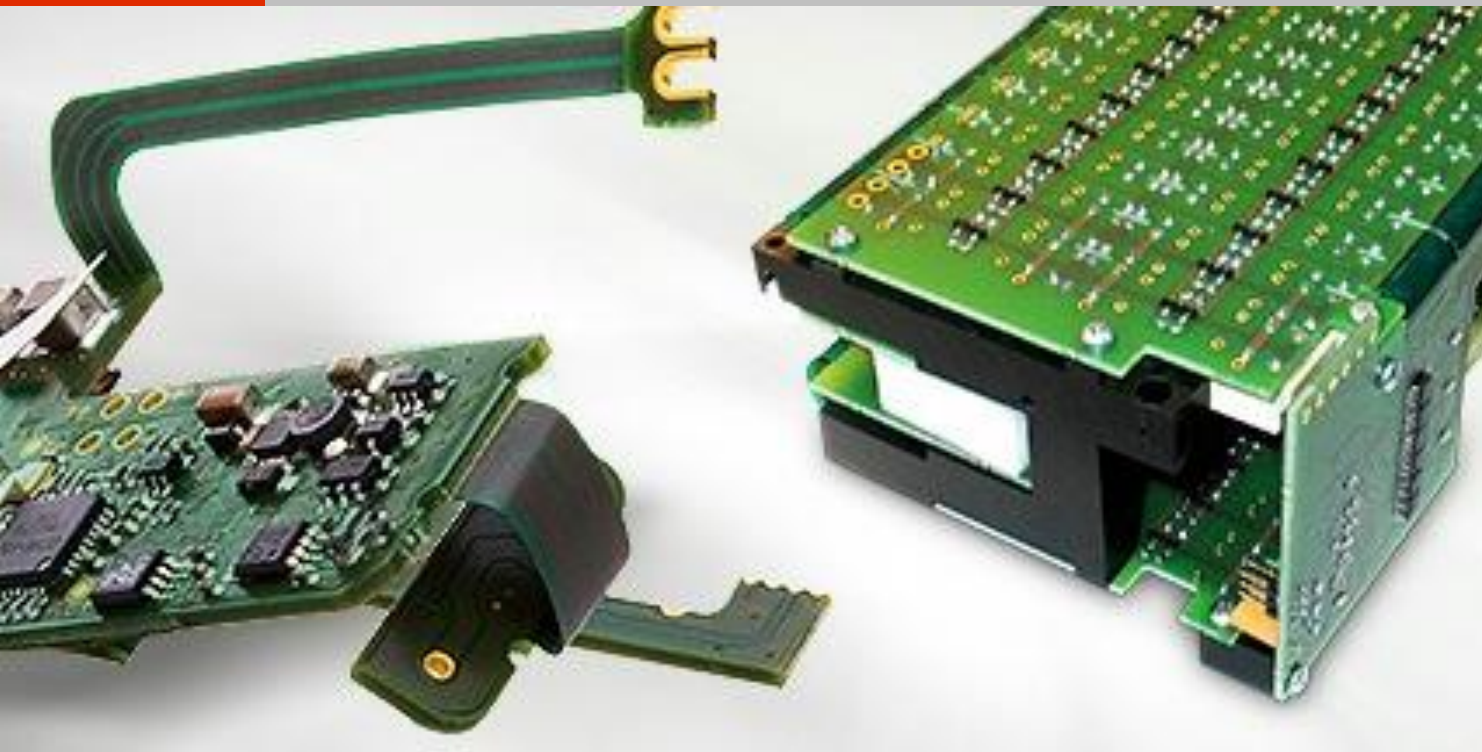


# Starrflex – Designfehler und deren Folgen

Würth Elektronik Circuit Board Technology



**Webinar am 5.12.2017**

**Referent: Andreas Schilpp**

# Agenda

A vertical line on the left side of the slide, with five white circles at regular intervals. Each circle is connected to a horizontal orange bar that contains a text item from the agenda.

Einführung Starrflex

Design Standards - Designregeln

Beispiele Designfehler, Folgen, Tipps

Kombination verschiedener Technologien

Zusammenfassung, Q&A

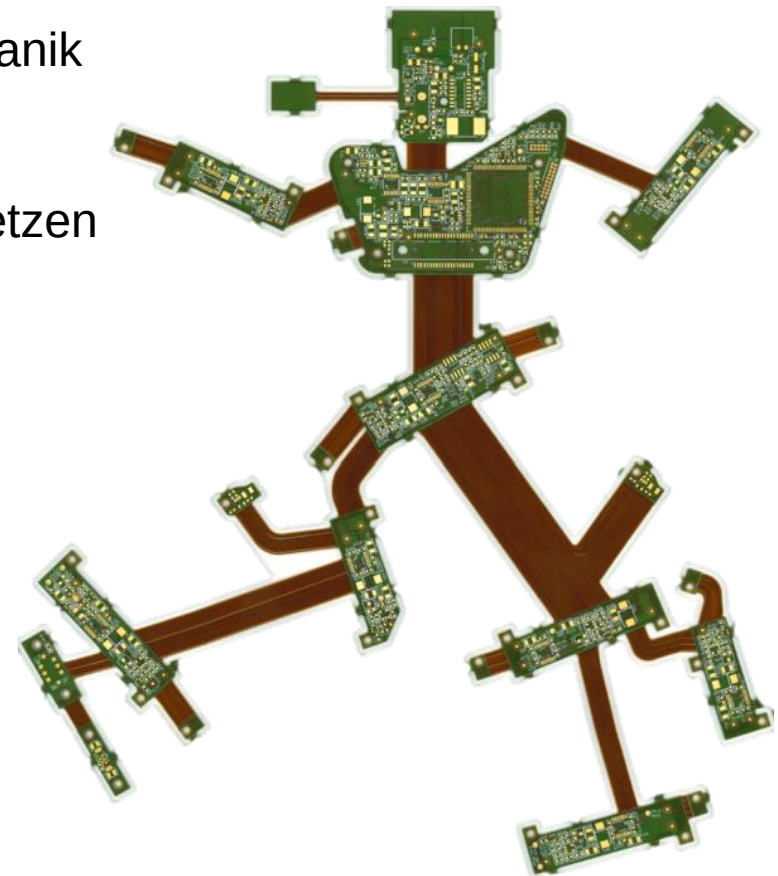
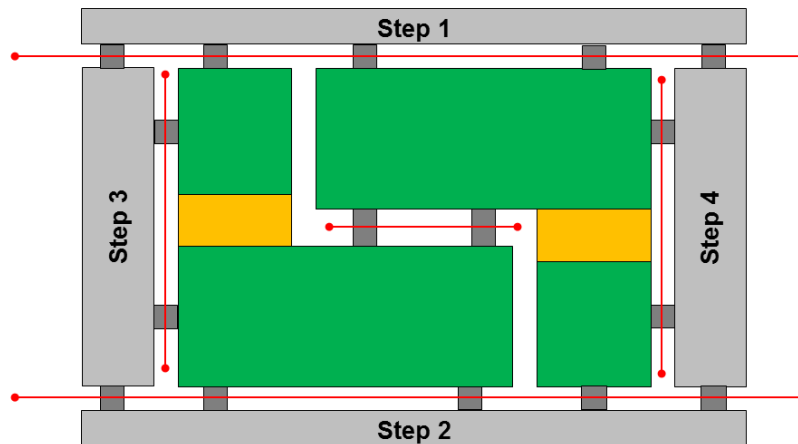
# Einleitung: Integration der Modulverdrahtung

## Die Vorteile von Starrflex



# Das Konzept Starrflex: Mechatronik

- starre Leiterplatten mit integrierten flexiblen Verdrahtungslagen
- Prinzip:
  - Starre Module: Bauteile und Entflechtung, Mechanik
  - Flexbereich: 3D – Verbindung der Starrmodule
  - 2D herstellen, prüfen → in 3D montieren + einsetzen



# Agenda

A vertical line with five white circles, each containing a red dot, positioned to the left of the agenda items. The line starts at the top and ends at the bottom, with the circles spaced evenly along it.

Einführung Starrflex

**Design Standards - Designregeln**

Beispiele Designfehler, Folgen, Tipps

Kombination verschiedener Technologien

Zusammenfassung, Q&A

# Design Standards

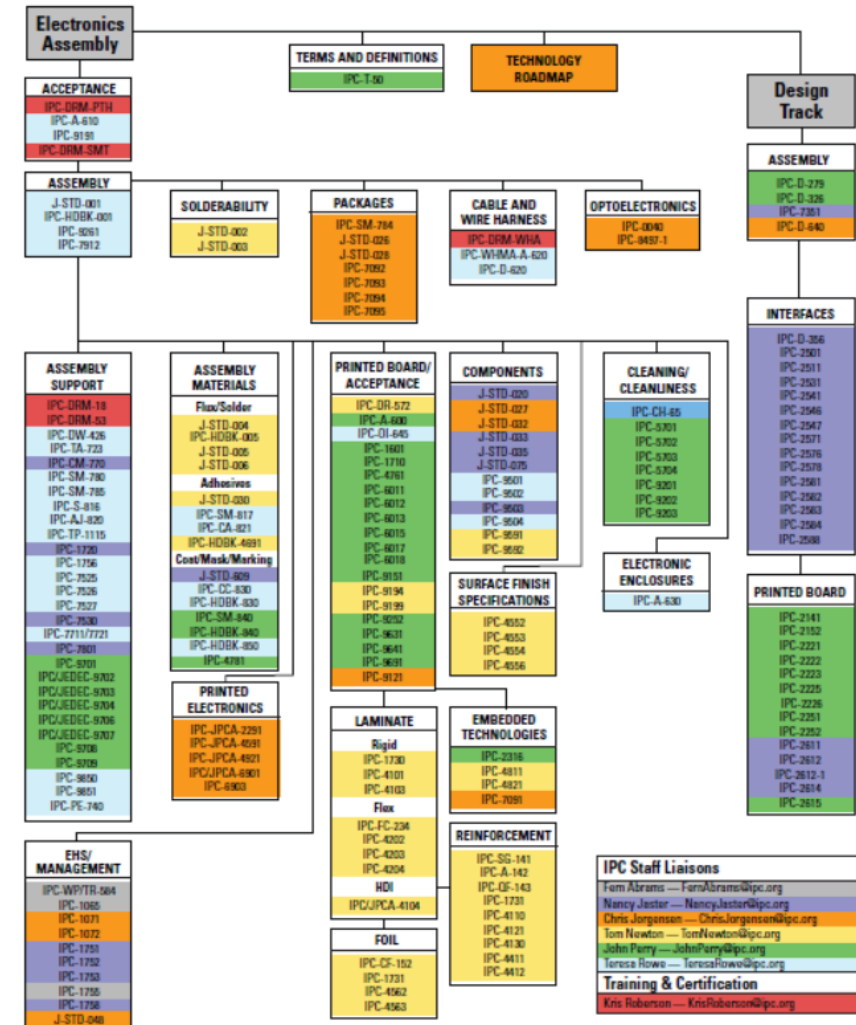
- **Internationale Standards, z.B. IPC, EN**
  - **technologiespezifisch (ML, HDI, Flex...)**
- **Applikationsspezifische Standards, z.B. ATEX, UL**
  - **Sicherheit, z.B. Isolation, Kupferhaftung nach Alterung, Brandschutz**
- **Hersteller spezifische Designregeln**

# IPC Standards

- Abnahmekriterien Leiterplatte: IPC-A-600
- Material
- Design: IPC-2223
- Qualification and Performance Spec: IPC-6013
- .....



## IPC Standards Tree





# IPC-A-600H

## ■ Beschreibung Übergangsbereich: +/- 1,5mm

### 4.1 FLEXIBLE AND RIGID-FLEX PRINTED BOARDS

#### 4.1.6 Transition Zone, Rigid Area to Flexible Area

The transition zone is the area centered at the edge of the rigid portion from which the flexible portion extends. The inspection range is limited to 3.0 mm [0.12 in], about the center of the transition, which is the edge of the rigid portion.

