

# **PERFAG 4B**

**Spezifikation für  
flexible und  
starr-flexible Leiterplatten**

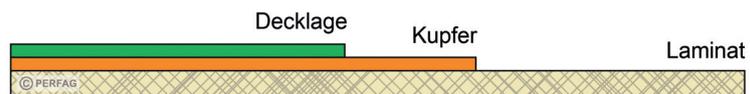
**Specification for  
Flexible and  
Rigid-flex PCBs**

**2016**

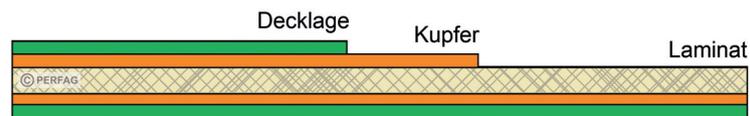
# Geltungsbereich

Diese Spezifikation gilt für die unten dargestellten flexiblen und starr-flexiblen Leiterplattentypen. Diese Aufstellung erhebt jedoch keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

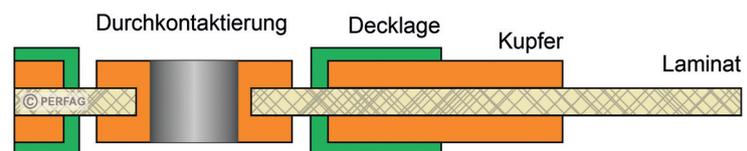
FSS ist eine einseitige, flexible Leiterplatte mit dem Leiterbild auf einer Seite.



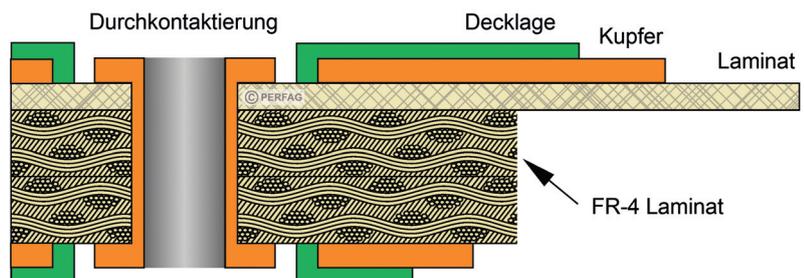
FDS ist eine zweiseitige, nicht durchkontaktierte Leiterplatte mit dem Leiterbild auf beiden Seiten.



FDSPT ist eine zweiseitige, flexible Leiterplatte wie FDS, jedoch mit durchmetallisierten Bohrungen.



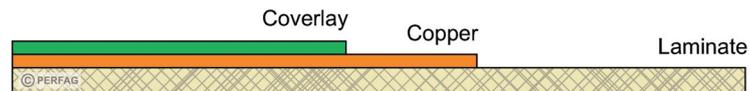
RFDS ist eine zweiseitige Starr-Flex-Leiterplatte. Sie besteht aus einer Kombination von starren und flexiblen Materialien, trägt beidseitig ein Leiterbild und ist durchkontaktiert.



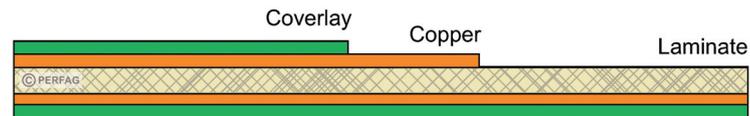
# Scope

This specification is valid for flexible and rigid-flex PCBs of the types listed below. Several variants of flexible and rigid-flex PCBs are, however, not covered by this specification:

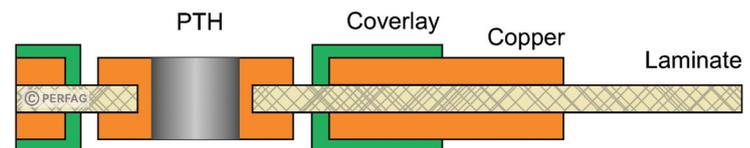
FSS is a single-sided, flexible PCB with PCB pattern on one side.



