

Einführung in das IPC-Richtlinienwerk

IPC-Richtlinien für die praktische Anwendung in Design,
Leiterplatten- und Baugruppenfertigung und
Qualitätsbeurteilungen der Produkte

Michael Ihnenfeld

FED e.V.

Fachverband für Design, Leiterplatten- und Elektronikfertigung

Gliederung

- Das Umfeld inländischer Unternehmen – Vor welchen Aufgaben stehen deutsche Firmen ?
- Wo entsteht Qualität ?
- Was bietet das IPC-Richtliniensystem ?
- IPC-Richtlinien im Produkt-Entstehungsprozess
- Die Angebote des FED beim Einsatz von IPC-Richtlinien
- Abkürzungen

Das Umfeld inländischer Unternehmen

- Sie wirken in einer global agierenden Welt unter verschärften Wettbewerbsbedingungen und einem sprunghaften Anstieg der weltweit verfügbaren Ressource Arbeitskraft.
- Die Produktkosten werden bestimmt durch Arbeitszeitaufwand, Lohn- und vor allem Materialkosten.
- Es besteht ein permanenter Kostendruck, wenn der Bestand gesichert bleiben soll.

Das Umfeld inländischer Unternehmen

Das Idealziel: **First Time Right**, d.h.

=> möglichst geringer Zeitaufwand bei der
Produktrealisierung

=> Minimierung des Ausschusses, der Nacharbeit, des
Reparaturaufwandes

Ein Lösungsansatz:

**Die Anwendung klarer Vereinbarungen, Richtlinien und
Normen.**

Was ist Qualität ?

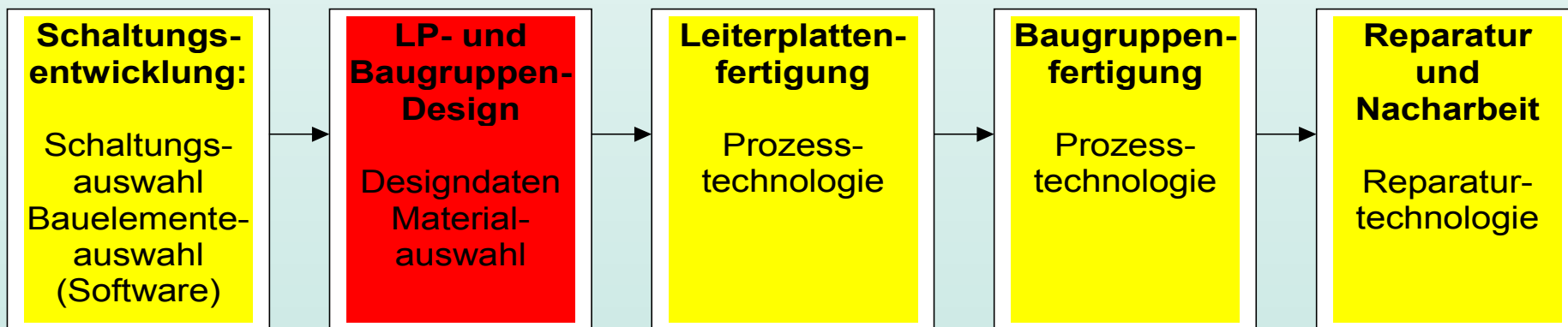
- „Vermögen einer Gesamtheit aller Merkmale eines Produkts, eines Systems oder eines Prozesses zur Erfüllung der Forderungen von Kunden und anderen interessierten Parteien.“ (DIN EN ISO 9000)
- „Die Gesamtheit von Merkmalen einer Einheit bezüglich ihrer Eignung, festgelegte und vorausgesetzte Erfordernisse zu erfüllen“. (DIN EN ISO 8402)

Was sind Qualitätsrichtlinien ?

In Qualitätsrichtlinien ist festgelegt, wie das technische Ergebnis eines Arbeitsschrittes auszusehen hat, damit bestimmte Einsatzziele (z.B. Einsatzklasse, Einsatzparameter wie MTBF) des Produktes aus technischer und wirtschaftlicher Sicht optimal realisierbar sind.

Qualität: Entstehungsort und Einflussfaktoren

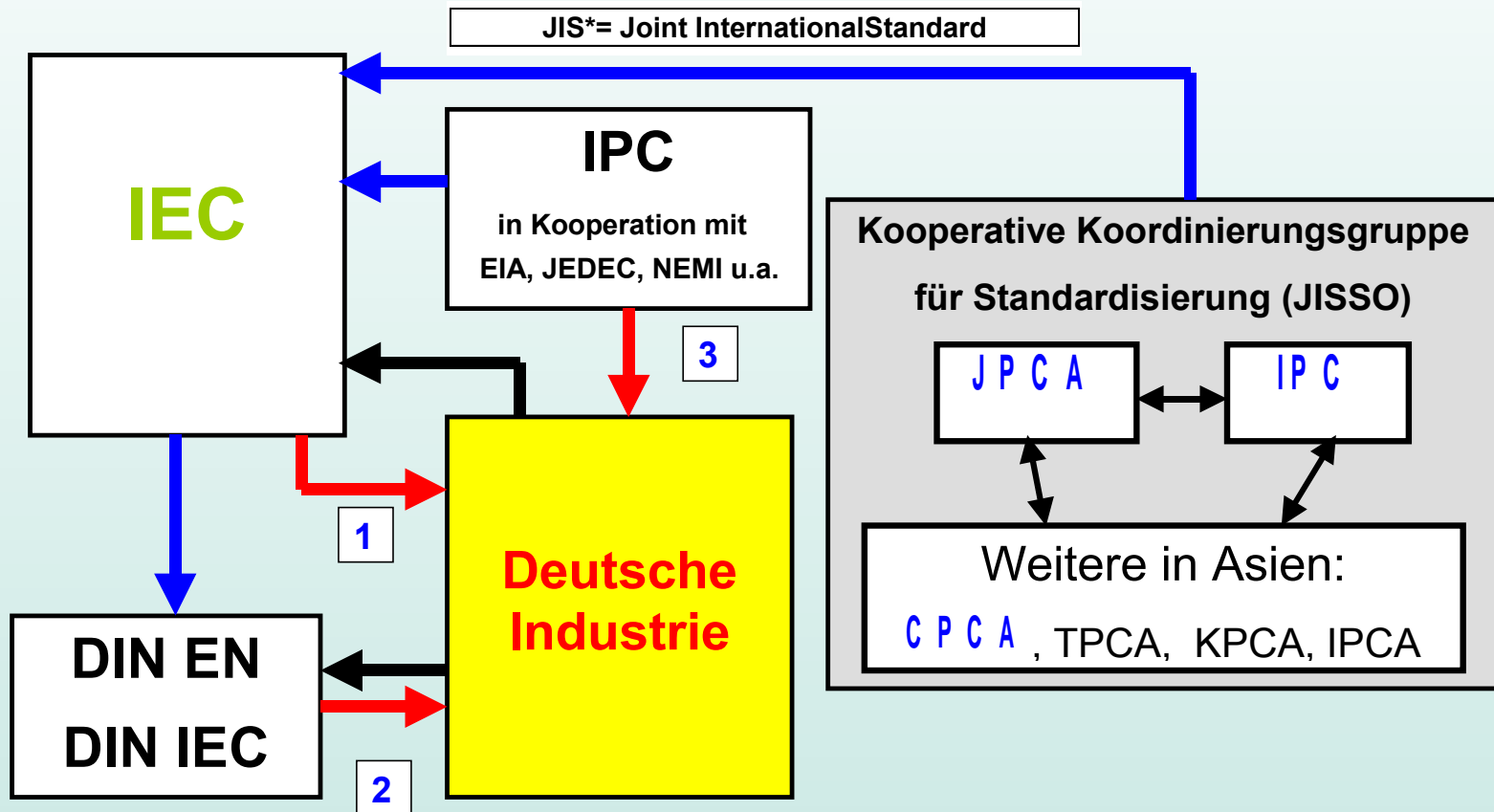
- Die Qualität des Endproduktes setzt sich aus der Qualität der einzelnen Entstehungsschritte zusammen.
- Jeder Entstehungsschritt generiert neue Abweichungen.
- Unerkannte Fehler bleiben bis zum Endprodukt erhalten.
- Qualitätssicherung muss zum frühestmöglichen Zeitpunkt einsetzen.
- Qualität ist eine Aufgabe aller beteiligter Parteien.



