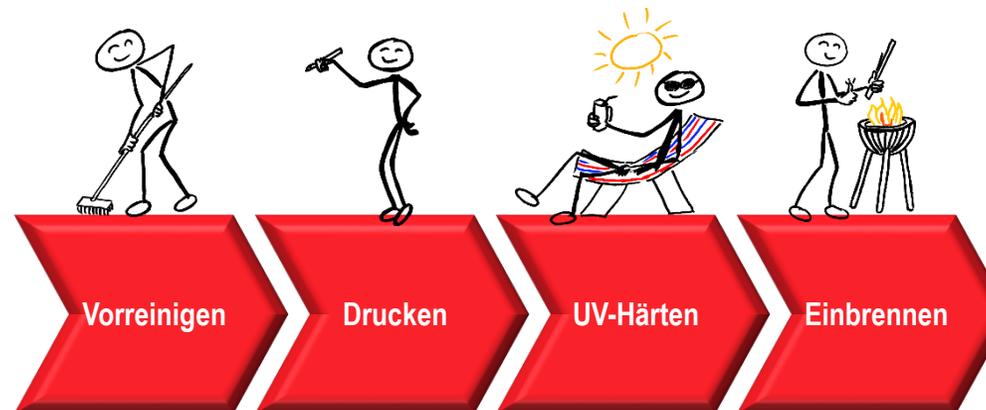
3 Zusammenfassung

# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

## Prozessfluss



### Flexibler Lötstopplack in digitaler Additivtechnik:



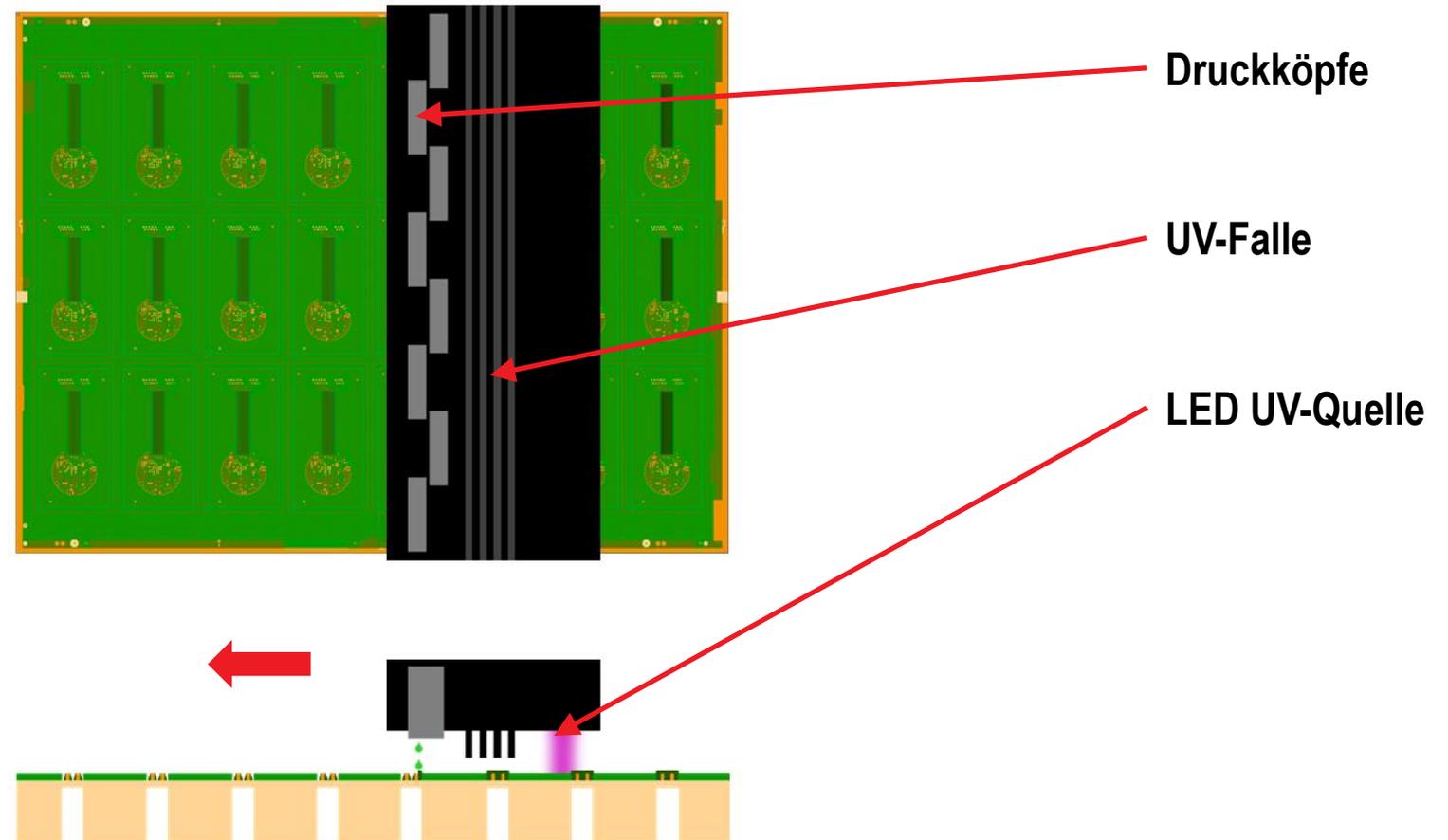
# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