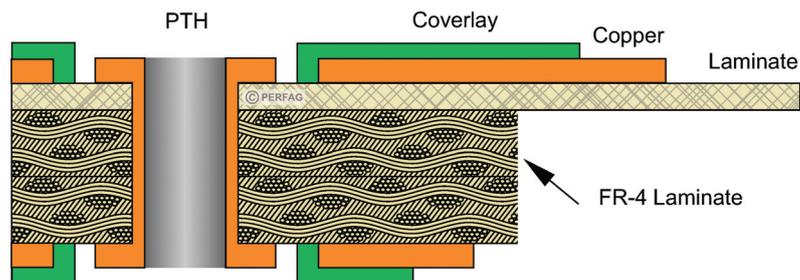
FDS is a double-sided, nonplated, flexible PCB with PCB pattern on both sides.



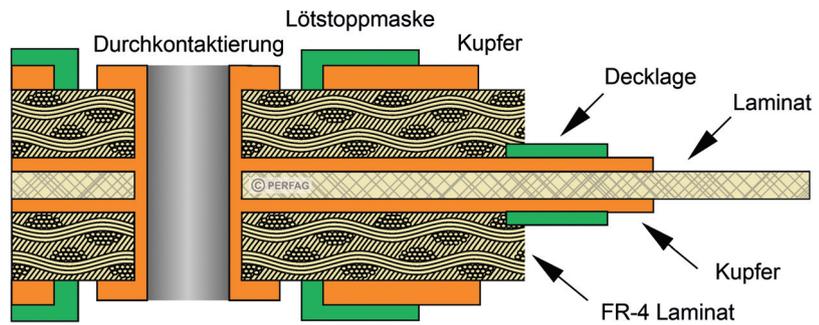
FDSPT is a double-sided, flexible PCB like FDS, but with plated-through holes.



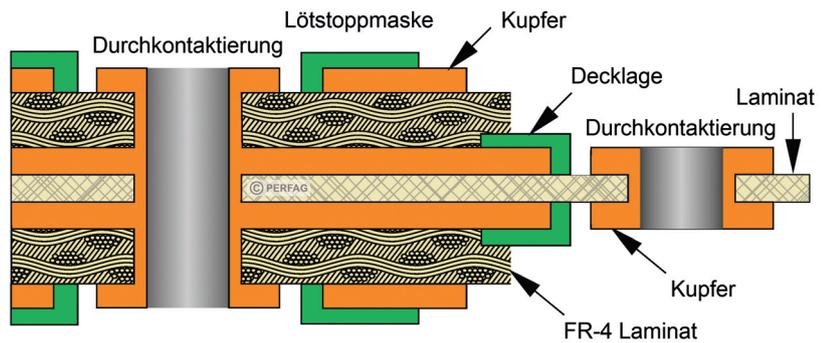
RFDS is a double-sided, rigid-flex PCB. The PCB is build with a combination of rigid and flexible materials, with two layers of PCB pattern and plated-through holes.



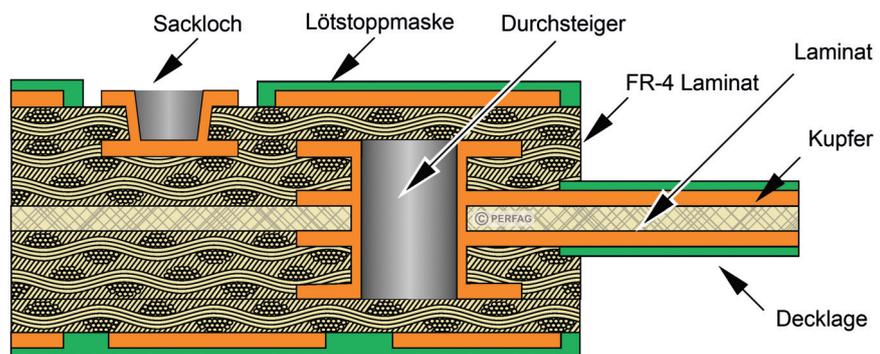
RFML ist eine durchkontaktierte Leiterplatte mit mehr als zwei Lagen.