Die Normensituation in Deutschland

- Seit den 70er Jahren übernimmt die deutsche Elektronikindustrie zunehmend Normen (Standards) aus dem Ausland, meist von der IEC.
- Der IPC hat als Einreicher von Normen (Standards) bei der IEC erheblich an Bedeutung gewonnen.
- Nationale Gremien, wie DKE in Deutschland, wirken mittels Ergänzungs- und Änderungsvorschlägen mit.

Entstehungsprozess von Normen



Grundbemerkungen zu IPC-Richtlinien

- Der IPC stellt als einzige Institution einen vollständigen Satz von Dokumenten für den gesamten Prozess
Design ⇔ Leiterplattenherstellung ⇔ Baugruppenproduktion
zur Verfügung.
- Der Übergang zu neuen Techniken wird durch die Herausgabe sog. Handbücher (HDBK – Handbook) unterstützt.
- Das Interesse am Einsatz von IPC-Richtlinien nimmt weltweit erheblich zu.
- Es ist strategisch erklärtes Ziel des IPC, seinen Richtlinien den Status **globaler Standards** zu verschaffen. Die Bedeutung verschiedener Sprachversionen nimmt damit einhergehend zu.

Angebotspektrum des IPC

- ca . 300 Richtlinien und Handbücher für
 - ⇒ Design
 - ⇒ Basismaterial (Laminat, Metallfolien usw.)
 - ⇒ Einkauf von Hilfsmaterialien (Lote, Flussmittel, Lacke, etc.)
 - ⇒ Leiterplatten- und Baugruppenfertigung
 - ⇒ Reparatur/Nacharbeit
 - ⇒ Qualitätssicherung/Test
 - ⇒ Zuverlässigkeitsaspekte
 - ⇒ Materialdeklaration
 - ⇒ Lieferanten- und Maschinenqualifizierung

Angebotspektrum des IPC

... sowie

⇒ Managementberichte

⇒ Marktforschungsberichte

⇒ Roadmaps für die Entwicklung der
Elektronikindustrie

⇒ Zertifizierungen/Auditierungen

⇒ EMS-Managertraining

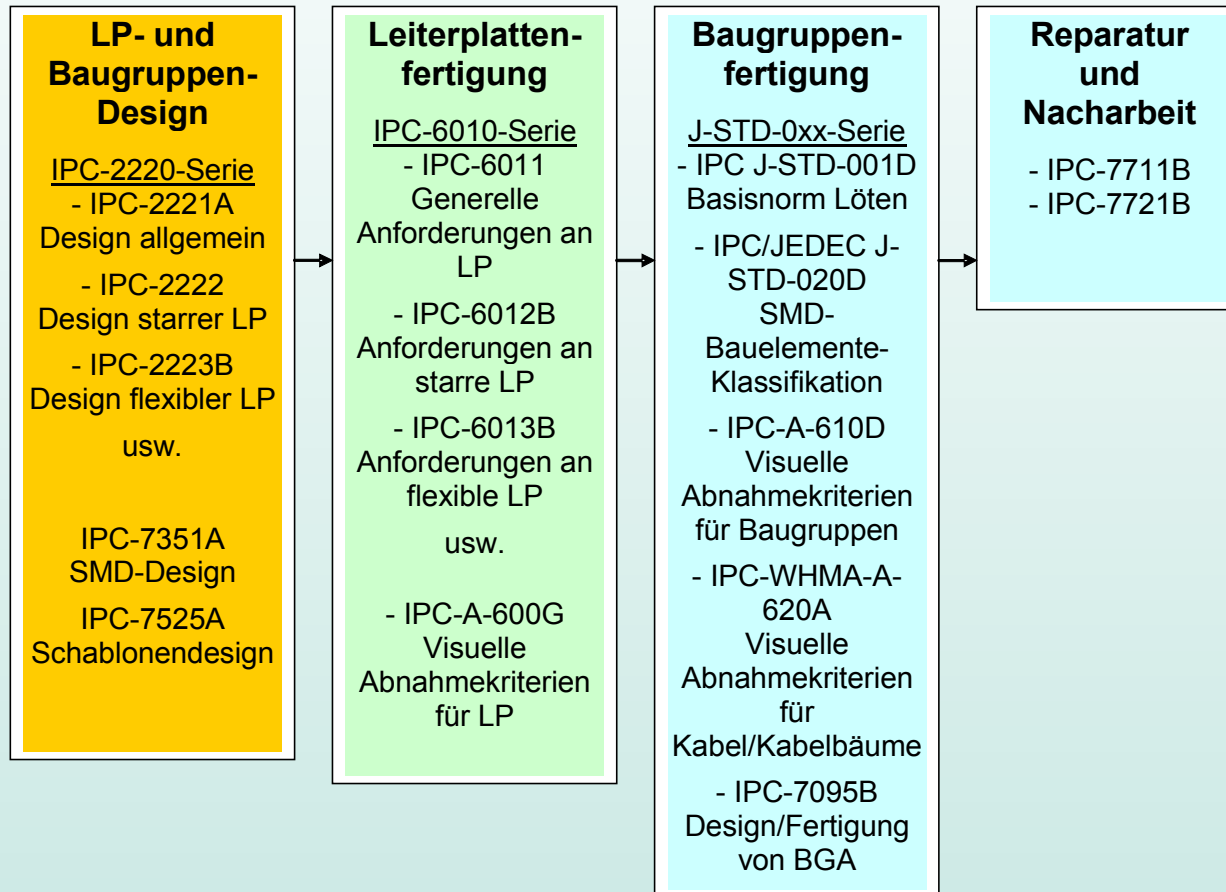
⇒ Certified Interconnect Designer (CID)

