



IPC J-STD-001H DE

# Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen

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 englischsprachigen und einer übersetzten Version dieses Dokumentes hat die englischsprachige Version den Vorrang.

Entwickelt von J-STD-001 Task Group (5-22A), J-STD-001 Task Group - Europe (5-22A-EU), J-STD-001 Task Group – China (5-22ACN) des Assembly and Joining Committee (5-20) des IPC

**Übersetzt durch:**

Tech.TransLat Roman Meier, [www.techtranslat.de](http://www.techtranslat.de)

**Ersetzt:**

J-STD-001G - Oktober 2017  
J-STD-001F WAM1 -  
Februar 2016  
J-STD-001F - Juli 2014  
J-STD-001E - April 2010  
J-STD-001D - Februar 2005  
J-STD-001C - März 2000  
J-STD-001B - Oktober 1996  
J-STD-001A - April 1992

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

Kontakt:

IPC

# Inhaltsverzeichnis

<b>1.0</b>	<b>ALLGEMEINES</b> .....	1	1.11	Abnahmeanforderungen .....	7
1.1	Anwendungsbereich .....	1	1.12	Inspektionsmethoden .....	7
1.2	Zweck .....	1	1.12.1	Inspektion zur Prozessbestätigung .....	7
1.3	Klassifizierung .....	1	1.12.2	Sichtprüfung .....	7
1.4	Maßeinheiten und Anwendungen .....	2	1.13	Fertigungsstätten .....	9
1.4.1	Überprüfung der Abmessungen .....	2	1.13.1	Überwachung der Umgebungsbedingungen .....	9
1.5	Definition der Anforderungen .....	2	1.13.2	Montagevorgänge im Feld .....	9
1.5.1	Hardwarefehler und -Prozessindikatoren .....	2	1.13.3	Gesundheit und Sicherheit .....	9
1.5.2	Nicht-Konformitäten von Materialien und Prozessen .....	3	1.14	Elektrostatische Entladung (ESD-Schutz) .....	9
1.5.3	Prozesse für spezielle Technologien .....	3	<b>2.0</b>	<b>ANWENDBARE DOKUMENTE</b> .....	11
1.6	Anforderungen an die Prozesskontrolle .....	3	2.1	IPC .....	11
1.6.1	Ermittlung der Anzahl möglicher Fehler .....	4	2.2	JEDEC .....	11
1.6.2	Statistische Prozesskontrolle .....	4	2.3	Joint Industry Standards .....	12
1.7	Rangordnung .....	4	2.4	ASTM .....	12
1.7.1	Anhänge .....	5	2.5	EOS/ESD Association, Inc. ....	12
1.8	Fachbegriffe und Definitionen .....	5	2.6	International Electrotechnical Commission .....	12
1.8.1	Umlaufende Lotseparation (Bereich ohne Lot) ...	5	2.7	SAE International .....	12
1.8.2	Durchmesser .....	5	2.8	Military Standards .....	12
1.8.3	Disposition (Lenkung von Produkten, Handlungsanweisung) .....	5	2.9	Aerospace Industries Association / National Aeronautics Standards .....	12
1.8.4	Elektrischer Isolationsabstand .....	5	<b>3.0</b>	<b>MATERIALS ANFORDERUNGEN AN MATERIALIEN, BAUTEILE UND AUSRÜSTUNGEN</b> .....	13
1.8.5	Fertigungsdokumentation .....	5	3.1	Materialien .....	13
1.8.6	Fremdpartikel (FOD = Foreign Object Debris) ...	5	3.2	Lot .....	13
1.8.7	Hochspannung .....	5	3.2.1	Lot – Bleifrei .....	13
1.8.8	Hersteller .....	5	3.2.2	Kontrolle der Lotreinheit .....	13
1.8.9	Objektiver Nachweis .....	5	3.3	Flussmittel .....	14
1.8.10	Prozesskontrolle .....	6	3.3.1	Flussmitteleinsatz .....	15
1.8.11	Fertigkeit .....	6	3.4	Klebstoffe .....	15
1.8.12	Lot-Zielseite .....	6	3.5	Chemische Stripper .....	15
1.8.13	Lot-Quelleite .....	6	3.6	Bauteile .....	15
1.8.14	Lot-Fehlstelle .....	6	3.6.1	Schäden an Bauteilen und Abdichtungen .....	15
1.8.15	Lieferant .....	6	3.6.2	Beschichtungsmeniskus .....	15
1.8.16	Gehärtete Bauteilanschlüsse .....	6	3.7	Werkzeuge und Ausrüstungen .....	15
1.8.17	Anwender .....	6	<b>4.0</b>	<b>ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DAS LÖTEN UND DIE BAUGRUPPENMONTAGE</b> .....	17
1.8.18	Drahtüberlappung .....	6	4.1	Lötbarkeit .....	17
1.8.19	Drahtüberwicklung .....	6	4.2	Erhaltung der Lötbarkeit .....	17
1.9	Anforderungskette .....	6	4.3	Entfernung von Bauteil-Endoberflächen .....	17
1.10	Fertigkeiten und Kenntnisse der Mitarbeiter .....	7	4.3.1	Goldentfernung .....	17
1.10.1	Spezielle Röntgen-Fertigkeiten und -Kenntnisse .....	7			