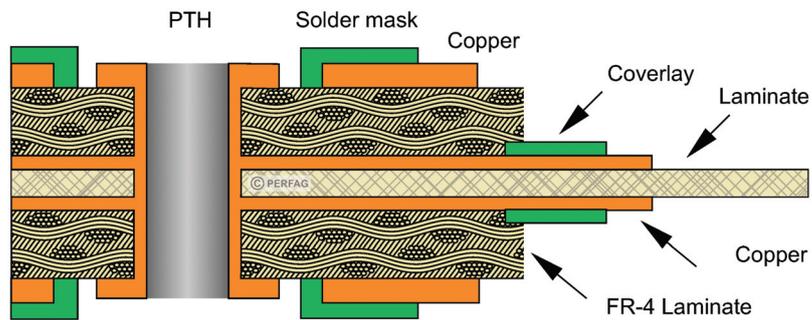
RFMLPT ist eine mehrlagige Starr-Flex-Leiterplatte. Sie hat sowohl im starren als auch im flexiblen Bereich durchkontaktierte Bohrungen.



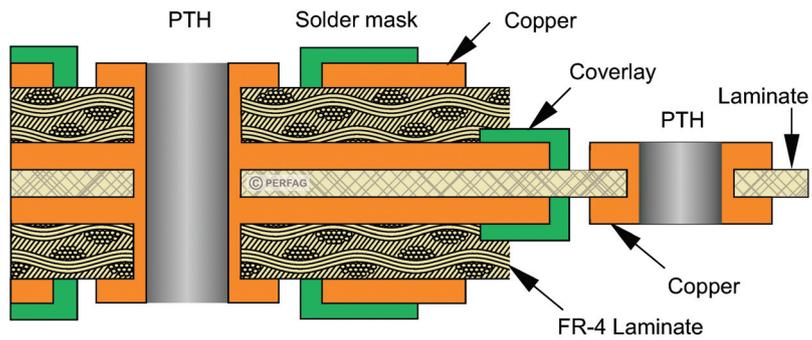
RFHDI ist eine Starr-Flex-Mehrlagenschaltung, aufgebaut aus einer Kombination aus starrem Material mit durchkontaktierten, blinden und vergrabenen Bohrungen sowie flexiblem Material.



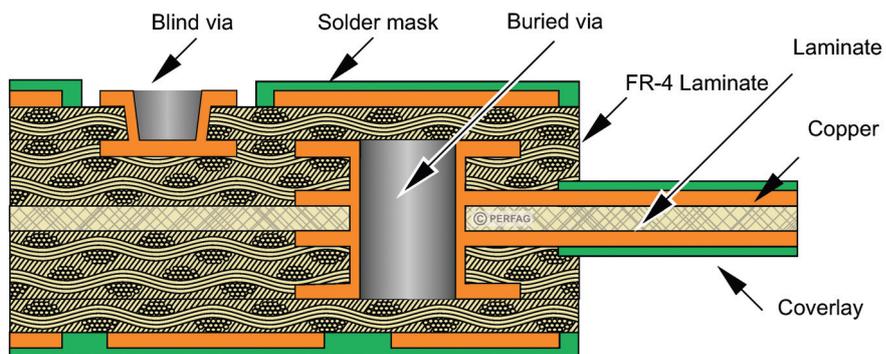
RFML is a rigid-flex PCB with more than two layers of PCB pattern. The PCB is built with a combination of rigid material, with plated-through holes, and flexible material.



RFMLPT is a rigid-flex PCB with more than two layers of PCB pattern. The PCB is built with a combination of rigid and flexible materials, with plated-through holes in both the rigid and the flexible areas.



RFHDI is a rigid-flex PCB with more than two layers of PCB pattern. The PCB is built with a combination of rigid material, with plated-through, blind and buried via holes, and flexible material.



# 1 Basismaterial

## 1.1 Laminattypen

Der Laminattyp sollte in der Spezifikation mit Bezug auf IPC-4101 für starre Lamine und IPC-4202 für flexible Lamine angegeben werden. In der Spezifikation können z. B. die Anforderungen hinsichtlich der minimalen Tg oder der maximalen Ausdehnung in Richtung der z-Achse verschärft werden. Gewöhnlich macht man das, um die Hochtemperatur-Eigenschaften des Laminats zu verbessern.