⇒ Trainings nach IPC-A-610D, IPC-A-600G, u.a.

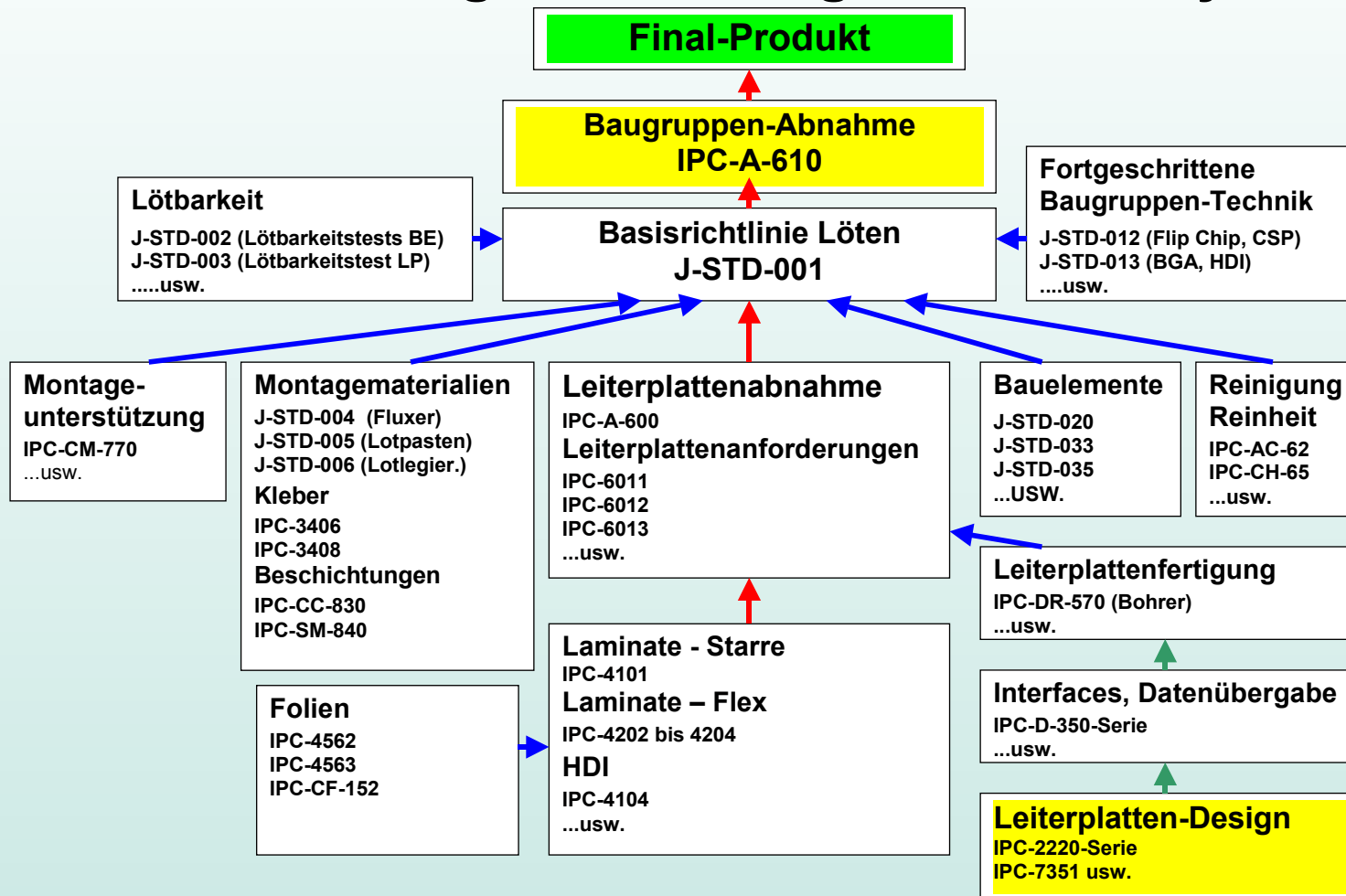
⇒ Seminare/Kurse

⇒ Testmuster

Die wichtigsten Design- und Fertigungsrichtlinien



Design-, Fertigungs- und QS-Richtlinien als durchgehendes abgestimmtes System



Die zweidimensionale Struktur des IPC-Richtlinien-Systems

Design	Laminates für starre LP	LP-Fertigung	Baugruppen-Fertigung
IPC-2220-Serie IPC-2221A Basisnorm	IPC-4100-Serie IPC-4101C Basisnorm	IPC-6010-Serie IPC-6011 Basisnorm	J-STD-Serie J-STD-001D Basisnorm
IPC-2222 (starre LP)	IPC-4110 (starre LP)	IPC-6012B (starre LP)	IPC/EIA-J-STD-002C (Lötbarkeitstest BE)
IPC-2223B (flex LP)	IPC-4103 (High Speed/HF)	IPC-6013B (flexible LP)	IPC-J-STD-003B (Lötbarkeitstest LP)
IPC-2224 (PCMCIA)	IPC/JPCA-4104 (HDI)		IPC-J-STD-004B (Flussmittel)
IPC-2225 (MCM)		IPC-6015 (MCM)	IPC/EIA J-STD-005A (Lotpasten)
IPC-2226 (HDI)		IPC-6016 (HDI)	IPC-J-STD-006B (Lotlegierungen)
IPC-2227 (CSP/BGA)		IPC-6017 (Embedded Passive)	
		IPC-6018A (Mikrowellen)	IPC/JEDEC J-STD-020C (BE-Klassifikation)

Das Grundprinzip des IPC: Anpassung der Qualität an die Erfordernisse

„Time is money“:

Qualität ist nur in dem Umfang zu realisieren, wie es dem geplanten Einsatzzweck des Produktes entspricht.