4.3.2	Entfernung sonstiger metallischer Endoberflächen .....	17	5.3.5	Montage von Anschlussstiften – Elektrisch .....	25
4.4	Thermischer Schutz .....	17	5.3.6	Montage von Anschlussstiften – Löten .....	25
4.5	Nachbearbeitung nicht löthar Komponenten ..	18	5.4	Montage an Anschlussstifte .....	25
4.6	Reinheitsanforderungen vor der Verarbeitung ...	18	5.4.1	Allgemeine Anforderungen .....	25
4.7	Allgemeine Anforderungen an die Bauteilmontage .....	18	5.4.2	Turmlötstützpunkte und gerade Anschlussstifte .....	27
4.7.1	Allgemeine Anforderungen .....	18	5.4.3	Gabellötstützpunkte .....	27
4.7.2	Grenzen der Verformung von Bauteilanschlüssen .....	18	5.4.4	Geschlitzte Anschlussstifte .....	29
4.8	Behinderung des Lotdurchstiegs in Löchern ....	18	5.4.5	Hakenanschlüsse .....	30
4.9	Isolierung von Bauteilen mit Metallgehäuse ....	18	5.4.6	Gestanzte oder gelochte Anschlüsse .....	30
4.10	Überdeckungsgrenzen für Kleber .....	19	5.4.7	Positionierung bei Lötgehäusen- und Hohlzylinderanschlüssen .....	30
4.11	Gestapelte Montage von Bauteilen (Stacking) ..	19	5.4.8	Durchverbindungen .....	31
4.12	Steckverbinder und Kontaktzonen .....	19	5.5	Löten an Anschlussstifte .....	31
4.13	Handhabung der Bauteile .....	19	5.5.1	Gabellötstützpunkte .....	31
4.13.1	Vorheizen .....	19	5.5.2	Geschlitzte Anschlüsse .....	31
4.13.2	Kontrollierte Abkühlung .....	19	5.5.3	Löten an Lötgehäusen und Hohlzylinderanschlüssen .....	31
4.13.3	Trocknen/Entgasen .....	19	5.6	Drahtbrücken .....	32
4.13.4	Haltevorrichtungen und Materialien .....	19	5.6.1	Isolierung .....	32
4.14	Maschinelles Löten .....	19	5.6.2	Drahtverlegung .....	32
4.14.1	Nicht-Reflow-Löten .....	19	5.6.3	Drahtfixierung .....	32
4.14.2	Reflow-Löten .....	20	5.6.4	Unbestückte Anschlussflächen oder Verbindungslöcher – Überlappungslötung .....	32
4.15	Lötverbindung .....	20	5.6.5	Metallisierte Löcher .....	32
4.15.1	Freiliegende Oberflächen .....	20	5.6.6	SMT .....	33
4.15.2	Anomalien bei Lötverbindungen .....	21	<b>6.0 DURCHSTECKMONTAGE UND ANSCHLÜSSE</b> .....	<b>35</b>	
4.15.3	Teilweise sichtbare oder verdeckte Lötverbindungen .....	21	6.1	Durchsteckanschlüsse – Allgemeines .....	35
4.16	Lötschrumpf-Verbindungen .....	21	6.1.1	Anschlussformung .....	36
4.17	Befestigungselemente mit Gewinde .....	22	6.1.2	Anforderungen an die Anschlusskonfiguration .....	36
4.18	Drehmoment .....	22	6.1.3	Kürzung der Bauteilanschlüsse .....	37
<b>5.0 DRÄHTE UND ANSCHLUSSVERBINDUNGEN</b> ..	<b>23</b>	6.1.4	Verbindungslöcher .....	37	
5.1	Vorbereitung der Drähte und Kabel .....	23	6.2	Metallisierte Löcher .....	37
5.1.1	Beschädigungen der Isolierung .....	23	6.2.1	Aufbringen des Lots .....	37
5.1.2	Beschädigung von Einzeldrähten .....	23	6.2.2	Löten von Bauteilanschlüssen der Durchstecktechnik .....	37
5.1.3	Verzinnen von Litzen zur Formung .....	23	6.2.3	Beschichtungsmeniskus im Lot .....	38
5.2	Lötanschlüsse .....	24	6.3	Nicht-metallisierte Löcher .....	38
5.3	Montage von Gabellötstützpunkten, Turmlötstützpunkten und geschlitzten Anschlüssen .....	24	6.3.1	Anforderungen an den Anschlussüberstand bei nicht-metallisierten Löchern .....	38
5.3.1	Schaftbeschädigungen .....	24	<b>7.0 OBERFLÄCHENMONTAGE VON BAUTEILEN</b> ...	<b>39</b>	
5.3.2	Nietflanschbeschädigungen .....	24	7.1	Anschlüsse von Oberflächenmontage-Bauteilen .....	39
5.3.3	Öffnungswinkel bei konisch aufgeweiteten Flanschen .....	24	7.1.1	Kunststoff-Bauteile .....	39
5.3.4	Montage von Anschlussstiften – Mechanisch ...	25			

