

# „MILLE FEUILLE“ ZUM JUBILÄUM: BASIC HANDMUSTER WE.FAN!

WÜRTH ELEKTRONIK MORE THAN YOU EXPECT

# AGENDA

## BASIC Handmuster WE.fan

1. BASIC: Definition und Abgrenzung zu Standard
2. Basismaterialien
3. Herstellung eines Multilayers
4. Handmuster WE.fan
5. TOP 3-Fragen aus 100 Webinaren ausführlich beantwortet



**Andreas Schilpp**  
Technisches Marketing



# BASIC UND STANDARD - WAS IST DER UNTERSCHIED?

## Definitionen

### STANDARD

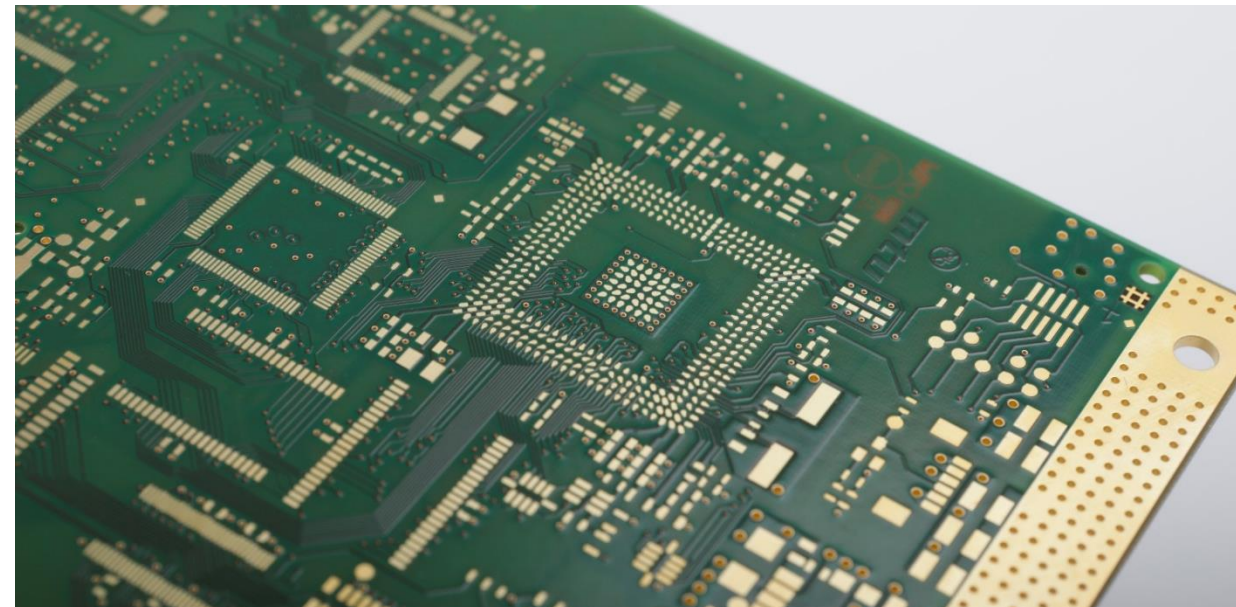
- eine Kategorie oder Klassifizierung
  - lieferbar aus allen Werken
  - zum günstigen Standard-Preis
  - weitere Kategorien sind
    - Advanced
    - (Leading Edge / State-of-the-Art)
- Standard / Advanced gibt es in allen Technologien

### Weiteres Beispiel für Standards

- Standard Stackup
  - Material auf Lager, Abläufe standardisiert
  - Standard-Prozesse sichern hohe Qualität und günstige Preise bei kurzen Lieferzeiten

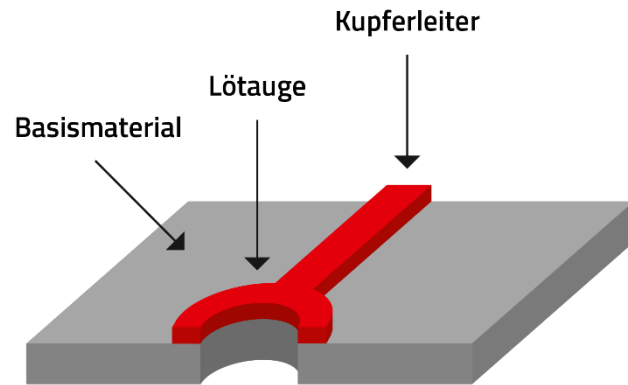
### BASIC

- eine Technologie. Unter BASIC Technologie fassen wir
  - einseitige,
  - doppelseitige und
  - Multilayer-Leiterplatten zusammen.

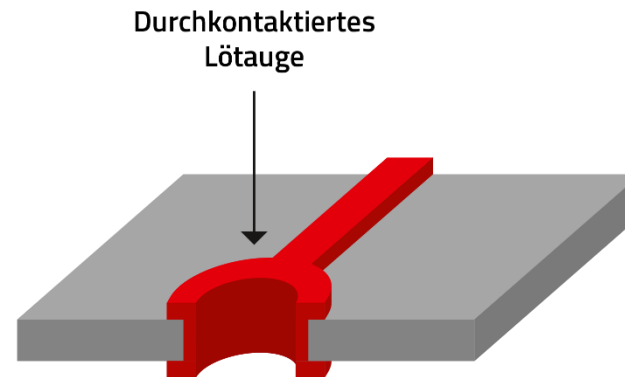


# VERSCHIEDENE ARTEN VON LEITERPLATTEN

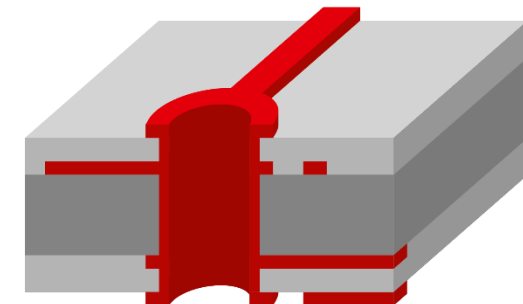
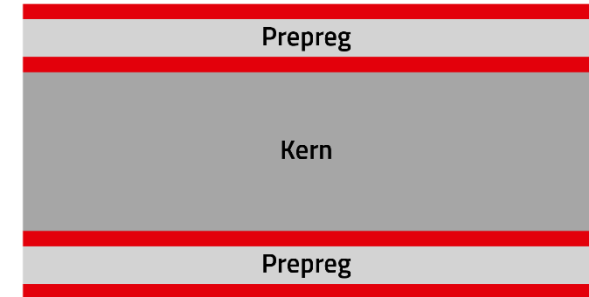
Einseitige PCB



Durchkontaktierte PCB

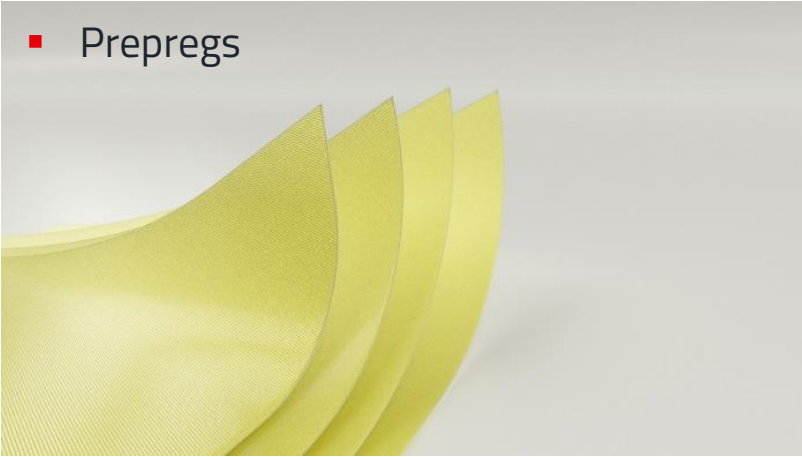


Multilayer

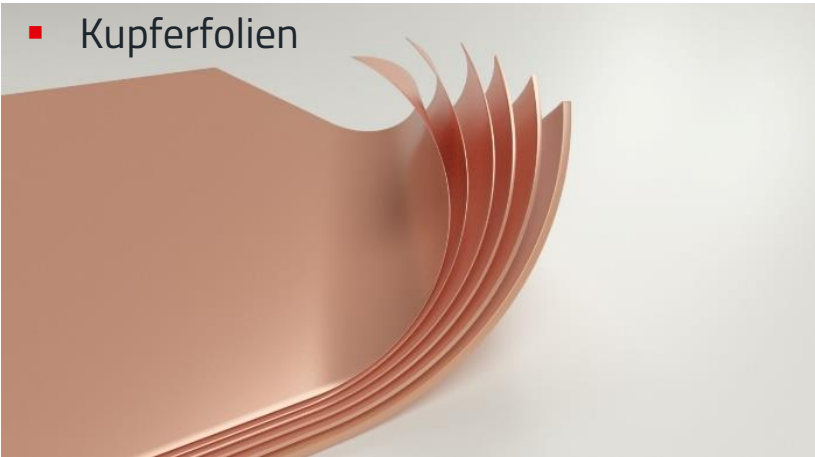


# BASISMATERIAL

- Prepregs



- Kupferfolien



- Viele weitere Details zu Basismaterialien finden Sie im Webinar:

„[Grundlagen der Leiterplattenproduktion, Teil 1](#)“

- Innenlagen-Kern



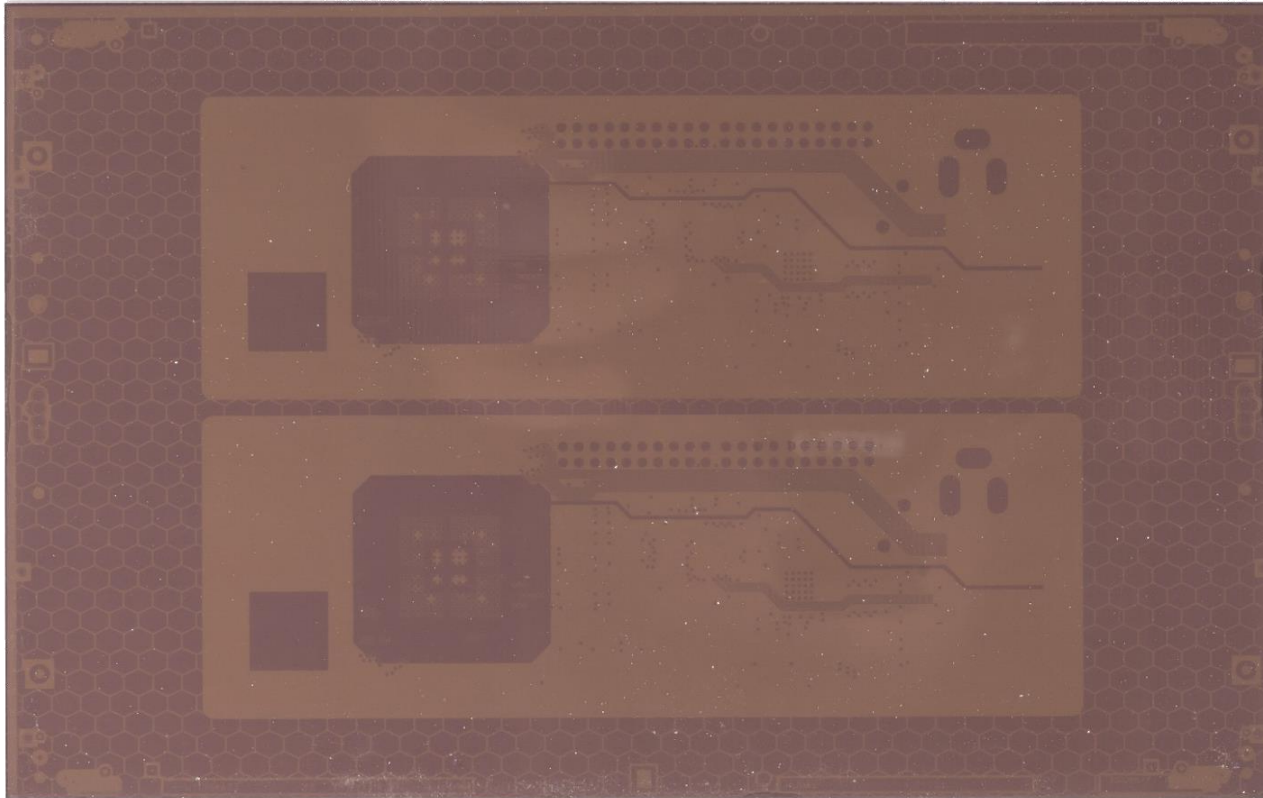
# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