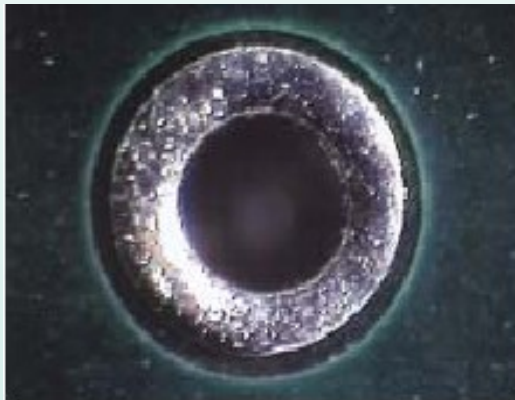
Es werden deshalb 3 Produktklassen unterschieden.

- Klasse 1: Gewöhnliche Elektronikprodukte
(General Electronic Products)
- Klasse 2: Zweckbestimmte Elektronikprodukte
(Dedicated Service Electronic Products)
- Klasse 3: Hochleistungselektronik
(High Reliability Products)

Definition der Anforderungsklassen

- Klasse 1:** Verbrauchsgüter mit geringen bzw. undefinierten Zuverlässigkeitsforderungen (z. B. einfache Consumer-Elektronik)
- Klasse 2:** Elektronik mit spezifiziertem Einsatzzweck, Industrie- und Steuerungselektronik mit erhöhten Zuverlässigkeitsforderungen (aber z. B. nicht lebenswichtigen Aufgaben)
- Klasse 3:** Elektronik mit hohen Anforderungen an die Zuverlässigkeit auch unter harschen Umgebungsbedingungen (z. B. lebenswichtige Systeme der Medizin, des Militärs, der Avionik, in Automobil-Sicherheitssystemen)
- Wichtig:** **Der Kunde/Anwender ist selbst für die richtige Einstufung seiner Produkte verantwortlich!**

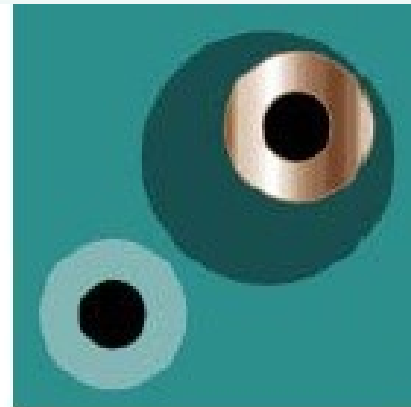
Praktische Anwendungen: IPC-A-600G Lötstopmmaske



Anzustreben – Klasse 1, 2, 3

Kein Versatz der Lötstopmmaske.
Die Lötstopmmaske ist um die Anschlussflächen innerhalb des nominalen Registrierungsabstandes zentriert.

Praktische Anwendungen: IPC-A-600G Lötstopmmaske



Zulässig – Klasse 1, 2, 3

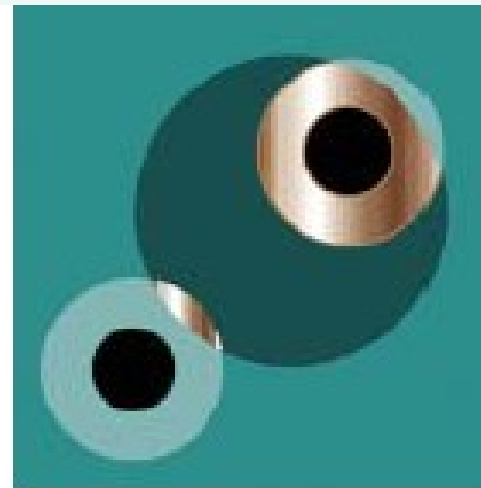
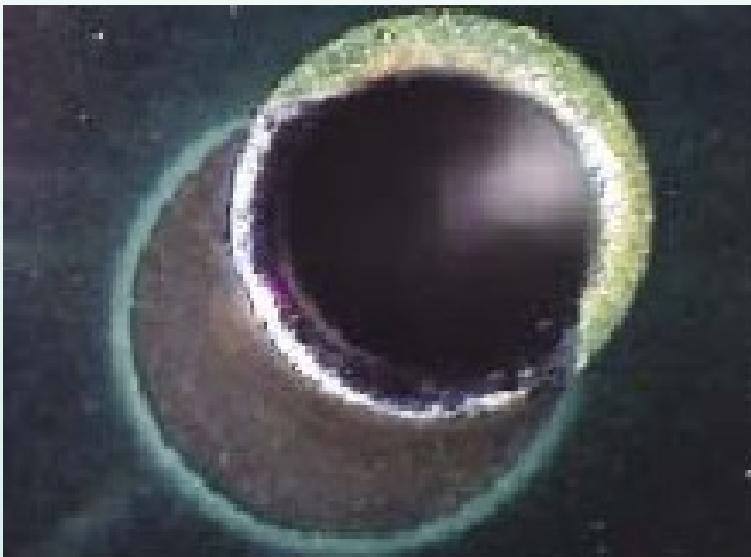
Versatz der Lötstopmmaske zu den Anschlussflächenbildern. Die Lötstopmmaske verletzt aber nicht die Mindestanforderungen an den Restring.

Kein Lötstoppmasken-Material in durchkontaktierten Löchern, außer in solchen, die nicht für das Löten vorgesehen sind.

Benachbarte, isolierte Anschlussflächen

oder Leiter sind nicht freigelegt.