### Designhinweis

Ein Beispiel für eine Laminatspezifikation:

Spezifikation:	IPC-4101/21
UL:	94V-0
Tg:	≥ 130 °C
z-Achse (CTE) vor Tg:	60 ppm
z-Achse (CTE) nach Tg:	300 ppm

Die meist verwendeten Lamine sind:

### 1.1.1 Starre Basismaterialien

#### a) Epoxid-Fiberglas FR4:

Das Laminat besteht aus mehreren Lagen mit Epoxid verklebter Glasfaser.

#### b) Prepreg FR4:

Das Laminat besteht aus einer oder mehreren Glasfaserlagen mit teilpolymerisiertem Epoxidharz. Beim späteren Verpressen polymerisiert das Harz dann vollständig aus.

In der Spezifikation können andere Lamine vorgeschrieben werden.

#### c) Übliche Dicken starrer Lamine. Diese können je nach Herstellungsart und Typ variieren:

<i>Laminatdicke</i>	<i>Dickentoleranz</i>
0,1 mm	± 0,018 mm
0,2 mm	± 0,038 mm
0,4 mm	± 0,050 mm
0,6 mm	± 0,064 mm
0,7 mm	± 0,064 mm
0,8 mm	± 0,100 mm
1,2 mm	± 0,130 mm
1,5 mm	± 0,130 mm
1,6 mm	± 0,130 mm

# 1 Base Material

## 1.1 Laminate Types

The type of laminate should be specified in the PCB specification and categorized with reference to the IPC-4101 for rigid laminate types and IPC-4202 for flexible laminate types. In the PCB specification the requirements for e.g. the minimum Tg or the maximum z-axis (CTE) expansion can be strengthened. Ordinarily, this will be done to improve on the high-temperature properties of the laminate.

### Design Note

An example of a specification of laminate:

Specification:	IPC-4101/21
UL:	94V-0
Tg:	≥ 130 °C
Z-axis (CTE) pre Tg:	60 ppm
Z-axis (CTE) post Tg:	300 ppm

The most commonly used types of laminate are:

### 1.1.1 Rigid Base Materials

#### a) Epoxy fibre glass, FR4:

The laminate is build by several layers of fibre glass. The binding-agent is epoxy.

#### b) Prepreg, FR4:

The laminate is build by one or several layers of fibre glass. The adhesive is not fully cured epoxy. During the later process of pressing, full curing of the epoxy material is obtained.

Other base materials can be specified in the PCB specification.

#### c) Common thicknesses for rigid laminates. These might vary depending on make and type:

<i>Laminate thickness</i>	<i>Thickness tolerance</i>
0.1 mm	± 0.018 mm
0.2 mm	± 0.038 mm
0.4 mm	± 0.050 mm
0.6 mm	± 0.064 mm
0.7 mm	± 0.064 mm
0.8 mm	± 0.100 mm
1.2 mm	± 0.130 mm
1.5 mm	± 0.130 mm
1.6 mm	± 0.130 mm

- d) Übliche Prepregdicken vor der Laminierung. Diese können je nach Herstellungsart und Typ variieren:

<i>Laminatdicke</i>	<i>Dickentoleranz</i>
0,048 mm	± 0,008 mm
0,064 mm	± 0,008 mm
0,071 mm	± 0,008 mm
0,076 mm	± 0,008 mm
0,079 mm	± 0,008 mm
0,105 mm	± 0,100 mm
0,118 mm	± 0,100 mm
0,150 mm	± 0,100 mm
0,160 mm	± 0,100 mm
0,180 mm	± 0,100 mm
0,200 mm	± 0,100 mm