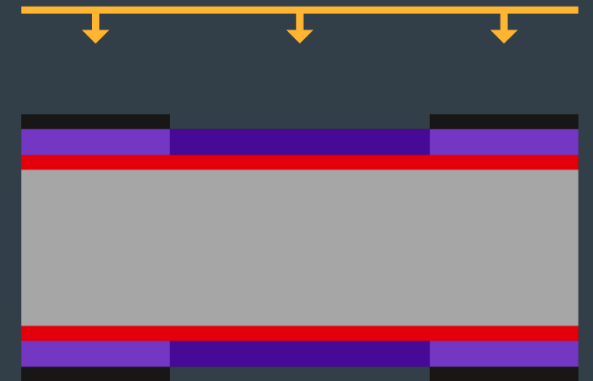
- Basismaterial



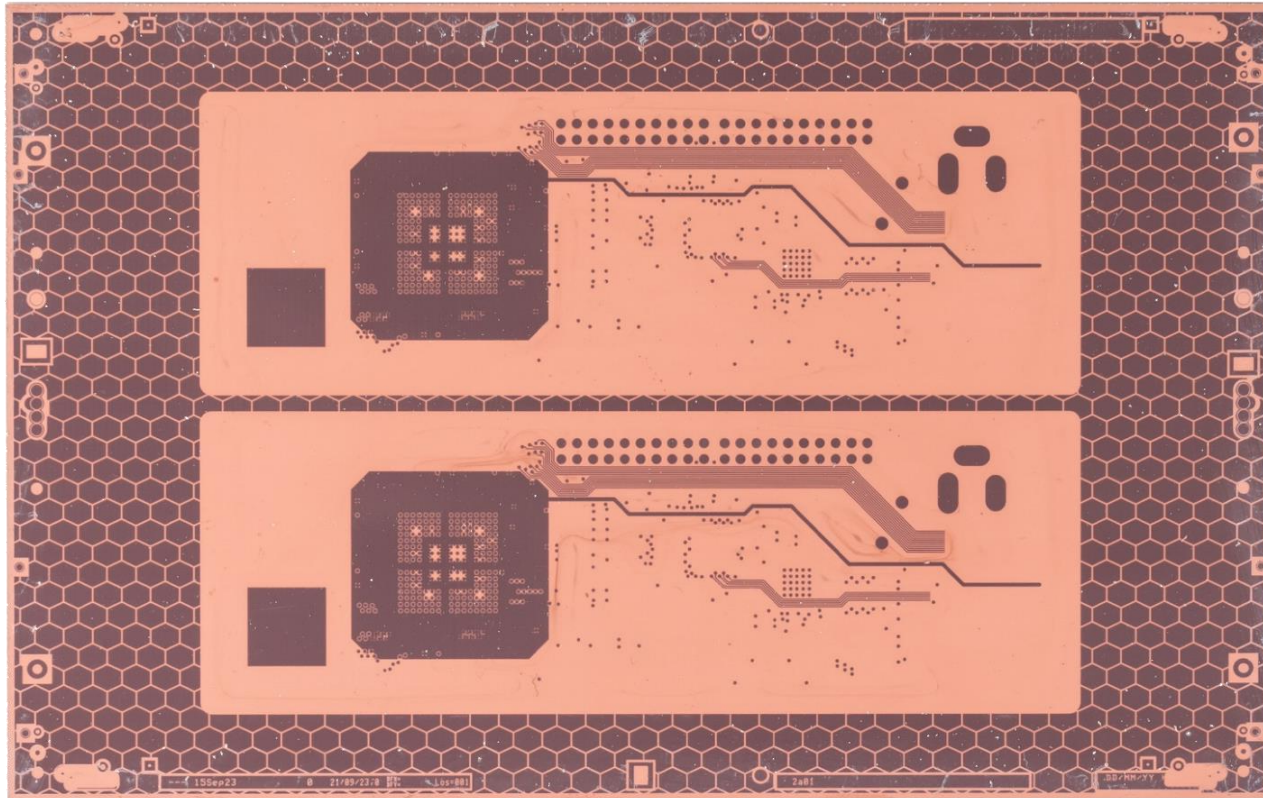
# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



- Fotoresist belichtet



# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT

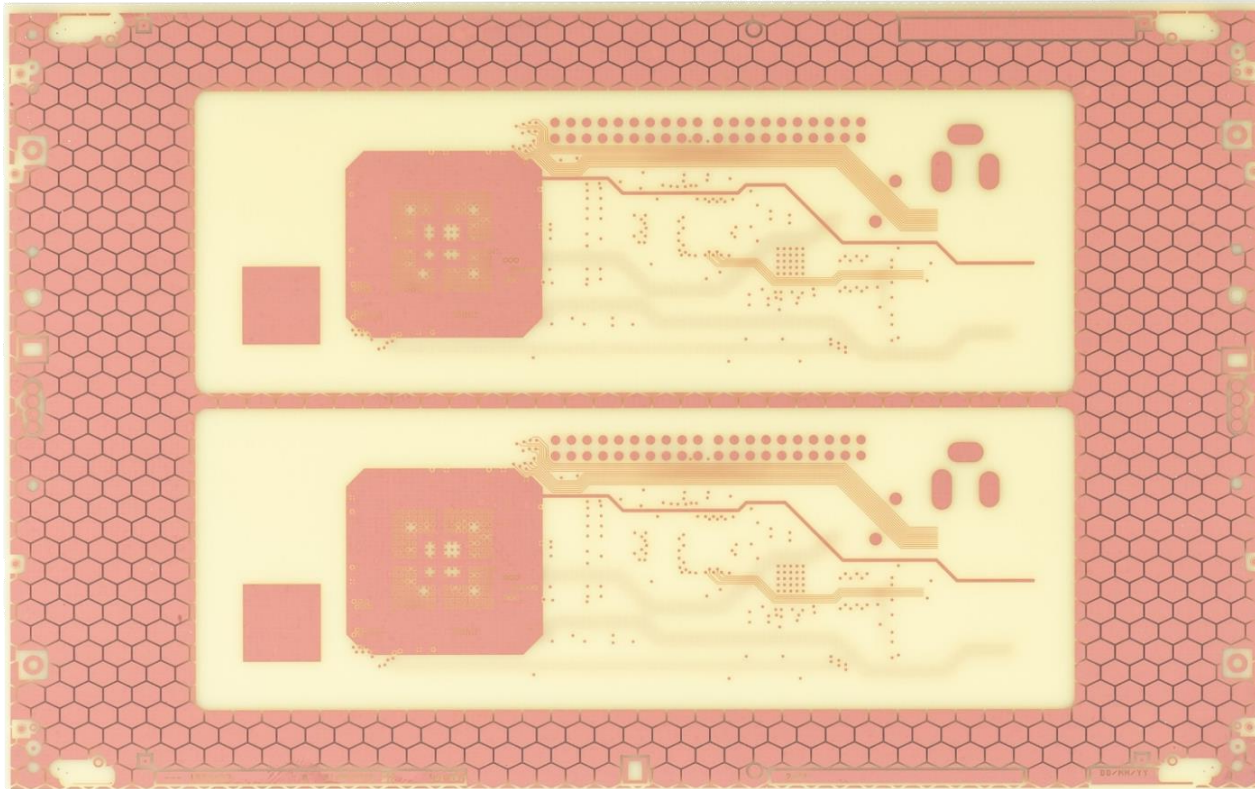


- Nach Entwickeln





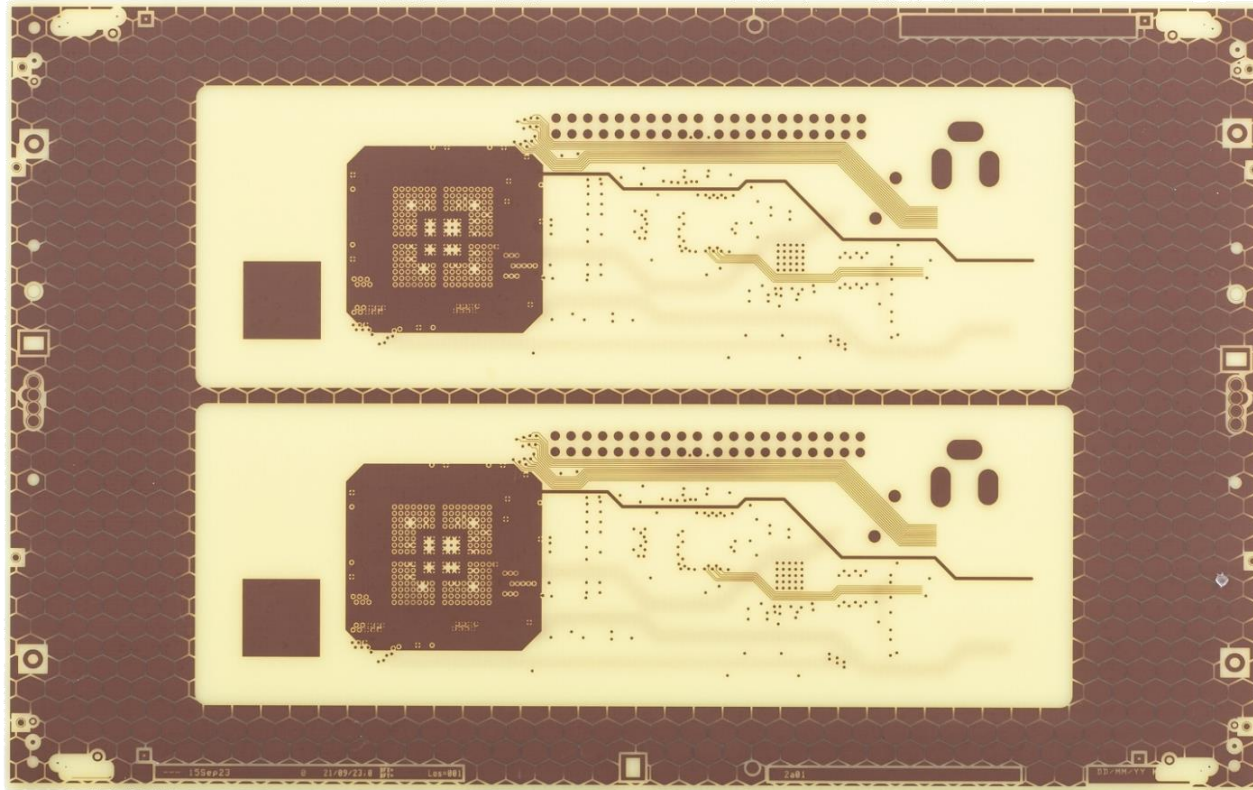
# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



- Sauer ätzen, Resist stripping



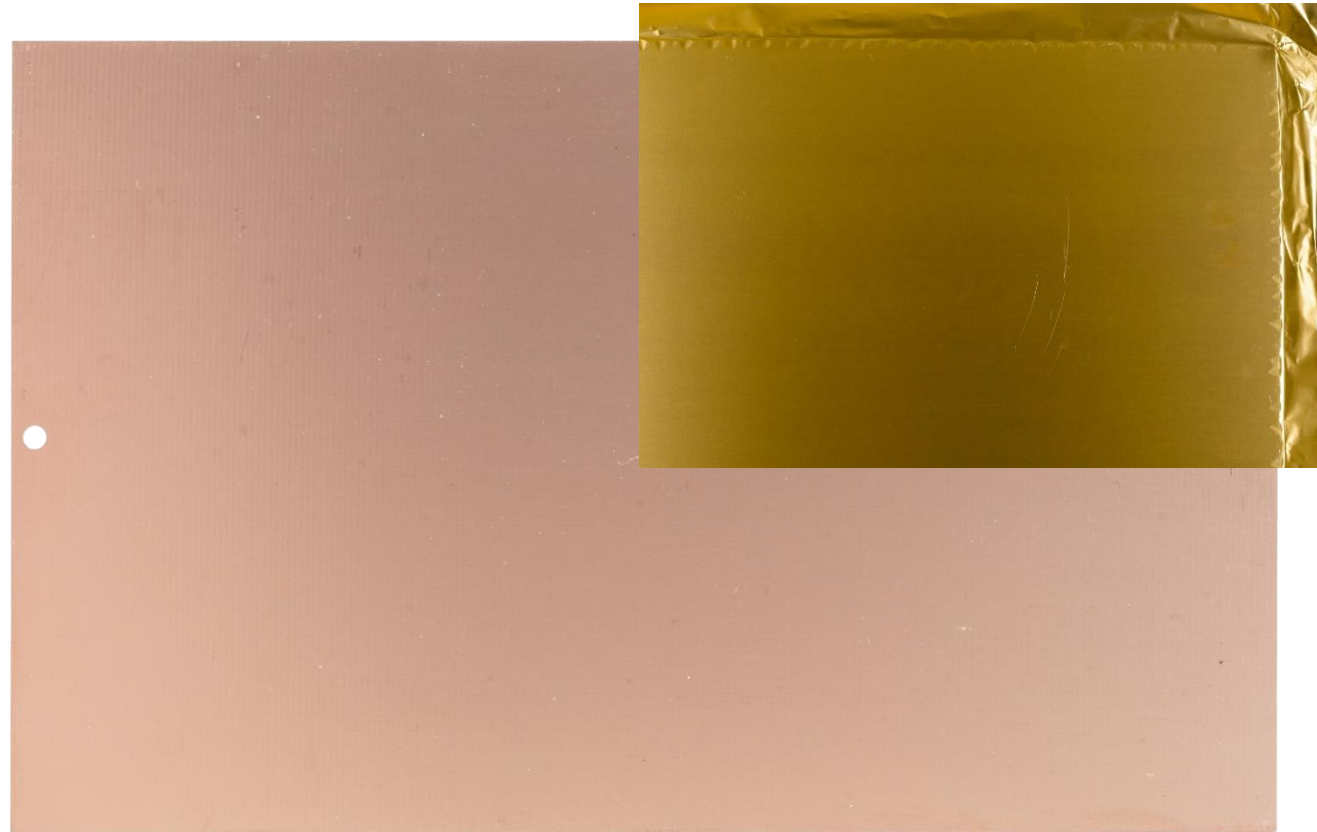
# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