Praktische Anwendungen: IPC-A-600G Lötstopmmaske

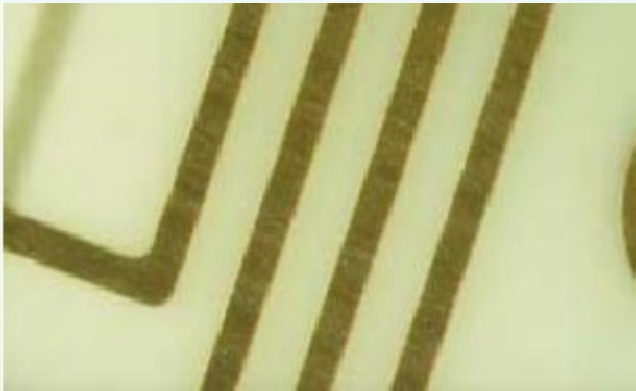


Unzulässig – Klasse 1, 2, 3

Abweichungen, die gegen die vorstehend genannten Kriterien verstoßen.

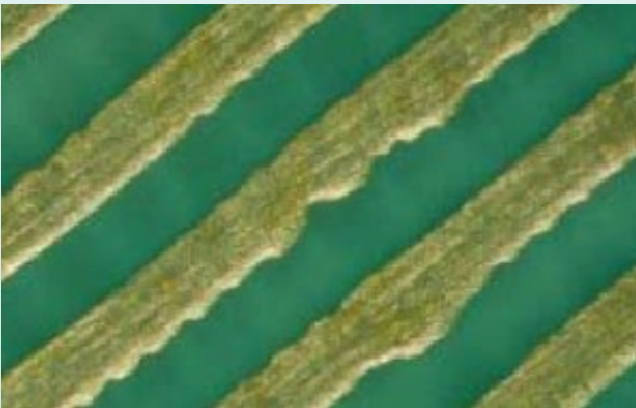
Praktische Anwendungen: IPC-A-600G

Definition der Leiterbilder - Abmessungen



Anzustreben – Klasse 1, 2, 3

Der Leiterabstand erfüllt die Anforderungen der Beschaffungsspezifikation.



Zulässig Klasse 3

Jegliche Kombination der Rauheit der Kanten, Kupferspitzen usw., welche den festgelegten Mindestleiterabstand um maximal 20 % in vereinzeltten Bereichen reduziert.

Praktische Anwendungen: IPC-A-600G Definition der Leiterbilder - Abmessungen



Zulässig Klasse 1, 2

Jegliche Kombination der Rauheit der Kanten, Kupferspitzen usw., welche den festgelegten Mindestleiterabstand um maximal 30 % in lokalen Bereichen reduziert.



Unzulässig – Klasse 1, 2, 3

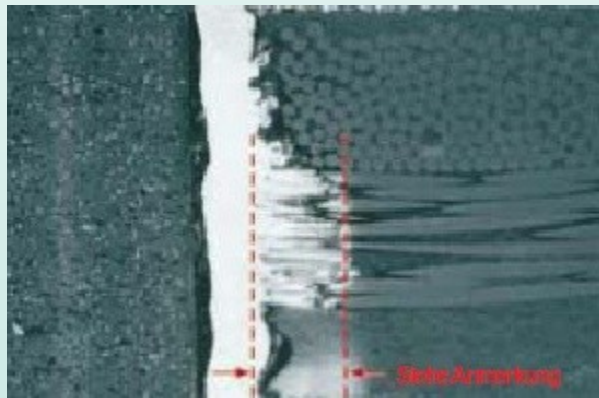
Abweichungen, die gegen obige Kriterien verstoßen.

Praktische Anwendungen: IPC-A-600G

Durchkontaktierte Löcher



Anzustreben – Klasse 1, 2, 3
Kein Dochteffekt



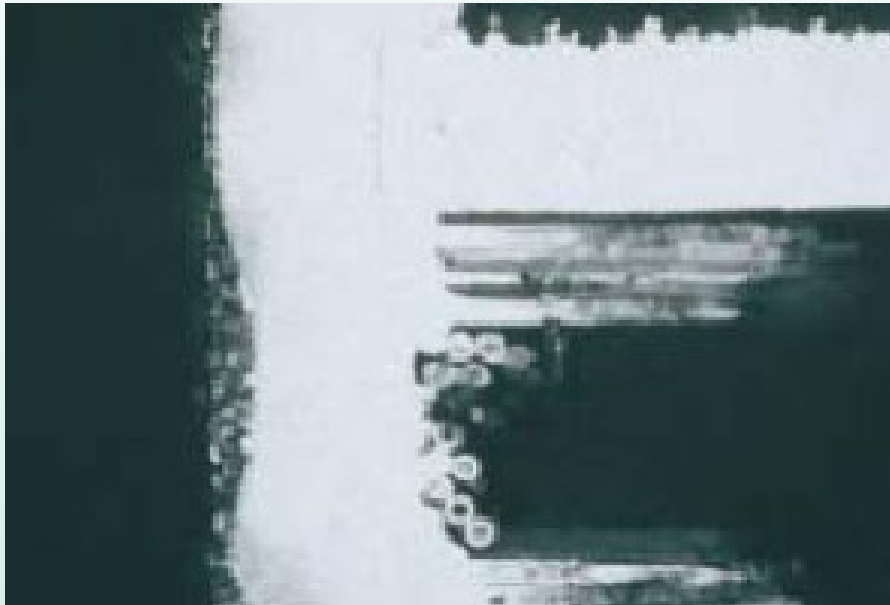
Zulässig Klasse

Klasse 1: Dochteffekt übersteigt nicht 120 µm.

Klasse 2: Dochteffekt übersteigt nicht 100 µm.

Klasse 3: Dochteffekt übersteigt nicht 80 µm.