Wie wird gedruckt? Schematische Darstellung



## Prinzipieller Ablauf:

- 1. Druckprozess:  
Abdeckung  
der Kanten
- 2. Druckprozess:  
Füllen der  
Flächen im  
Flexbereich



# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

Wie wird gedruckt?



## 3D-Druck mit multiplen Druckköpfen



UV-LEDs

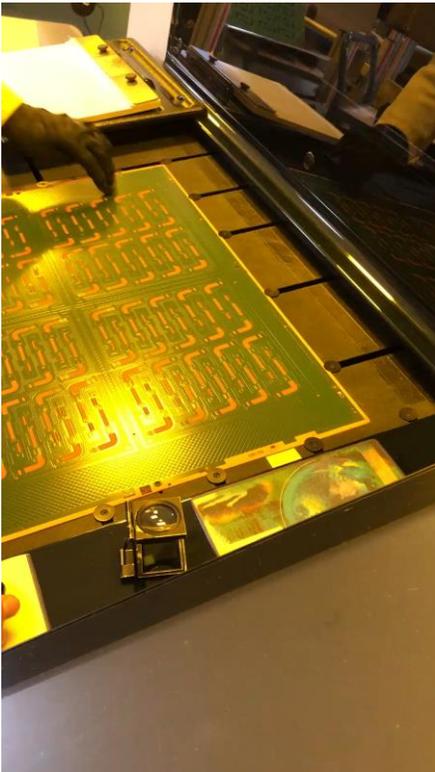
Druckköpfe  
(hinter Abdeckung)

# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

Wie wird gedruckt? Echtzeit Ablauf



## Druck von flexiblem Lötstopplack in digitaler Additivtechnik in der Produktion

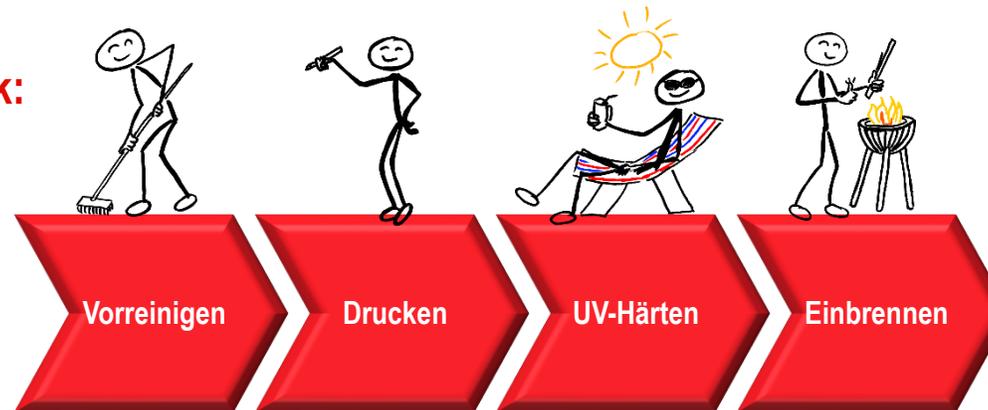


# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK

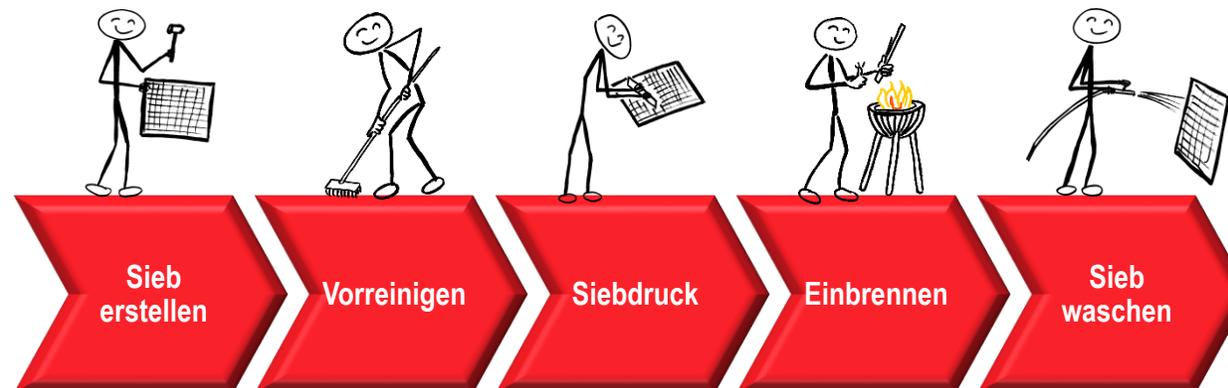
## Vergleich der Prozessflüsse



### Flexlack in digitaler Additivtechnik:



### Zum Vergleich noch einmal der Auftrag durch Siebdruck:



# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

Umsetzung in Starrflex-Werk Niedernhall



## Vorstellung Anlage und Flexlack



**MicroCraft CPQ7861**

**MicroCraft MPJ101-FG20**

**UV & thermisch härtpbarer  
Inkjet-Lötstopplack**

# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

Vorstellung der Anlage und des Inkjet-druckbaren Lacks



## Vorstellung Anlage und Flexlack



Herzlich willkommen

**Takayuki Hidehira**

Executive Vice President – MicroCraft

und

**Hans Fritz**

General Manager – SAT Electronic GmbH



# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

Vorstellung der Anlage und des Inkjet-druckbaren Flexlacks



## Vorstellung Anlage



## MicroCraft CPQ7861

- Extrem schnelle Druckköpfe:  
Druckfrequenz von 45 kHz und 1024 Düsen pro Kopf
- 4 parallele Druckköpfe für einen hohen Durchsatz
- Automatisches Hochdruck-Luft-Spülsystem,  
verhindert das Verstopfen der Düsen
- Wählbare Auflösungen bis zu 2160 dpi
- Serialisierung und Barcode sind möglich
- Kombitisch mit Niederhaltern und Vakuum
- Automatisierung durch Be-/Entlader ist verfügbar (CPA)



# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

Vorstellung der Anlage und des Inkjet-druckbaren Flexlacks



## Vorstellung Flexlack



## MicroCraft MPJ101-FG20

- Nur für die Verwendung in Druckern der CraftPix-Serie
- Für Drucker mit piezoelektrischen Druckköpfen konzipiert
- Für die direkte Bedruckung von Leiterplatten entwickelt
- Chemische oder physikalische Vorbehandlung ist erforderlich.
- Zu den Anwendungen gehören:
  - Flexible Leiterplatten (Polyimid)
  - Starrflexible Leiterplatten
  - Metall- oder Kunststoffsubstrate
- Zertifizierung nach UL 94 V-0



# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

Vorstellung der Anlage und des Inkjet-druckbaren Flexlacks



## Vorstellung Flexlack



## MicroCraft MPJ101-FG20 – Auszug aus dem Datenblatt

Item	Test method	Test standard	Test Result
Pencil Hardness	On Copper	IPC-SM-840C 3.5.1 IPC TM650 2.4.27.2 (ASTM D3363)	3H Pass (Above 3H)
(Lead-free) Solder Heat Resistance	Solder float test ; Rosin Flux	IPC-SM-840C 3.7.2 (288°C / 10 sec, 1cycle)	Passed
Adhesion	Cross Cut 10x10 & Tape peeling test On Cu foil/FR-4	IPC-SM-840C 3.5.2 IPC TM 650 2.4.16 (ASTM D3359) (J-STD-003)	Passed
Solvent Resistance	PGM-Ac and IPA, 20°C / 30min	IPC-SM-840C 3.6.1	Passed
Electroless Ni/Au	Ni: 3 - 5µm, Au: 0.03µm	Internal Test Method	Passed



# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

## Vorstellung der Anlage und des Inkjet-druckbaren Flexlacks



### Vorstellung Flexlack



### MicroCraft MPJ101-FG20 – Auszug aus dem Datenblatt

Item	IPC-SM-840E Test Method	Standard	Result	
Dielectric Strength	3.8.1	Determined in accordance with TM2.5.6.1 of IPC-TM-650.	No change of ink in DC 500V (25µm)	Passed
Insulation Resistance	3.8.2	Minimum resistance before and after soldering.	More than 5×10 <sup>8</sup> ohm More than 5×10 <sup>8</sup> ohm	Passed
Moisture & Insulation Resistance	3.9.1	25-65°C 85%RH cycling for 7days Bias voltage 50 V D.C.	More than 5×10 <sup>8</sup> ohm More than 5×10 <sup>8</sup> ohm	Passed
Electrochemical Migration	3.9.2	Class H/FT:85±2°C 90±3%RH 168hrs. Bias voltage 10 V D.C.±5%.	More than 2×10 <sup>6</sup> ohm No change of appearance	Passed
Thermal Shock	3.9.3	-65°C 15min to +125°C 15min, Transition should not exceed 2 minutes. 1000 cycles.	No blistering, crazing, and delamination	Passed
Flammability	3.6.3	UL-94	V-0	Passed
BendingTest		30µm on Polyimide Film 180° Folding (500g Weight)	Above 3Cycle No Crack, Delamination	Passed
RoHS	2005/618/EC(IEC62321 Edition 1.0:2008)			On going
Halogen-free	JPCA-ES01-2003			On going



# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

## Vorstellung der Anlage und des Inkjet-druckbaren Flexlacks

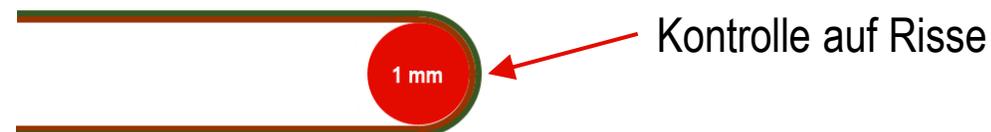


### Vorstellung Flexlack



### MicroCraft MPJ101-FG20

- **Ausgezeichnete Dauertemperaturbeständigkeit bei 125°C:**
  - nach 500h noch 25 Zyklen 180° Biegung um 1mm Dorn
  - bisheriger Siebdrucklack nach 250h bereits Risse



# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

Kurzumfrage



## UMFRAGE

**Aktuell haben wir für Aufbauten mit Flexlack einen Abstand von Kupfer zum Starrflex-Übergang von 1000µm im Standard.**

**Welchen Wert wünschen Sie sich für einen neuen Prozess zur Unterstützung von Miniaturisierung?**

# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK

## Vergleich der Technologien – Details



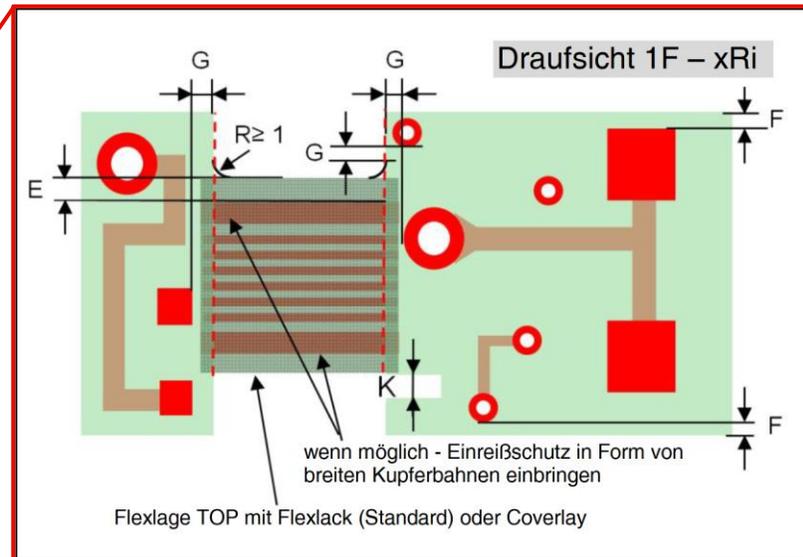
### Designregeln (z.B. 1F-xRi)

Designregeln  
Starrflex 1F – xRi  
Anwendung nach IPC 2223 Use A: Flex-to-install  
UL-Kennzeichnung nach UL94 und UL706 möglich

Unterwriters Inc. LABORATORIES INC. USA

Symbol	Beschreibung	Technischer Standard	Erhöhte Anforderung
A	Leitbahnen und abbläuhende		
B	Minimale Viasdurchmesser → für alle Anbringungen Teardrops empfohlen		
C	Viasdurchmesser durchgehende Vias		
D	Abstand Cu - Aussparung zu Starrflex-Übergang (Bottom)	≥ 300 µm	≥ 300 µm
E	Abstand Cu - Aussparung zu Starrflex-Übergang	≥ 800 µm	≥ 800 µm
F	Abstand Leiter zur Flexion	≥ 300 µm	≥ 300 µm
G	Flexlack: Abstand freiliegendes Cu zu Starrflex-Übergang (Top)	≥ 1000 µm	≥ 800 µm
H	PC-Coverlay mit UL-Lösung: Abstand freiliegendes Cu (Top)	≥ 2000 µm	≥ 1500 µm
I	Länge des Flexbereichs	≥ 5mm	≥ 2,5mm
K	Minimale Leiterbahnweite direkt am Flexbereich	1,0mm	1,0mm
K'	Konturüberhöhung Flexbereich: kein Kerben zulässig		
ZIF	ZIF-Kontakte Dickenanzahl	≥ 0,05mm	

→ weitergehende Spezifikationen auf Anfrage möglich, sprechen Sie mit uns: [flex@we-online.de](mailto:flex@we-online.de)  
 Erstellt: Geck, Andree, 16.10.2017 | Geprüft: Schöpe, Andree, 27.10.2017 | Freigegeben: Beck, Thomas, 27.10.2017  
 Version: 2 Seite 4 von 4  
 CBF\_Check\_PM\_01\_de



**BISHER**

Symbol	Beschreibung	Technischer Standard	Erhöhte Anforderung
G	Flexlack: Abstand freiliegendes Cu zu Starrflex-Übergang (Top)	≥ 1000 µm	≥ 800 µm

**Neu**

Symbol	Beschreibung	Technischer Standard	Erhöhte Anforderung
G1	Flexlack: Abstand freiliegendes Cu zu Starrflex-Übergang (Top)	≥ 800 µm	≥ 400 µm



# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

## Der Blick ins Innere

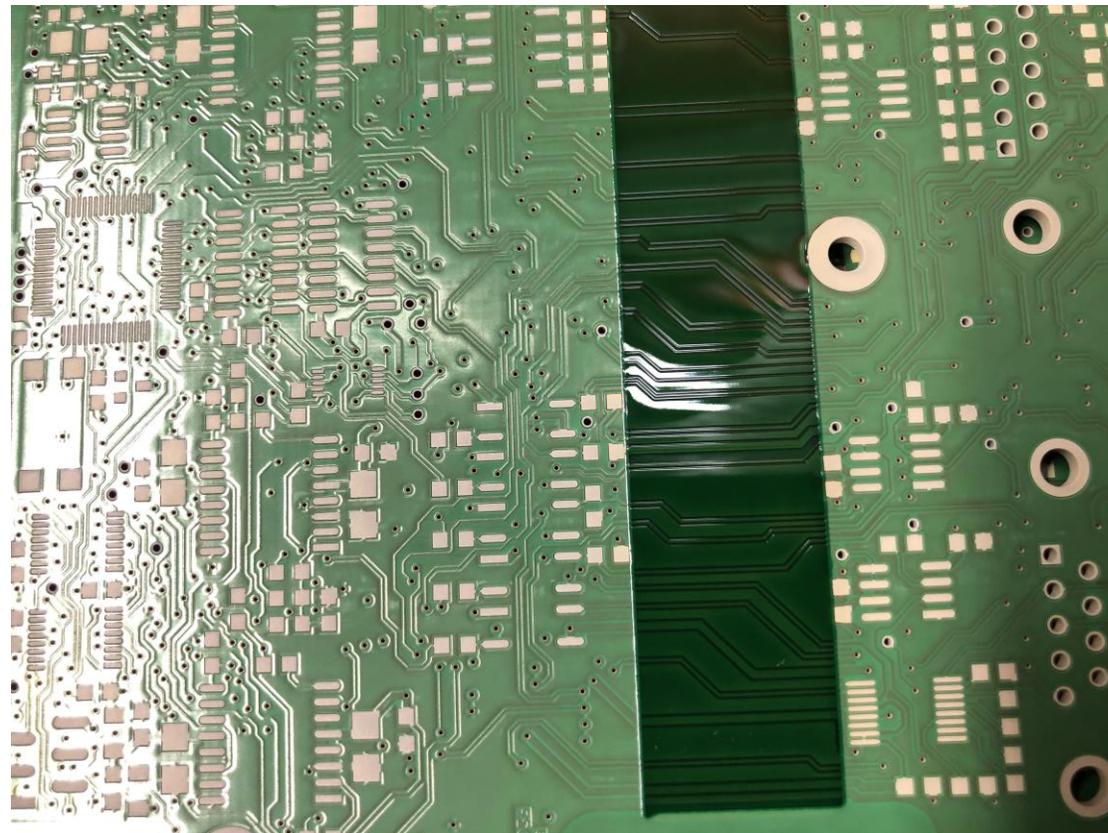


### Höhere Genauigkeit

- **Reduzierung der Abstände**
  - Flexlack zu Kupfer und somit
  - weniger Überlappung Flexlack zu starrem Lötstopplack

möglich

- **Bessere Nutzung der Fläche im Starrbereich, speziell bei engen Layouts**
- **Weitere Reduktion in Zukunft möglich**



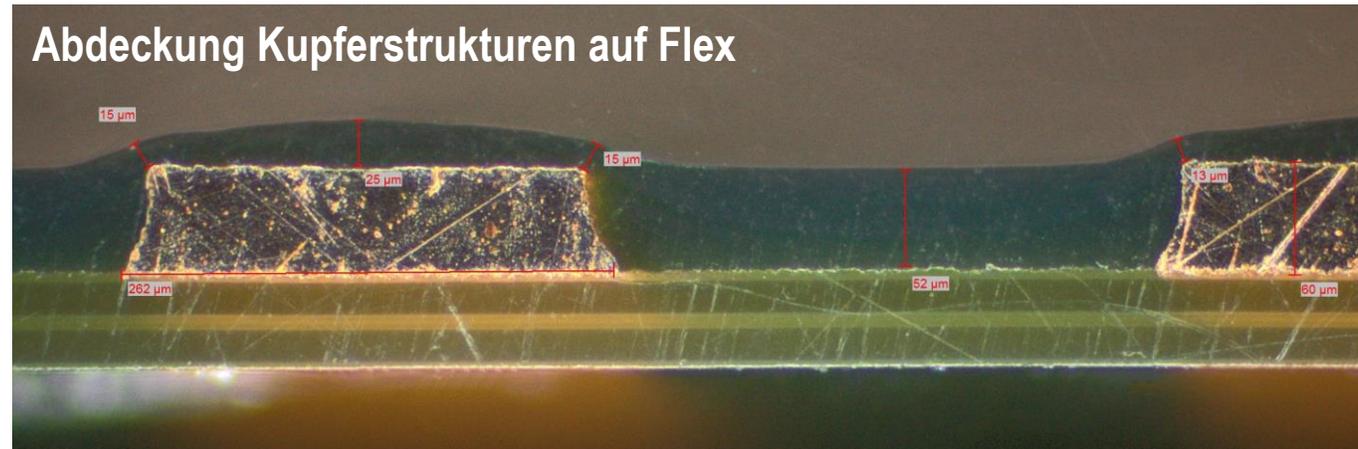
# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