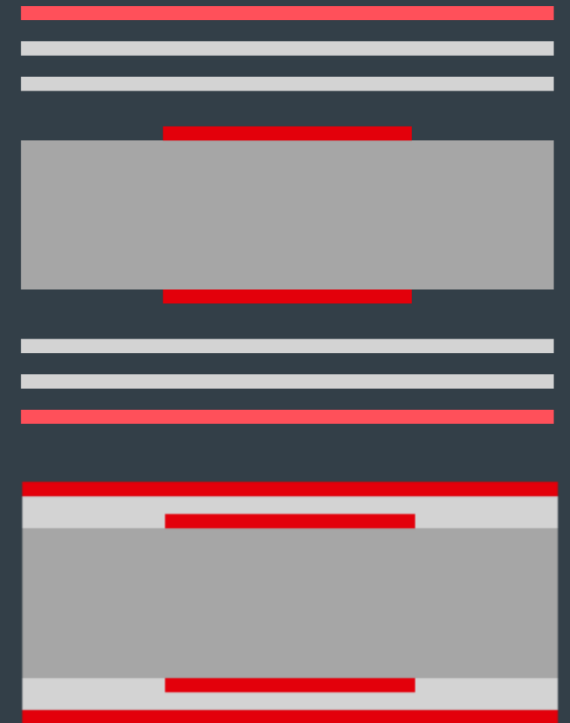
- AOI und Haftvermittler



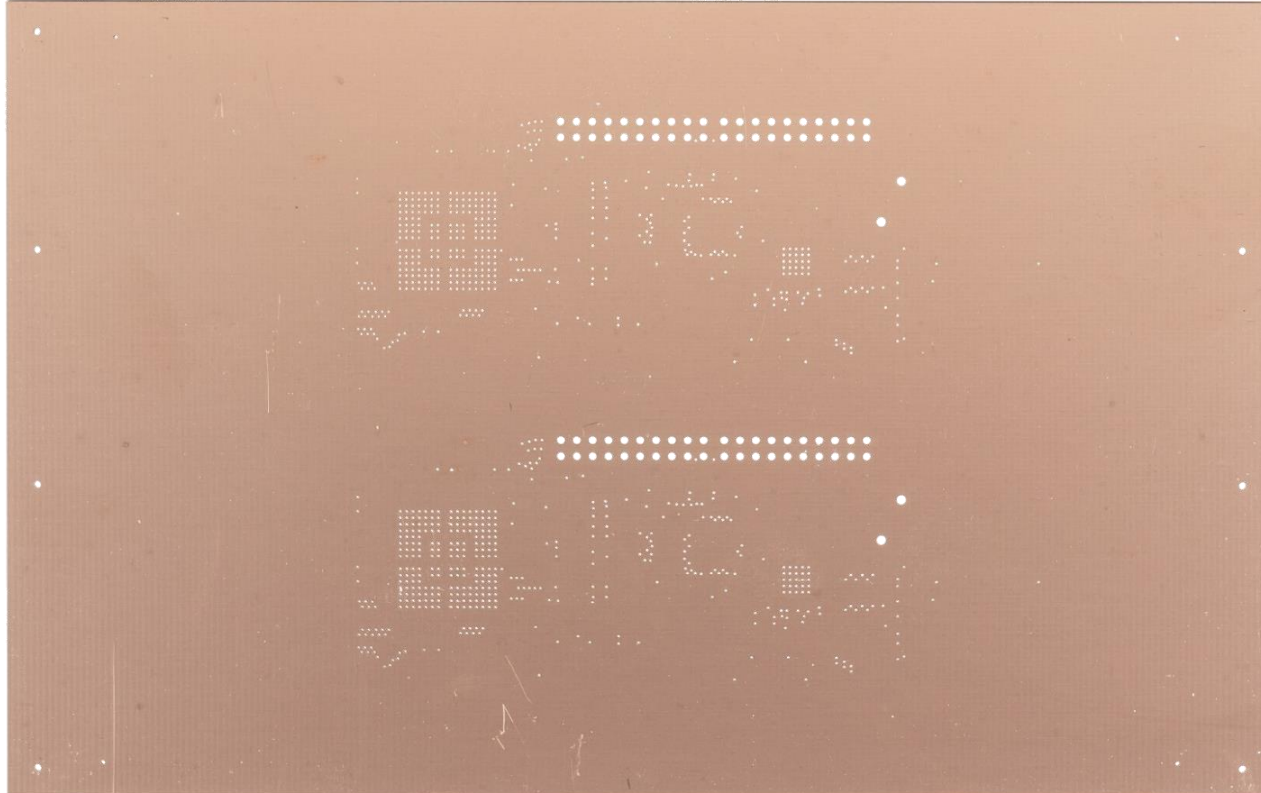
# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



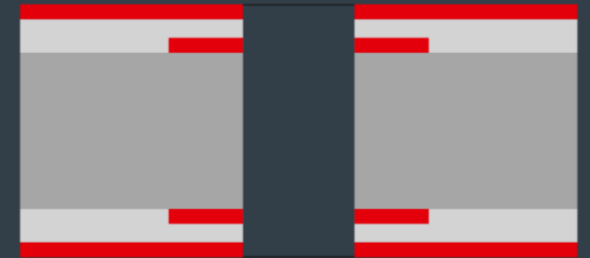
- Verlegen, Verpressen
- Röntgenbohren, Rückschnitt



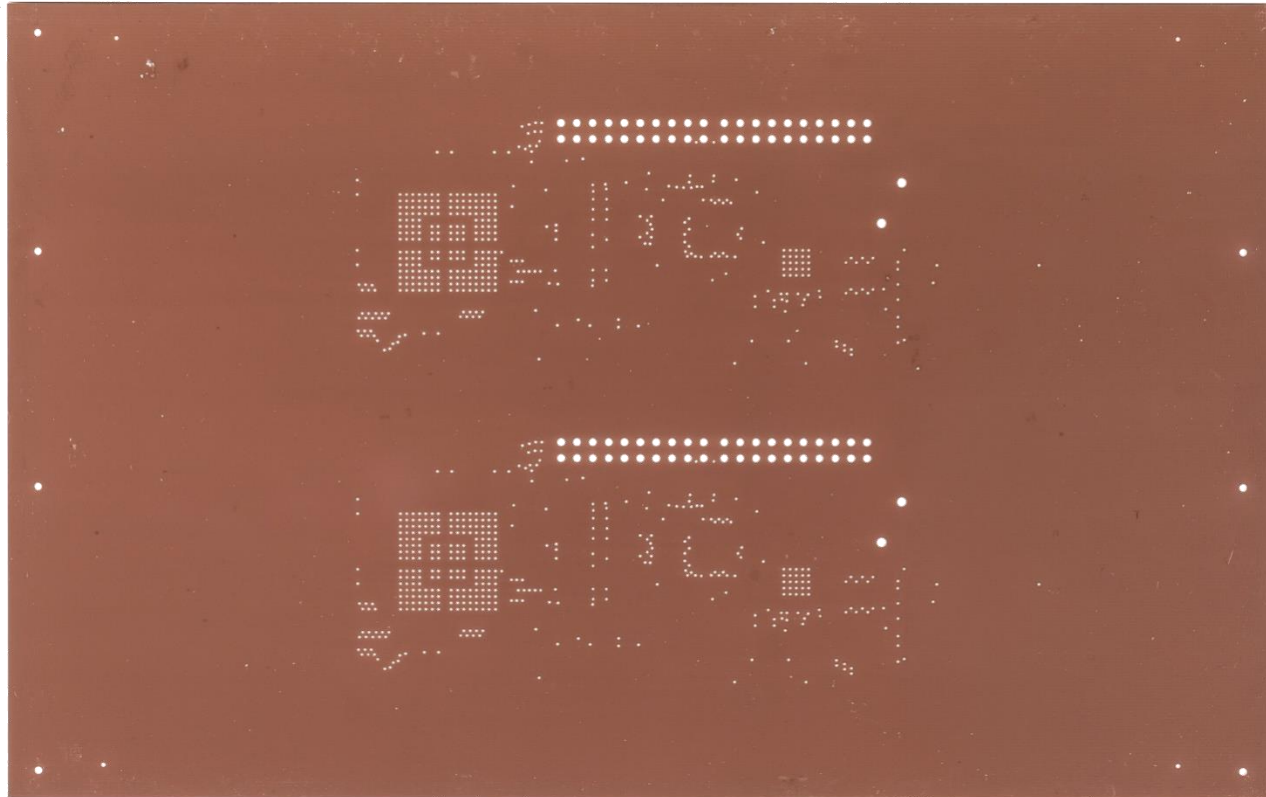
# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



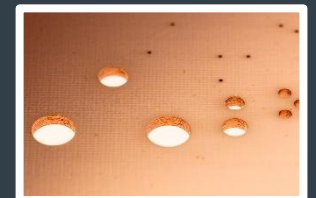
- Bohren, mechanisch



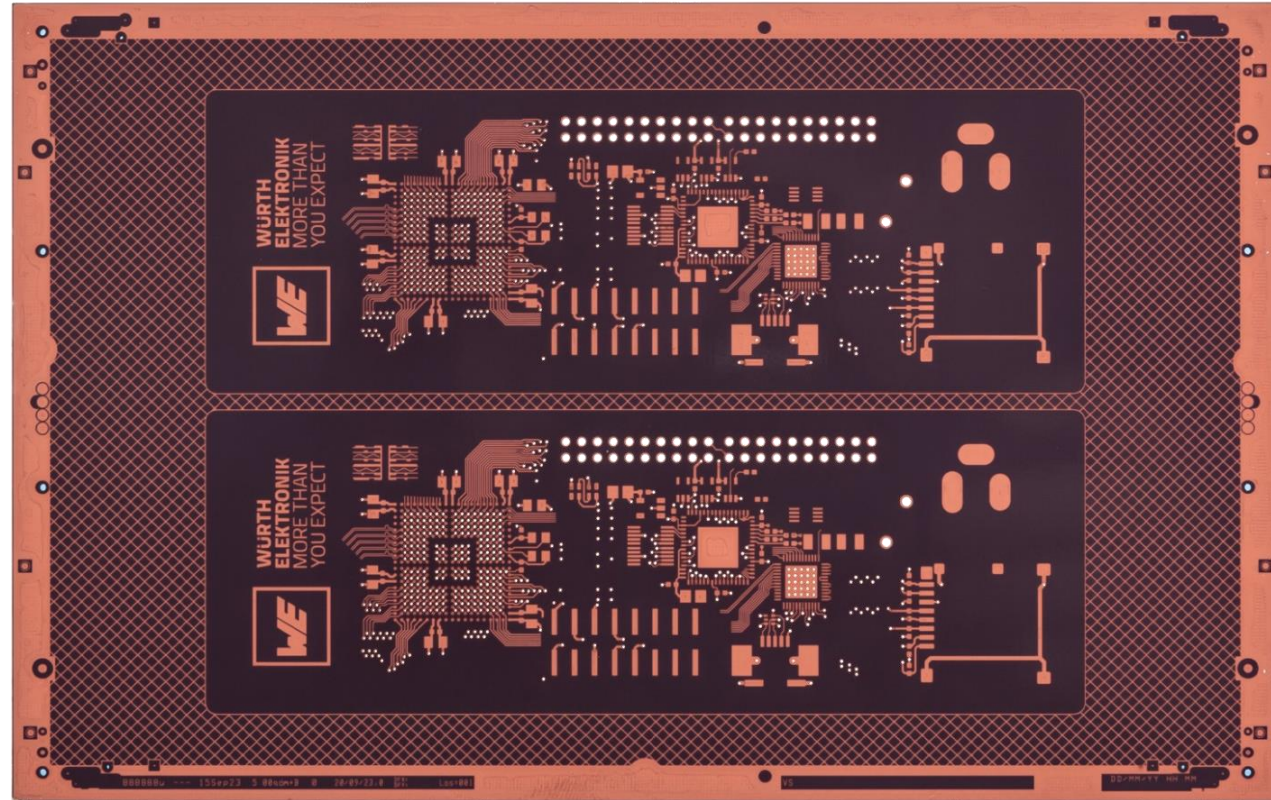
# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



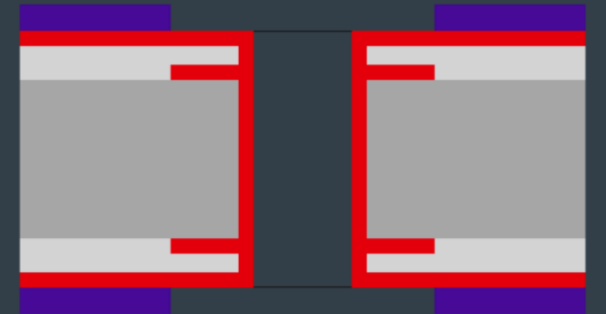
- Durchkontaktierung
- Galvanische Verstärkung



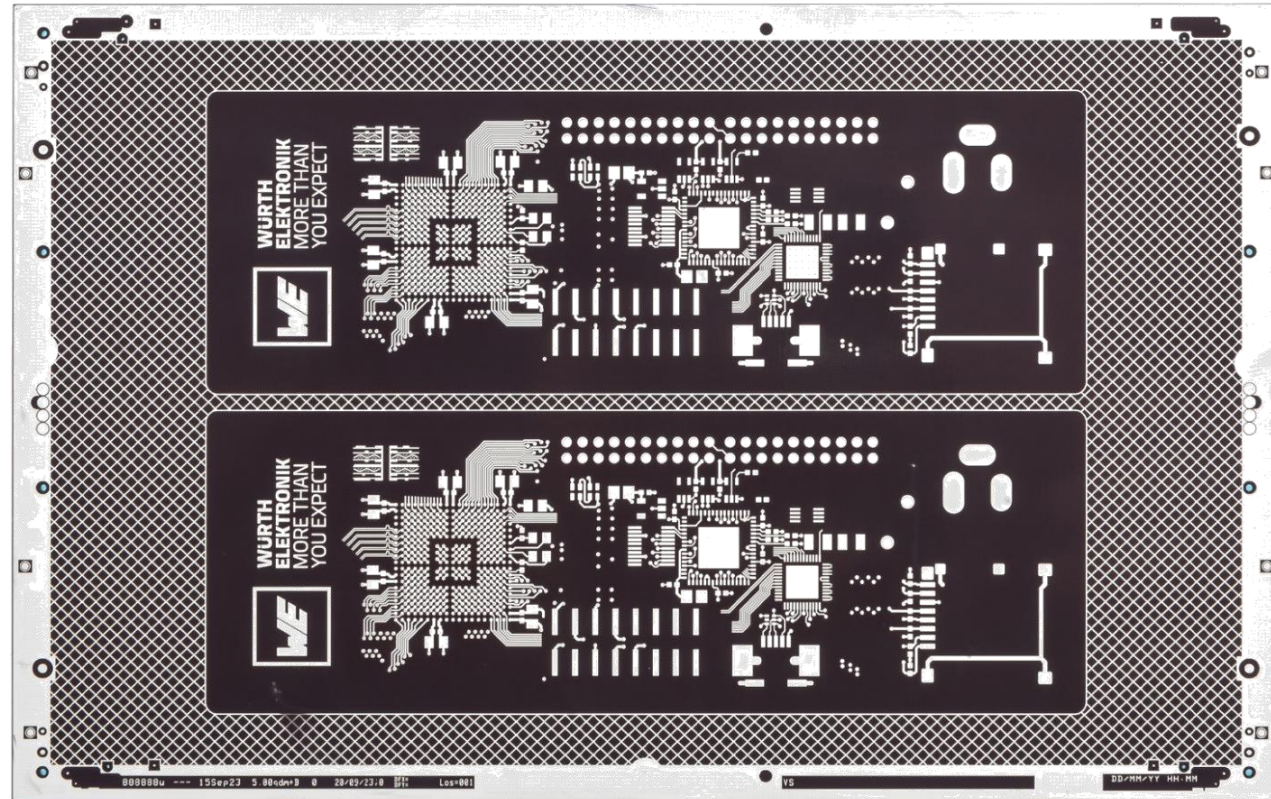
# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