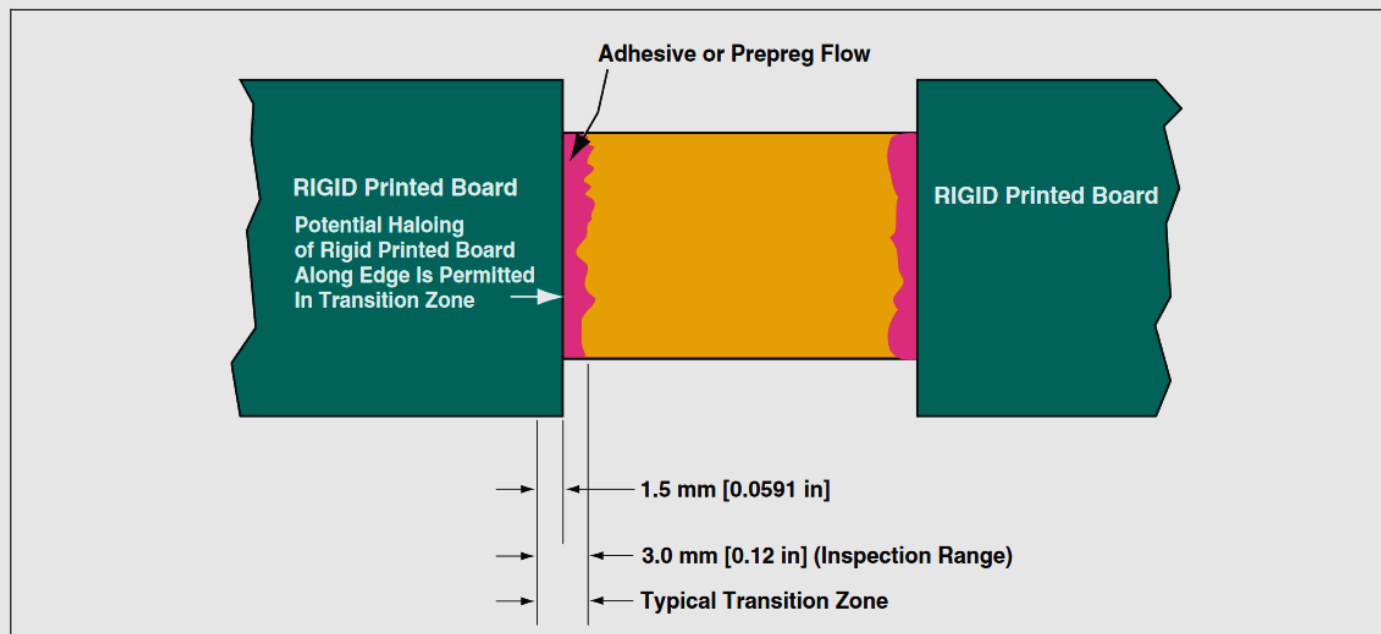


Figure 416a

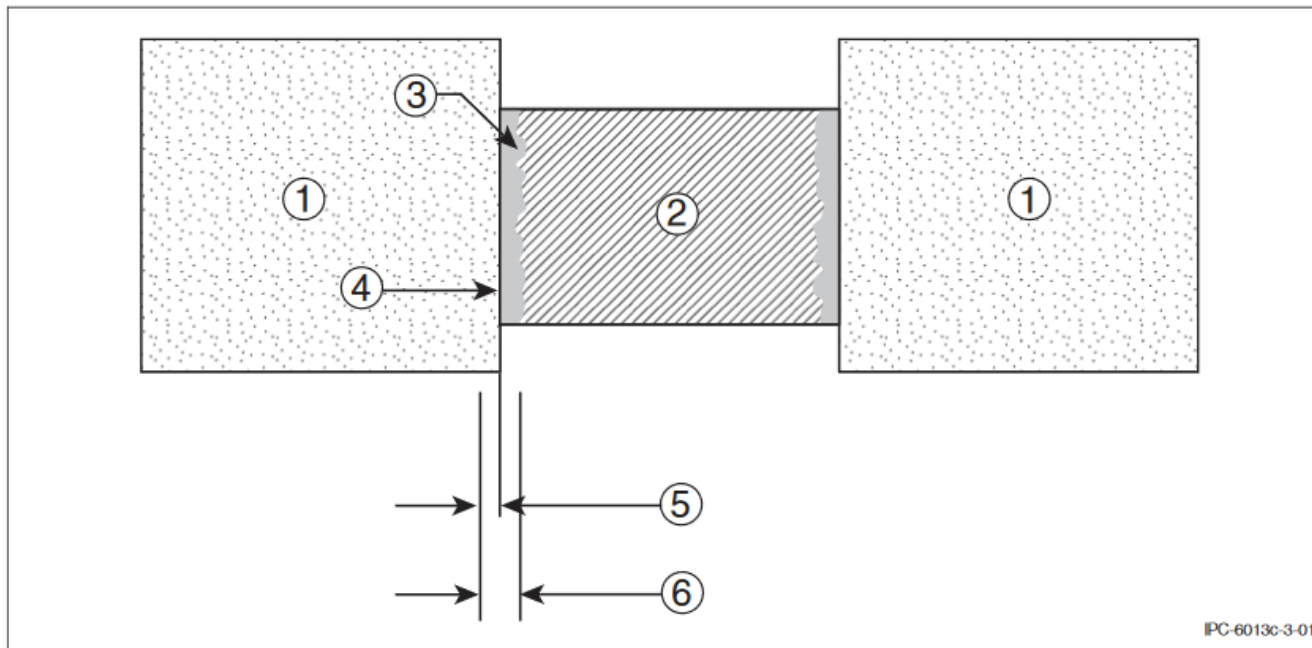


# IPC-6013C - Definition

December 2013

IPC-6013C

**3.3.1.3 Transition Zone, Rigid Area to Flexible Area** The transition zone is the area centered on the edge of the rigid portion from which the flex portion extends. The inspection range is limited to 3.0 mm [0.118 in], centered on the transition, which is the edge of the rigid portion (see Figure 3-1). Visual imperfections inherent to the fabrication technique (i.e., adhesive squeeze-out, localized deformation of dielectric and conductors, protruding dielectric materials, crazing, or haloing) **shall not** be cause for rejection. Imperfections in excess of that allowed **shall** be AABUS, or as so stated on the procurement documentation.



**Figure 3-1 Transition Zone**

**Note 1.** Rigid Printed Board

**Note 2.** Flex Circuit

**Note 3.** Adhesive or Prepreg Flow

**Note 4.** Potential Haloing of Rigid Printed Board along Edge is permitted in Transition Zone

**Note 5.** 1.5 mm [0.060 in]

**Note 6.** Limit of Inspection Range (3.0 mm [0.118 in]), centered on the Transition Zone.

**Graubereich**

## Hierarchie WE Design Guides / Design Regeln

# Basic Design Guide

### sectional Design Guides

HDI

TM

Wire  
bonding

Power

3D

### Design Regeln

HDI

TM

Wire  
bonding

Wirelaid

Semiflex

Flex /  
TWINflex

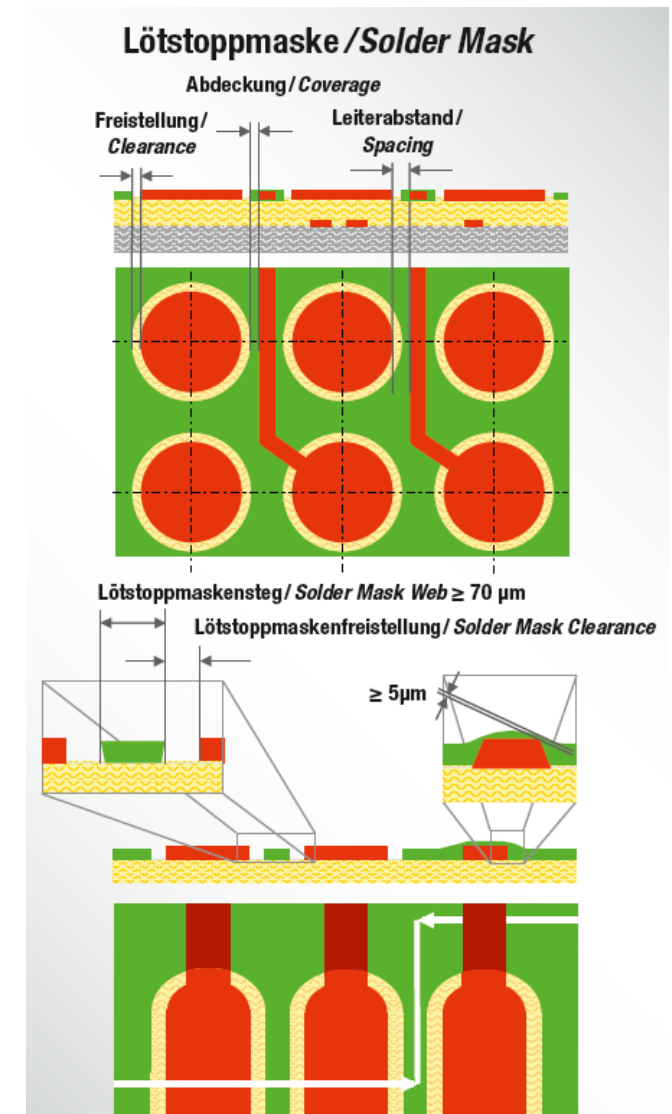
1F-xRi

xRi  
-≥2F-  
xRi

2F-xRi

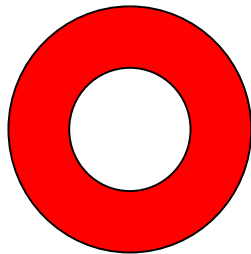
# Basic Design Guide

- **basic = gilt auch für HDI, 3D ...**
- **teilweise erweitert in den „sectional Design Guides“, z.B. HDI**
- **deckt Basiswerte ab wie**
  - PTH und PTH pad design
  - Leiterbreiten und –abstände
  - Lötstoppmasken Stege und Freistellungen
  - Beschriftungsdruck
  - Kupferfreistellungen zu
    - gefräster / gekerbter Kontur
    - ndk Bohrungen

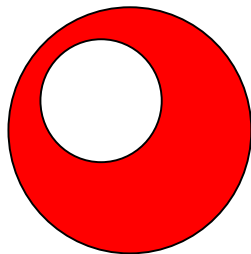


# Wozu sind Restringe da?

## Layout / Screen:



## Real life

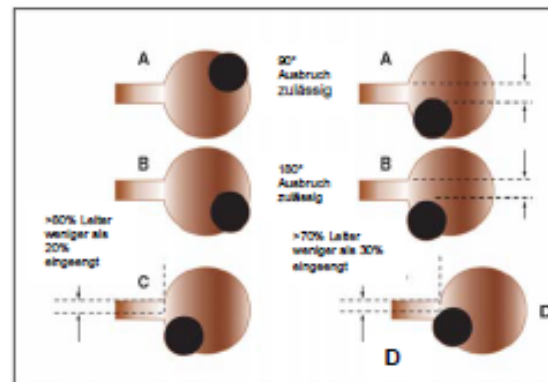


## IPC-A-600H:

### 2.10.3 Äußerer Restring – metallisierte Löcher

#### 2.10 Definition der Leiterbilder - Abmessungen

### 2.10.4 Äußerer Restring – metallisierte Löcher (Fortsetzung)



#### Zulässig – Klasse 2

- Ausbruch von maximal 90° (A).
- Wenn der Ausbruch an der Verbindungsstelle der Leiterbahn zur Anschlussstelle auftritt, darf die Leiterbahn um maximal 20% der Mindestleiterbreite reduziert sein, die in der technischen Zeichnung oder dem Nennwert des Fertigungsmasters festgelegt ist. Die Verbindung der Leiterbahn sollte nicht weniger als 0,05 mm [0,0020 in] oder die Mindestleiterbreite sein (der kleinere Wert gilt.). (C)
- Minimaler Seitenabstand zwischen den Leitern ist eingehalten.

#### Zulässig – Klasse 1

- Ausbruch von maximal 180° (B).
- Wenn der Ausbruch an der Verbindungsstelle der Leiterbahn zur Anschlussstelle auftritt, darf die Leiterbahn um maximal 30% der Mindestleiterbreite reduziert sein, die in dem Fertigungsmaster festgelegt ist (D).
- Form, Sitz und Funktion sind nicht beeinträchtigt.
- Minimaler Seitenabstand zwischen den Leitern ist eingehalten.

#### Fehler – Klasse 1, 2, 3

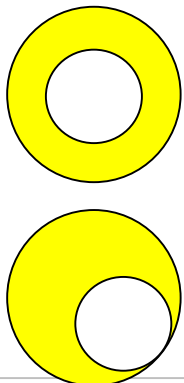
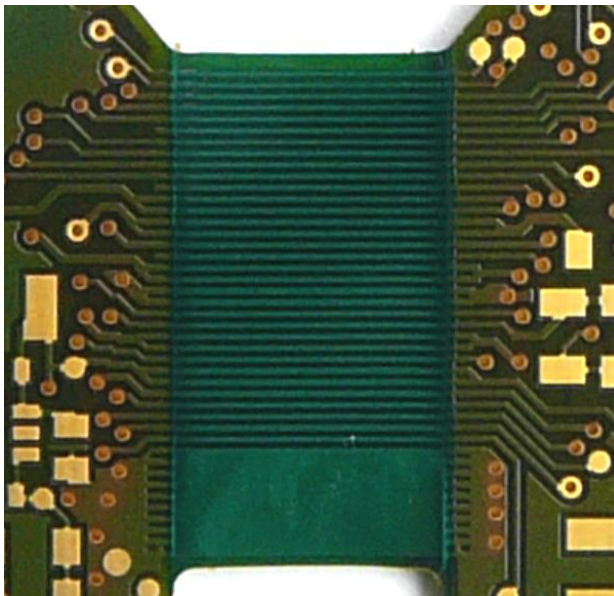
- Abweichungen, die gegen obige Kriterien verstoßen.

# Designregeln Starrflex – Abstand Vias / Pads

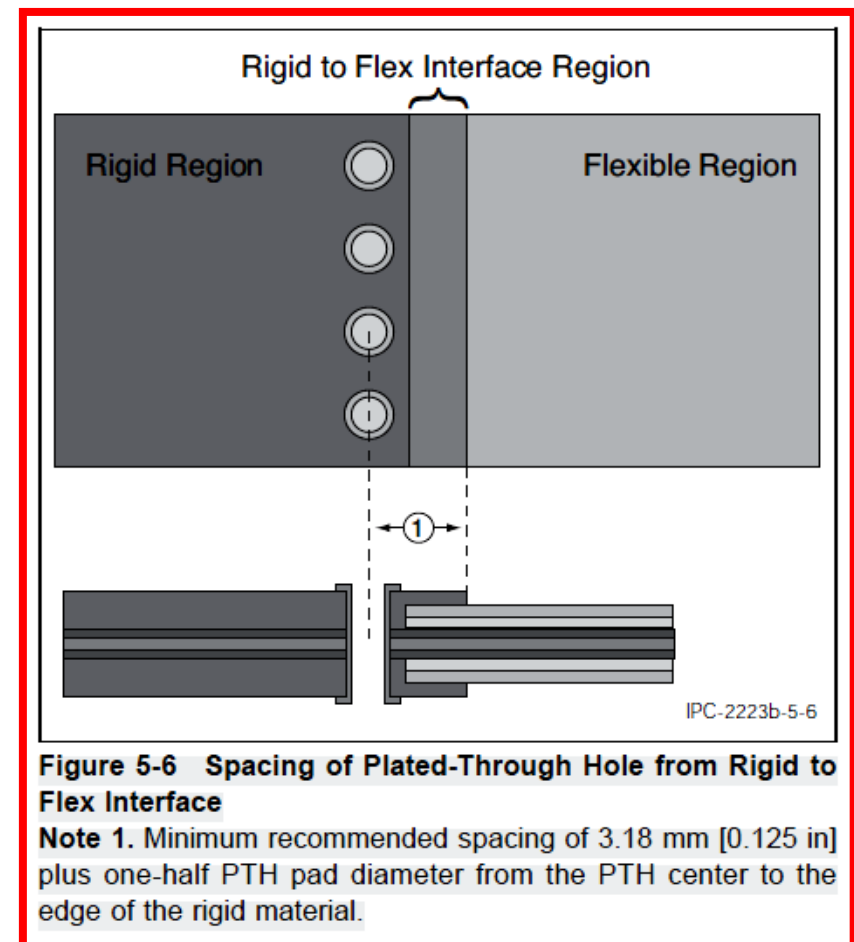
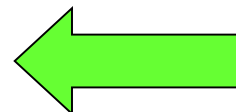
- Häufigster Fehler: Standard - Designregeln Wert „G“ nicht beachtet

IPC2223:

## – Abstände Vias zum Starr / Flex – Übergang



**Abstand zum Bohrungspad!**



# Aufbau der 3D Designregeln

- Anwendungsbeschreibung, stack-up Beispiele
  - grundlegende Hinweise
  - *Biegeradien*
  - Verarbeitungsbedingungen
  - Materialspezifikationen
  - Link zu Standard Aufbauten
  - Beschreibung Standard
  - spezifische Layoutparameter
- 
- zusätzlich für Semiflex:
    - Hinweise zum Biegen und Befestigen

Designregeln  
Starrflex xRI –  $\geq 2F$  – xRI  
Anwendung nach IPC 2223 Use A: Flex-to-install  
UL-Kennzeichnung nach UL94 oder UL796F möglich

Diese Designregeln gelten für:  
starrflexible Leiterplatten mit  $\geq 2$  Kupferlagen auf Flexmaterial Polyimid Innen legend.

Beispiel 8-lagig: 3/2F-2F-3/2F      Beispiel 8-lagig: 2/2F-4F-2/2F      Beispiel 12-lagig: 3/2F-3/2F-3/2F

Nomenklatur: F = Flex, RI = Rigid (starr)

Grundlegende Hinweise

- Bitte beachten Sie allgemeine Standards wie IPC oder IEC
- Bitte beachten Sie die wertvollen Hinweise und Tipps im WE Starrflex Design Basic Design Guide!
- Füllen von Bohrungen: Verwenden Sie keine offenen Bohrungen in Lötflächen! Halten Sie bei Bedarf von Lötflächen zu Bohrungen, die geplatzt werden sollen (Durchschlagrisse nach IPC Typ VII (filled and capped) bitte Rücksprache wegen erlaubter Distanz in unserem Internet.
- Für das Trocknen sind Kupferöffnungen in Masse- bzw. Referenzlagen nicht empfohlen: Kupferöffnungen: 0,2mm pro 1mm Kupferlänge

Flex-to-install Biegeradien: Einbaubiegeradien nach IPC-2223 bis 6 mm

- 2 Kupferlagen: 10 x Gesamtdicke (IPC 2223 Punkt 5.2.4.2)
- Mehr als 2 Kupferlagen: 20 x Gesamtdicke (IPC 2223 Punkt 5.2.4.2)
- bei anspruchsvollen Einsatzbedingungen bitten wir um Rücksprache
- Geme erstellen wir für Sie einen optimalen Liefernutzen (best price)!