### 1.1.2

#### Flexible Basismaterialien

- a) Polyimidfolie mit Kleber auf Acrylbasis:  
Dieses Material wird für ein- und mehrlagige Leiterplatten ohne durchkontaktierte Bohrungen empfohlen. Für dynamische Belastung ist dieser Laminattyp am besten geeignet.
- b) Polyimidfolie mit anderen Klebern, z. B. Epoxid:  
Verwendung für zweiseitige flexible und starr-flexible Leiterplatten mit Durchkontaktierungen. Für alle diese Folientypen gilt, dass die Kleberbasis nur einen relativ kleinen Einfluss auf den Temperatureausdehnungskoeffizienten des Materials in der Z-Achse haben darf, damit unter Temperatureinfluss keine Risse in der Durchkontaktierung auftreten.
- c) Polyimid ohne Kleber:  
Das Polyimid wird direkt auf die Kupferfolie aufgeschmolzen. Anwendung wie in *Abschnitt b*.
- d) Decklage:  
Anwendung als Oberflächenschutz von Leiterbahnen in flexiblen Bereichen, siehe *Abschnitt 7*. Kann aber auch als Lötstopmmaske auf Außenlagen Verwendung finden, siehe *Abschnitt 6*.
- e) Klebefolie:  
Kann als Isolations- und Bindematerial zwischen flexiblen Innenlagen und/oder FR4 und Polyimidfolie verwendet werden. Klebefolie kann entweder aus einer Kleberlage oder beidseitig mit Kleber beschichteter Polyimidfolie bestehen.
- f) Übliche Dicken für flexible Lamine. Diese können je nach Hersteller und Typ variieren:

<i>Laminatdicke</i>	<i>Dickentoleranz</i>
0,025 mm	± 0,0025 mm
0,050 mm	± 0,0050 mm
0,075 mm	± 0,0075 mm
0,100 mm	± 0,0100 mm

- d) Common thicknesses for prepreg before lamination. These might vary depending on make and type:

<i>Prepreg thickness</i>	<i>Thickness tolerance</i>
0.048 mm	± 0.008 mm
0.064 mm	± 0.008 mm
0.071 mm	± 0.008 mm
0.076 mm	± 0.008 mm
0.079 mm	± 0.008 mm
0.105 mm	± 0.010 mm
0.118 mm	± 0.010 mm
0.150 mm	± 0.010 mm
0.160 mm	± 0.010 mm
0.180 mm	± 0.010 mm
0.200 mm	± 0.010 mm

### 1.1.2

#### Flexible Base Materials

- a) Polyimide foil with acrylic based adhesive:  
Recommended for single-sided and double-sided flexible PCBs with nonplated-through holes. This type of laminate is the most suitable for dynamic applications.
- b) Polyimide foil based on other adhesives (e. g. Epoxy):  
Used for double-sided flexible PCBs and rigid-flex PCBs with plated-through holes. Common for these types of foils are that the adhesive base is required to have a relatively small impact on the temperature expansion coefficient of the material on the Z-axis, in order to avoid the defects in the hole wall, described in *section 3.18 (Cracks)*, related to expansion when subjected to heat.
- c) Polyimide foil without adhesive:  
The polyimide has been melted directly on to the copper foil. Same usage as described in *section b*.
- d) Coverlay:  
Used for surface protection of tracks in flexible areas, see *section 7 (Coverlays)*. Can, moreover, be used as solder mask on outer layers, see *section 6 (Solder Masks)*.
- e) Adhesive foil:  
May be used as insulation and binding agent between flexible inner layers and/or between FR4 and polyimide foil. Adhesive foil can either consist of only a layer of an adhesive or of a polyimide foil with an adhesive on both sides.
- f) Common thicknesses for flexible laminates. These might vary depending on brand and type:

<i>Laminate thickness</i>	<i>Thickness tolerance</i>
0.025 mm	± 0.0025 mm
0.050 mm	± 0.0050 mm
0.075 mm	± 0.0075 mm
0.100 mm	± 0.0100 mm

## 2 Leiterbild

### 2.1 Dokumentation des Leiterbildes

Das Leiterbild wird in der Kundendokumentation festgelegt.

#### Designhinweis I

Es wird empfohlen, die Dichte des Leiterbildes so zu gestalten, dass sie sowohl auf den Außen- als auch auf den Innenlagen ungefähr gleich ist. Das bietet wesentliche Vorteile zum Erzielen eines gleichmäßigeren Ätz- und Galvanisierprozesses sowie einer gleichmäßigeren Dicke der fertigen Leiterplatte und führt zu geringerer Wölbung und Verwindung.