7.1.2	Anschlussformung .....	39	7.6	Spezielle SMT-Anschlussformen .....	67
7.1.3	Unbeabsichtigtes Biegen .....	40	<b>8.0</b>	<b>ANFORDERUNGEN AN REINIGUNG UND RÜCKSTÄNDE</b> .....	69
7.1.4	Parallelität von FlatPack-Gehäusen .....	40	8.1	Qualifizierter Herstellungsprozess .....	69
7.1.5	Biegen von SMD-Anschlüssen .....	40	8.1.1	Reinigungs-Bezeichner .....	69
7.1.6	Abgeflachte (geprägte) Anschlüsse .....	40	8.2	Überwachung ionischer Prozesse .....	69
7.1.7	Bauteile, die nicht für die Oberflächenmontage gestaltet sind .....	40	8.2.1	Stichprobenplan .....	70
7.2	Abstand bedrahteter Bauteilkörper .....	40	8.2.2	Eingriffsgrenzen .....	70
7.2.1	Axial bedrahtete Bauteile .....	40	8.2.3	Überschreitung der Eingriffsgrenzen .....	70
7.3	Teile, die für Stoßlötstellen/I-Montage konfiguriert werden .....	40	8.3	Neuqualifizierungs-Anforderungen .....	70
7.4	Aufsetzen von SMD-Anschlüssen/Bauteilen ....	41	8.3.1	Stufe 1 – Wesentliche Änderungen, die eine Validierung erfordern .....	70
7.5	Lötanforderungen .....	41	8.3.2	Stufe 2 – Geringfügige Änderungen mit unterstützenden, objektiven Nachweisen .....	71
7.5.1	Fehlpositionierte Bauteile .....	41	8.4	Ablagerungen von Fremdpartikeln (FOD) .....	71
7.5.2	Nicht-spezifizierte und spezielle Anforderungen .....	42	8.5	Erkennbare Rückstände .....	71
7.5.3	Anschlüsse nur auf der Unterseite .....	43	8.6	Nicht-ionische Rückstände .....	71
7.5.4	Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratischen Endflächen – Anschlüsse an 1, 2, 3 oder 5 Seiten .....	44	8.7	Ultraschall-Reinigungsprozesse .....	71
7.5.5	Zylindrische Endkappen-Anschlüsse .....	46	8.8	Leitfäden .....	72
7.5.6	Anschlüsse in Einbuchtungen (Castellation) ....	48	<b>9.0</b>	<b>ANFORDERUNGEN AN DIE LEITERPLATTE</b> ....	73
7.5.7	Flache Gullwing-Anschlüsse .....	49	9.1	Leiterplattenschäden .....	73
7.5.8	Runde oder abgeflachte (geprägte) Gullwing-Anschlüsse .....	50	9.1.1	Blasenbildung/Delaminierung .....	73
7.5.9	„J“-förmige Anschlüsse .....	51	9.1.2	Gewebeaustritt/durchtrennte Fasern .....	73
7.5.10	Stoßlötstellen/I-Anschlüsse (Butt/I) .....	52	9.1.3	Hofbildung .....	73
7.5.11	Flache Lötflächen-Anschlüsse .....	54	9.1.4	Kantendelaminierung .....	73
7.5.12	Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite .....	55	9.1.5	Abheben von Anschlussflächen/Leitern .....	73
7.5.13	Nach innen geformte, L-förmige Band-Anschlüsse .....	56	9.1.6	Größenreduzierung von Anschlussflächen/Leiterbahnen .....	73
7.5.14	Surface Oberflächenmontierte Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen (SMT Area Array Packages) .....	57	9.1.7	Delaminierung bei flexiblen Leiterplatten .....	73
7.5.15	Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen (BTC) ...	60	9.1.8	Beschädigungen an flexiblen Schaltungen .....	73
7.5.16	Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen als wärmeableitende Fläche (D-Pak) .....	61	9.1.9	Verbrennungen .....	73
7.5.17	Anschlüsse mit abgeflachten Stiften .....	62	9.1.10	Nicht-verlötete Kantenkontakte .....	73
7.5.18	“P“-förmige Anschlüsse .....	63	9.1.11	Fleckenbildung .....	73
7.5.19	Vertikal zylindrische, becherförmige Bauteile mit nach außen geformten, L-förmigen Anschlüssen .....	64	9.1.12	Gewebezerrüttung (Crazing) .....	74
7.5.20	Umwickelte Anschlüsse .....	66	9.2	Kennzeichnung .....	74
7.5.21	Flexible und starr-flexible Schaltungen mit flach ausgeformten Anschlüssen .....	67	9.3	Wölbung und Verwindung (Biegung) .....	74
			9.4	Nutzentrennung .....	74
			<b>10.0</b>	<b>BESCHICHTUNG, VERGUSS UND FIXIERUNG (KLEBER)</b> .....	75
			10.1	Schutzbeschichtung (Conformal Coating) .....	75
			10.1.1	Materialien .....	75
			10.1.2	Abdeckung .....	75