\* sämtliche Unterlagen finden Sie online unter: [www.we-online.de](http://www.we-online.de)

Stand 27.01.2017 AS 1 / 3

Designregeln  
Starrflex xRI –  $\geq 2F$  – xRI  
Anwendung nach IPC 2223 Use A: Flex-to-install  
UL-Kennzeichnung nach UL94 oder UL796F möglich

Materialspezifikationen

| Material                         | Standard | Spec. Blatt | Beschreibung                                                | Anwendung           |
|----------------------------------|----------|-------------|-------------------------------------------------------------|---------------------|
| Isolierfolie                     | IPC-4204 | 11          | Polyimid Isolation                                          | Standard            |
| Isoliermaterial                  | IPC-4204 | 2           | Polyimid Isolation                                          | Standard            |
| Starrmaterial (Kern und Prepreg) | IPC4101  | 128         | FR4 Tg155, getübt, halogenfrei, low CTE(z)                  | Standard            |
| Lötstopplack                     | IPC-6160 |             | grün, photoresistiv                                         | Standard            |
| Coverlay / Bondply               | IPC-4303 | 1 / 2       | Polyimid Deck- bzw. Verbundfolien, Acryl- oder Epoxy-Kleber | Standard (optional) |

Lageaufbauten  
Standard Lageaufbauten siehe [www.we-online.de/flex](http://www.we-online.de/flex)

Stand 27.01.2017 AS 2 / 3

Designregeln  
Starrflex xRI –  $\geq 2F$  – xRI  
Anwendung nach IPC 2223 Use A: Flex-to-install  
UL-Kennzeichnung nach UL94 oder UL796F möglich

Querschnitt: 2/2F-2F-2/2F  
F = Flex, RI = Rigid (starr)

Dräufschicht xRI-2F-xRI

Flussverläufe mit RI Coverlay partiell

Wenn möglich - Einfließen in Form von breiten Kupferbahnen anbringen

| Symbol | Beschreibung                                             | Technischer Standard                             | Erhöhte Anforderung         |
|--------|----------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|-----------------------------|
| A      | Lotkonformation und -abstände                            | siehe WE Basic Design Guide                      | siehe WE Basic Design Guide |
| B      | Minimale Viasdurchmesser                                 | → 3 Teardrops empfohlen 4-6                      | siehe WE Basic Design Guide |
| C      | Endkantenwiderstand durchgehende Vias                    | → 3 NFP: Non functional pads nicht anbringen 4-6 | siehe WE Basic Design Guide |
| D      | Abstand Cu - Ankerlage zu Starflex Übergang (Bridging)   | ≥ 300 µm                                         | ≥ 300 µm                    |
| E      | Abstand Cu - Innenlage zu Starflex Übergang              | ≥ 500 µm                                         | ≥ 500 µm                    |
| F      | Abstand Lotfläche zu Referenz                            | ≥ 300 µm                                         | ≥ 300 µm                    |
| G      | Abstand Inlayendes Cu - außerhalb des Starflex Übergangs | ≥ 1500 µm                                        | 1000 µm                     |
| H      | 2F: Abstand Vias zu Starflex Übergang                    | ≥ 2000 µm                                        | 1500 µm                     |
| I      | 2F: Abstand Vias zu Starflex Übergang                    | ≥ 2000 µm                                        | 1500 µm                     |
| J      | Empfehlung IPC2223: 3,18mm V-Pad Durchmesser             | ≥ 3mm                                            | ≥ 3,5mm                     |
| K      | Länge des Endkanten bis 2F (2F Side Rückkontakt)         | 1,6mm                                            | 1,6mm                       |
| L      | Minimale Einlötlänge direkt am Endkontakt                | 1,6mm                                            | 1,6mm                       |
| M      | Kornbearbeitung Halbleiter: Kein Korn sichtbar           |                                                  |                             |

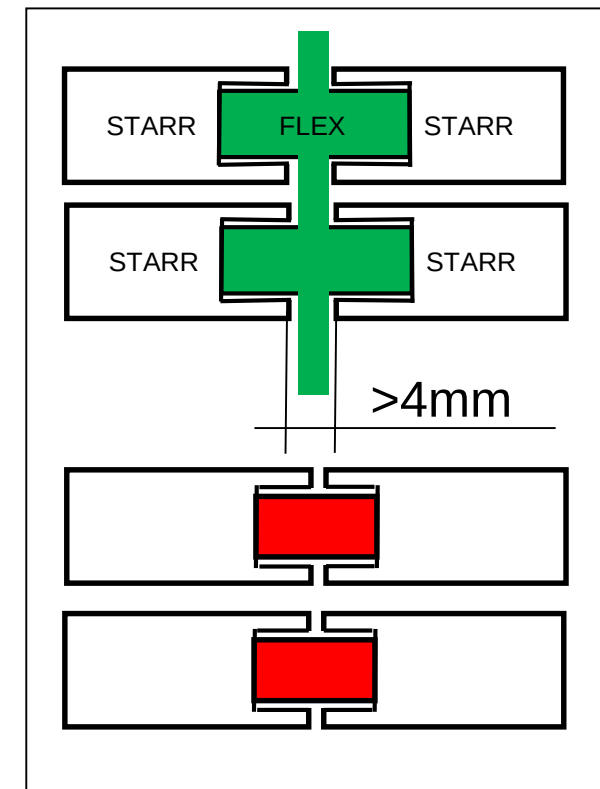
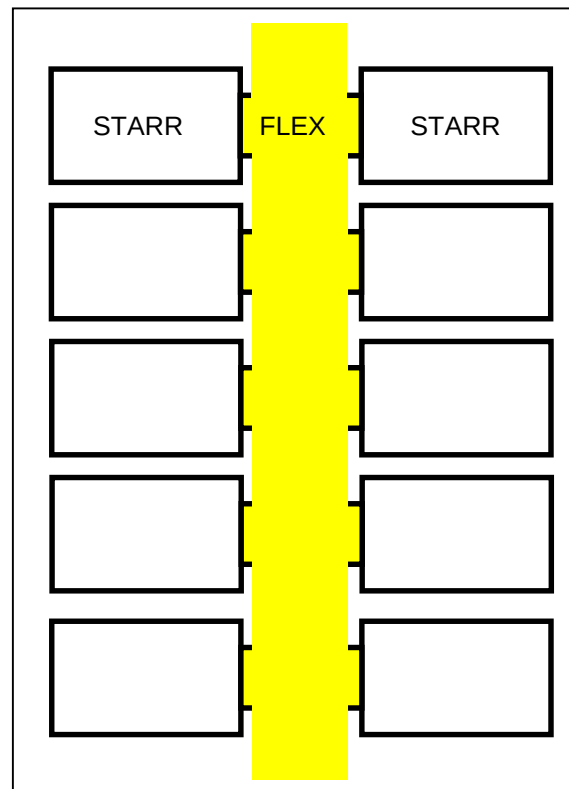
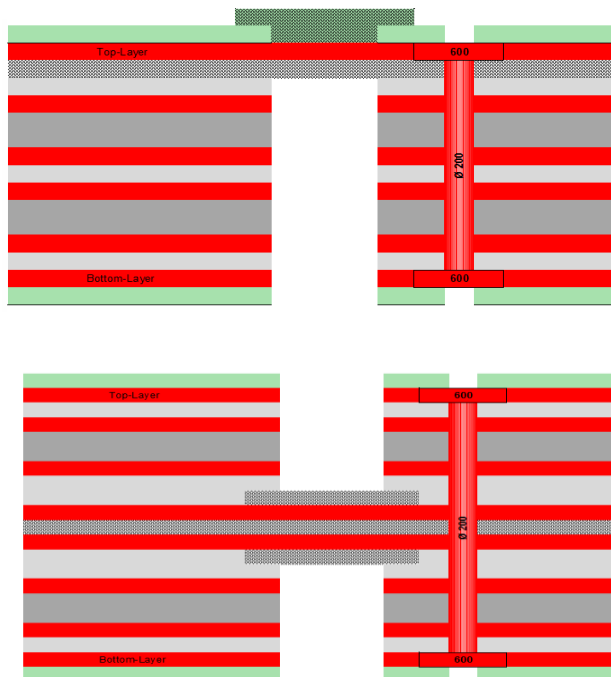
→ weitergehende Spezifikationen auf Anfrage möglich, sprechen Sie mit uns: [flex@we-online.de](mailto:flex@we-online.de)

Stand 27.01.2017 AS 3 / 3 [www.we-online.de](http://www.we-online.de)



# Design Flexbereich: Application Coverlay Folie

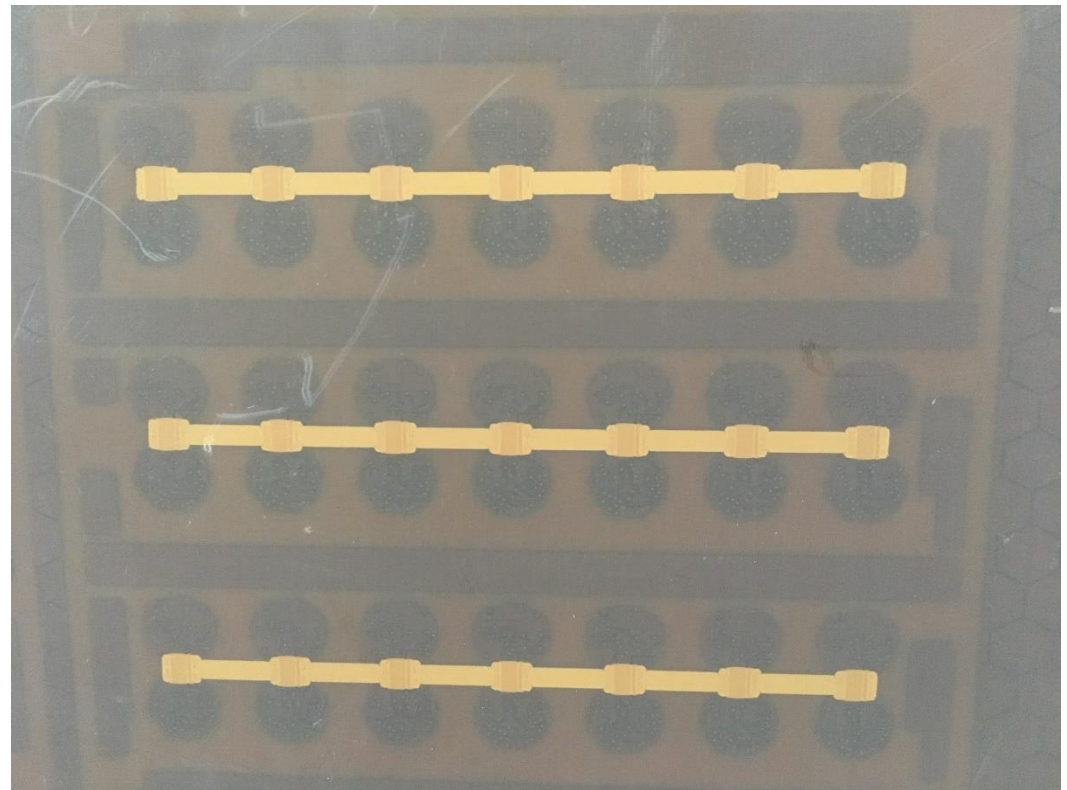
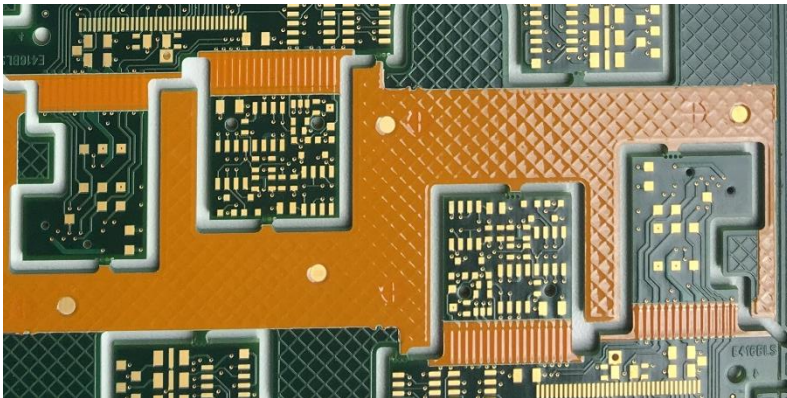
- **Mechanik Design beeinflusst den Aufwand in der LP-Herstellung: Arraybildung**
  - reduziert den Aufwand
  - erhöht die Registrationsgenauigkeit





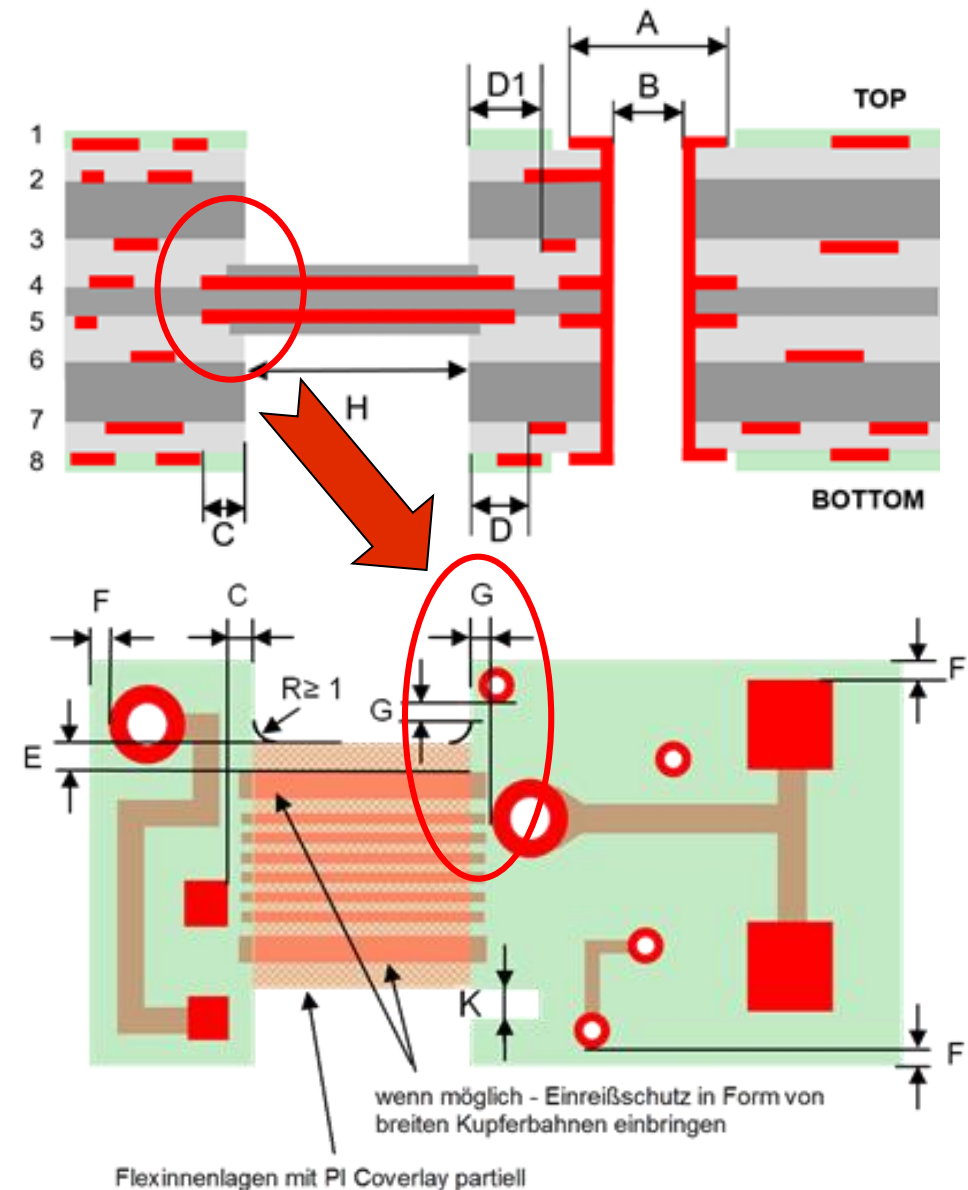
# Design Flexbereich: Application Coverlay Folie

- Bildbeispiele



# Designregeln

- **Überlappung Deckfolie**
  - Empfehlung: 1,0mm
  - Sicherstellung der Isolation trotz Registrationstoleranzen und Schrumpfverhalten
- ➔ limitiert den Abstand „G“
- **Standardwerte für „G“:**
  - 1F-xRi (flex soldermask): 1,0mm
  - 1F-xRi (coverlay): 1,5mm
  - 1F-xRi (coverlay UL): 2,0mm
  - xRi-2F-xRi: 1,5mm
  - xRi>2F-xRi: 2,0mm
  - IPC-2223C:  
3,18mm+  $\frac{1}{2}$  Paddurchmesser



# Agenda

A vertical line with five white circles, each containing a red dot, positioned to the left of the agenda items.