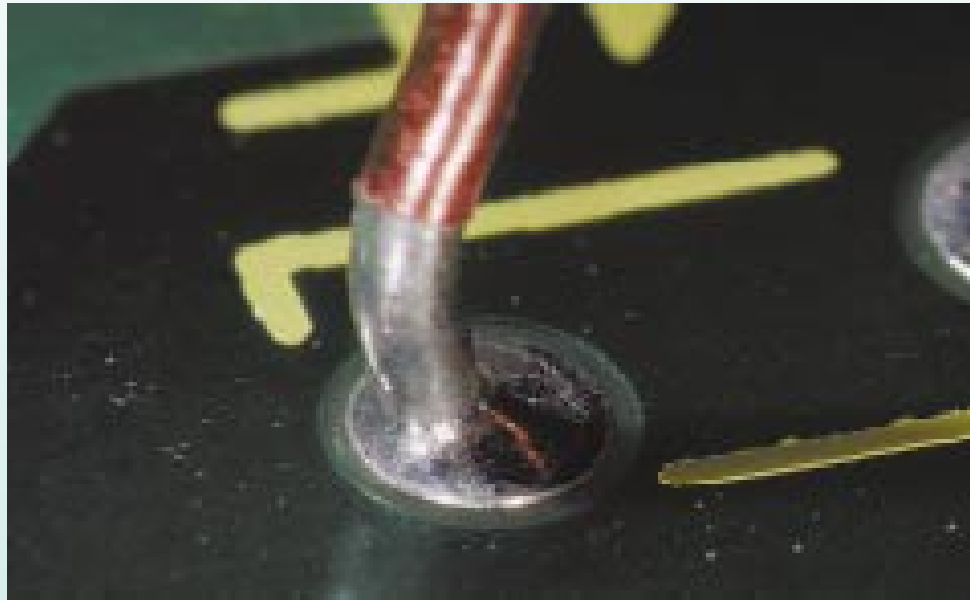
Praktische Anwendungen: IPC-A-600G Durchkontaktierte Löcher



Unzulässig – Klasse 1, 2, 3

Abweichungen, die gegen vorstehend genannte verstoßen.

Praktische Anwendungen: IPC-A-610D Durchkontaktierte Löcher – Drahtisolation im Lot



Anzustreben – Klasse 1, 2, 3

Abstand von einem Drahtdurchmesser zwischen der Lötstelle
und der Isolierung

Praktische Anwendungen: IPC-A-610D Durchkontaktierte Löcher – Drahtisolation im Lot

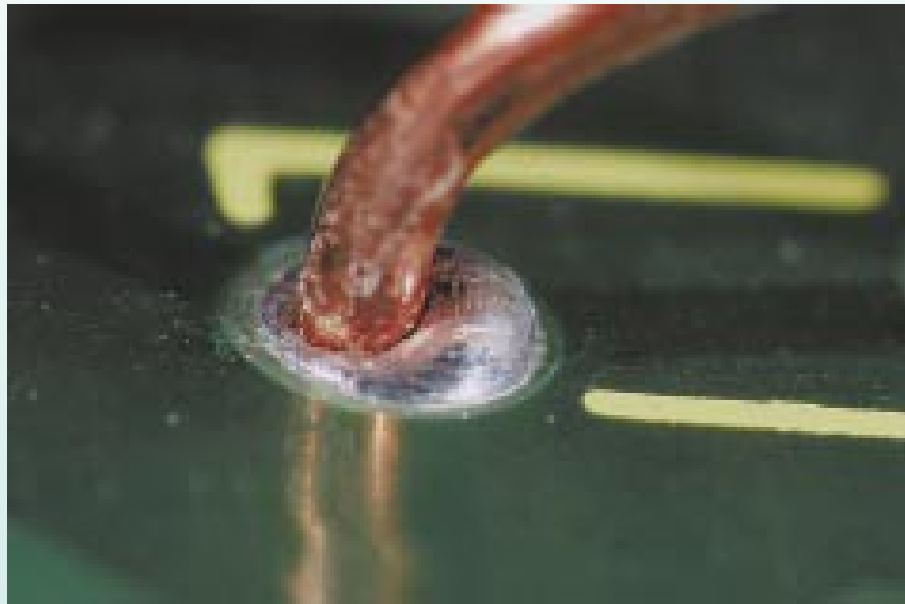


Zulässig – Klasse 1, 2 / Prozessindikator – Klasse 3

Die Beschichtung reicht auf der Primärseite (Bauteilseite) in die Lötverbindung hinein.

Praktische Anwendungen: IPC-A-610D

Durchkontaktierte Löcher – Drahtisolation im Lot



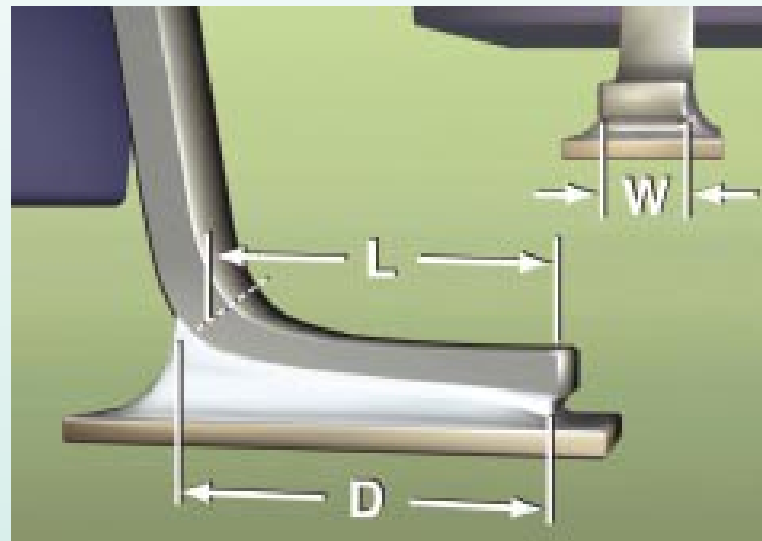
Unzulässig – Klasse 1, 2, 3

Die Lötverbindung zeigt schlechte Benetzung und erfüllt nicht die minimalen Anforderungen

