



IPC J-STD-001F DE

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.

Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen

Diese gemeinsame Richtlinie wurde vom IPC J-STD-001 Development Team, einschließlich Task Group (5-22A), Task Group Asia (5-22ACN) und der Task Group India (5-22AIN) der Assembly and Joining Processes Committees (5-20 und 5-20CN) des IPC entwickelt.

Übersetzt durch:

Tech.TransLat Roman Meier, Dipl.-Ing.
Roman Meier, www.techtranslat.de

Ersetzt:

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

Inhaltsverzeichnis

1 ALLGEMEINES	1	2.5 Electrostatic Discharge Association	7
1.1 Anwendungsbereich	1	3 ANFORDERUNGEN AN MATERIALIEN, BAUTEILE UND AUSRÜSTUNGEN	8
1.2 Zweck	1	3.1 Materialien	8
1.3 Klassifizierung	1	3.2 Lot	8
1.4 Maßeinheiten und Anwendungen	1	3.2.1 Lot – Bleifrei	8
1.4.1 Überprüfung der Abmessungen	1	3.2.2 Überwachung der Lotreinheit	8
1.5 Definition der Anforderungen	1	3.3 Flussmittel	8
1.5.1 Hardwarefehler und Prozessindikatoren	2	3.3.1 Flussmittelanwendung	9
1.5.2 Nicht-Konformitäten von Materialien und Prozessen	2	3.4 Lotpaste	9
1.6 Allgemeine Anforderungen	3	3.5 Lotformteile (Preforms)	9
1.7 Rangordnung	3	3.6 Klebstoffe	9
1.7.1 Konflikt	3	3.7 Chemische Stripper	9
1.7.2 Abschnittsbezugnahme	3	3.8 Bauteile	9
1.7.3 Anhänge	3	3.8.1 Schäden an Bauteilen und Versiegelungen	9
1.8 Fachbegriffe und Definitionen	3	3.8.2 Beschichtungsmeniskus	10
1.8.1 Disposition (Handlungsanweisung)	3	3.9 Lötwerkzeuge und Ausrüstungen	10
1.8.2 Elektrischer Isolationsabstand	3	4 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DAS LÖTEN UND DIE BAUGRUPPENMONTAGE	10
1.8.3 Ablagerungen von Fremdkörpern (Foreign Object Debris FOD)	3	4.1 Elektrostatische Entladung (ESD)	10
1.8.4 Hochspannung	4	4.2 Fertigungseinrichtungen	10
1.8.5 Hersteller (Baugruppenproduzent)	4	4.2.1 Überwachung der Umgebungsbedingungen	10
1.8.6 Nachweis	4	4.2.2 Temperatur und Feuchtigkeit	10
1.8.7 Prozesskontrolle	4	4.2.3 Beleuchtung	11
1.8.8 Fertigkeit	4	4.2.4 Bestückvorgänge im Feld	11
1.8.9 Lot-Zielseite	4	4.3 Lötbarkeit	11
1.8.10 Lot-Quellseite	4	4.4 Erhaltung der Lötbarkeit	11
1.8.11 Lieferant	4	4.5 Entfernung von Bauteiloberflächen	11
1.8.12 Anwender	4	4.5.1 Entgoldung	11
1.8.13 Drahtüberwicklung	4	4.5.2 Entfernung sonstiger metallischer Endoberflächen	11
1.8.14 Drahtüberlappung	4	4.6 Thermischer Schutz	12
1.9 Anforderungskette (Requirements Flowdown) ...	4	4.7 Nachbearbeitung nicht lötharer Komponenten ..	12
1.10 Fertigkeiten der Mitarbeiter	5	4.8 Reinheitsanforderungen vor dem Löten	12
1.11 Abnahmekriterien	5	4.9 Allgemeine Anforderungen an die Bauteilmontage	12
1.12 Allgemeine Anforderungen an die Baugruppe	5	4.9.1 Allgemeine Anforderungen	12
1.13 Verschiedene Anforderungen	5	4.9.2 Grenzen der Anschlussverformung	12
1.13.1 Gesundheit und Sicherheit	5	4.10 Behinderung des Lotdurchstiegs in Löchern	12
1.13.2 Herstellprozesse bei speziellen Technologien	5	4.11 Isolierung von Bauteilen im Metallgehäuse	12
2 ANWENDBARE DOKUMENTE	6	4.12 Überdeckungsgrenzen für Kleber	12
2.1 EIA	6	4.13 Gestapelte Montage von Bauteilen (Stacking) ..	12
2.2 IPC	6	4.14 Steckverbinder und Kontaktzonen	13
2.3 Joint Industry Standards	7		
2.4 ASTM	7		