Einführung Starrflex

Design Standards - Designregeln

**Beispiele Designfehler, Folgen, Tipps**

Kombination verschiedener Technologien

Zusammenfassung, Q&A

# Starrflex Lagenaufbau: Fehler 1

## Auszug aus PCB-Zeichnung:

**Lagenaufbau: Dicke 1.6mm**

|                   | Endstaerke           |                                                                                   |
|-------------------|----------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Layer 1 Top Cu    | 43um <sup>3)</sup>   |  |
| Kapton            | 70um <sup>2)</sup>   |                                                                                   |
| Layer 2 In2 Cu    | 18um <sup>3)</sup>   |                                                                                   |
| Prepreg           | 85um <sup>1)</sup>   |                                                                                   |
| Layer 3 GND Cu    | 35um <sup>3)</sup>   |                                                                                   |
| FR4               | 1200um <sup>1)</sup> |  |
| Layer 4 VCC Cu    | 35um <sup>3)</sup>   |                                                                                   |
| Prepreg           | 65um <sup>1)</sup>   |                                                                                   |
| Layer 5 Bottom Cu | 43um <sup>3)</sup>   |                                                                                   |

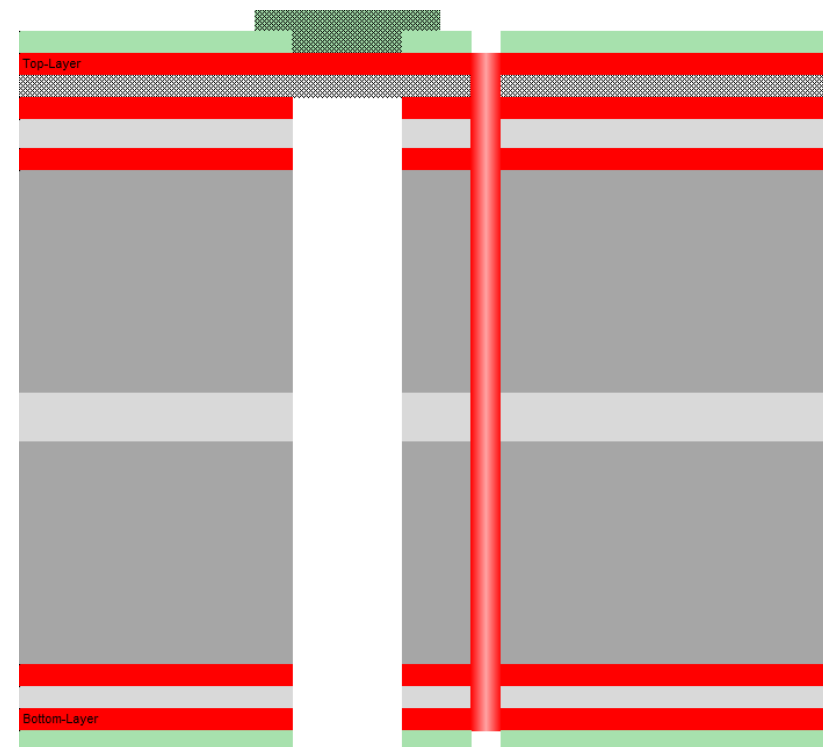
**Top**

**Bottom**

+/- 0.125

1.6

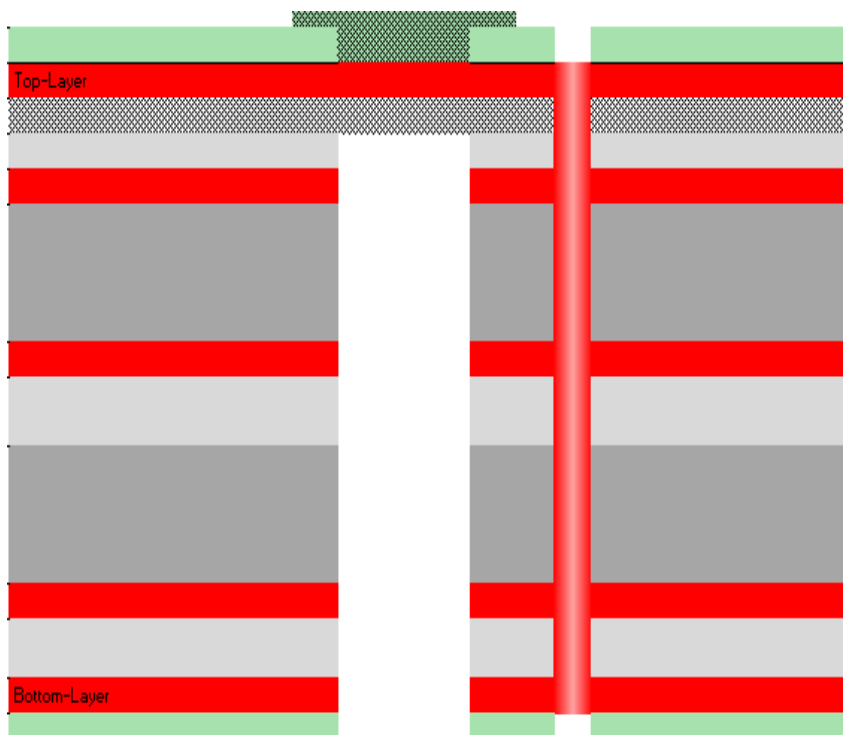
## möglicher Lagenaufbau: 2F-3Ri



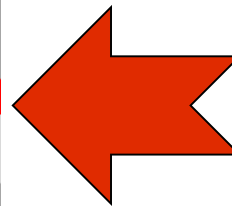
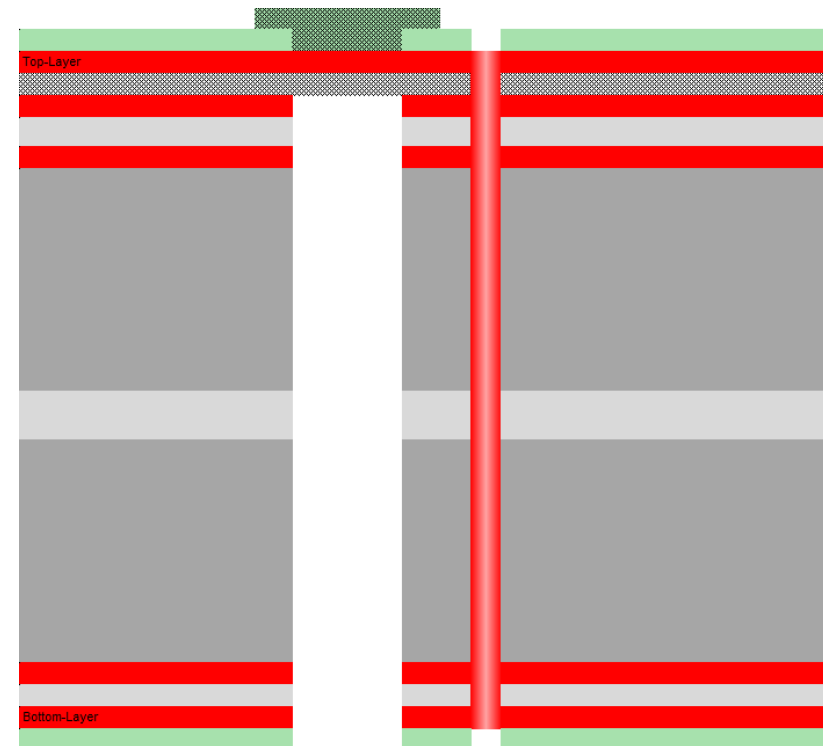
## ABER: kein Kupferlayout im Flexbereich auf Lage 2!

# Starrflex Lagenaufbau: Fehler 1

- **deutlich günstigerer Aufbau:  
1F-4Ri**



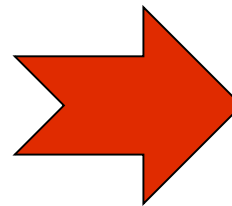
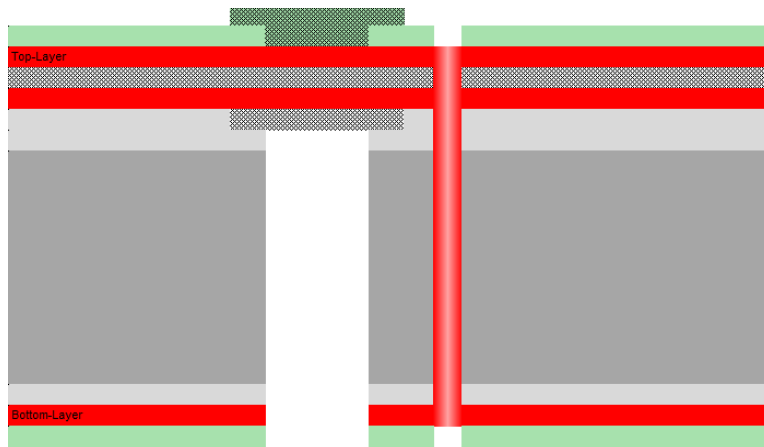
- **möglicher Lagenaufbau:  
2F-3Ri**



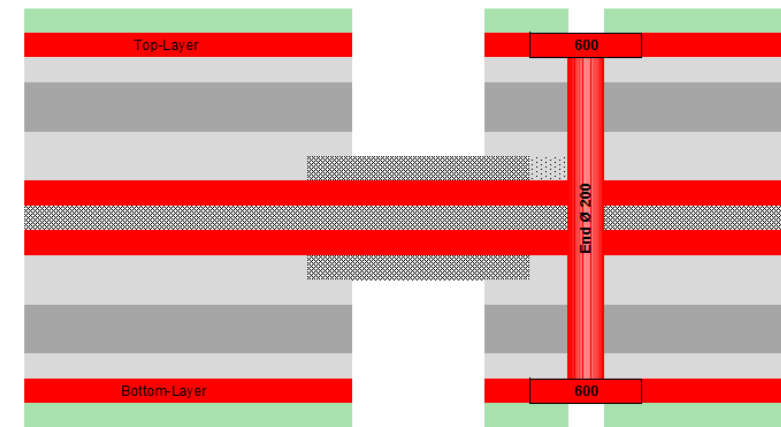
- **Einsparung: ca. 30% bei gleicher Performance!**
- **gleichzeitig geringeres Risiko von Verwindung und Wölbung!**

## Starrflex Lagenaufbau: Fehler 2

- **Kunden Aufbau:**  
2F-1Ri mit RA-Kupfer auf Flex



- **Besserer Lagenaufbau:**  
1Ri-2F-1Ri



- **Problem: Plating-Kupfer ED auf RA-Basiskupfer**
  - ➔ reduzierte Flex-Performance!
  - oder großer Zusatzaufwand, um Plating auf Flex zu vermeiden!

# Starrflex Lagenaufbau: Fehler 3

## ■ Asymmetrischer Lagenaufbau

- unterschiedliche Frästiefen
- höheres Risiko Windung / Verwölbung
- unnötige Komplexität und Fehlerquelle in der Produktion

**Rigidflex 9RI-2F-5RI**

| PCB Thickness : 2,81 mm +/- 10% |                     |                      |                     | Flex Thickness: 0,20 mm +/- 0,05mm |                     |  |           |
|---------------------------------|---------------------|----------------------|---------------------|------------------------------------|---------------------|--|-----------|
| Rigid area Structure            | Flex area Thickness | Rigid area Thickness | Material describing |                                    | Flex area Structure |  | Vialtypes |
| Soldermask                      |                     | 12                   |                     |                                    |                     |  |           |
| L1                              |                     | 35                   |                     | Top-Layer                          |                     |  |           |
| Prepreg                         |                     | 360                  | 2 x 7628            |                                    |                     |  |           |
| L2                              |                     | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Core                            |                     | 100                  | HTG 170°            |                                    |                     |  |           |
| L3                              |                     | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Prepreg                         |                     | 125                  | 2 x 1080            |                                    |                     |  |           |
| L4                              |                     | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Core                            |                     | 100                  | HTG 170°            |                                    |                     |  |           |
| L5                              |                     | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Prepreg                         |                     | 125                  | 2 x 1080            |                                    |                     |  |           |
| L6                              |                     | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Core                            |                     | 100                  | HTG 170°            |                                    |                     |  |           |
| L7                              |                     | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Prepreg                         |                     | 125                  | 2 x 1080            |                                    |                     |  |           |
| L8                              |                     | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Core                            |                     | 100                  | HTG 170°            |                                    |                     |  |           |
| L9                              |                     | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Prepreg                         |                     | 180                  | 3 x 1080            |                                    |                     |  |           |
|                                 | 40                  |                      | Coverlay            |                                    |                     |  |           |
| L10                             | 35                  | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Flex Core                       | 50                  | 50                   | Polyimid AP9121     |                                    |                     |  |           |
| L11                             | 35                  | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Prepreg                         | 40                  | 180                  | Coverlay            |                                    |                     |  |           |
|                                 |                     |                      | 3 x 1080            |                                    |                     |  |           |
| L12                             |                     | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Core                            |                     | 100                  | HTG 170°            |                                    |                     |  |           |
| L13                             |                     | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Prepreg                         |                     | 125                  | 2 x 1080            |                                    |                     |  |           |
| L14                             |                     | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Core                            |                     | 100                  | HTG 170°            |                                    |                     |  |           |
| L15                             |                     | 35                   |                     |                                    |                     |  |           |
| Prepreg                         |                     | 360                  | 2 x 7628            |                                    |                     |  |           |
| L16                             |                     | 35                   |                     | Bottom-Layer                       |                     |  |           |
| Soldermask                      |                     | 12                   |                     |                                    |                     |  |           |