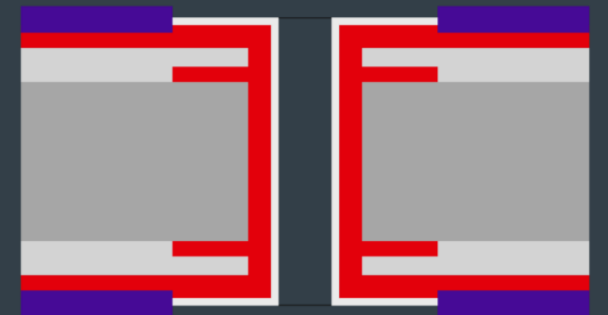
- Fotoresist belichtet, entwickelt



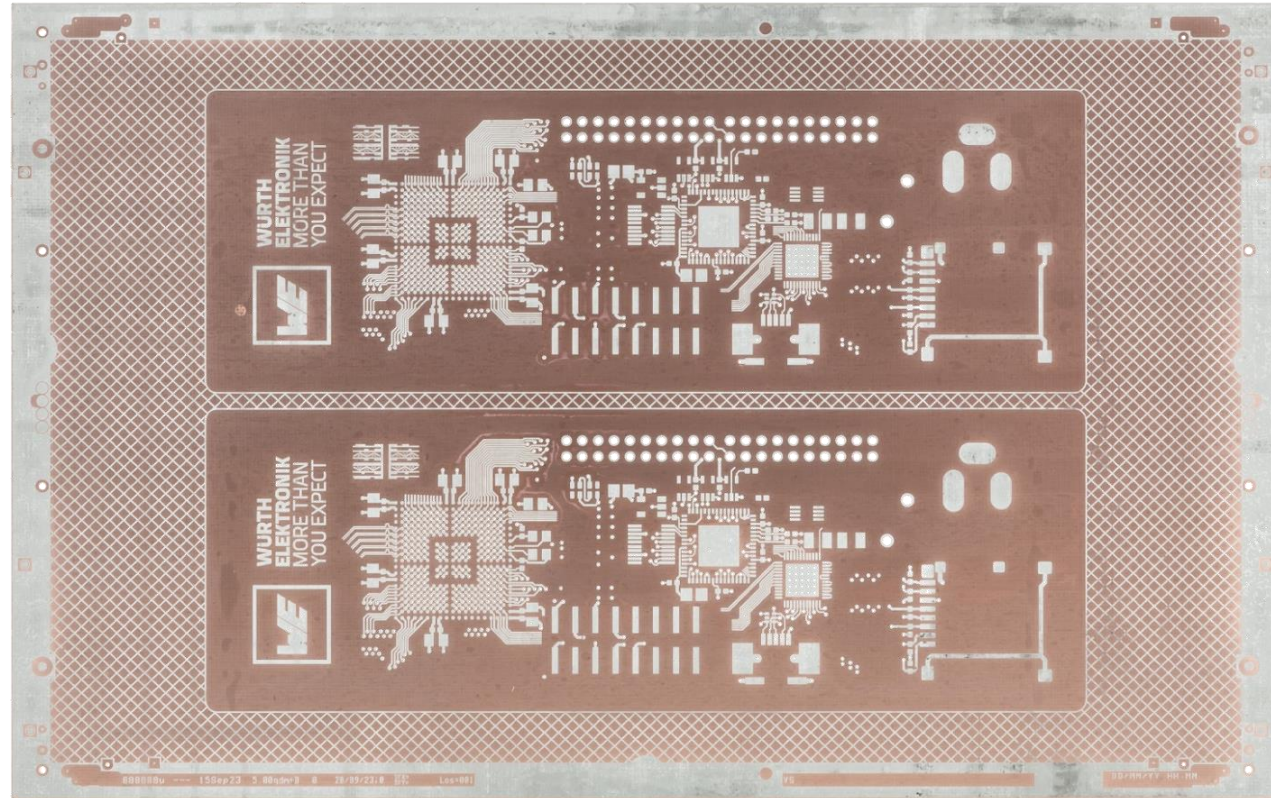
# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



- Leiterbild-Aufbau
- Zinn-Resist



# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT

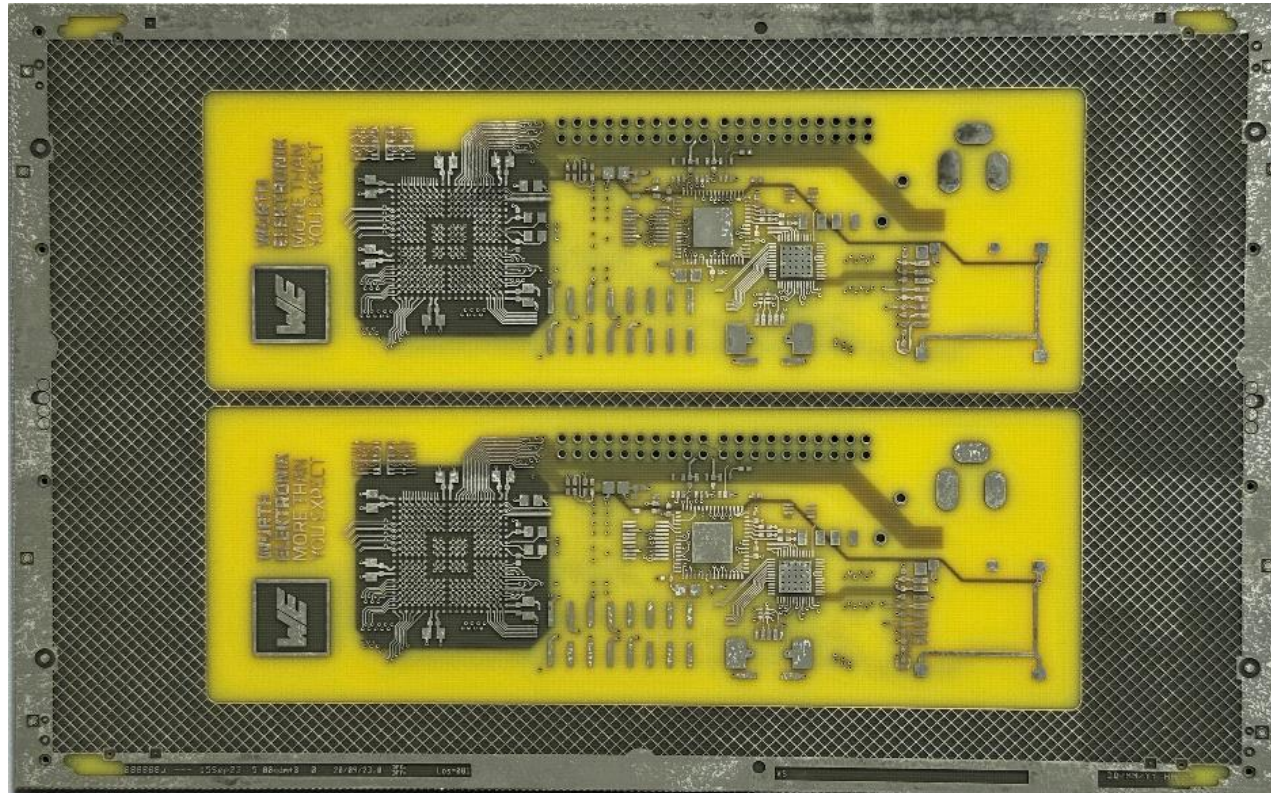


- Fotoresist gestrippt





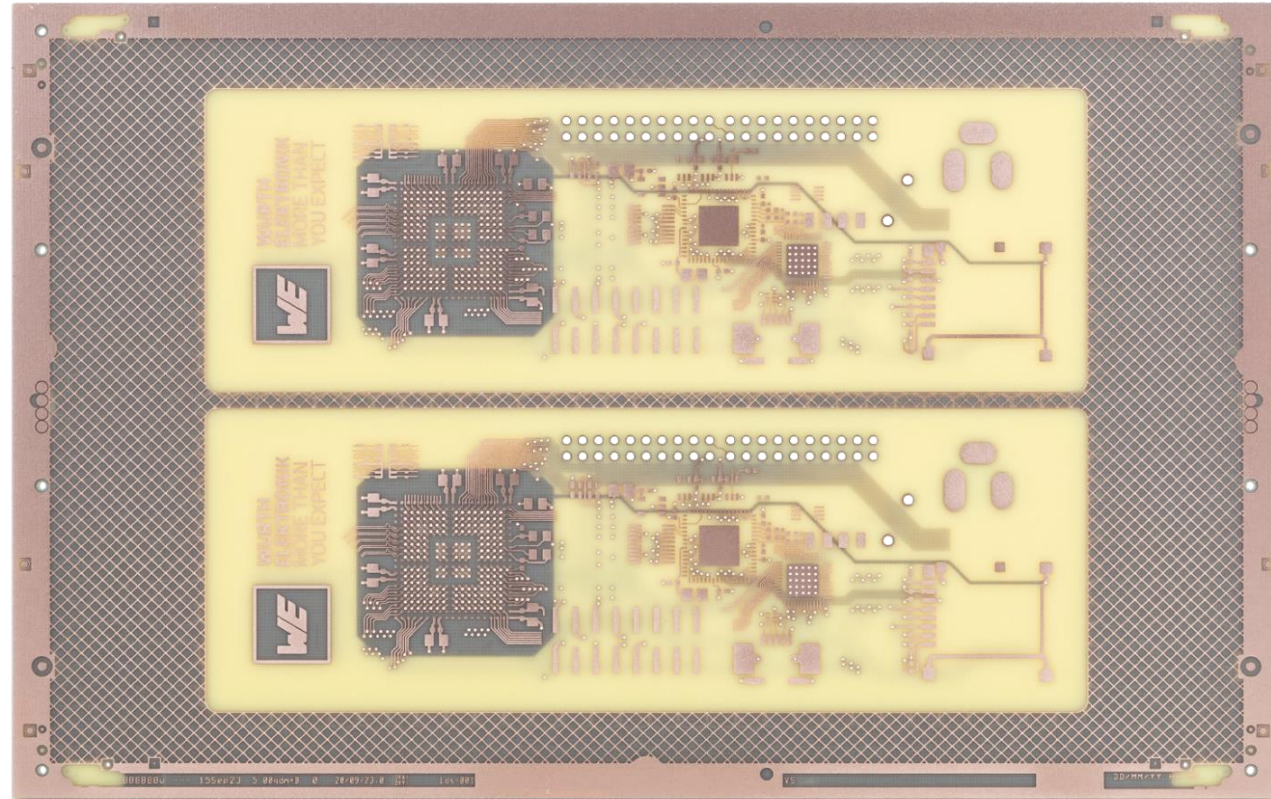
# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



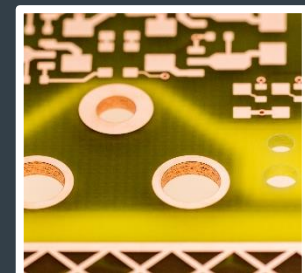
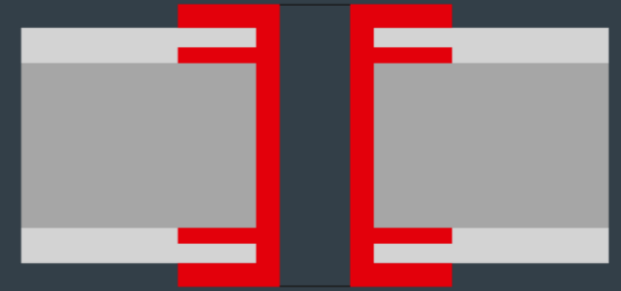
- Alkalisch ätzen