Der Blick ins Innere

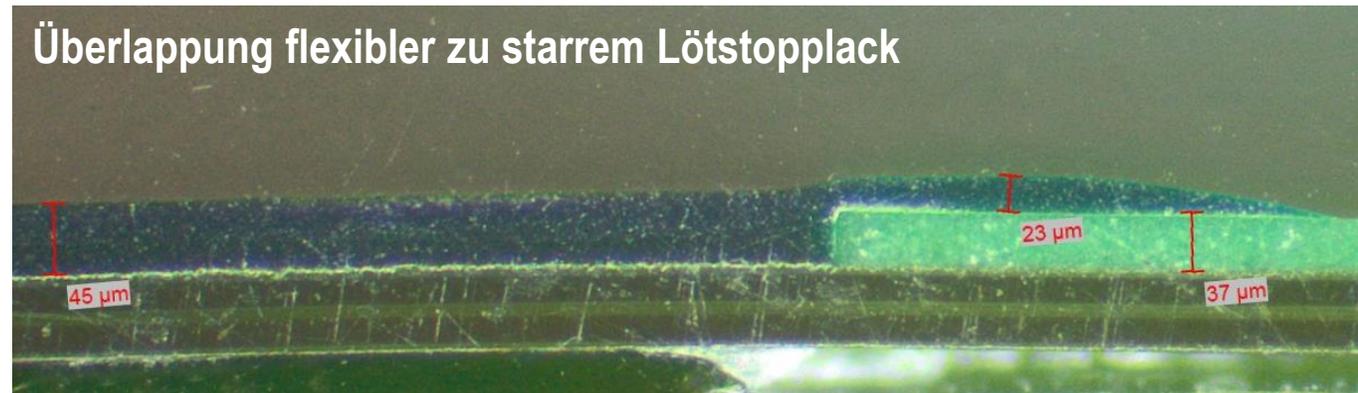


## Schliffbilder

Abdeckung Kupferstrukturen auf Flex



Überlappung flexibler zu starrem Lötstopplack



# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK

## Prozessvergleich



	konventionell	digital additiv	
Anzahl Prozessschritte	↘	↗	Anlagen- und Lackkosten führen zu einem kostenneutralen Prozess
Anlagenkosten	↗	↘	
Lackkosten	↗	↘	
Kosten Sieberstellung	↘	↗	Digital additiver Prozess ist nachhaltiger
Kosten Siebreinigung	↘	↗	
Lackabfall	↘	↗	
Energieaufwendung	↘	↗	

# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

Kurzumfrage



## UMFRAGE

**Welche weiteren Entwicklungen  
wünschen Sie sich von WE zum  
Thema Flexlack?**



# AGENDA

1 Flexibler Lötstopplack im klassischen Verfahren

2 Flexibler Lötstopplack in Additivtechnik

- Prozessfluss und Abläufe
- Technologievergleich
- Vorstellung Anlage und Flexlack

