



IPC-6012C DE



Ihr Fachverband für Design,  
Leiterplatten- und Elektronikfertigung e. V.

FED e. V. - Ihr Fachverband  
für Design, Leiterplatten-  
und Elektronikfertigung  
Alte Jakobstraße 85/86  
10179 Berlin  
<http://www.fed.de>

# Qualifikation und Leistungsspezifikation für starre Leiterplatten

If a conflict occurs  
between the English and  
translated versions of this  
document, the English  
version will take  
precedence.

Im Falle eines Konfliktes  
zwischen der englisch-  
sprachigen und einer  
übersetzten Version  
dieses Dokumentes hat  
die englischsprachige  
Version den Vorrang.

Entwickelt durch die Rigid Printed Board Performance Specifications  
Task Group (D33a) des Rigid Printed Board Committee (D30) des IPC

### **Supersedes:**

IPC-6012B mit  
Ergänzung 1 - Juli 2004  
IPC-6012B - August 2004  
IPC-6012A mit  
Ergänzung 1 - Juli 2000  
IPC-6012A - Oktober 1999  
IPC-6012 - Juli 1996  
IPC-RB-276 - März 1992

Die Anwender dieser Richtlinie sind aufgefordert, an der Entwicklung  
künftiger Versionen mitzuarbeiten.

### Kontakt:

IPC  
3000 Lakeside Drive, Suite 309S  
Bannockburn, Illinois  
60015-1249  
Tel 847 615.7100  
Fax 847 615.7105

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 ANWENDUNGSBEREICH</b> .....	1	3.2.6	Abscheidung von Basismetall und leitfähigen Beschichtungen.....	8
1.1 Erläuterung zum Anwendungsbereich.....	1	3.2.7	Metallische und nicht-metallische Abscheidungen von Endoberflächen und Beschichtungen .....	8
1.2 Zweck .....	1	3.2.8	Polymer Beschichtung (Lötstopmmaske).....	12
1.2.1 Ergänzende Dokumentation .....	1	3.2.9	Umschmelzflüssigkeiten und Flussmittel.....	12
1.3 Leistungsklassifikation und Typ .....	1	3.2.10	Bezeichnungsdruckfarben .....	12
1.3.1 Klassifikation.....	1	3.2.11	Isoliermaterial zur Lochverfüllung.....	12
1.3.2 Leiterplattentyp.....	1	3.2.12	Wärmeableitungsebenen, Außenlage .....	12
1.3.3 Auswahl für die Beschaffung .....	1	3.2.13	Schutz von Verbindungslöchern .....	12
1.3.4 Material, Metallisierungsprozess und Endoberfläche .....	3	3.2.14	Eingebettete passive Materialien.....	12
1.4 Fachbegriffe und Definitionen.....	4	3.3	Sichtkontrolle .....	12
1.4.1 Wie zwischen Anwender und Lieferant vereinbart (AABUS).....	4	3.3.1	Kanten.....	12
1.5 Wortwahl „Muss“ [shall], .....	4	3.3.2	Laminatfehlstellen .....	13
1.6 Maßangaben .....	4	3.3.3	Metallisierungs- und Beschichtungsfehlstellen im Loch.....	14
1.7 Revisionsänderungen.....	4	3.3.4	Abgehobene Anschlussflächen.....	14
<b>2 ANWENDBARE DOKUMENTE</b> .....	5	3.3.5	Kennzeichnung .....	14
2.1 IPC .....	5	3.3.6	Lötbarkeit .....	14
2.2 Gemeinsame Industriestandards (Joint Industry Standards) .....	6	3.3.7	Metallisierungs-Haftfestigkeit.....	14
2.3 (Amerikanische) Bundes-Normen (Federal) .....	6	3.3.8	Direktsteckerkontakt, Übergang Vergoldung zur Lötbeschichtung .....	15
2.4 Sonstige Veröffentlichungen .....	7	3.3.9	Verarbeitungsgüte .....	15
2.4.1 Amerikanische Gesellschaft für Tests und Materialien (American Society for Testing and Materials) .....	7	3.4	Anforderungen an Leiterplattenmaße.....	15
2.4.2 Underwriters Lab.....	7	3.4.1	Lochgröße, Lochbildgenauigkeit und Leiterbildgenauigkeit.....	15
2.4.3 National Electrical Manufacturers Association ..	7	3.4.2	Restring und Lötrandunterbrechung (Außenlagen) .....	16
2.4.4 American Society for Quality .....	7	3.4.3	Wölbung und Verwindung.....	17
2.4.5 AMS .....	7	3.5	Leiterbahndefinition .....	17
2.4.6 Amerikanische Gesellschaft der Maschinenbauingenieure (American Society of Mechanical Engineers) .....	7	3.5.1	Leiterbahnbreite und -dicke.....	17
<b>3 ANFORDERUNGEN</b> .....	7	3.5.2	Leiterbahnabstand.....	17
3.1 Allgemeines.....	7	3.5.3	Leiterbahnfehler .....	18
3.2 Materialien .....	7	3.5.4	Leitfähige Oberflächen .....	18
3.2.1 Laminate und Verbundmaterial .....	7	3.6	Strukturelle Integrität.....	20
3.2.2 Kleber für externe Materialien .....	7	3.6.1	Thermischer Stresstest.....	20
3.2.3 Andere Isoliermaterialien .....	8	3.6.2	Anforderungen an Testcoupons oder Leiterplatten mit Schliiffprüfung .....	21
3.2.4 Metallfolien .....	8	3.7	Anforderungen an die Lötstopmmaske.....	30
3.2.5 Metallflächen/Metallkerne .....	8	3.7.1	Lötstoppmasken-Abdeckung.....	30