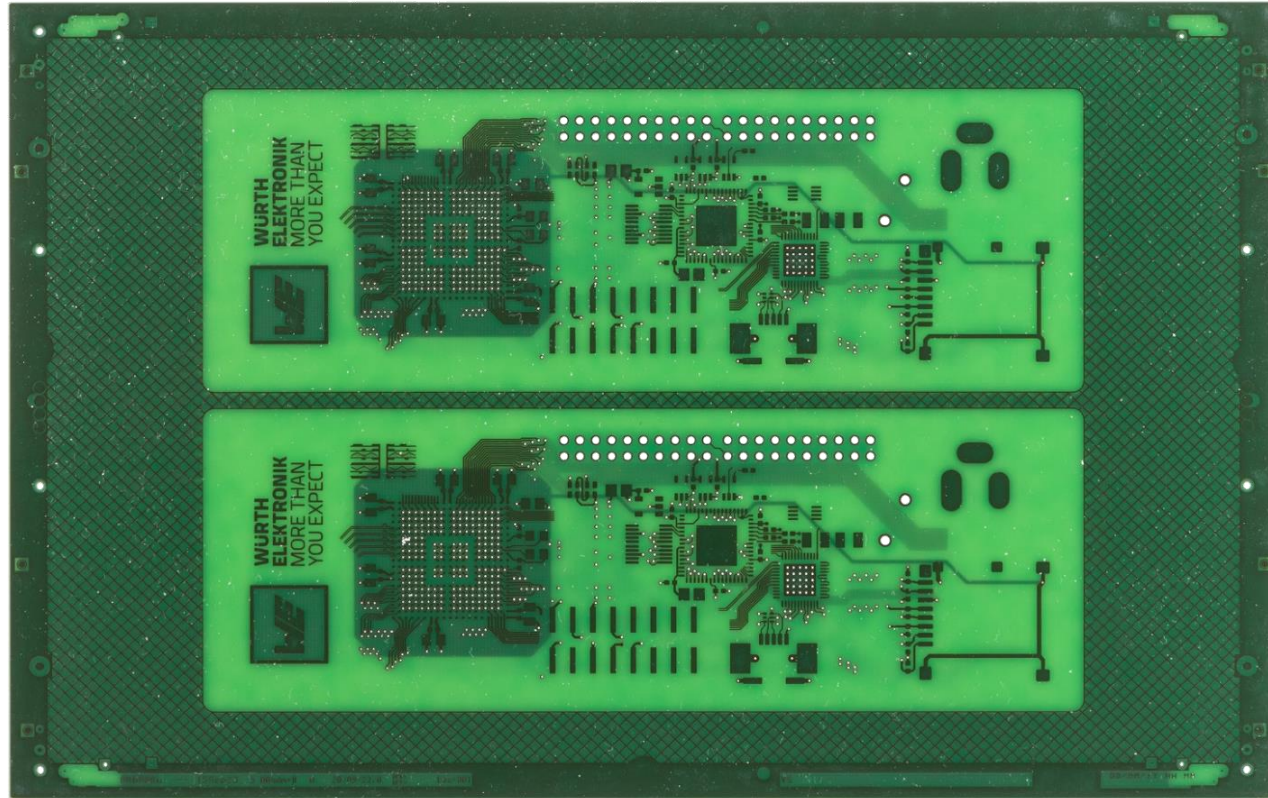
# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



- Zinn-Resist stripping

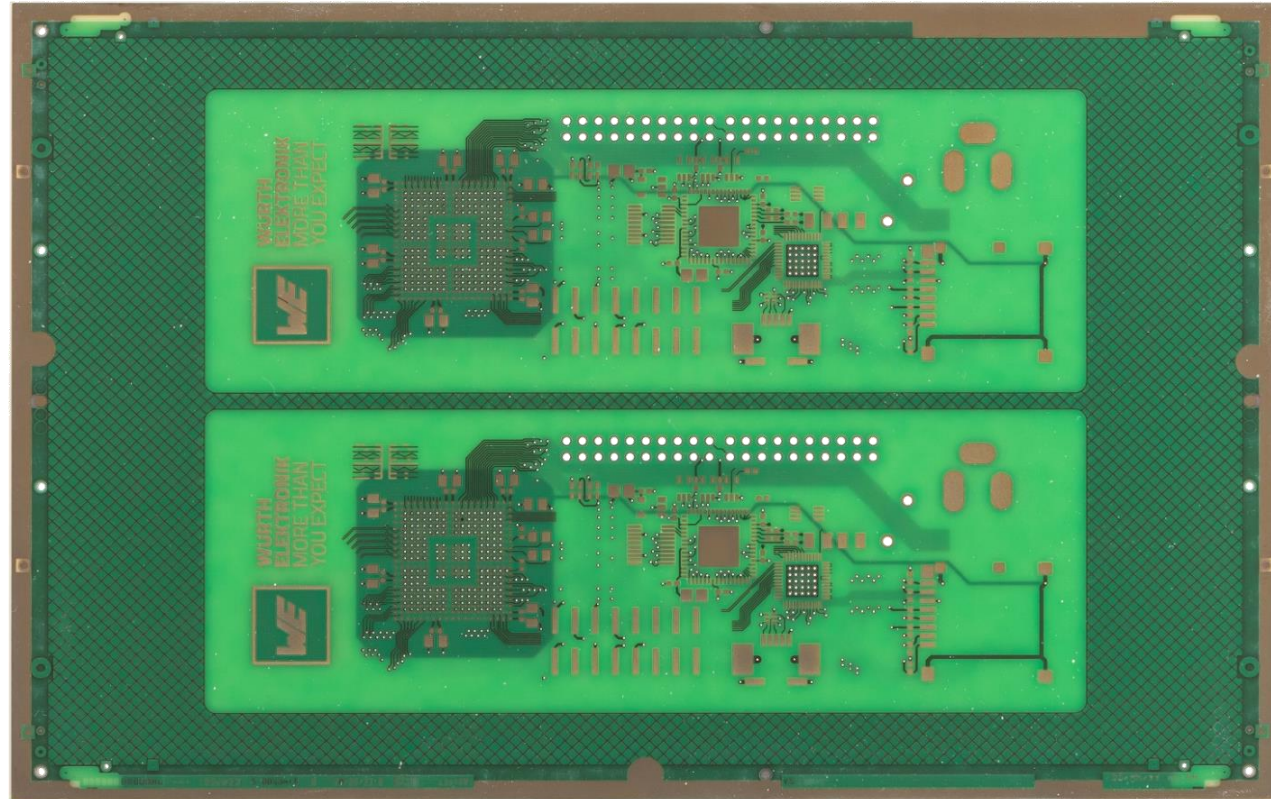


# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



- Lötstopplack beschichten

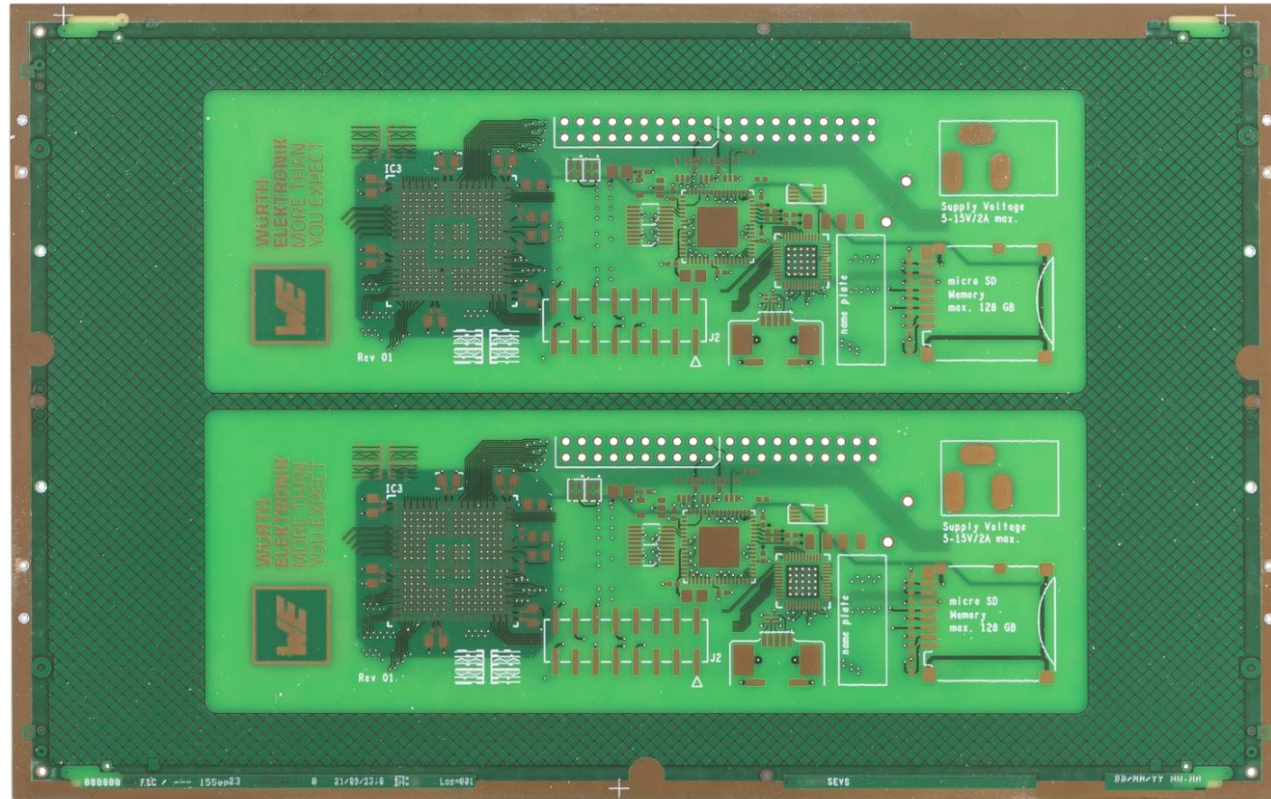
# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