10.1.3	Aufbringung .....	75	Bild 5-4	Montage von Anschlussstiften – Mechanisch .....	25
10.1.4	Dicke .....	75	Bild 5-5	Montage von Anschlussstiften – Elektrisch .....	25
10.1.5	Gleichförmigkeit .....	76	Bild 5-6	Messung des Abstands der Isolierung .....	25
10.1.6	Blasen und Hohlräume .....	76	Bild 5-7	Serviceschleife für Drahtanschlüsse .....	26
10.1.7	Delaminierung .....	76			
10.1.8	Ablagerungen von Fremdpartikeln (FOD = Foreign Objects Debris) .....	76	Bild 5-8	Beispiele für Spannungs-/Zugentlastung .....	26
10.1.9	Sonstige visuelle Zustände .....	76	Bild 5-9	Isolierschlauch .....	26
10.1.10	Inspektion .....	76	Bild 5-10	Draht- und Bauteilanschlussplatzierung .....	27
10.1.11	Nacharbeit oder Nachbesserungen .....	76	Bild 5-11	Seitliche Zuführung mit Wickelung an Gabellötstützpunkten .....	27
10.2	Verguss .....	77	Bild 5-12	Seitliche, gerade und fixierte Zuführung an Gabellötstützpunkte .....	28
10.2.1	Aufbringung .....	77	Bild 5-13	Gabellötstützpunkt mit von oben und unten zugeführten Verbindungen .....	29
10.2.2	Leistungsanforderungen .....	77	Bild 5-14	Geschlitzter Anschlussstift .....	29
10.2.3	Nacharbeit am Vergussmaterial .....	77	Bild 5-15	Draht-Zuführung an Hakenanschlüsse .....	30
10.2.4	Inspektion des Vergusses .....	77	Bild 5-16	Zulässige Draht-Zuführung an gestanzte oder gelochte Anschlüsse .....	30
10.3	Fixierung .....	77	Bild 5-17	Drahtführung bei zwis- chenliegenden Turm-, Gabel- und gestanzten Lötstützpunkten .....	31
10.3.1	Fixierung – Aufbringung .....	77	Bild 5-18	Lotvertiefung .....	31
10.3.2	Fixierung – Kleber .....	80	Bild 5-19	Löthülsen und Hohlzylinderanschlüsse – Vertikale Lotfüllung .....	32
10.3.3	Fixierung (Inspektion) .....	80	Bild 6-1	Beispiele für Spannungs-/Zugentlastungen an Bauteilanschlüssen .....	35
<b>11.0</b>	<b>NACHWEISSTREIFEN ALS VERDREHSCHUTZ / MANIPULATIONSSCHUTZ</b> .....	81	Bild 6-2	Bauteilanschlussbiegungen .....	36
<b>12.0</b>	<b>NACHARBEIT UND REPARATUR</b> .....	83	Bild 6-3	Kürzung der Bauteilanschlüsse .....	37
12.1	Nacharbeit .....	83	Bild 6-4	Beispiel vertikaler Füllung .....	38
12.2	Reparatur .....	83	Bild 7-1	Anschlussformung bei Bauteilen für die Oberflächenmontage .....	39
12.3	Reinigung nach Nacharbeit/Reparatur .....	83	Bild 7-2	Anschlussformung bei Bauteilen für die Oberflächenmontage .....	39
<b>ANHANG A</b>	<b>Leitfäden für Lötwerkzeuge und -geräte</b> .....	85	Bild 7-3	Anschlüsse nur auf der Unterseite .....	43
<b>ANHANG B</b>	<b>Elektrischer Mindest- Isolationsabstand – Elektrischer Leiterbahnabstand</b> .....	87	Bild 7-4	Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratischen Endflächen .....	44
<b>ANHANG C</b>	<b>J-STD-001 Leitfaden zum Nachweis der Material-Kompatibilität</b> .....	89	Bild 7-4A	Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratische Endflächen – Anschlüsse auf 1, 2, 3 oder 5 Seite(n) Mittenanschluss (falls vorhanden) .....	45
<b>ANHANG D</b>	<b>Röntgen-Leitlinien</b> .....	93	Bild 7-5	Zylindrische Endkappen-Anschlüsse .....	46
	<b>Bilder</b>		Bild 7-5A	Zylindrische Endkappen-Anschlüsse Mittenanschluss (falls vorhanden) .....	47
Bild 1-1	Drahtüberlappung .....	6	Bild 7-6	Anschlüsse in Einbuchtungen .....	48
Bild 1-2	Drahtüberwicklung .....	6	Bild 7-7	Flache Gullwing-Anschlüsse .....	49
Bild 4-1	Behinderung des Lotdurchstiegs in Löchern .....	18	Bild 7-8	Runde oder abgeflachte (geprägte) Gullwing-Anschlüsse .....	50
Bild 4-2	Zulässige Benetzungs-Kontaktwinkel .....	20	Bild 7-9	“J“-förmige Anschlüsse .....	51
Bild 4-3	Reihenfolge und Orientierung der Befestigungsteile .....	22	Bild 7-10	Stoßlötstellen/I-Anschlüsse für modifizierte Anschlüsse der Durchsteck- Montagetechnik .....	52
Bild 4-4	Beispiel für (korrekte) Reihenfolge und Orientierung der Befestigungsteile .....	22	Bild 7-11	Stoßlötstellen/I-Anschlüsse als Solder-Charge-Anschlüsse .....	53
Bild 5-1	Dicke der Isolierung .....	23	Bild 7-12	Flache Lötfahnen-Anschlüsse .....	54
Bild 5-2	Nietflanschbeschädigungen .....	24			
Bild 5-3	Aufweitungswinkel .....	24			