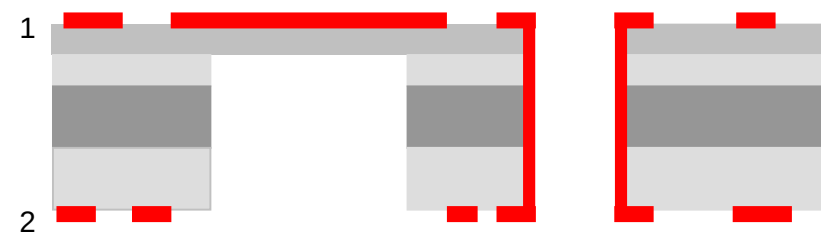
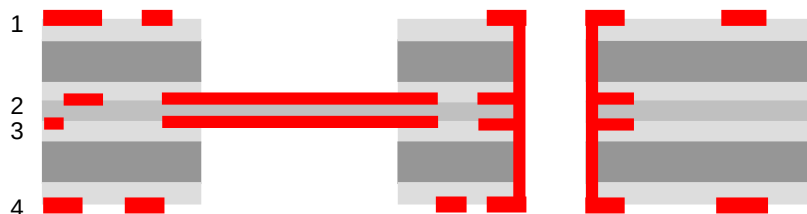
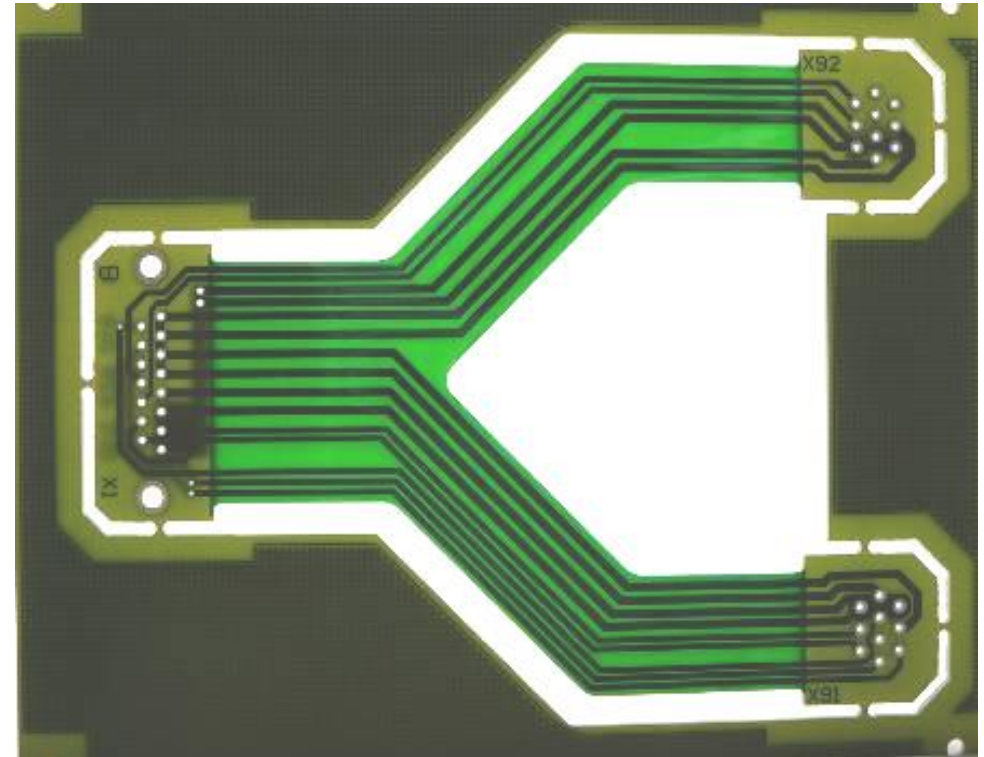
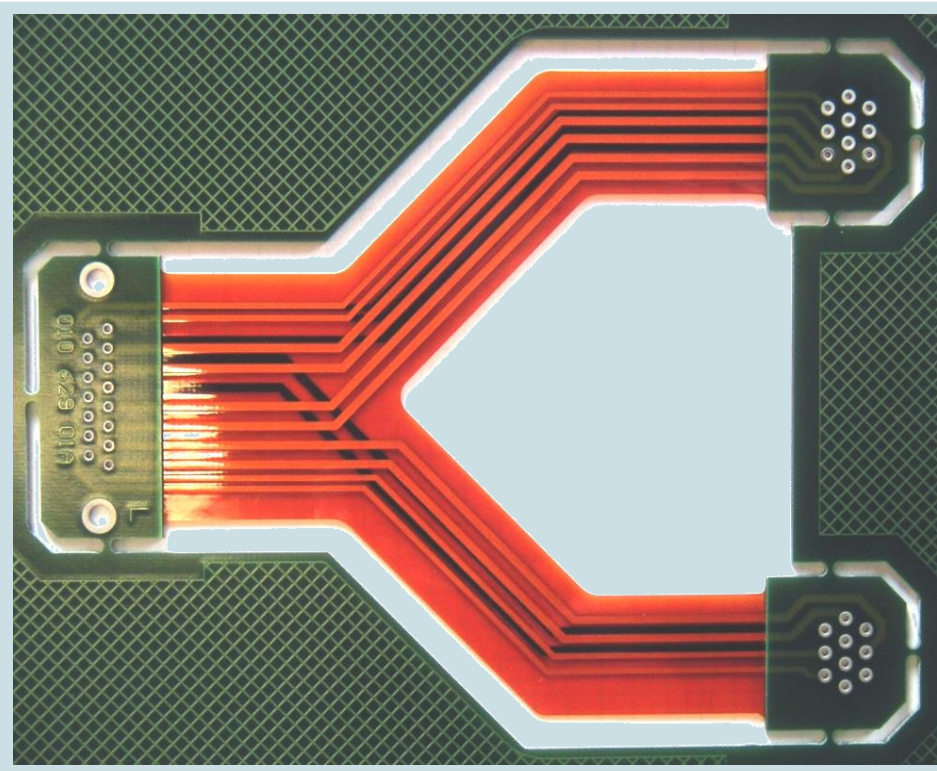


# Starrflex Lagenaufbau: Fehler 4

2 flexible layers inside



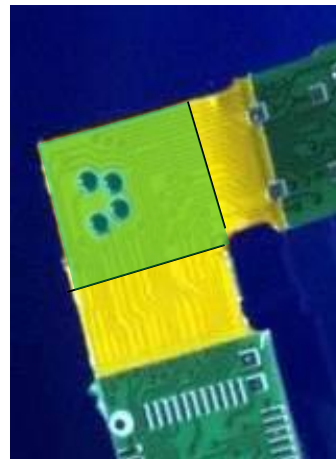
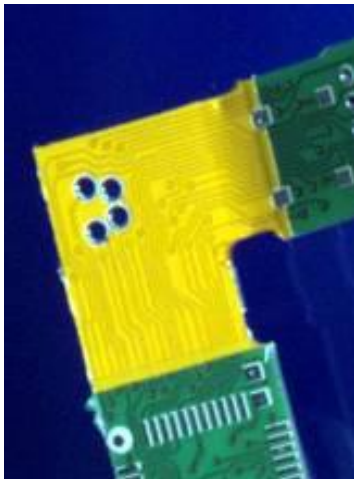
1 flexible layer outside



# Starrflex Layout: Bohrungen



- **Fehler 1: Kontakte und Durchkontaktierungen im Flexbereich**
  - zusätzliche Prozesse und Kosten
  - Zuverlässigkeitsrisiko



➔ *Vias im Flex  
grundsätzlich  
vermeiden !*

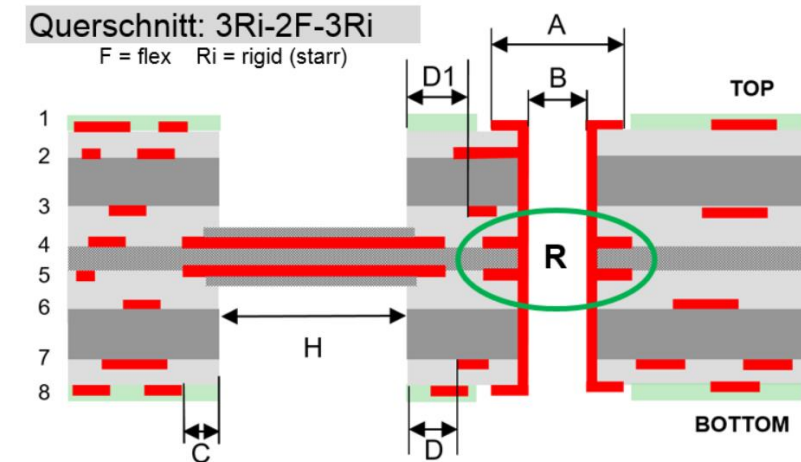
# Starrflex Layout: Bohrungen



## ■ Fehler 2 : NFP Removal – Entfernen nicht angeschlossener Pads auf Innenlagen

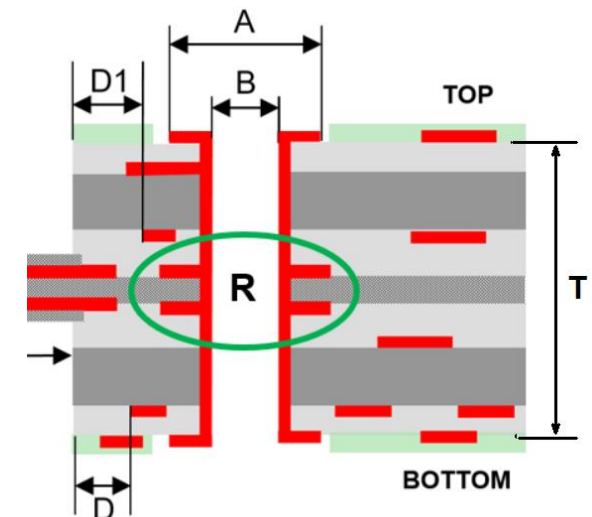
- Bohrqualität im Flexmaterial kann dramatisch schlechter werden!
- Folge sind Metallisierungs- und damit Zuverlässigkeitsprobleme

→ kein NFP Removal auf den Flexlagen! „R“



## ■ Fehler 3: AR Aspektverhältnis zu groß (LP-Dicke T / PTH-Durchmesser B)

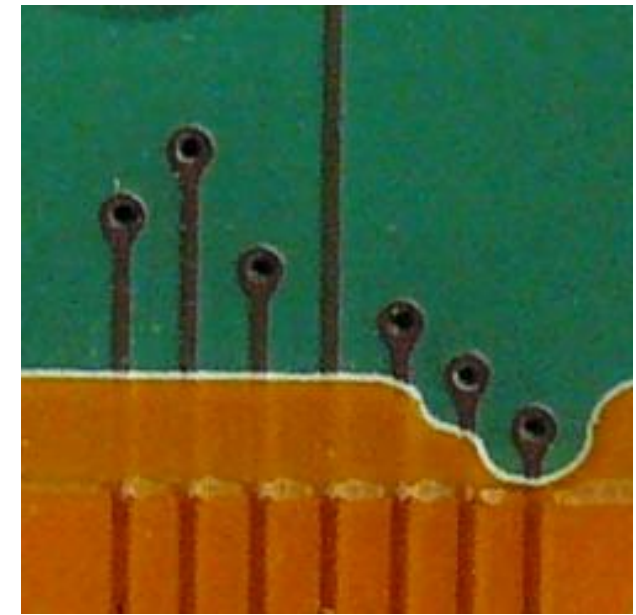
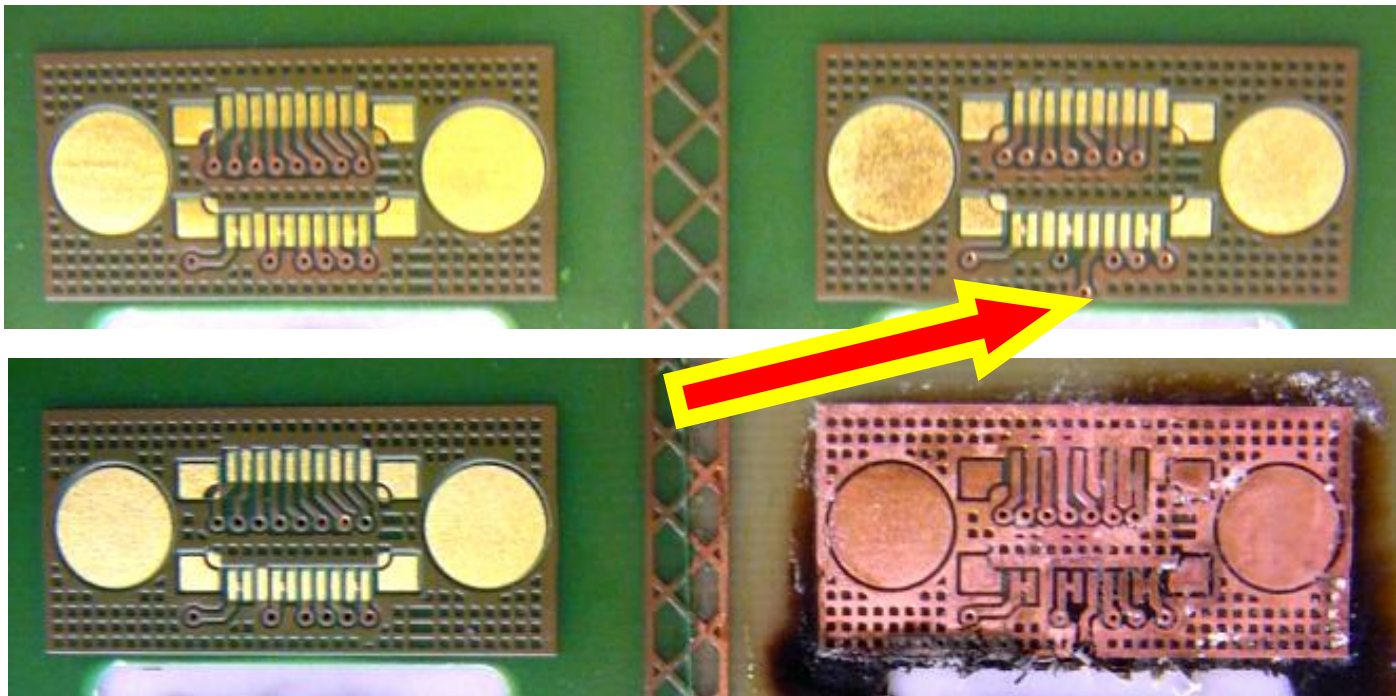
- Kupferstreuung in die Hülse reduziert
- Hülsenstabilität, Stromtragfähigkeit und Wärmeleitung reduziert
- Risiko Hülsenriss bei thermischer Belastung
- bei Starrflex mit innen liegendem Flex noch problematischer





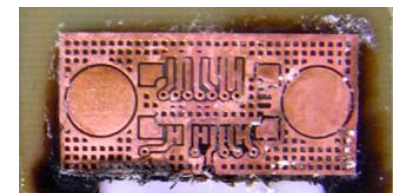
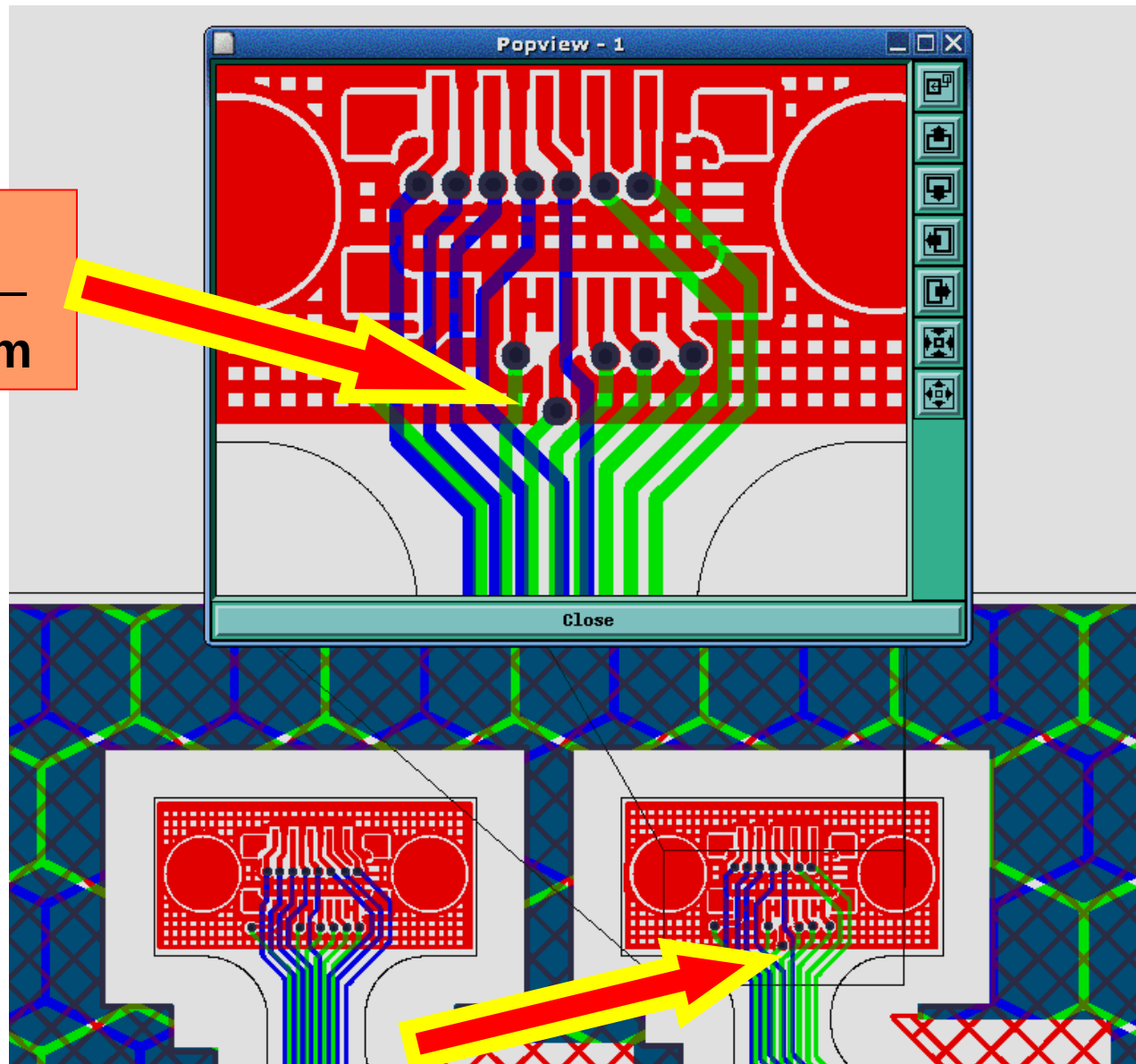
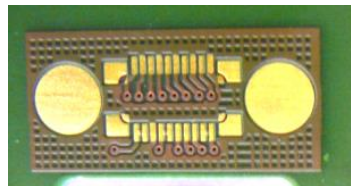
# Starrflex Layout: Bohrungen