- Lötstopplack beschichtet und entwickelt

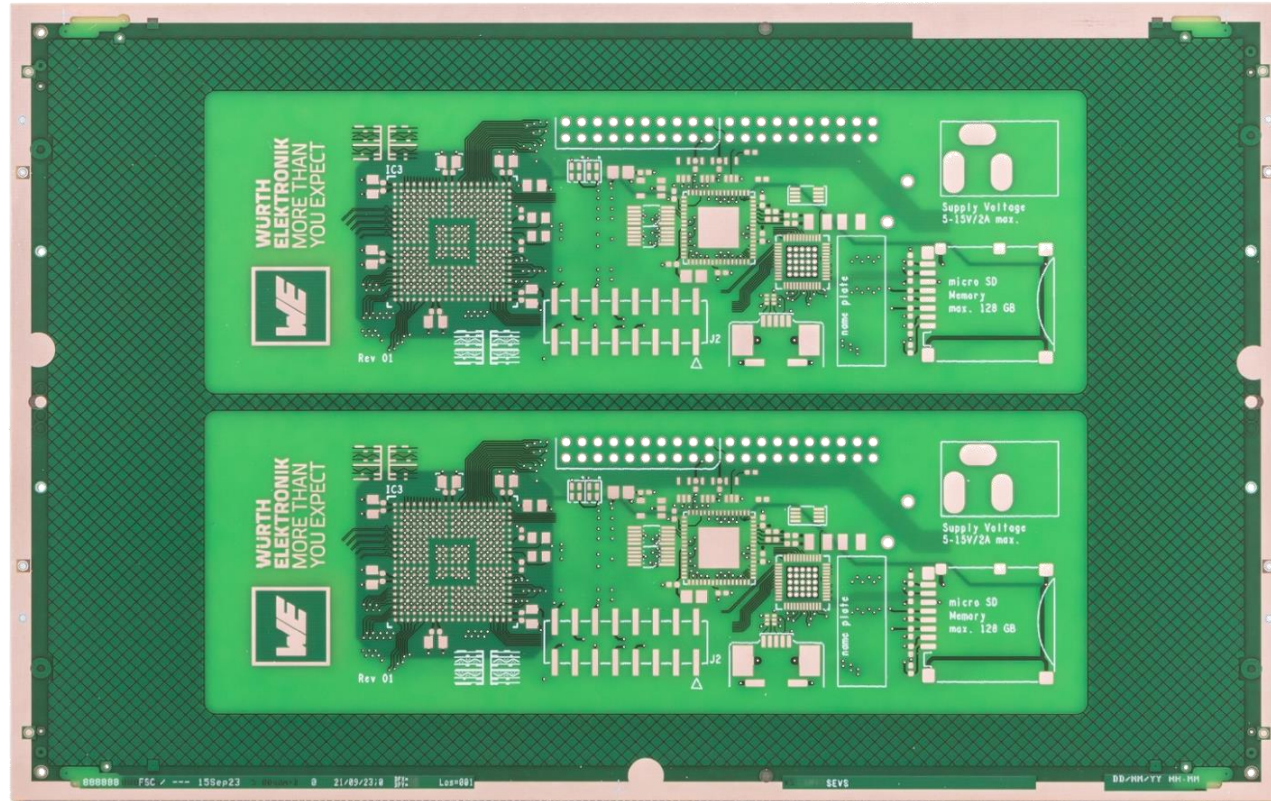


# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



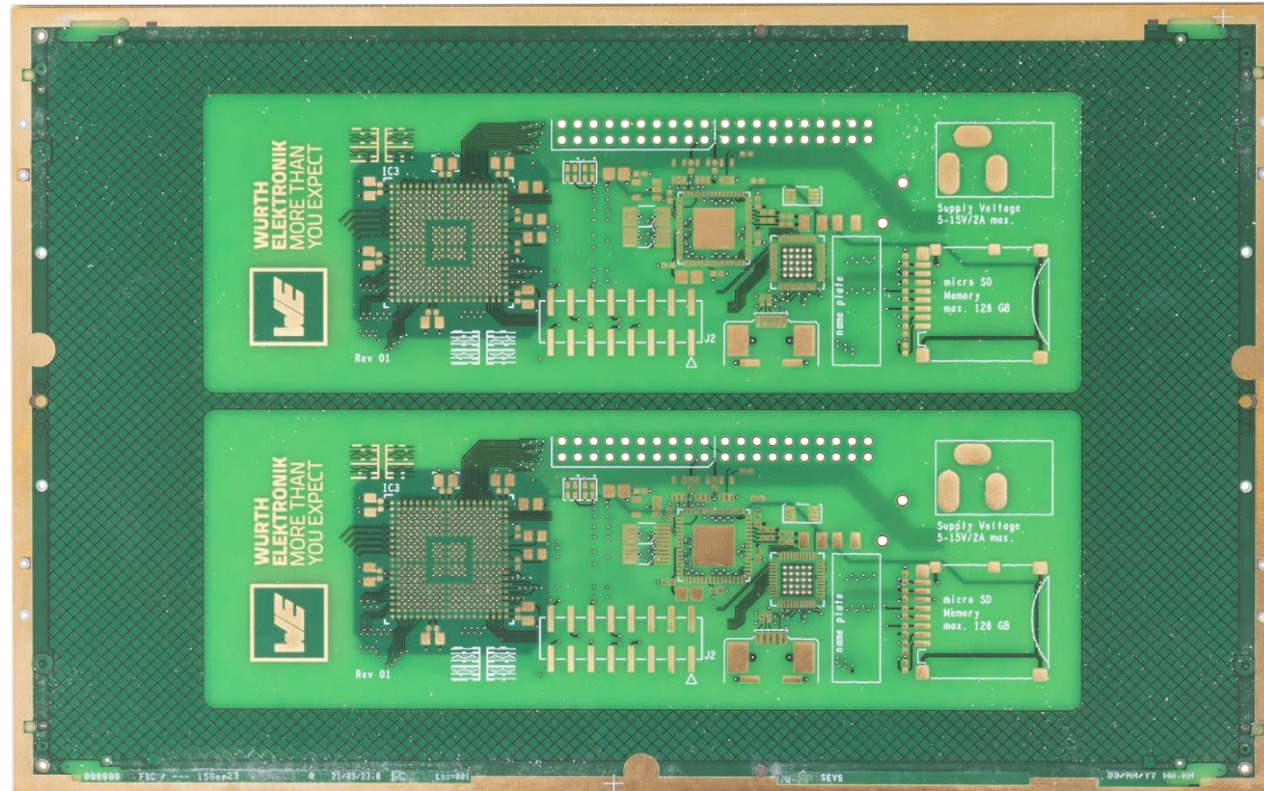
- Beschriftungsdruck
- Aushärten

# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT

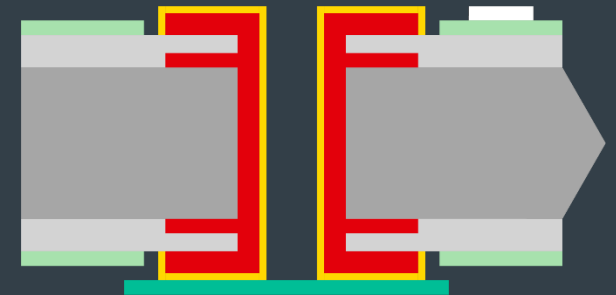


- Reinigungsprozess vor Lötfläche

# HERSTELLUNG MULTILAYER SCHRITT-FÜR-SCHRITT



- Lötfläche ENIG
- Option: Lötdecklack
- Trennen, Waschen

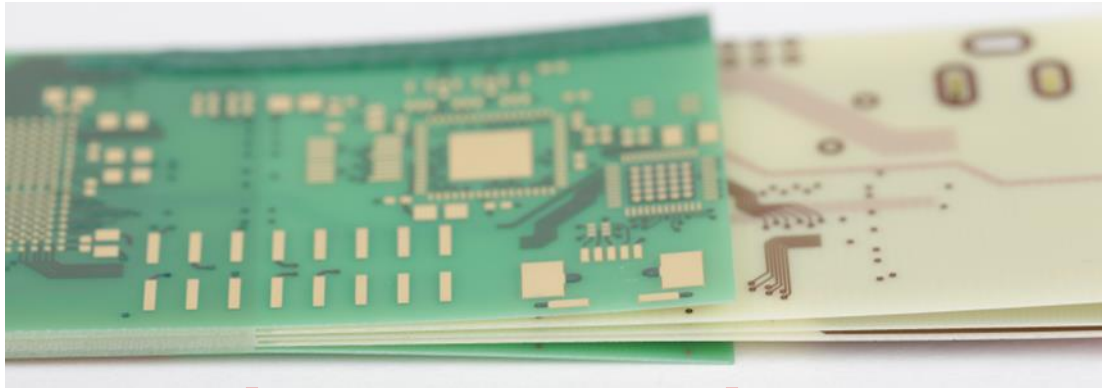


- Elektrischer Test
- Prüfung und Dokumentation
- Verpacken & Versand

# BASIC HANDMUSTER IM DETAIL

## Übersicht Handmuster WE.fan

- Namensgebung WE.fan: = Fächer

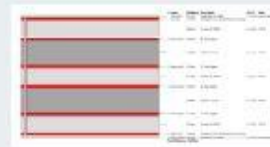


Multilayer

nicht verpresst  
alle Materialien

nicht verpresst  
nur Kerne

- Alle Herstellphasen in einem Muster
- Hier bestellen: [www.we-online.com/wefan](http://www.we-online.com/wefan)



STACKUP



FÄCHER



KONTUR



VIA MIT PLUGGING



STRUKTUREN



LÖTABDECKLACK



BAUTEILE



DATA MATRIX CODE  
(DMC)



QR CODE

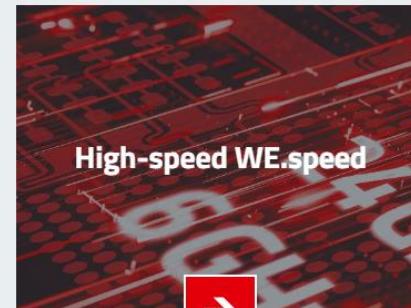
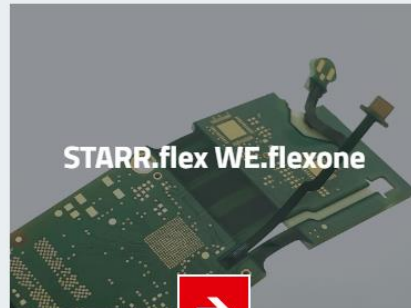


# LEITERPLATTEN-TECHNOLOGIEN VERSTEHEN

Weitere Handmuster: Fordern Sie Ihr kostenloses Exemplar jetzt an!

- <https://www.we-online.com/leiterplatten-handmuster>

**Jetzt kostenlos bestellen!**



# JUBILÄUMSUMFRAGE ZUM 100. LEITERPLATTEN WEBINAR

## Top 3 der Fragen

- **Frage:**

- Welchen Einfluss hat die Anzahl der Bohrungsdurchmesser in einem Design auf den Preis der Leiterplatte?

- **Information:**

Bohrmaschinen für Volumenproduktion verfügen über eine umlaufende Werkzeugkette mit mehreren Tausend Hartmetall-Werkzeugen

- **Antwort:**

- Die Anzahl der Bohrungsdurchmesser hat einen sehr geringen Einfluss auf den Leiterplattenpreis. Jede Bohrmaschine ist mit einer Vielzahl von Bohrwerkzeugen in unterschiedlichen Durchmessern bestückt und der Werkzeugwechsel erfolgt automatisch in kurzer Zeit, auch nach Ablauf der definierten Standzeit.
- Dagegen haben folgende Parameter einen Einfluss auf die Kosten:
  - Bohrdurchmesser
  - Anzahl der Bohrungen

# MECHANISCHE BEARBEITUNG

Welchen Einfluss hat der Bohr- $\emptyset$  auf die Leiterplattenkosten?

Zum Vergleich:

$\emptyset$  0,5 mm,  $\emptyset$  0,35 mm und  $\emptyset$  0,25 mm Bohrer auf 5 mm x 5 mm kariertem Papier



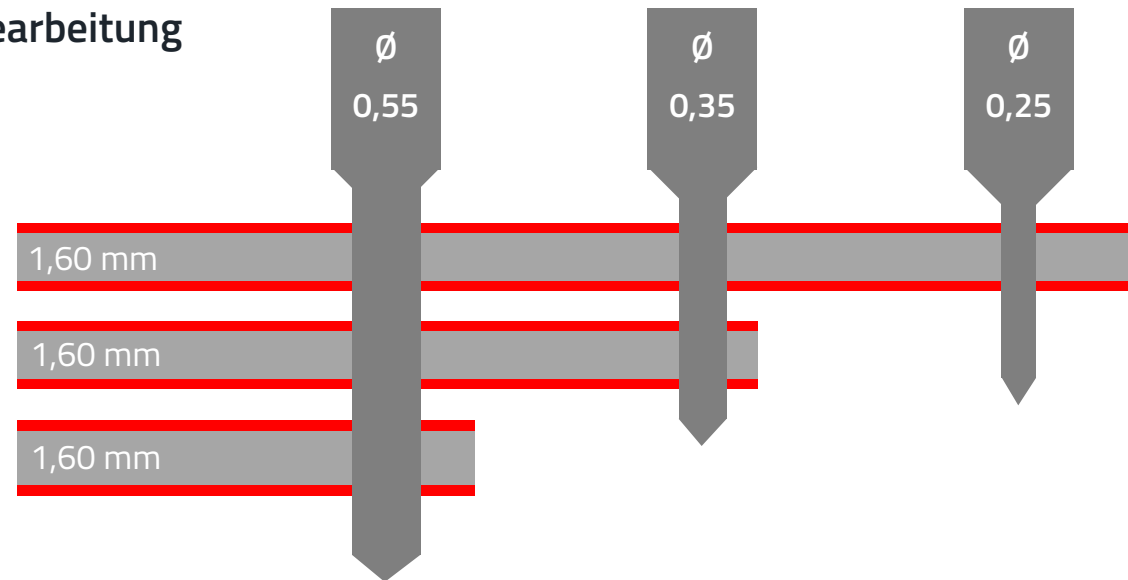
# MECHANISCHE BEARBEITUNG

Welchen Einfluss hat der Bohr-Ø auf die Leiterplattenkosten?

## Paketierung in der mechanischen Bearbeitung

am Beispiel „Bohren“

Kerne FR4.1 Tg150, gefüllt  
Dicke 1,60 mm



Standzeit  
Paketierung

1.250 Hübe  
3er Pack

1.000 Hübe  
2er Pack

500 Hübe  
1er Pack

Bohrdauer für 15.000 Vias  
Benötigte Bohrer für 15.000 Vias

0,2 h  
4

0,4 h  
7,5

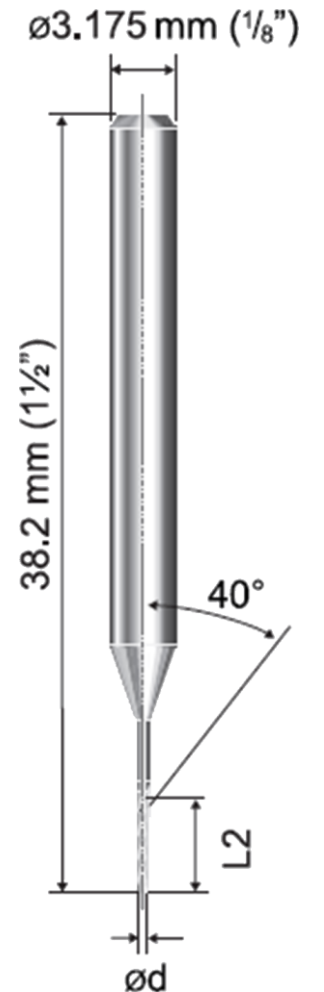
0,8 h  
30

Preisindikator nur Bohrprozess

100%

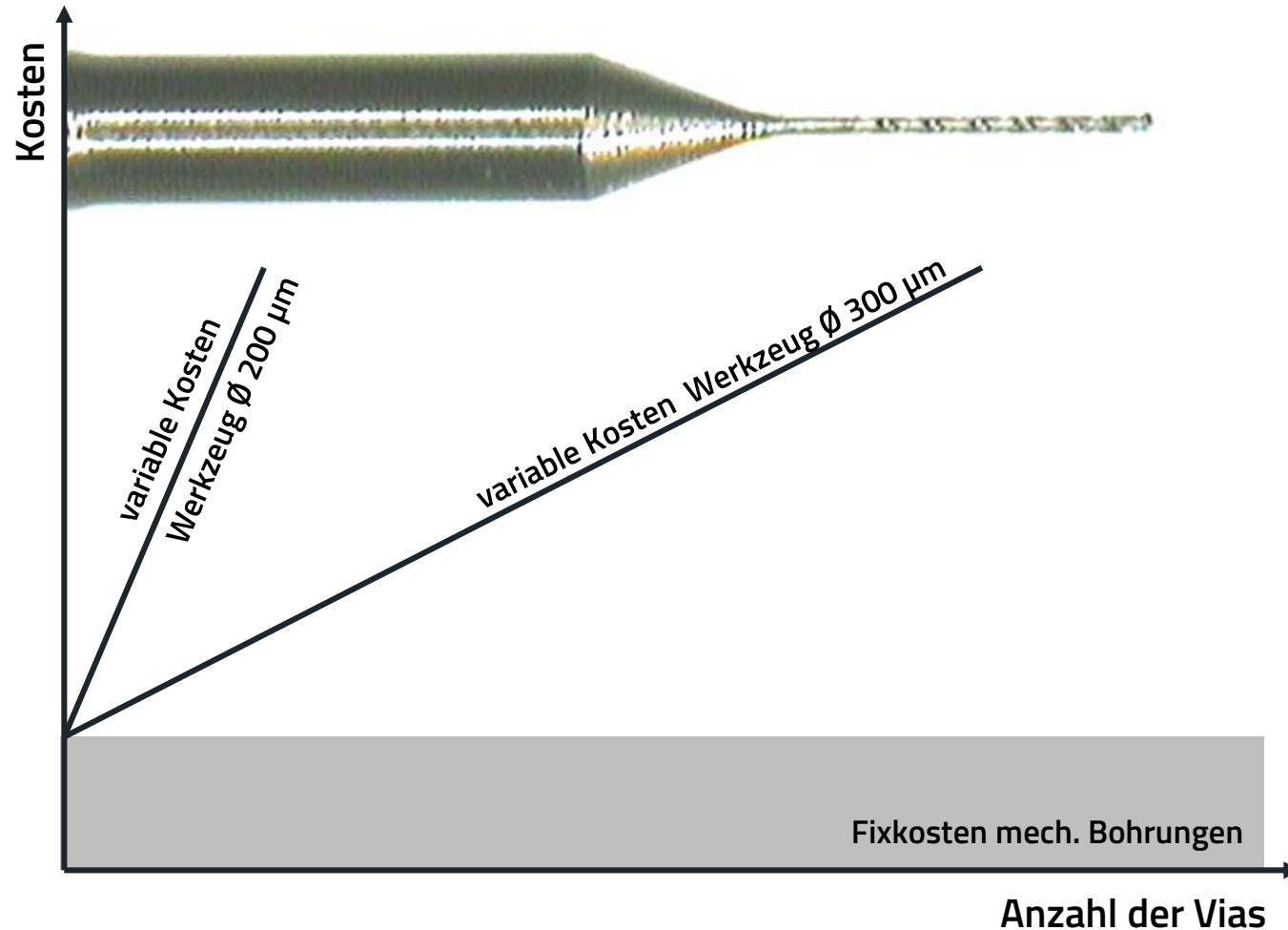
200%

460%



# MECHANISCHE BEARBEITUNG

Welchen Einfluss hat der Bohr- $\emptyset$  auf die Leiterplattenkosten?