3.7.2	Aushärtung und Haftfestigkeit der Lötstopmmaske.....	31	3.10.8	Thermischer Schock .....	34
3.7.3	Lötstoppmaskendicke .....	32	3.10.9	Oberflächenisolationswiderstand (Im Anlieferungszustand).....	34
3.8	Elektrische Anforderungen .....	32	3.10.10	Metallkern (horizontale Schliffprobe).....	34
3.8.1	Durchschlagsspannung des Dielektrikums.....	32	3.10.11	Nacharbeitssimulation .....	34
3.8.2	Elektrischer Durchgang und Isolationswiderstand .....	32	3.10.12	Haftfestigkeit, Anschlussflächen nicht-metallisierter Bauteilanschlusslöcher .....	35
3.8.3	Kurzschlüsse des Leiterbildes/der durchmetallisierten Löcher mit Metallsubstraten .....	32	3.10.13	Zerstörende physikalische Analyse (DPA) .....	35
3.8.4	Feuchte und Isolationswiderstand .....	32	3.11	Reparatur .....	35
3.9	Reinheit.....	33	3.11.1	Schaltungsreparatur .....	35
3.9.1	Reinheit vor der Aufbringung der Lötstopmmaske.....	33	3.12	Nacharbeit.....	35
3.9.2	Reinheit nach der Aufbringung der Lötstopmmaske, des Lots oder alternativer Oberflächenbeschichtungen .....	33	<b>4</b>	<b>QUALITÄTSSICHERUNGSMASSNAHMEN ....</b>	<b>35</b>
3.9.3	Reinheit der Innenlagen nach der Oxidationsbehandlung vor der Laminierung.....	33	4.1	Allgemeines .....	35
3.10	Spezielle Anforderungen .....	33	4.1.1	Qualifikation.....	35
3.10.1	Ausgasung .....	33	4.1.2	Muster-Testcoupons.....	35
3.10.2	Organische Verunreinigung .....	33	4.2	Annahmetests .....	36
3.10.3	Pilzresistenz.....	33	4.2.1	C=0 Null-Fehler-Anzahl Probenplan .....	36
3.10.4	Vibration .....	33	4.2.2	Verifizierungstests .....	36
3.10.5	Mechanischer Schock.....	34	4.3	Qualitätskonformitätstest.....	36
3.10.6	Impedanztest.....	34	4.3.1	Auswahl der Testcoupons .....	36
3.10.7	Thermischer Ausdehnungskoeffizient (coefficient of thermal expansion CTE) .....	34	5	HINWEISE .....	42
			5.1	Bestelldaten .....	42
			5.2	Abgelöste Spezifikationen.....	42
			<b>ANHANG A</b>	.....	<b>43</b>
			<b>ANHANG B</b>	.....	<b>47</b>