- Fehler 4 : Abstände Vias zum Starr / Flex – Übergang
  - Ausfall bei der Produktion und
  - Risiko eines Feldausfall im schlechtesten Fall



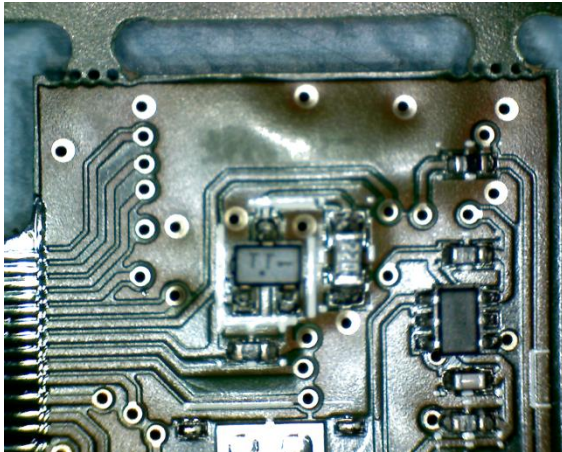
# Starrflex Layout: Bohrungen

Abstand  
Bohrungsrand –  
Kontur: **0,45mm**

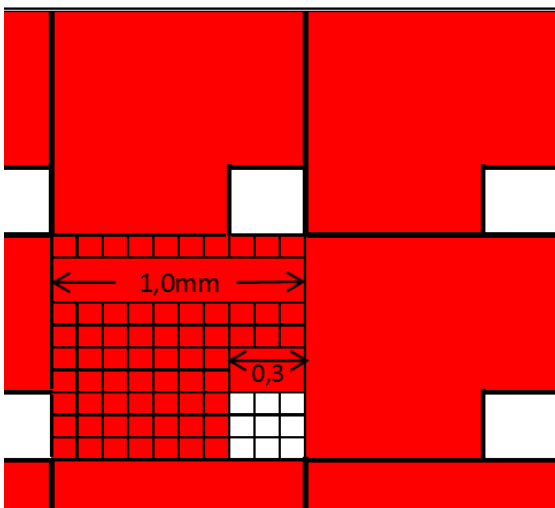


# Starrflex Layout: Kupferbild Fehler 1

- Problem: große Kupferflächen



- Abhilfe: shield opening



## Weitere mögliche Ursachen:



- nicht im Stapel trocknen!
- Ofen braucht Abluft!



# Starrflex Layout: Kupferbild

- **Fehler 2 : deckungsgleiches Layout auf den Flexlagen**
  - partiell starke Dickenunterschiede
  - schlechte Druckverteilung bei Pressprozessen
  - starke Reduzierung der Flexibilität bzw. Biegebarkeit



- **Abhilfe: versetztes Layout**





# Starrflex Mechanik: Fehler 1

- Airgap-Aufbau

- Flexlänge „H“ zu kurz
- „Aufstäubern“ beim Biegen macht den Flexbereich sehr steif

- Empfehlung:

- $H \geq 50\text{mm}$

|            |            |
|------------|------------|
| customer:  |            |
| job:       |            |
| WE-number: |            |
| engineer:  | W. Ostien  |
| date:      | 18.04.2014 |



**Rigidflex 1Ri-2F+2F+2F-1Ri**

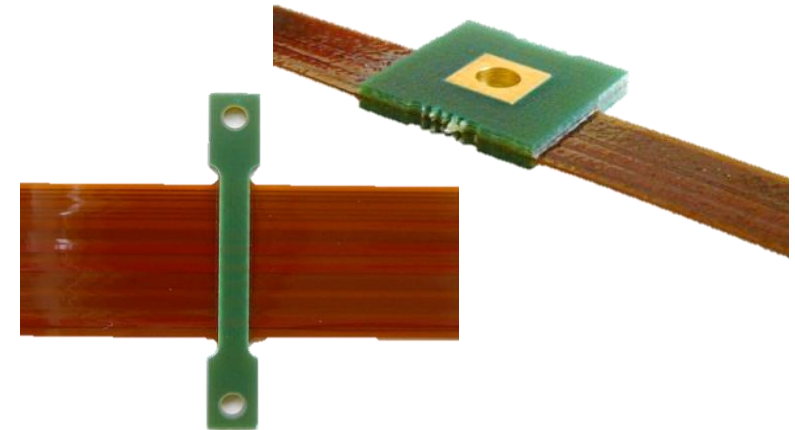
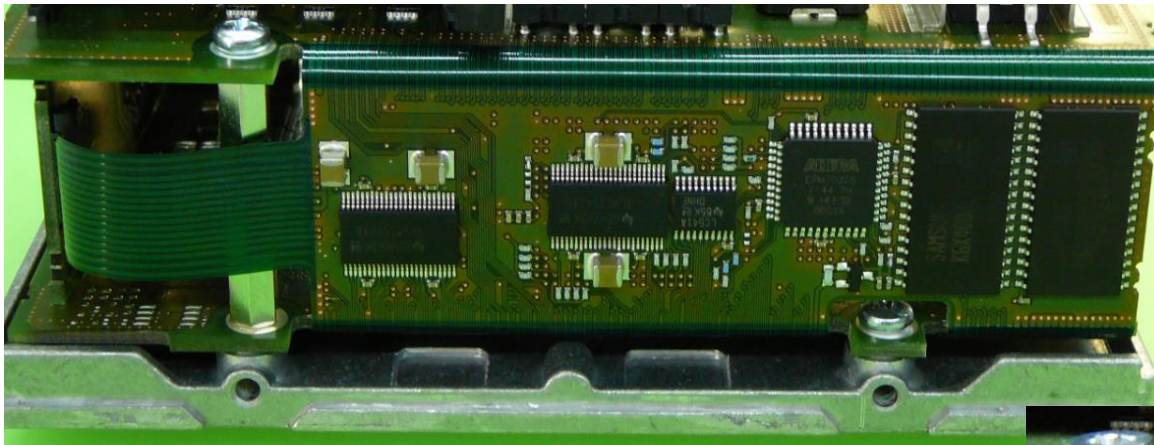
PCB Thickness : 2,02 mm +/- 10%      Flex Thickness (each): 0,29 mm +/- 0,05mm

| Rigid area Structure | Flex area Thickness | Rigid area Thickness | Material describing | Flex area Structure | Via types | Layer usage | Impedance |                          |
|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|-----------|-------------|-----------|--------------------------|
|                      |                     |                      |                     |                     |           |             | Z0 (Ohm)  | Zc (line) / Line / Space |
| Soldermask           |                     | 20                   |                     |                     |           |             |           |                          |
| L1                   |                     | 45                   | FR4 HTG 150°        |                     |           |             |           |                          |
| Prepreg              |                     | 65                   | FR4 HTG 150°        |                     |           |             |           |                          |
| Core                 |                     | 250                  | FR4 HTG 150°        |                     |           |             |           |                          |
| Prepreg              |                     | 150                  | FR4 HTG 150°        |                     |           |             |           |                          |
|                      | 50                  |                      | Coverlay LP0210     |                     |           |             |           |                          |
| L2                   | 70                  | 70                   | Polyimide APS222R   |                     |           |             |           |                          |
| Flex Core            | 50                  | 50                   | Polyimide APS222R   |                     |           |             |           |                          |
| L3                   | 70                  | 70                   | Polyimide APS222R   |                     |           |             |           |                          |
| Prepreg              | 50                  | 200                  | Coverlay LP0210     |                     |           |             |           |                          |
|                      | 50                  |                      | FR4 HTG 150°        |                     |           |             |           |                          |
|                      | 50                  |                      | Coverlay LP0210     |                     |           |             |           |                          |
| L4                   | 70                  | 70                   | Polyimide APS222R   |                     |           |             |           |                          |
| Flex Core            | 50                  | 50                   | Polyimide APS222R   |                     |           |             |           |                          |
| L5                   | 70                  | 70                   | Polyimide APS222R   |                     |           |             |           |                          |
| Prepreg              | 50                  | 200                  | Coverlay LP0210     |                     |           |             |           |                          |
|                      | 50                  |                      | FR4 HTG 150°        |                     |           |             |           |                          |
|                      | 50                  |                      | Coverlay LP0210     |                     |           |             |           |                          |
| L6                   | 70                  | 70                   | Polyimide APS222R   |                     |           |             |           |                          |
| Flex Core            | 50                  | 50                   | Polyimide APS222R   |                     |           |             |           |                          |
| L7                   | 70                  | 70                   | Polyimide APS222R   |                     |           |             |           |                          |
| Prepreg              | 50                  | 140                  | Coverlay LP0210     |                     |           |             |           |                          |
|                      |                     |                      | FR4 HTG 150°        |                     |           |             |           |                          |
| Core                 |                     | 250                  | FR4 HTG 150°        |                     |           |             |           |                          |
| Prepreg              |                     | 65                   | FR4 HTG 150°        |                     |           |             |           |                          |
| L8                   |                     | 45                   |                     |                     |           |             |           |                          |
| Soldermask           |                     | 20                   |                     |                     |           |             |           |                          |

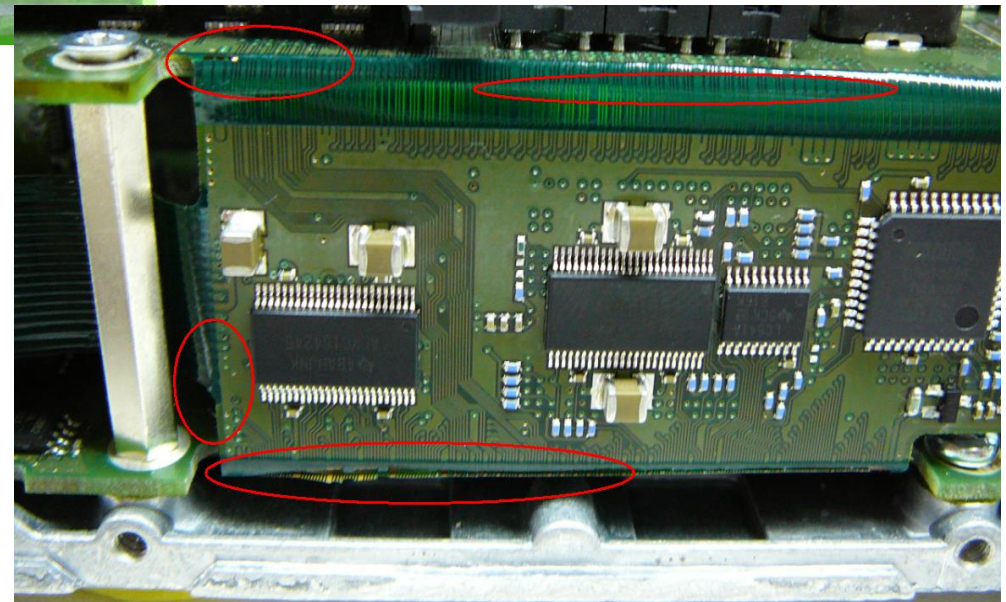


# Starrflex Mechanik: Fehler 2

**NO fixation of one rigid area**

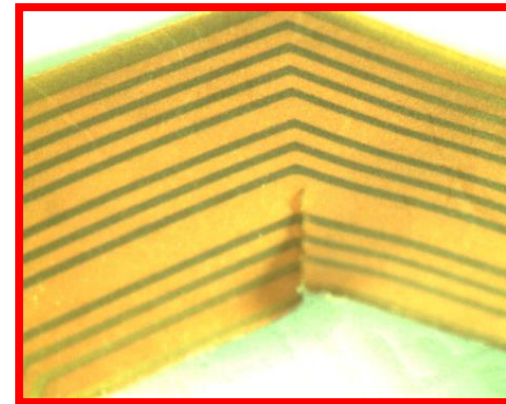


**... leads to resonance  
and destruction even  
with Rigid-Flex!**

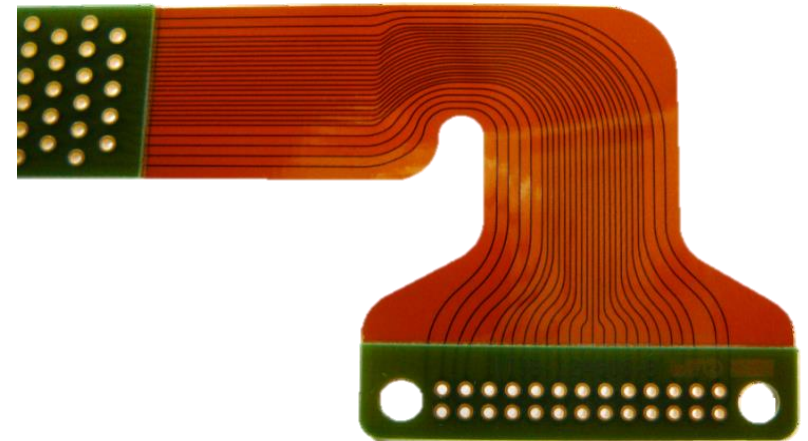


# Starrflex Layout: Fehler Kontur

- kleine Radien
- scharfe Übergänge
  - Kerbwirkung führt zu Riss



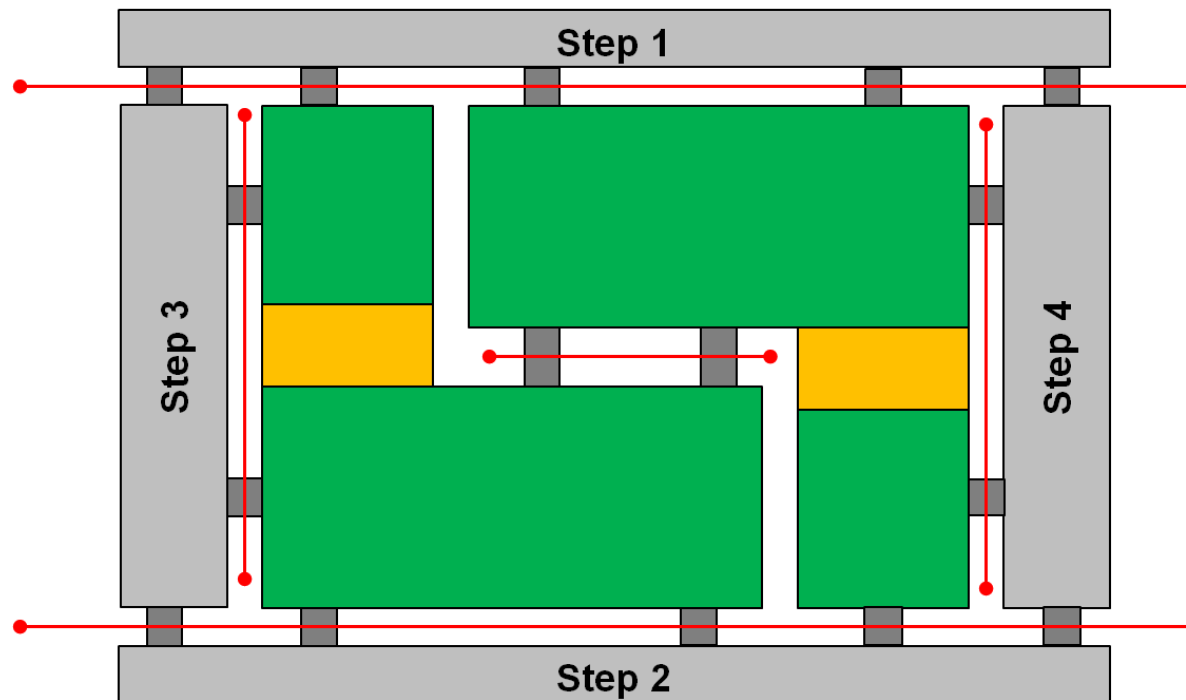
➔ Kunststoff gerechtes Design!