Bild 7-12A	SMD-4 LED .....	54	Tabelle 3-1	Obergrenzen der Lotbadverunreinigung .....	14
Bild 7-13	Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite .....	55	Tabelle 4-1	Lötverbindungs-Anomalien .....	21
Bild 7-14	Nach innen geformte, L-förmige Band-Anschlüsse .....	56	Tabelle 5-1	Erlaubte Beschädigung der Litzendrähte, Hinweise 1, 2, 3 .....	23
Bild 7-15	BGA-Lotkugelabstand .....	58	Tabelle 5-2	Mindestanforderungen an die Lötmontage von Anschlussstiften .....	25
Bild 7-16	Bauteil mit Unterseiten-Anschlüssen (BTC) ....	60	Tabelle 5-3	Wickelanforderungen bei Turmlötstützpunkten und geraden Anschlussstiften .....	27
Bild 7-17	Unterseiten-Anschluss als wärmeableitende Fläche .....	61	Tabelle 5-4	Wickelanforderungen an Drähte mit AWG 30 und dünner .....	27
Bild 7-18	Anschluss mit abgeflachten Stiften .....	62	Tabelle 5-5	Drahtmontage an Gabelstiftstützpunkte – Seitliche Zuführung mit Wickelung .....	28
Bild 7-19	“P“-förmiger Anschluss .....	63	Tabelle 5-6	Fixierung bei seitlich und gerade zugeführten Verbindungen an Gabelstiftstützpunkten .....	28
Bild 7-20	Beispiele für vertikal zylindrische, becherförmige Bauteile mit nach außen geformten, L-förmigen Anschlüssen .....	65	Tabelle 5-7	Zuführung von Drähten an Gabelstiftstützpunkte – Von unten .....	29
Bild 7-21	Vertikal zylindrische, becherförmige Bauteile mit nach außen geformten, L-förmigen Anschlüssen .....	65	Tabelle 5-8	Draht-Zuführung an Hakenanschlüsse .....	30
Bild 7-22	Umwickelter Anschluss – SMT-Induktivität – Ansicht von unten .....	66	Tabelle 5-9	Draht-Zuführung an gestanzte/gelochte Anschlüsse .....	30
Bild 7-23	Umwickelter Anschluss – SMT-Induktivität – Ansicht von oben .....	66	Tabelle 5-10	Lötanforderungen Bauteilanschluss/ Draht an Stift .....	31
Bild 7-24	Umwickelter Anschluss – SMT-Bauteil .....	66	Tabelle 6-1	Abstand des Bauteils von der Anschlussfläche .....	35
Bild 7-25	Umwickelter Anschluss .....	66	Tabelle 6-2	Bauteile mit Abstandshaltern .....	35
Bild 7-26	Flexible und starr-flexible Schaltungen mit flach ausgeformten Anschlüssen .....	67	Tabelle 6-3	Radius der Bauteilanschlussbiegung .....	36
Bild 10-1	Radial bedrahtete Bauteile, deren Höhe größer oder gleich ihrer Länge/ihrem Durchmesser ist – Einzelnes, rechteckiges Bauteil .....	78	Tabelle 6-4	Bauteilanschlussrestlänge bei metallisierten Löchern .....	37