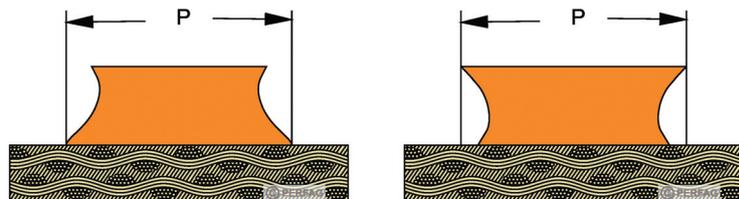
#### Designhinweis II

Für im Nutzen gelieferte Leiterplatten wird empfohlen, auch auf den abzutrennenden Randbereichen ein Ausgleichsmuster aufzubringen (siehe *Abschnitt 2.14*).

### 2.2 Allgemeine Anforderungen an das Leiterbild (75 %-Regel)

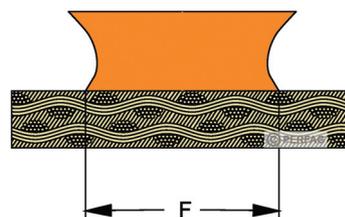
Bei jeder Kombination der in *Abschnitt 2.3* bis *2.7* spezifizierten Anforderungen sind die unter a bis c genannten Hauptbedingungen zu erfüllen. Alle Maße basieren auf der Vertikalprojektion P auf die Leiterplattenoberfläche (*Abb. 2-1*).

Abbildung 2-1



- a) Um die Haftung auf dem Laminat sicherzustellen, darf die Leiterbahnbreite nicht unter 75 % ihres Nominalwertes absinken. Das gilt unabhängig von der Vertikalprojektion auch für den Leiterbahnfuß F. Zur genauen Überprüfung kann ein Schliffbild erforderlich sein (*Abb. 2-2*).

Abbildung 2-2



## 2 PCB Pattern

### 2.1 Documentation of PCB Pattern

The PCB pattern is determined by the customer's documentation.

#### Design Note I

It is recommended that the customer performs PCB pattern balancing in order to achieve approximately the same PCB pattern density everywhere both on outer layers as well as in inner layers. This gives substantial advantages in regard to obtaining a more uniform etching and plating thickness, less warp and twist as well as a uniform thickness of the finished PCB. PCB pattern balancing must, however, not be used on flexible parts of the PCB.

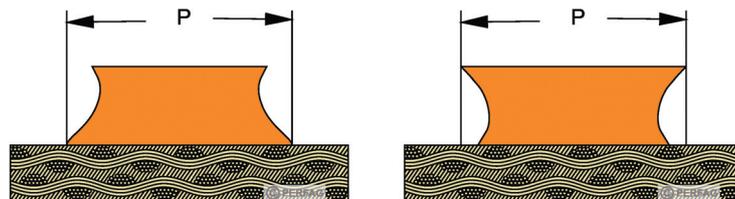
#### Design Note II

For PCBs delivered as panels, it is recommended to balance the PCB pattern in the breakaway areas. See *section 2.14*.

### 2.2 General PCB Pattern Requirements (The 75 % rule)

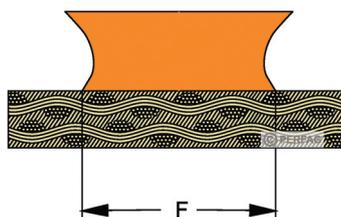
At any combination of the in *section 2.3* through *2.7* specified requirements, the below main requirements, a through c, must be fulfilled as all measurements are performed on the basis of the vertical projection P on the PCB (*Fig. 2-1*).

Figure 2-1



- a) To ensure the track's adhesion to the laminate, the width of the track must not be reduced to less than 75 % of the nominal value. This is also valid for the foot F of the track without consideration of vertical projection, which is the reason why a possible verification presupposes the preparation of microsection (*Fig. 2-2*).

Figure 2-2



- b) Der Durchmesser eines Lötages für die Lochmontage darf ebenso wenig wie irgendeine Dimension eines SMT-Pads unter 75 % des Nominalwertes absinken, wie es z. B. bei lokal auftretenden Defekten wie Einschnürungen vorkommen kann (siehe *Abschnitt 2.5*).