**A good example!**

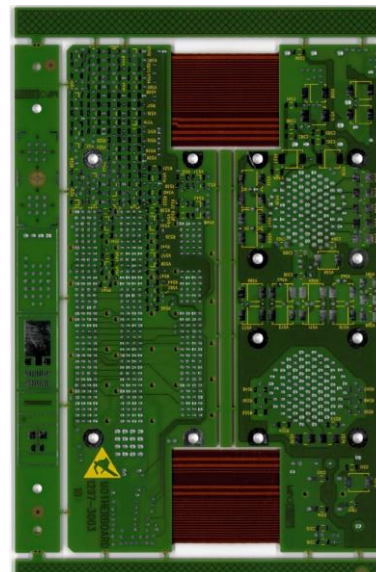
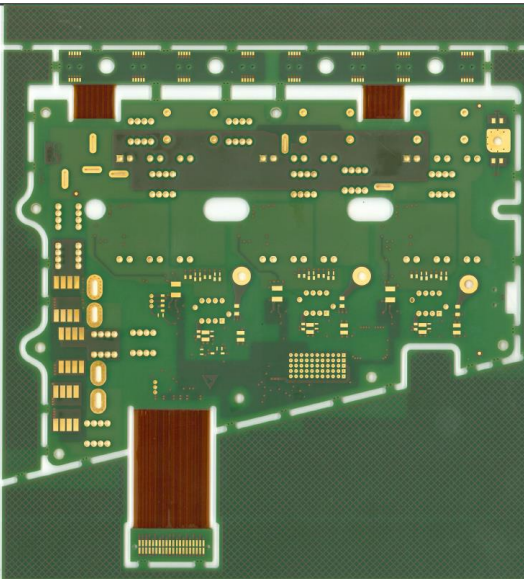
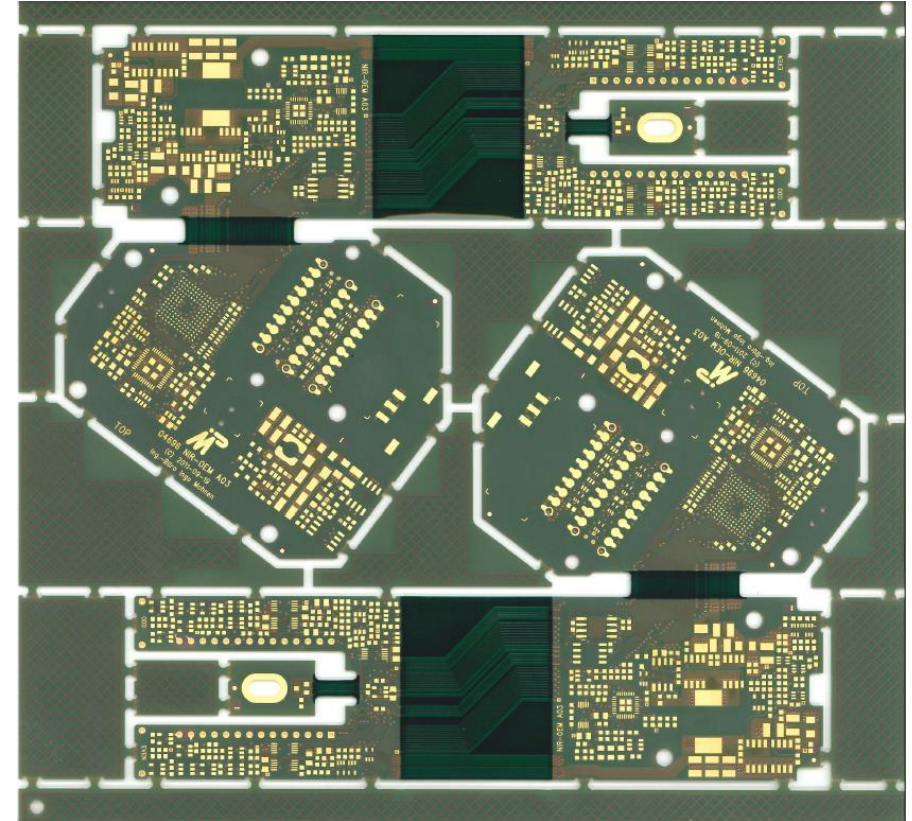
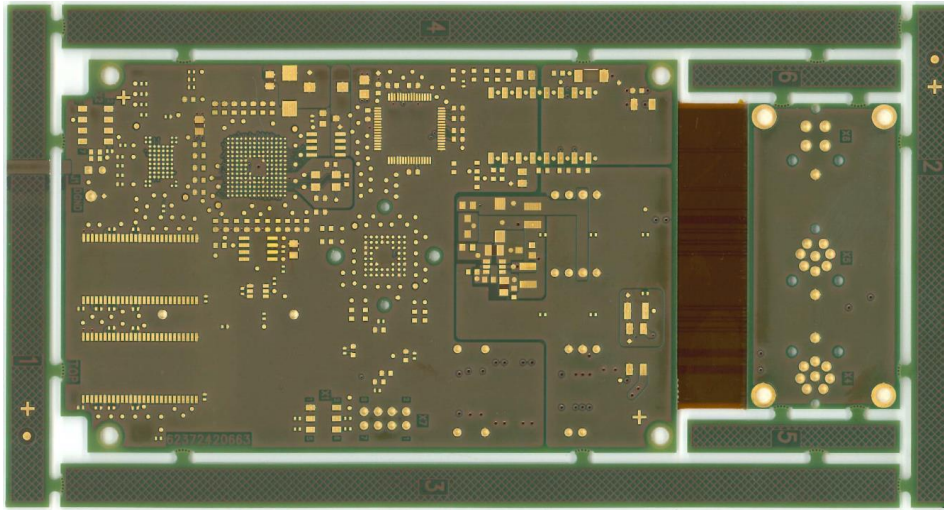
# Starrflex Layout: Fehler Nutzenkonstruktion

- Nutzen zu stabil
- Fehlen von Sollbruchstellen
- umlaufend geschlossener Rahmen
  - Beschädigung Flexbereich beim Trennen





# Starrflex Layout: gute Beispiele Nutzenkonstruktion



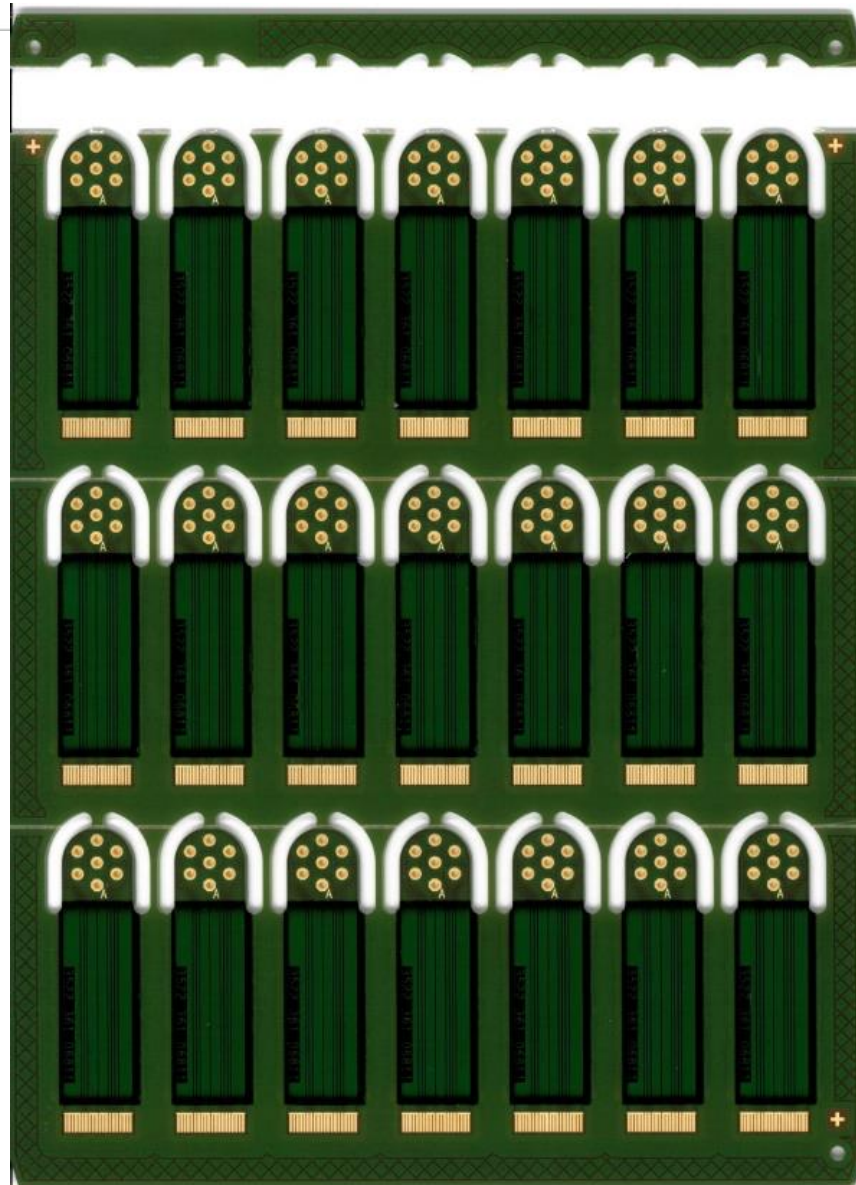
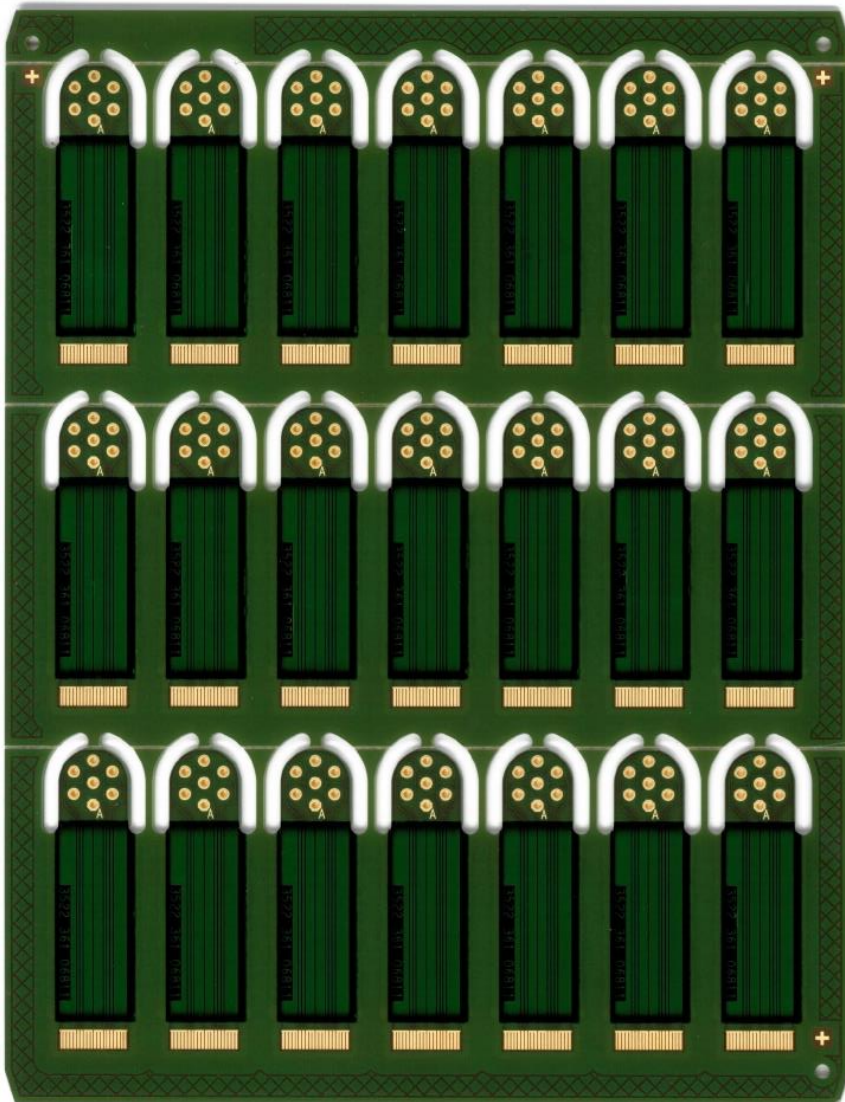