Bild 10-2	Radial bedrahtete Bauteile, deren Höhe größer oder gleich ihrer Länge/ihrem Durchmesser sind – Einzelnes, zylindrisches Bauteil .....	79	Tabelle 6-5	Bauteilanschlussrestlänge bei nicht-metallisierten Löchern .....	37
Bild 10-3	Radial bedrahtete Bauteile, deren größtes Maß ihr Durchmesser oder ihre Länge ist, z. B. TO5-Halbleiter .....	79	Tabelle 6-6	Metallisierte Löcher mit Bauteilanschlüssen, Mindest-Abnahmekriterien, Hinweis 1 .....	38
Bild 10-4	Radial bedrahtete Bauteile, deren Höhe größer oder gleich ihrer Länge/ihrem Durchmesser sind – Eng angereihte Bauteile .....	79	Tabelle 6-7	Nicht-metallisierte Löcher mit Bauteilanschlüssen, Mindest-Abnahmekriterien, Hinweise 1, 4 .....	38
Bild 11-1	Verdrehenschutz auf Befestigungselement – Zulässig .....	81	Tabelle 7-1	Mindest-Anschlusslänge (L) der SMT-Anschlussformung .....	39
Bild 11-2	Verdrehenschutz auf Befestigungselement – Fehler .....	81	Tabelle 7-2	Lötanforderungen an Bauteile für die Oberflächenmontage .....	41
Bild D-1	Umlaufende Lotseparation .....	93	Tabelle 7-3	Abmessungskriterien – Chip-Bauteile mit Anschlüssen nur an der Unterseite .....	43
Bild D-2	Lot-Fehlstellen .....	93	Tabelle 7-4	Abmessungskriterien – Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratische Endflächen – Anschlüsse auf 1, 2, 3 oder 5 Seite(n) .....	44
<b>Tabellen</b>			Tabelle 7-4A	Abmessungskriterien – Mittenanschluss (falls vorhanden) – Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratische Endflächen – Anschlüsse auf 1, 2, 3 oder 5 Seite(n) .....	45
Tabelle 1-1	Design-, Fertigungs – und Abnahme-Spezifikationen .....	1	Tabelle 7-5	Abmessungskriterien – Zylindrische Endkappen-Anschlüsse .....	46
Tabelle 1-2	Anwendung von Vergrößerungshilfen bei Lötverbindungen .....	8	Tabelle 7-5A	Abmessungskriterien – Mittenanschluss (falls vorhanden) – Zylindrische Endkappen-Anschlüsse .....	47
Tabelle 1-3	Anwendung von Vergrößerungshilfen bei Drähten und Drahtverbindungen, Hinweis 1 .....	8	Tabelle 7-6	Abmessungskriterien – Anschlüsse in Einbuchtungen .....	48
Tabelle 1-4	Sonstige Anwendungen von Vergrößerungshilfen .....	9	Tabelle 7-7	Abmessungskriterien – Flache Gullwing-Anschlüsse .....	49