Ø 0,2 mm (0,55 € pro Bit)

Lebensdauer: 750 Hübe

Bohrfrequenz: 3 / s

Ø 0,3 mm (0,50 € pro Bit)

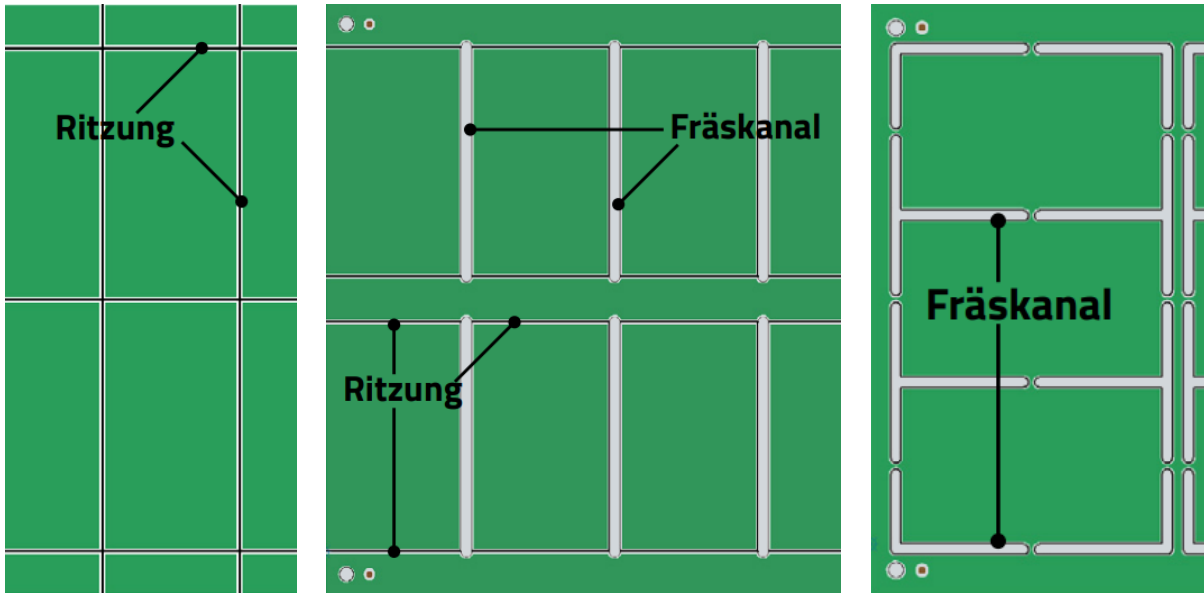
Lebensdauer: 1.000 Hübe

Bohrfrequenz: max. 8 / s

# JUBILÄUMSUMFRAGE ZUM 100. LEITERPLATTEN WEBINAR

## Top 3 – Favoriten-Fragen

- **Frage:**
  - Nutzentrennung: Wovon ist die Auswahl der Trenntechnologie abhängig und welche Vorteile ergeben sich daraus?



- **Antworten:**
  - Fräsen kann komplexe Konturen realisieren, Ritzen/Kerbfräsen kann nur gerade Linien trennen
  - Hohe Komplexität der Outline oder hohe Anforderungen an die Konturqualität erfordern einen Fräsprozess
  - Das Trennen eines kerbgefrästen Nutzens erfordert entsprechende Trennvorrichtungen und belastet das Material und ggf. Bauteile in der Nähe der Outline (Achtung bei keramischen Bauteilen!)
  - Fräsen ist immer teurer als Kerbfräsen
  - Stanzen oder Sägen wird bei sehr großen Stückzahlen angewendet
  - Lasertrennen ist bei dünnen Materialien im Einsatz, beispielsweise bei Flex

# DIE NUTZENAUSLEGUNG

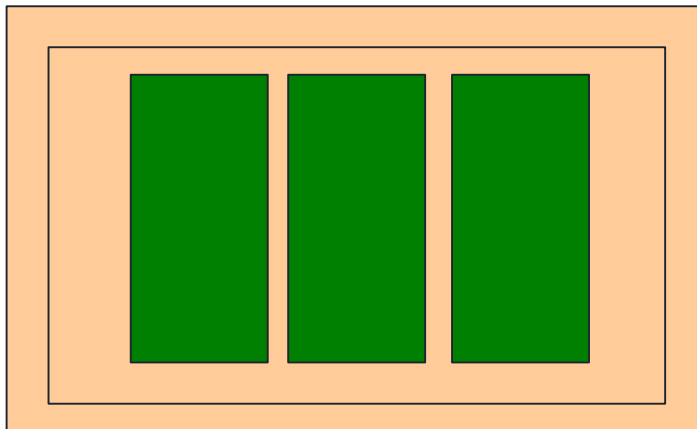
Wie laste ich den Fertigungsnutzen ideal aus?

Wie ist der Fertigungsnutzen ausgelastet?

- Jeder LP–Hersteller benötigt einen Registrierungs- und Beschriftungsrand → Nicht nutzbare Fläche!

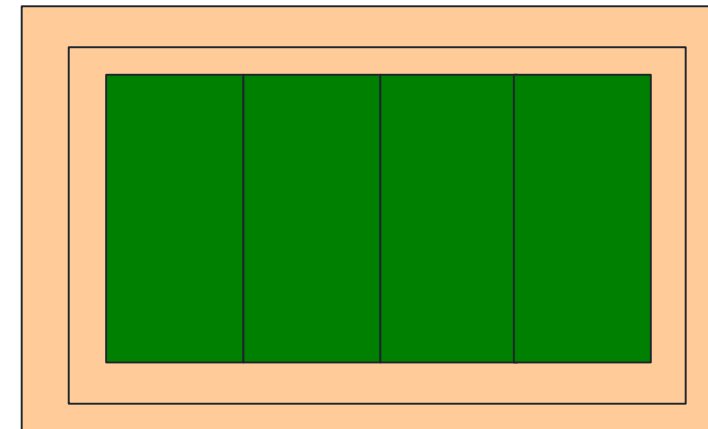
Beispiel: Einzelleiterplatten

Fräsen



oder

Kerbfräsen



In diesem Beispiel: 33% mehr Leiterplatten auf dem Fertigungsnutzen

# DIE NUTZENAUSLEGUNG

Wie laste ich den Fertigungsnutzen ideal aus?

Wie ist der Fertigungsnutzen ausgelastet?

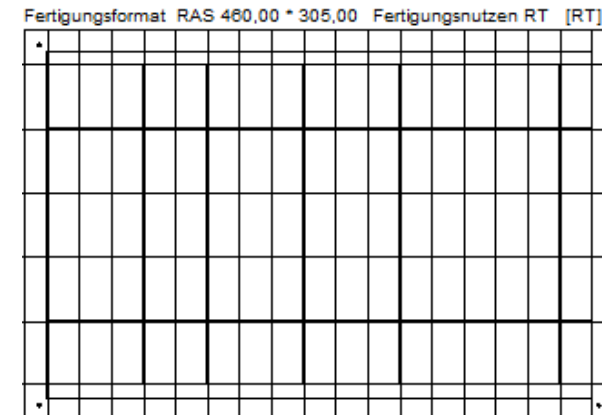
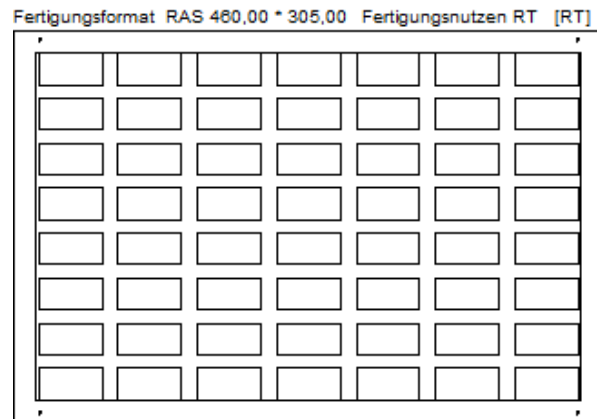
- Jeder LP–Hersteller benötigt einen Registrierungs- und Beschriftungsrand → Nicht nutzbare Fläche!

Beispiel: Einzelleiterplatten – Je kleiner die PCB, desto grösser die Auswirkung!

Fräsen

oder

Kerbfräsen



In diesem Beispiel: 56 LPs vs. 85 LPs



# DIE NUTZENAUSLEGUNG

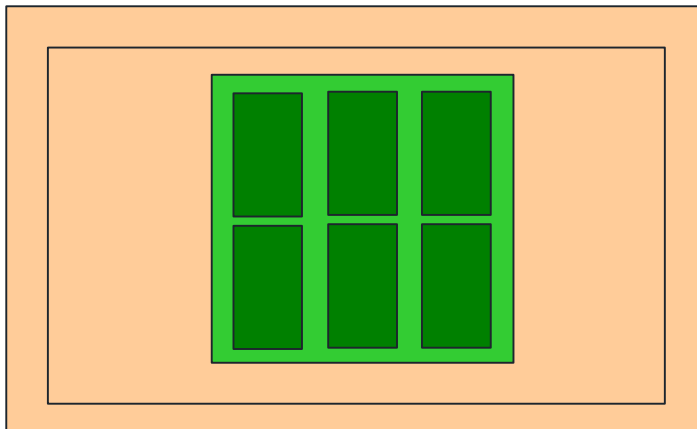
Wie laste ich den Fertigungsnutzen ideal aus?

Wie ist der Fertigungsnutzen ausgelastet?

- Jeder LP–Hersteller benötigt einen Registrierungs- und Beschriftungsrand → Nicht nutzbare Fläche!

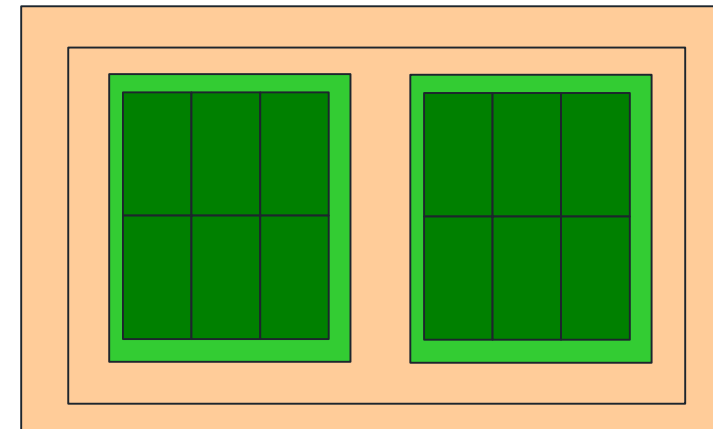
Beispiel: Leiterplatten im Bestücknutzen

Fräsen



oder

Kerbfräsen



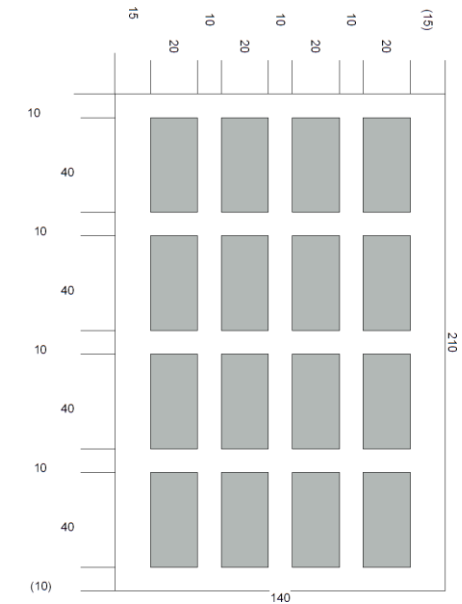
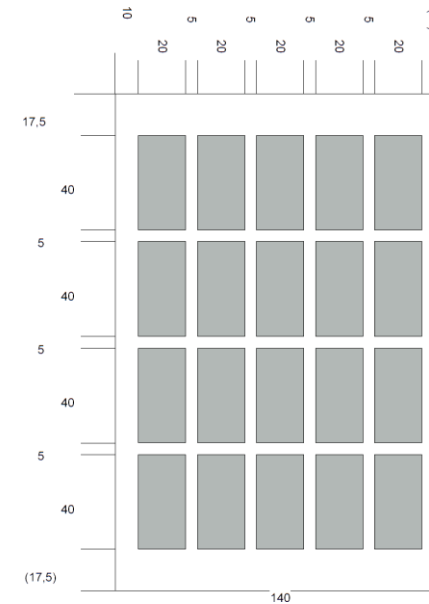
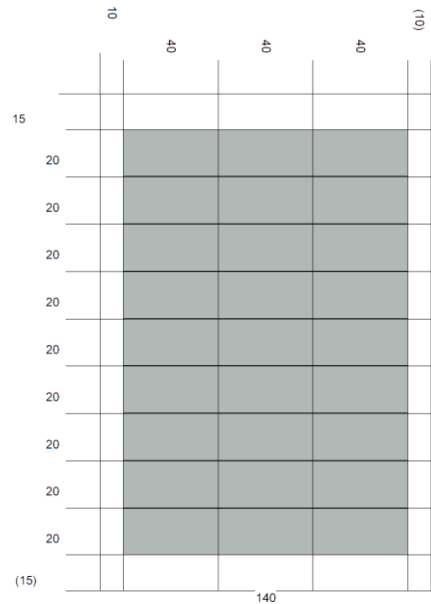
In diesem Beispiel: 100% mehr Leiterplatten auf dem Fertigungsnutzen

# DIE NUTZENAUSLEGUNG

Wie laste ich den Fertigungsnutzen ideal aus?