# Starrflex Layout: gute Beispiele Nutzenkonstruktion

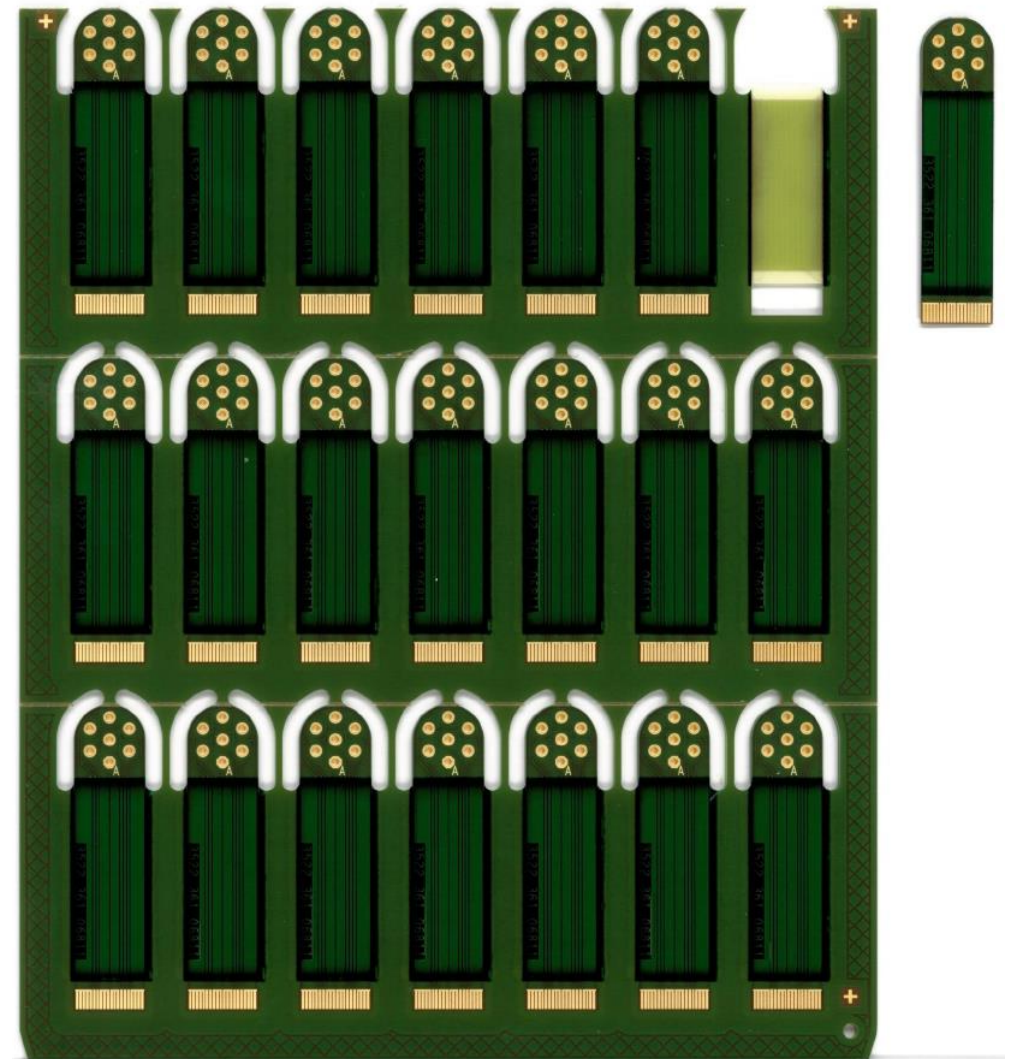
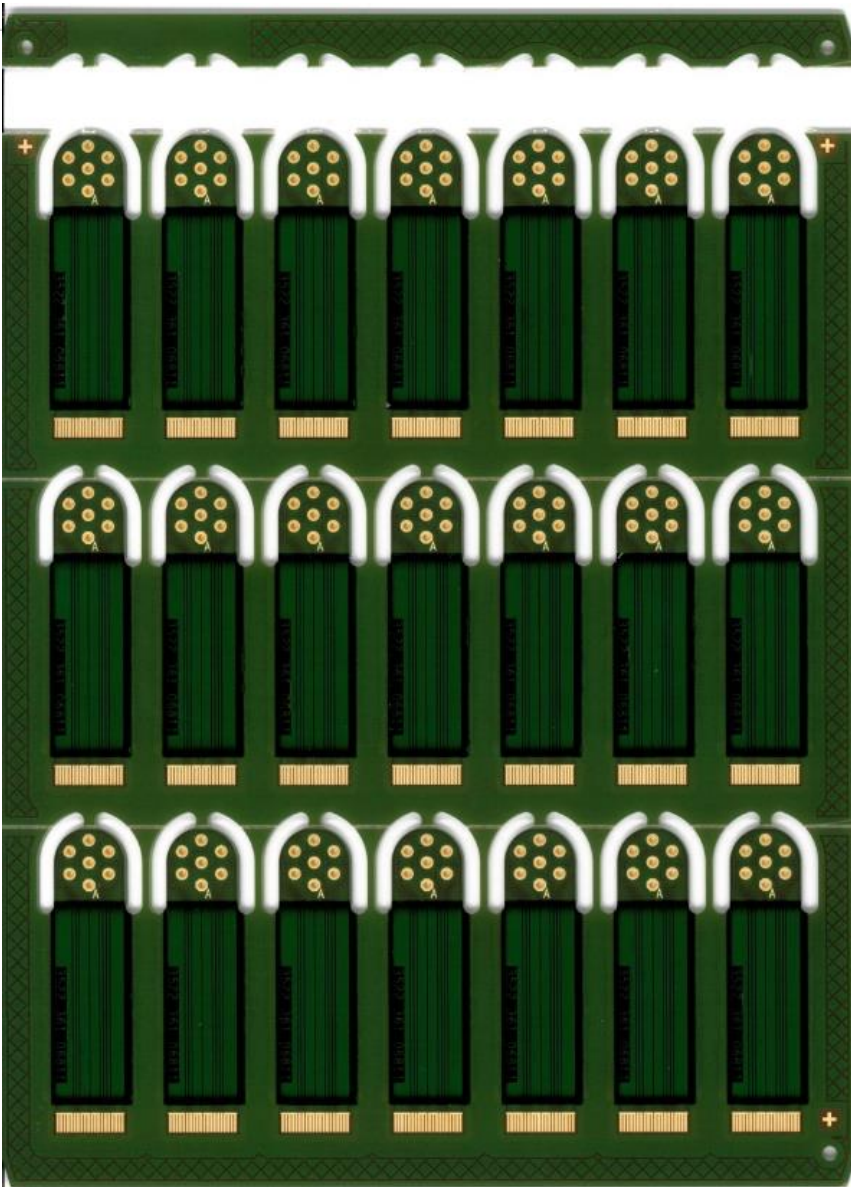




# Starrflex Layout: gute Beispiele Nutzenkonstruktion

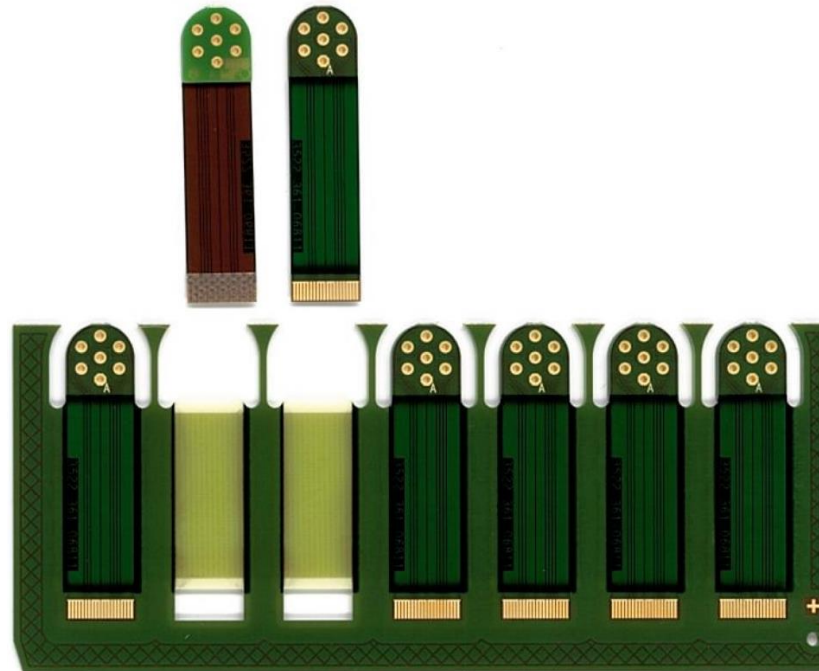
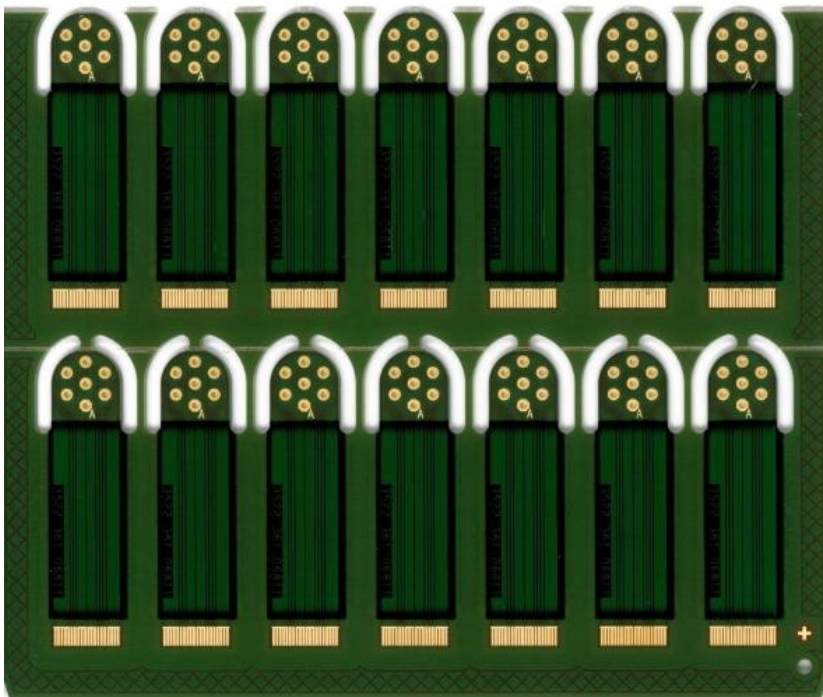
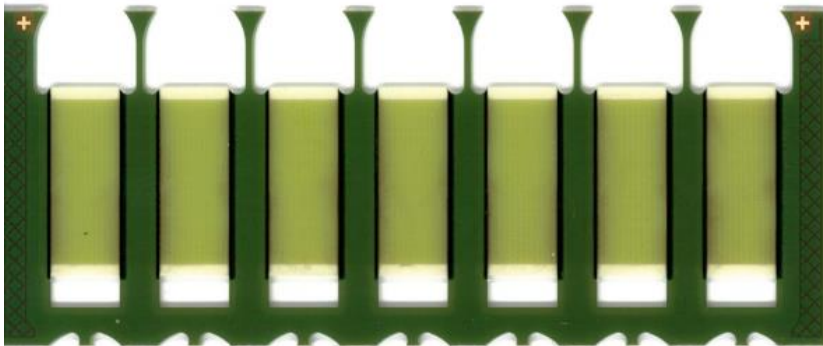


# Starrflex Layout: gute Beispiele Nutzenkonstruktion





# Starrflex Layout: gute Beispiele Nutzenkonstruktion



# Agenda

A vertical line with five white circles, each containing a red dot, positioned to the left of the agenda items.

Einführung Starrflex

Design Standards - Designregeln

Beispiele Designfehler, Folgen, Tipps

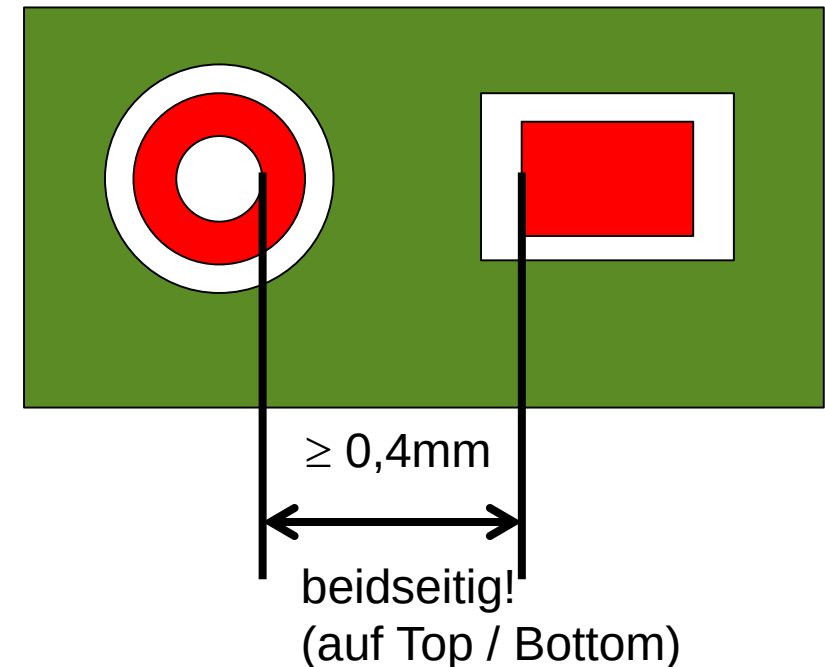
**Kombination verschiedener Technologien**

Zusammenfassung, Q&A

# Generell Layout: Fehler bei Plugging & Filling

## ■ Design für Via-Plugging (IPC-4761 Typ IIIa)

- PTH vakuumdicht verschlossen
- Durchsteigerfüller per Siebdruck
- Ausgasungen kontaminieren Löt pads



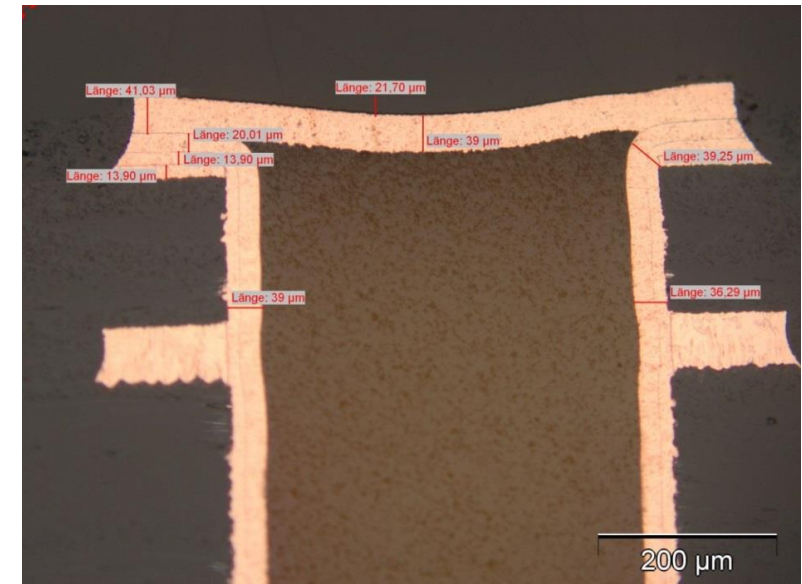
## • Füllen von Bohrungen:

Verwenden Sie keine offenen Bohrungen in Lötflächen! Halten Sie beidseitig mindestens 400µm Abstand von Lötflächen zu Bohrungen, die gepluggt werden sollen (Durchsteigerzudruck, IPC Typ III). Für Vias nach IPC Typ VII (filled and capped) bitte Rücksprache wegen erlaubter Designregeln (Leiterabstände)!



# Generell Layout: Fehler bei Plugging & Filling

- **Design für Via-Filling (IPC-4761 Typ VII)**
    - mehrfache Metallisierungen erhöhen die Kupferdicke
    - dickeres Kupfer = gröbere Ätzstrukturen
  - **Limitierung der Strukturen durch die Kombination von Technologien und Prozessen**
    - Microvia copper filling
    - PTH filled & capped
    - UND offene PTH !!!!
  - **Feinste Strukturen je nach Kombination:**
    - 100µm / 125µm / 150µm
- ➔ unbedingt vorherige Abklärung mit dem Hersteller



## Zusammenfassung

- **Die Kenntnis der Designregeln**
  - verhindert Fehler und Kosten
  - spart wertvolle Zeit durch Vermeidung von Rückfragen
  - sichert die zuverlässige Funktion der Anwendung
- **Unsere Designregeln werden ständig überarbeitet**
  - bitte verwenden Sie keine alten Kopien
  - die aktuellen Versionen finden Sie immer im [Internet](#)
- **Bei Unklarheiten, Anregungen oder Fragen:**



**Bitte kommen Sie auf uns zu!**  
**Gerne per email über unsere Team-Adresse:**  
**[flex@we-online.de](mailto:flex@we-online.de)**

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!