Tabelle 7-8	Abmessungskriterien – Runde oder abgeflachte (geprägte) Gullwing-Anschlüsse .....	50	Tabelle 7-19	Abmessungskriterien – Unterseiten-Anschlüsse als wärmeableitende Flächen .....	61
Tabelle 7-9	Abmessungskriterien – „J“-förmige Anschlüsse .....	51	Tabelle 7-20	Abmessungskriterien – Anschlüsse mit abgeflachten Stiften .....	62
Tabelle 7-10	Abmessungskriterien – Stoßlötstellen/ I-Anschlüsse .....	52	Tabelle 7-21	Abmessungskriterien – „P“-förmige Anschlüsse .....	63
Tabelle 7-11	Abmessungskriterien – Stoßlötstellen/ I-Anschlüsse – Solder-Charge-Anschlüsse ....	53	Tabelle 7-22	Abmessungskriterien – Vertikal zylindrische, becherförmige Bauteile mit nach außen geformten, L-förmigen Anschlüssen .....	64
Tabelle 7-12	Abmessungskriterien – Flache Anschlussfahnen, Hinweis 5 .....	54	Tabelle 7-23	Abmessungskriterien – Umwickelte Anschlüsse .....	66
Tabelle 7-13	Abmessungskriterien – Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite .....	55	Tabelle 7-24	Abmessungskriterien – Flexible und starr-flexible Schaltungen mit flach ausgeformten Anschlüssen .....	67
Tabelle 7-14	Abmessungskriterien – Nach innen geformte, L-förmige Band-Anschlüsse, Hinweis 5 .....	56	Tabelle 8-1	Bezeichnung der zu reinigenden Oberflächen .....	69
Tabelle 7-15	Abmessungskriterien – Ball-Grid-Array (BGA) Bauteile mit aufschmelzenden Kugeln .....	58	Tabelle 8-2	Prüfung auf Rückstände zur Prozesskontrolle .....	69
Tabelle 7-16	Ball-Grid-Array (BGA) Bauteile mit nicht-aufschmelzenden Kugeln .....	59	Tabelle 8-3	Maximal zulässiger Kolophoniumgehalt, Hinweis 1 .....	71
Tabelle 7-17	Column-Grid-Array (CGA) .....	59	Tabelle 10-1	Beschichtungsdicke .....	75
Tabelle 7-18	Abmessungskriterien – BTC .....	60			

# Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen

## 1.0 ALLGEMEINES

**1.1 Anwendungsbereich** Diese Richtlinie beschreibt Materialien, Verfahren und Abnahmekriterien für die Herstellung gelöteter elektrischer und elektronischer Baugruppen. Das Dokument stützt sich auf Prozesskontrollmethoden, um ein gleichbleibendes Qualitätsniveau während der Fertigung der Produkte zu gewährleisten. Es ist nicht beabsichtigt, mit dieser Richtlinie irgendwelche Verfahren, wie zum Beispiel zur Bauteilbestückung oder zur Aufbringung von Flussmittel und Lot, die zur Herstellung elektrischer Verbindungen verwendet werden, auszuschließen.

Die Lötprozesse, Ausrüstungen und Bedingungen, die in diesem Dokument beschrieben werden, basieren auf elektrischen/elektronischen Schaltungen, deren Design und Herstellung gemäß den in Tabelle 1-1 aufgeführten Spezifikationen durchgeführt wurde.

**Tabelle 1-1 Design-, Fertigungs – und Abnahme-Spezifikationen**

Leiterplattentyp	Designspezifikation	Fertigungs-/Abnahmespezifikation
Allgemeine Anforderungen	IPC-2221	IPC-6011
Starre Leiterplatten	IPC-2222	IPC-6012 IPC-A-600
Flexible Leiterplatten	IPC-2223	IPC-6013
Starrflexible Leiterplatten	IPC-2222 IPC-2223	IPC-6013

**1.2 Zweck** Diese Richtlinie schreibt Materialanforderungen, Prozessanforderungen und Abnahmeanforderungen für die Herstellung gelöteter elektrischer und elektronischer Baugruppen vor. Um die Empfehlungen und Anforderungen dieses Dokuments besser zu verstehen, kann man es in Verbindung mit IPC-HDBK-001, IPC-AJ-820 und IPC-A-610 verwenden. Richtlinien können jederzeit aktualisiert werden. Das gilt auch für das Hinzufügen von Ergänzungen. Die Verwendung einer Ergänzung oder neueren Ausgabe ist nicht automatisch gefordert.

**1.3 Klassifizierung** Diese Richtlinie berücksichtigt, dass elektrische und elektronische Baugruppen einer Klassifizierung entsprechend der vorgesehenen Anwendung des Endprodukts unterliegen. Drei allgemeine Klassen für Endprodukte wurden festgelegt, um den Unterschieden hinsichtlich Fertigbarkeit, Komplexität, funktionellen Leistungsanforderungen sowie Häufigkeit der Verifikation (Inspektion/Prüfung) Rechnung zu tragen.

Die Anwendung dieser Richtlinie erfordert eine Übereinstimmung bei der Zuordnung des Produkts zu einer Klasse. Der Anwender ist dafür verantwortlich, die Klasse festzulegen, nach der die Baugruppe hergestellt wird. Die Produktklasse sollte in der Beschaffungsdokumentation angegeben sein. Wenn der Anwender die Abnahmeklasse nicht festlegt, kann der Hersteller das tun.

### **Klasse 1 Allgemeine Elektronikprodukte (General Electronic Products)**

Hierzu gehören Produkte, bei denen die Hauptanforderung das Funktionieren der fertigen Baugruppe ist.

### **Klasse 2 Elektronikprodukte für höhere Ansprüche (Dedicated Service Electronic Products)**

Dazu zählen Produkte, die für Dauerbetrieb und lange Nutzungsdauer vorgesehen sind und für welche ein unterbrechungsfreier Einsatz angestrebt, aber nicht entscheidend ist. Typischerweise verursacht die Einsatzumgebung im Betrieb keine Ausfälle.

### **Klasse 3 Hochleistungselektronik/raue Umgebung (High Performance/Harsh Environment Electronic Products)**

Hierzu gehören alle Produkte, bei denen eine kontinuierliche hohe Leistungsfähigkeit oder Leistungsbereitstellung auf Abruf unverzichtbar ist. Ein Funktionsausfall kann nicht toleriert werden. Die Einsatzumgebung der Geräte kann ungewöhnlich rau sein. Die Geräte müssen im Bedarfsfall funktionieren, wie beispielsweise bei lebensrettenden oder anderen kritischen Systemen.