Praktische Anwendungen: IPC-A-610D

Flachband-, L- und Gull-Wing-Anschlüsse

Minimale Seitenlänge der Lötstelle



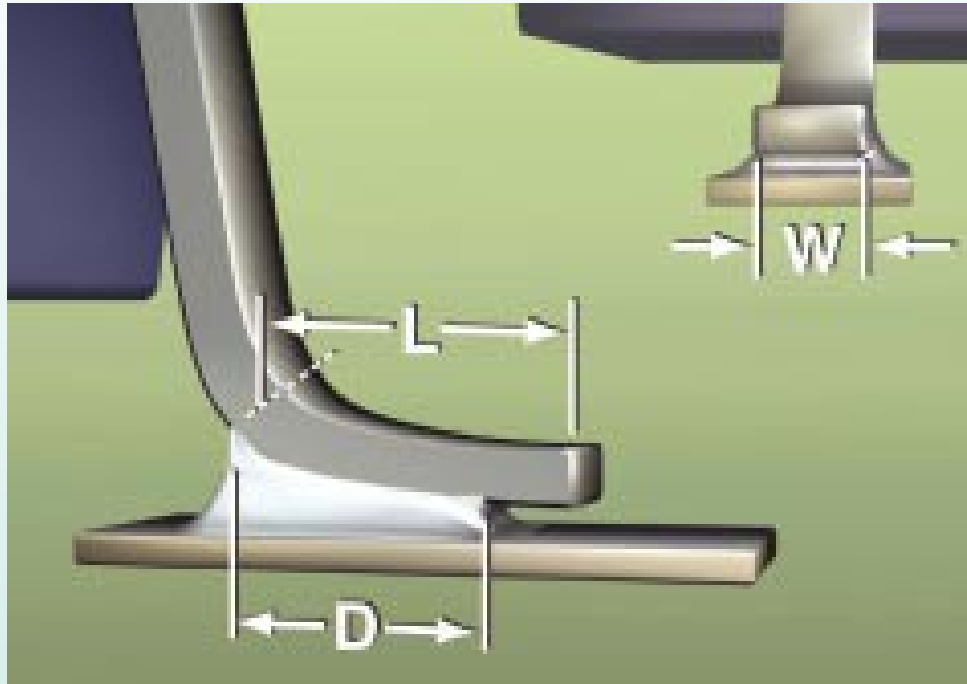
Zulässig Klasse 1

Die minimale Seitenlänge der Lötstelle (D) ist gleich der Anschlussbreite (W) oder 0,5 mm, je nachdem, welches Maß kleiner ist.

Zulässig Klasse 2, 3

Ist die Fußlänge L kleiner als $3 \cdot W$, so ist D gleich 100% von L.

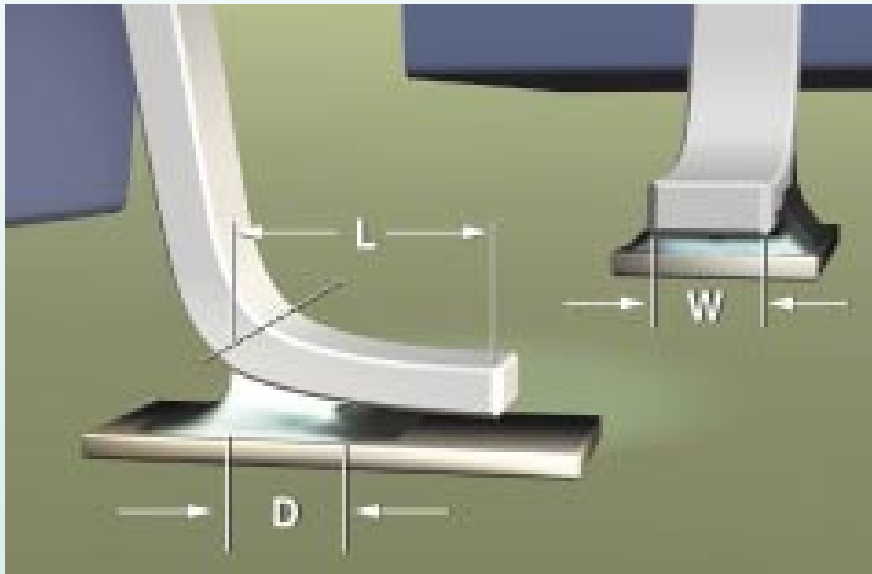
Praktische Anwendungen: IPC-A-610D Flachband-, L- und Gull-Wing-Anschlüsse Minimale Seitenlänge der Lötstelle



Zulässig Klasse 2, 3

Ist die Fußlänge L größer als $3 \cdot W$, so muss die minimale Länge der Lötstelle D gleich oder größer als $3 \cdot W$ oder 75% von L sein, je nachdem welcher Wert größer ist.

Praktische Anwendungen: IPC-A-610D Flachband-, L- und Gull-Wing-Anschlüsse Minimale Seitenlänge der Lötstelle



Unzulässig Klasse 1

$D < W$ oder $D < 0,5 \text{ mm}$

Unzulässig Klasse 2, 3

$L > 3 \cdot W$ und $D < 3 \cdot W$ oder $D < 0,75 L$

Vorteile und Nutzen bei der Anwendung von IPC-QS-Richtlinien

Wirkungsbereich	Nutzen
Ebene Mitarbeiter	⇒ Selbstschulung ⇒ Eigene Qualitätsüberwachung
Ebene Unternehmen	⇒ Zentrale Qualitätskontrolle Fertigung/Einkauf ⇒ Schulungsbasis für Belegschaft ⇒ Ausbildung Azubis/neue Mitarbeiter ⇒ Kommunikationsbasis der Unternehmensbereiche
Ebene Markt	⇒ Zentrale Qualitätskontrolle Einkauf ⇒ Basis Qualitätsabsprachen Kunde-Lieferant ⇒ Kommunikationsbasis der Unternehmen

Praktischer Einsatz im Unternehmen

Für den praktischen Einsatz steht der Anwender vor dem Problem aus der Menge von ca. 300 IPC-Richtlinien diejenigen herauszufiltern, die für die tägliche praktische Arbeit von grundlegender Bedeutung sind.

Nachfolgend wird der Versuch unternommen den Anwendern mit der Übersicht „Grundausstattung mit IPC-Richtlinien“ die Kerndokumente aufzulisten.

Praktischer Einsatz im Unternehmen

Grundausrüstung mit IPC-Richtlinien

Laminates, Folien und Oberflächen

- IPC-4101 - starre Laminates
- IPC-4202, IPC-4203, IPC-4204 - flexible Laminates, Isolier-, Deck-, Kleber-
und Verbundfolien
- IPC-4552 - Oberfläche chemisch Nickel/Gold
- IPC-4554 - Oberfläche chemisch Zinn
- IPC-4562 - Metallfolien

Design

- IPC-2221, IPC-2222, IPC-2223 - Design von starren, flexiblen und
starrflexiblen Leiterplatten
- IPC-7351 - Design von SMD-Anschlussflächen
- IPC-7525 - Design von Schablonen

Praktischer Einsatz im Unternehmen

Leiterplattenfertigung

IPC-6011, IPC-6012, IPC-6013 - Qualifikation und Leistungsspezifikation

IPC-A-600

- für starre, flexible und starrflexible LP'n
- Abnahmekriterien für Leiterplatten