#### Hinweis I

Ein Kantenversatz über den in *Abschnitt 2.3* spezifizierten Wert hinaus ist durch *Abschnitt 2.2.b* nicht abgedeckt und daher nicht zulässig.

#### Hinweis II

Falls keine Ausnahme zugestanden wird, sind die unter *Abschnitt 3.4 (Restring eines Lötads)* dargestellten Anforderungen an den Lötungenring zu erfüllen, und zwar einschließlich der in *Abschnitt 3.4.d* beschriebenen Fehler im Ring.

#### Hinweis III

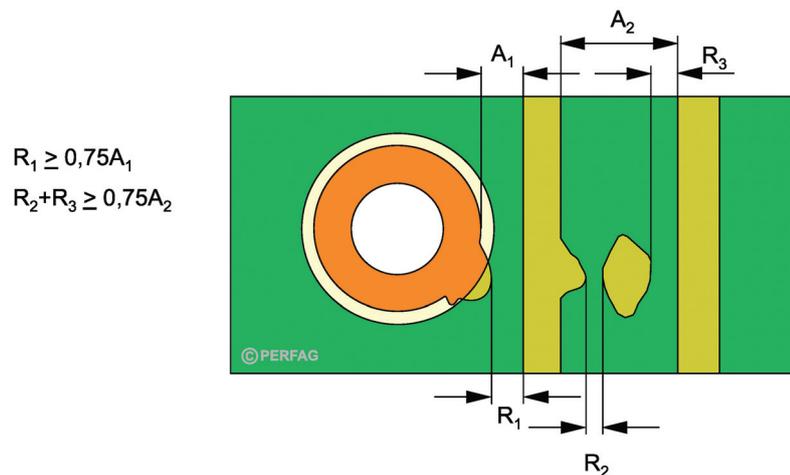
Man muss darauf achten, dass flexible Teile einer Leiterplatte keine durchkontaktierten Löcher enthalten dürfen. Durchkontaktierungen können jedoch in den starren Teilen einer Starr-Flex-Leiterplatte ebenso wie in den durch eine Versteifung verstärkten flexiblen Teilen verwendet werden.

#### Designhinweis

Bei Einhaltung der 75%-Regel können die Impedanz und die übertragbare Leistung beeinträchtigt werden.

- c) Der Isolationsabstand  $R$  zwischen den Teilen des Leiterbildes (Leiterbahnen, Lötungen usw.) muss mindestens 75 % des Nominalwertes betragen. Unerwünschte, zufällig vorhandene Metallpartikel müssen bei der Beurteilung des Isolationsabstandes berücksichtigt werden (*Abb. 2-3*).

Abbildung 2-3



## 2.3

### Generelle Veränderungen des Leiterbildes

Die Auswirkungen von Belichtungsfehlern, zu starkes oder zu schwaches Ätzen und Galvanisierungsfehler, jedoch keine Registrierfehler, können dazu führen, dass einzelne Elemente des Leiterbildes schmaler oder breiter werden.

- b) The diameter of a HTM soldering pad or the length and width of a SMT soldering pad must not be reduced to less than 75 % of the nominal values as a result of locally occurring defects, e.g. nicks along the edge of the soldering pad. See *section 2.5*.

**Note I**

Edge displacements exceeding the value specified in *section 2.3* are not covered by *section 2.2.b* and are therefore not acceptable.

**Note II**

Unless dispensation is given, the requirements for the annular ring in *section 3.4 (Annular Ring of Soldering Pad)* must be complied with, including especially the stated size of breaks in the annular ring covered in *section 3.4.d*.