<b>Bilder</b>		<b>Tabellen</b>		
Bild 3-1	Restringmessung (Außenlage).....	17	Tabelle 1-1 Technologiezusätze .....	2
Bild 3-2	Lochhausbrüche 90° und 180° .....	17	Tabelle 1-2 Standard-Anforderungen.....	3
Bild 3-3	Leiterbahn-Breitenreduzierung.....	17	Tabelle 3-1 Metallflächen/Metallkerne .....	8
Bild 3-4	Rechteckige Anschlussfläche für Oberflächenmontage.....	18	Tabelle 3-2 Anforderungen an die Endoberfläche und an Schutzbeschichtungen .....	10
Bild 3-5	Runde Anschlussfläche für Oberflächenmontage.....	19	Tabelle 3-3 Minimalanforderungen an die Oberflächen- und Loch-Kupfermetallisierung bei nicht- durchgehenden Verbindungslöchern über mehr als 2 Lagen, durchmetallisierten Löchern und Sacklöchern .....	11
Bild 3-6	Rissdefinition.....	22	Tabelle 3-4 Minimalanforderungen an die Oberflächen- und Loch-Kupfermetallisierung bei Microvias (Sacklöcher und nicht-durchgehende Verbindungslöcher).....	11
Bild 3-7	Separationen an Außenlagenfolien.....	22	Tabelle 3-5 Minimalanforderungen an die Oberflächen- und Loch-Kupfermetallisierung bei Kernen nicht-durchgehender Verbindungslöcher über genau 2 Lagen .....	12
Bild 3-8	Metallisierungsfalten/Einschlüsse - Messpunkte für Minimalwerte .....	23	Tabelle 3-6 Metallisierungs- und Beschichtungsfehlstellen im Loch .....	14
Bild 3-9	Typische Schliffprobe.....	24	Tabelle 3-7 Lücke an Direktsteckerkontakten.....	15
Bild 3-10	Messung der Rückätzung .....	24	Tabelle 3-8 Minimaler Restring .....	16
Bild 3-11	Maximale Entfernung dielektrischen Materials durch Rückätzung .....	25	Tabelle 3-9 Unversehrtheit durchmetallisierter Löcher nach Stressbehandlung .....	21
Bild 3-12	Negative Rückätzung.....	25	Tabelle 3-10 Anforderungen an die Deckflächenmetallisierung.....	28
Bild 3-13	Restringmessung (Innenlage) .....	25	Tabelle 3-11 Innenlagen-Foliendicke nach der Bearbeitung .....	29
Bild 3-14	Schliffrotationen zur Erkennung von Lochhausbrüchen.....	26	Tabelle 3-12 Dicke von Außenlagenleitern nach der Metallisierung.....	29
Bild 3-15	Vergleich bei Schliffrotationen .....	26	Tabelle 3-13 Haftfestigkeit der Lötstopmmaske .....	32
Bild 3-16	Messung der Schulter-Metallisierung (gilt für alle gefüllten durchmetallisierten Löcher) .....	27	Tabelle 3-14 Durchschlagsspannung des Dielektrikums..	32
Bild 3-17	Schulter-Metallisierung bei Typ 4 Leiterplatten (zulässig) .....	28	Tabelle 3-15 Isolationswiderstand.....	32
Bild 3-18	Schulter-Metallisierung wurde durch übermäßiges Schleifen/Einebnen entfernt (unzulässig) .....	28	Tabelle 4-1 Qualifikationstestcoupons .....	36
Bild 3-19	Dicke der Kupfer-Deckfläche.....	28	Tabelle 4-2 C=0 Probenplan (Probenumfang für einen speziellen Indexwert .....	37
Bild 3-20	Höhe der Kupfer-Deckfläche auf gefülltem Verbindungsloch (Hügel) .....	28	Tabelle 4-3 Annahmetests und Testhäufigkeit .....	38
Bild 3-21	Delle in der Kupfer-Deckfläche .....	28	Tabelle 4-4 Qualitätskonformitätstest .....	42
Bild 3-22	Fehlstellen in der Kupfer- Deckflächenmetallisierung.....	28	Tabelle A.1 Ergänzende Anforderungen für Klasse 3/A .....	43
Bild 3-23	Abstand zwischen Metallkern und durchmetallisiertem Loch.....	30		
Bild 3-24	Messung des minimalen dielektrischen Abstands .....	30		

# Qualifikation und Leistungsspezifikation für starre Leiterplatten

## 1 ANWENDUNGSBEREICH

**1.1 Erläuterung zum Anwendungsbereich** Diese Spezifikation deckt die Anforderungen an die Qualifikation und Leistungsspezifikation für die Herstellung starrer Leiterplatten ab.