Baugruppenfertigung

IPC-J-STD-001

IPC-J-STD-020,-033,-075

IPC-A-610

IPC/WHMA-A-620

- Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen
- Klassifizierung, Handhabung, Verpackung, Versand, Einsatz von BE
- Abnahmekriterien für Baugruppen
- Abnahmekriterien für Kabel und Kabelbäume

Praktischer Einsatz im Unternehmen

Reparatur und Nacharbeit

IPC-7711/7721

- Reparatur und Nacharbeit von Leiterplatten und Baugruppen

Begriffe und Definitionen

IPC-T-50

- Begriffe und Definitionen,
Fachwortverzeichnis Deutsche/Englisch
und Englisch/Deutsch

(ohne Buchstaben des Revisionsstandes)

Weiterentwicklung der Richtlinienarbeit beim IPC

- Verbesserung der Aktualität und Qualität der Dokumente
- Anhebung des offiziellen Status der Richtlinien weltweit
- Inhaltliche und strukturelle Neuordnung der Richtlinien entsprechend den wachsenden Anforderungen (weitere thematische Differenzierung)
- Stärkung der gemeinsamen Erarbeitung von Richtlinien mit anderen Fachverbänden

Maßnahmen zur Weiterentwicklung der Richtlinienarbeit

- Zertifizierung der Standardisierungsarbeit durch das **American National Standards Institute (ANSI)** seit 1997; Gütesiegel „Approved by ANSI“
- Inhaltliche und strukturelle Neuordnung in übergreifende **Basisdokumente (Generic Documents)** und vertiefende **Dokumente, die der technologischen Differenzierung Rechnung tragen (Sectional Specifications)**
- **Revision oder Neuerarbeitung mit System**
(Working Draft, Proposed for Ballot, Final Draft for Review, Publishing)

Die Angebote des FED beim Einsatz von IPC-Richtlinien

Aktivitäten des FED

- Aus- und Weiterbildung in Seminaren und Kursen
 - Certified Interconnect Designer (CID)
 - Certified IPC Specialist (CIS)
 - Certified IPC Trainer (CIT)
- Bereitstellung, Übersetzung, Beratung von Normen, Richtlinien, Vorschriften, Fachliteratur und aktuellen Informationen
- Interdisziplinärer Erfahrungsaustausch in Regionalgruppen, Messen, Internet-Foren, FED-Konferenz, usw.

Die Angebote des FED beim Einsatz von IPC-Richtlinien

Verfügbare deutschsprachige Übersetzungen von IPC-Dokumenten

➔ Design

- ⇒ FED-22-02A FED-Designrichtlinie mit der IPC-2221A, IPC-2222, IPC-2223A
- ⇒ IPC-7351A Design von SMD-Anschlussflächen
- ⇒ IPC-7525A Design von Schablonen

➔ Laminates

- ⇒ IPC-4101B Spezifikation für Basismaterialien für starre LP und Multilayer-LP

Die Angebote des FED beim Einsatz von IPC-Richtlinien

➔ Laminate und Leiterplattenoberflächen

- ⇒ IPC-4101B Spezifikation für Basismaterialien für starre LP und Multilayer-LP
- ⇒ IPC-4552 Spezifikation Oberfläche chemisch Nickel/Gold
- ⇒ IPC-4554 Spezifikation Oberfläche chemisch Zinn

➔ Leiterplattenfertigung

- ⇒ IPC-A-600G Abnahmekriterien für Leiterplatten
- ⇒ IPC-6011 Allg. Leistungsspezifikationen für Leiterplatten
- ⇒ IPC-6012B Qualifikation und Leistungsspezifikation für starre Leiterplatten
- ⇒ IPC-6013B Qualifikation und Leistungsspezifikation für flexible und starrflexible Leiterplatten

Die Angebote des FED beim Einsatz von IPC-Richtlinien

→ Baugruppenfertigung

- ⇒ IPC-A-610D Abnahmekriterien für Baugruppen
- ⇒ IPC-J-STD-001D Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen
- ⇒ IPC-J-STD-020D Klassifizierung von SMD-BE bezüglich Feuchtigkeits-/Reflowempfindlichkeit (MSL-Level)
- ⇒ IPC-J-STD-033B.1 Handhabung, Verpackung, Versand und Einsatz feuchtigkeits-/reflowempfindlicher Bauelemente für die Oberflächenmontage
- ⇒ IPC-J-STD-075 Klassifizierung von Nicht-IC-Elektronikbauelementen für Bestückungsprozesse

→ Begriffe, Definitionen, Wörterbücher

- ⇒ IPC-T-50G Begriffe und Definitionen für die Leiterplatten- und Baugruppenindustrie (Deutsch-Englisch, Englisch-Deutsch)

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Ihr Kontakt

Alte Jakobstr. 85/86

10179 Berlin

Tel.: +49 (0)30 834 9059

Fax: +49 (0)30 834 1831

E-Mail: info@fed.de

www.fed.de

Abkürzungen

ANSI	American National Standards Institute
CPCA	China Printed Circuit Association
CID	Certified Interconnect Designer
CIS	Certified IPC-Specialist
CIT	Certified IPC-Trainer
DKE	Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik (DIN-Normen, VDE-Richtlinien)
EIA	Electronic Industries Alliance (USA)
EIPC	European Institute of Printed Circuits
ECA	Electronic Components, Assemblies & Materials Association

Abkürzungen

FED Fachverband für Design, Leiterplatten- und Elektronikfertigung

iNEMI/NEMI International Electrical Manufacturers Association
(Virtuelle Organisation von OEM, EMS, usw.)

IPC Institute for Printed Circuits (ursprünglich)

Interconnecting and Packaging Electronic Circuits (später)
Association

Connecting Electronics Industries (aktuell)

IEC International Electrotechnical Commission
(Internationales Normungsgremium in Genf)

ISO International Organization for Standardization

IPCIA Indian Electronics Packaging and Circuits Association

JPCA Japan Electronics Packaging and Circuits Association

JISSO Joint International Standard Organization

Abkürzungen

JEDEC Joint Electron Device Engineering Council
(Halbleiter-Standardisierung in der EIA)

KPCA Korea Electronics Packaging and Circuits Association

MTBF Mean Time Between Failures (Maß für die Zuverlässigkeit)

TPCA Taiwan Electronics Packaging and Circuits Association

WHMA Wiring Harness Manufacturer's Association