## Berechnungsgrundlage:

- ML6 / Basismaterial T<sub>g</sub> 150
- PCB 20 x 40 mm<sup>2</sup>
- Liefernutzen 210 x 140 mm<sup>2</sup>
- 100 µm L/S
- 500 Bohrungen
- 0,20 mm kleinster Bohr-Ø
- Chem. Ni/Au



**PCB pro Fertigungsnutzen**

**216**

**160**

**128**

Anzahl Fertigungsnutzen (1.000 PCBs bestellt)

5

7

8

PCB pro Liefernutzen

27

20

16

**PCB Kontur**

**gekerbt**

**gefräst**

**gefräst**

PCB Abstand im Liefernutzen

0,00 mm

5,00 mm

10,00 mm

**Preisindikator**

**100%**

**117%**

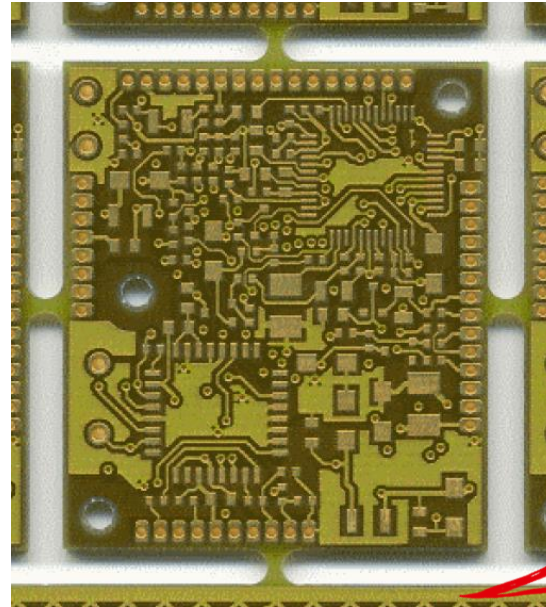
**131%**

# MECHANISCHE BEARBEITUNG

Was hat noch Einfluss auf den Leiterplattenpreis?

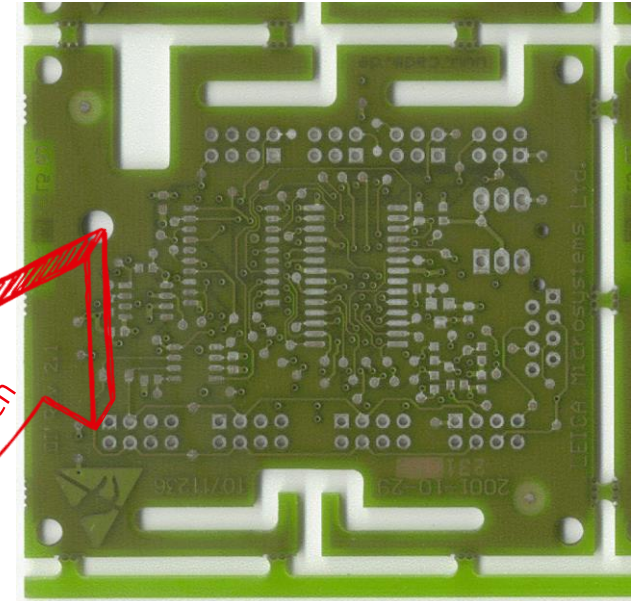
## Fräskonturen

Aufwändige Fräskonturen können die Fräswege verlängern und den Fräserdurchmesser negative beeinflussen



Standard Fräskontur

- 4x Richtungswechsel
- Fräserdurchmesser 2,4 mm



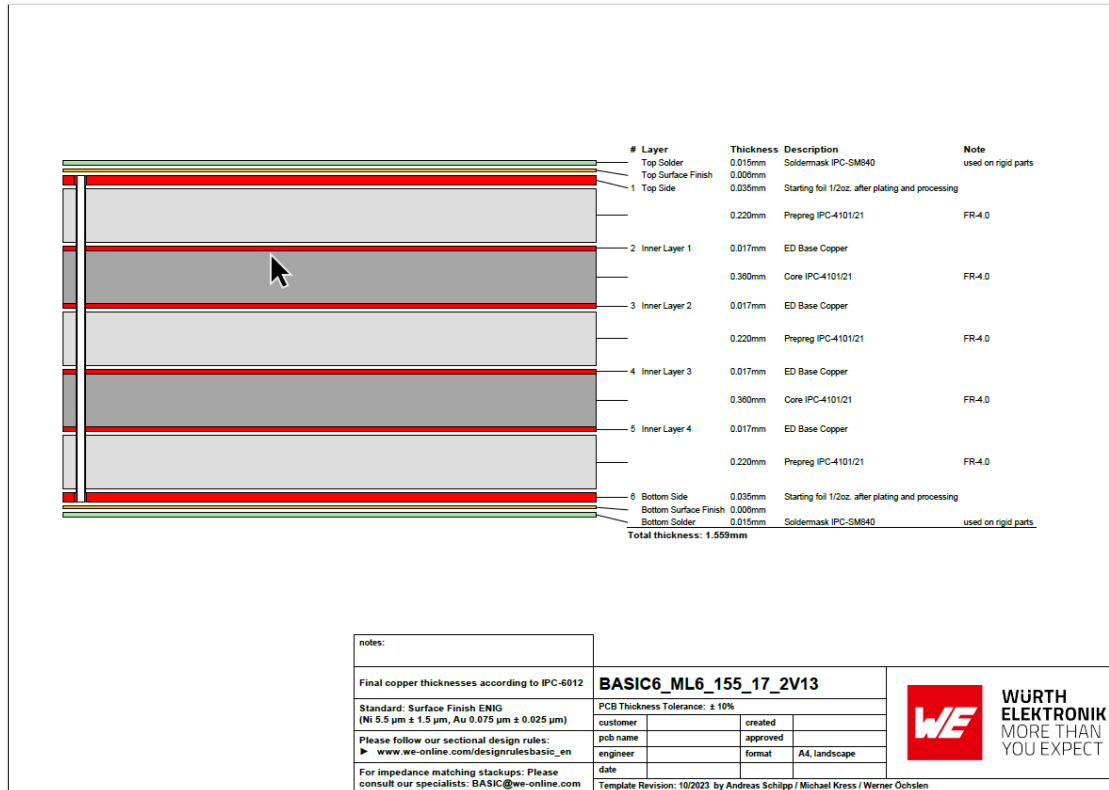
Aufwändige Fräskontur

- ca. 30x Richtungswechsel
- hohe Fräszeit
- Fräserdurchmesser 1,8 mm

# JUBILÄUMSUMFRAGE ZUM 100. LEITERPLATTEN WEBINAR

## Top 3 – Favoriten-Fragen

- Frage:
- Wie beeinflusst der Stackup den Preis der Leiterplatte?



- Antwort:
- Durch die Art des eingesetzten Materials
  - Kerne oder Prepregs
  - Zusätzliche Blindkerne
- Durch die Menge des eingesetzten Materials
- Durch die notwendigen Prozesse
  - Mehrfache Belichtungsprozesse
  - Insbesondere Pressprozesse
  - Insbesondere Metallisierungsprozesse

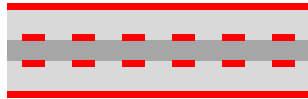
# LAGENAUFBAU

Wie beeinflusst die Leiterplattenkonstruktion den Preis?

## Vergleich eines 4-lagigen Multilayers mit unterschiedlichen Dicken

- Standard: 1,55 mm / 1,60 mm
- Optimum: 1,00 mm
- Weitere Standards: 0,80mm / 2,00 mm / 2,40 mm

0,50mm

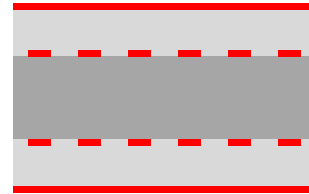


ML4\_TG150\_0.50\_35

1x 0.10mm-035+035  
4x Prepreg 1080

Preisindikator 107%

1,00mm

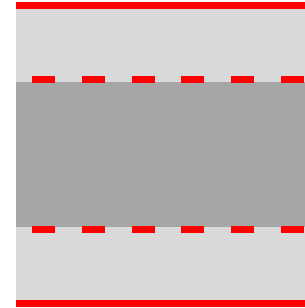


ML4\_TG150\_1.00\_35

1x 0.41mm-035+035  
4x Prepreg 2116

Preisindikator 96%

1,60mm

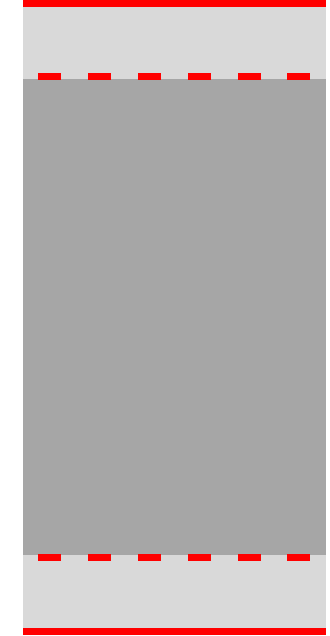


ML4\_TG150\_1.60\_35

1x 0.71mm-035+035  
4x Prepreg 7628

Preisindikator 100%

3,20mm



ML4\_TG150\_3.20\_35

1x 2.40mm-035+035  
4x Prepreg 7628

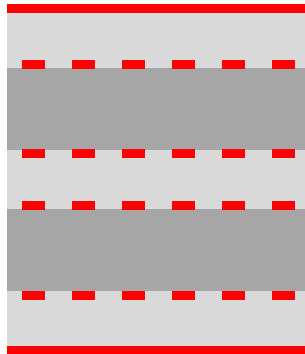
Preisindikator 137%

# LAGENAUFBAU

Wie beeinflusst die Leiterplattenkonstruktion den Preis?

Vergleich eines 6-lagigen Multilayers: Standard vs. individuellem Aufbau mit 1,60 mm

Standardaufbau

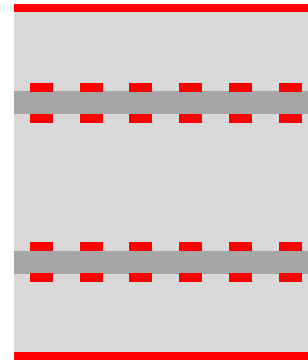


2x 0.36mm-035+035

6x Prepreg 2116

Preisindikator 100%

Spezifischer Aufbau



2x 0.10mm-035+035

2x Prepreg 2116

8x Prepreg 7628

Preisindikator 116%

Mehrkosten durch:

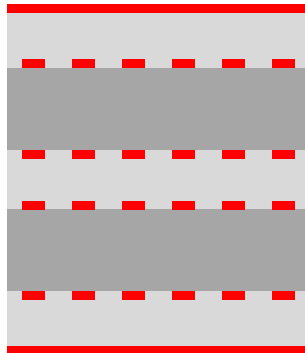
- Handling von Dünnlaminat
- 4 Prepregs mehr pro Aufbau

# LAGENAUFBAU

Wie beeinflusst die Leiterplattenkonstruktion den Preis?

Vergleich eines 6-lagigen Multilayers: Standard vs. individuellem Aufbau mit 1,60 mm

Standardaufbau

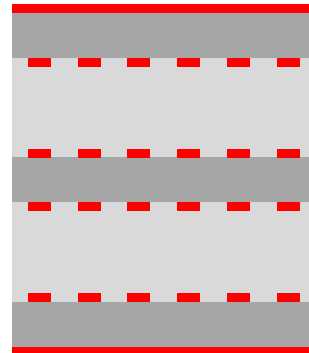


2x 0.36mm-035+035

6x Prepreg 2116

Preisindikator 100%

Kernverpressung



3x 0.20mm-035+035

4x Prepreg 2116

2x Prepreg 7628

Preisindikator 122%

Mehrkosten durch:

- Mehrfachbelichtung der äußeren Kerne (Ablauf quasi wie eine 8-lagige LP)
- Mehr Kerne

Weitere Kostentreiber

- Füllkerne im Aufbau

# ZUSAMMENFASSUNG

## BASIC Handmuster WE.fan

- BASIC ist eine Technologie
- Standard ist eine Kategorie oder Klassifizierung
- Das BASIC Handmuster WE.fan zeigt viele technologische Grundlagen und einige Optionen
- Handmuster weiterer Leiterplatten-Technologien sind bei Würth Elektronik erhältlich
  
- Weitere Informationen zur BASIC Technologie auf unserer Webseite [www.we-online.com/basic](http://www.we-online.com/basic)
  - BASIC Design Rules
  - BASIC Technologie-Poster
  - FAQ-Bereich
  - BASIC Standard Stackups
- Würth Elektronik Webinare – auch zu BASIC – **more than you expect!**





VIELEN DANK  
FÜR IHRE  
AUFMERKSAMKEIT