**1.2 Zweck** Der Zweck dieser Spezifikation ist es, Anforderungen an die Qualifikation und Leistung starrer Leiterplatten auf der Grundlage folgender Aufbauten und/oder Technologien zu liefern:

- Ein- oder zweiseitige Leiterplatten mit oder ohne durchmetallisierte(n) Löcher(n)
- Multilayer-Leiterplatten mit durchmetallisierten Löchern mit oder ohne Sacklöcher(n)/nicht durchgehende(n) Verbindungslöcher(n)
- Multilayer-Leiterplatten mit hochdichten Lagen (HDI) entsprechend IPC-6016
- Leiterplatten mit aktiv eingebetteten passiven Schaltungen mit kapazitiven Ebenen (verteilte Kapazität) und/oder kapazitiven oder resistiven Bauteilen
- Leiterplatten mit Metallkern mit oder ohne aktiver oder passiver externe(r) metallische(r) Wärmesenke

**1.2.1 Ergänzende Dokumentation** Die Richtlinie IPC-A-600 enthält Zeichnungen, Illustrationen und Fotografien, die der Veranschaulichung der auf Außen- und Innenlagen beobachtbaren, zulässigen oder fehlerhaften Kriterien dienen. Sie kann gemeinsam mit dieser Spezifikation genutzt werden, um die Empfehlungen und Anforderungen umfassender und leichter verstehen zu können.

## 1.3 Leistungsklassifikation und Typ

**1.3.1 Klassifikation** Diese Spezifikation legt die Abnahmekriterien für die Leistungsklassifikation starrer Leiterplatten auf der Grundlage von Kundenanforderungen und/oder Anforderungen der Endanwendung fest. Die Leiterplatten werden durch eine von drei allgemeinen Leistungsklassen entsprechend IPC-6011 klassifiziert.

**1.3.1.1 Abweichungen von Anforderungen** Anforderungen, die von den Spezifikationen dieser Richtlinie abweichen, **müssen** den Vereinbarungen zwischen Anwender und Lieferant entsprechen (AABUS).

**1.3.1.2 Abweichungen bei Raumfahrt und militärischer Luftfahrt** Abweichende Anforderungen an die Leistungsklassifikation bei Raumfahrt und militärischer Luftfahrt sind in Anhang A dieser Richtlinie definiert und aufgelistet. Sie werden allgemein als Klasse 3/A bezeichnet.

**1.3.2 Leiterplattentyp** Leiterplatten ohne durchmetallisierte Löcher (Typ 1) und mit durchmetallisierten Löchern (Typen 2-6) werden wie folgt klassifiziert:

Typ 1 — Einseitige Leiterplatte

Typ 2 — Doppelseitige Leiterplatte

Typ 3 — Multilayer-Leiterplatte ohne Sacklöcher oder nicht-durchgehende Verbindungslöcher

Typ 4 — Multilayer-Leiterplatte mit Sacklöchern und/oder nicht-durchgehenden Verbindungslöchern

Typ 5 — Multilayer-Metallkernleiterplatte ohne Sacklöcher oder nicht-durchgehende Verbindungslöcher

Typ 6 — Multilayer-Metallkernleiterplatte mit Sacklöchern und/oder nicht-durchgehenden Verbindungslöchern

**1.3.3 Auswahl für die Beschaffung** Die Leistungsklasse **muss** in der Beschaffungsdokumentation spezifiziert werden.

Die Beschaffungsdokumentation **muss** ausreichend Informationen für die Herstellung der Leiterplatte zur Verfügung stellen und sicherstellen, dass der Anwender das gewünschte Produkt erhält. Informationen, die in der Beschaffungsdokumentation enthalten sein sollten, soll IPC-D-325 entsprechen.