3 Zusammenfassung

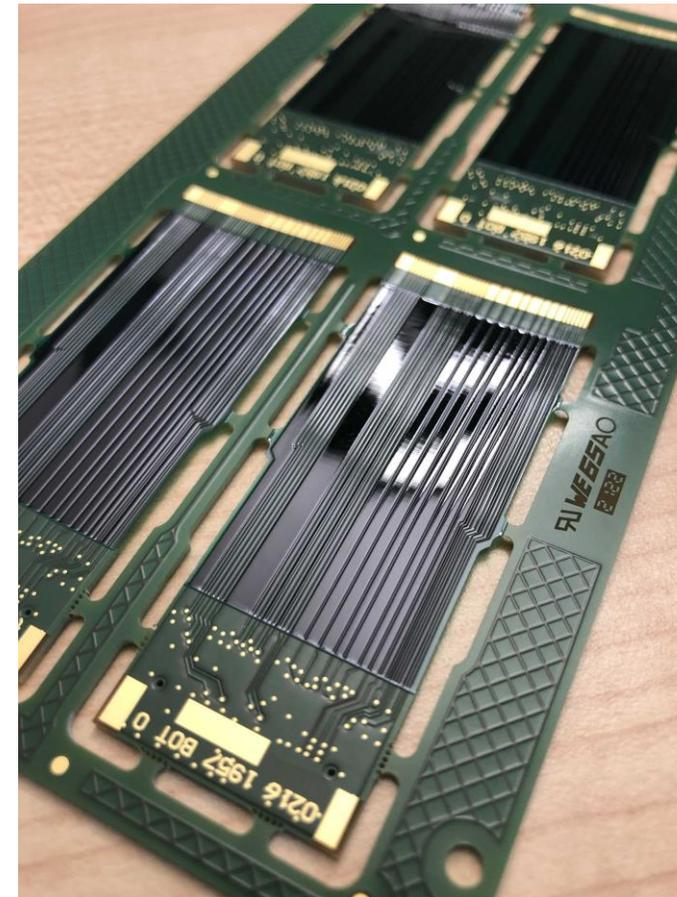
# FLEXIBLER LÖTSTOPPLACK IN ADDITIVTECHNIK

## Zusammenfassung der wichtigsten Punkte



### Flexibler Lötstopplack appliziert über Inkjet

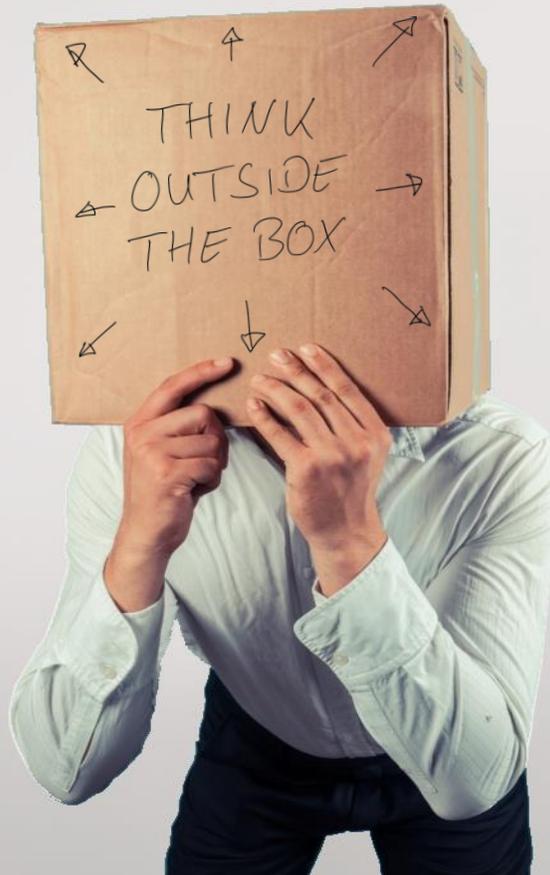
- stellt eine digitale und additive Technologie dar
- erfüllt alle gängigen Spezifikationen für flexible Lötstopplacke
- bietet minimale Dickenvariation
- kann mit Kennzeichendruck kombiniert werden
- fördert höhere Designfreiheiten durch halbierte Abstandsforderungen im Vergleich zu konventionellem Siebdrucklack
- bietet höhere Zuverlässigkeit bei höherer Belastungszyklen



# Flexibler Lötstopplack in digitaler Additivtechnik

Welche  
Applikationen  
haben Sie?

Wo kann **WE**  
Sie unterstützen?



Sprechen Sie mit  
unseren „FLEXperten“

Würth Elektronik GmbH & Co. KG  
Salzstraße 21  
74676 Niedernhall  
Germany

+49 7940 946-FLEX (-3539)  
flex@we-online.de