**Note III**

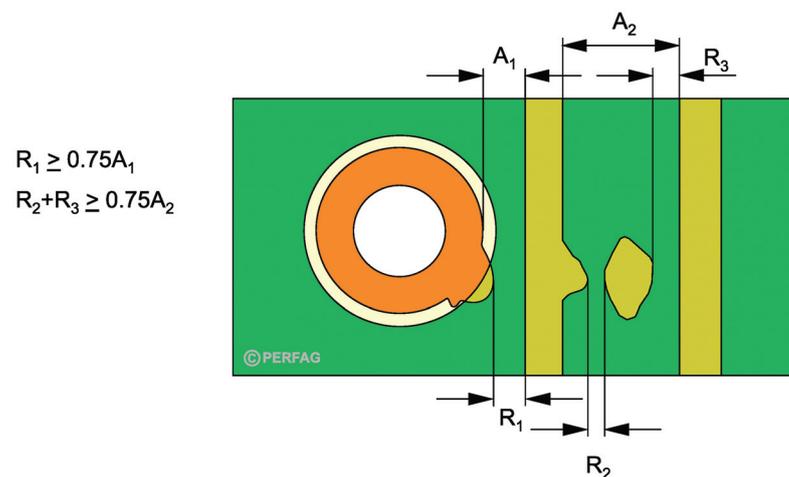
Please note that flexible parts of the PCB must not contain plated-through holes. Plated-through holes may occur, though, in the areas on the PCB not designed to be flexible, meaning rigid parts of the rigid-flex PCB as well as parts of the flexible PCB supported by stiffeners.

**Design Note**

Please note that the 75 % rule can affect the impedance of the tracks and the maximum power that can be dissipated in these.

- c) The insulation distance  $R$  between the parts of the PCB pattern (tracks and soldering pads etc.) must be reduced by maximum 75 % of the nominal distance  $A$ . Random, unwanted metal residues must be taken into account when assessing of the reduction of the insulation distance (*Fig. 2-3*).

Figure 2-3



## 2.3

### General Changes of PCB Pattern

The effects of imaging faults, too weak or too heavy etching or plating growth, but not misregistration, may cause individual parts of the PCB pattern, e.g. tracks, to become a little wider or narrower, that is, the edges of the track may be displaced in an inwards or outwards direction.

# 3 Durchmetallisierte Löcher

## 3.1 Allgemeine Qualitätsanforderungen

- a) Löcher im starren und/oder flexiblen Basismaterial müssen so hergestellt werden, dass die Haftfestigkeit der Metallisierung beim Löten und Entlöten entsprechend *Abschnitt 3.7* erreicht wird, d.h. die Lochwand muss eine gewisse Rauigkeit aufweisen. Gleichzeitig müssen die in *Abschnitt 13.2 (Lötprozess)* aufgeführten Anforderungen eingehalten werden, d.h. die Rauigkeit muss klein genug sein, um beim Galvanisieren eine glatte und spannungsfreie Oberfläche zu erzeugen.
- b) Es dürfen keine Glasfasern die Beschichtung durchdringen.
- c) Zwischen Lochmetallisierung und Lötpad darf kein Riss oder Bruch auftreten.
- d) In den metallisierten Bohrungen dürfen weder Schmutz noch Staub, Bohrrückstände oder Ähnliches vorhanden sein. Die Lötbarkeit muss einwandfrei sein. Siehe *Abschnitt 13.1 (Generelle Anforderungen für die Lötbarkeit)*.
- e) Blinde und vergrabene Durchgangsbohrungen können entweder mechanisch gebohrt oder mittels Laser hergestellt werden.
- f) Durch dicke Verkupferung verschlossene Durchgangsbohrungen sind nicht zulässig.
- g) Mit Epoxid gefüllte Durchgangsbohrungen müssen zu 90 bis 100 % gefüllt sein.

## 3.2 Dicke des galvanischen Niederschlages

Untenstehend werden die Anforderungen bezüglich einer Mindestniederschlagsdicke für verschiedene Locharten mit der Nenntiefe  $t$  und dem Nenndurchmesser  $d$  angegeben. Außerdem wird aufgezeigt, wie die Schichtdicke als Durchschnittswert mehrerer Messungen zu ermitteln ist.

- a) Für durchmetallisierte Löcher mit  $d > 150 \mu\text{m}$  (*Abb. 3-1*):
 

Schichtdicke in irgendeinem Loch:	durchschnittlich $25 \mu\text{m}$
Schichtdicke in dünnen Bereichen der Lochwand:	mindestens $20 \mu\text{m}$

Die Schichtdicke in der Bohrung wird anhand eines Schliffbildes gemessen und als Mittelwert aus sechs Messungen errechnet, und zwar drei auf jeder Seite der Bohrung bei  $1/4$ ,  $1/2$  und  $3/4$  der Lochtiefe.