4.15	Handhabung der Bauteile	13	5.6.1	Isolierung	23
4.15.1	Vorheizen	13	5.6.2	Drahtverlegung	23
4.15.2	Kontrollierte Abkühlung	13	5.6.3	Drahtfixierung	23
4.15.3	Trocknen/Entgasen	13	5.6.4	Anschlussfläche	23
4.15.4	Haltevorrichtungen und Materialien	13	5.6.5	Durchmetallisierte Löcher	23
4.16	Maschinelles Löten (kein Reflow)	13	5.6.6	SMT	23
4.16.1	Maschinenüberwachung	13	6	DURCHSTECKMONTAGE UND ANSCHLÜSSE	24
4.16.2	Lotbad	13	6.1	Durchsteckanschlüsse – Allgemeines	24
4.17	Reflow-Löten	13	6.1.1	Anschlussformung	25
4.17.1	Intrusivlöten (Paste-in-Hole)	14	6.1.2	Anforderungen an die Anschlusskonfiguration	26
4.18	Lötverbindung	14	6.1.3	Beschneidung der Anschlüsse	26
4.18.1	Freiliegendes Basismetall	14	6.1.4	Verbindungslöcher	26
4.18.2	Anomalien bei Lötverbindungen	14	6.1.5	Lackmeniskus im Lot	27
4.18.3	Teilweise sichtbare oder verdeckte Lötverbindungen	14	6.2	Durchmetallisierte Löcher	27
4.19	Lötschrumpf-Verbindungen	15	6.2.1	Aufbringen des Lots	27
5	DRÄHTE UND ANSCHLUSSVERBINDUNGEN	15	6.2.2	Löten von Bauteilanschlüssen der Durchstecktechnik	27
5.1	Vorbereitung der Drähte und Kabel	15	6.3	Nicht-metallisierte Löcher	28
5.1.1	Isolierungsbeschädigung	15	6.3.1	Anforderungen an den Anschlussüberstand bei nicht-metallisierten Löchern	28
5.1.2	Beschädigung von Einzeldrähten	16	7	OBERFLÄCHENMONTAGE VON BAUTEILEN	29
5.1.3	Verzinnen von Litzen	16	7.1	Anschlüsse von SMD-Bauteilen	29
5.2	Lötanschlüsse	16	7.1.1	Kunststoff-Bauteile	29
5.3	Montage von Gabellötstützpunkten, Turmlötstützpunkten und geschlitzten Anschlüssen	17	7.1.2	Anschlussformung	29
5.3.1	Schaftbeschädigungen	17	7.1.3	Unbeabsichtigtes Biegen	30
5.3.2	Nietflanschbeschädigungen	17	7.1.4	Koplanarität von Flatpack-Anschlüssen	30
5.3.3	Nietaufweitung, Innenwinkel	17	7.1.5	Biegen von SMD-Anschlüssen	30
5.3.4	Montage von Anschlussstiften – mechanisch	17	7.1.6	Abgeflachte (geprägte) Anschlüsse	30
5.3.5	Montage von Anschlussstiften – elektrisch	17	7.1.7	Bauteile, die nicht für die Oberflächenmontage gestaltet sind	30
5.3.6	Montage von Anschlussstiften – Löten	17	7.2	Abstand bedrahteter Bauteilkörper	30
5.4	Montage an Anschlussstifte	18	7.2.1	Axial bedrahtete Bauteile	30
5.4.1	Allgemeine Anforderungen	18	7.3	Teile, die für Stoßlötstellen/I-Montage konfiguriert werden	30
5.4.2	Turmlötstützpunkte und gerade Anschlussstifte	19	7.4	Niederhalten von SMD-Anschlüssen/ Bauteilen	31
5.4.3	Gabellötstützpunkte	20	7.5	Lötanforderungen	31
5.4.4	Geschlitzte Anschlussstifte	21	7.5.1	Fehlpositionierte Bauteile	31
5.4.5	Hakenanschlüsse	21	7.5.2	Nichtspezifizierte und spezielle Anforderungen	31
5.4.6	Gestanzte oder gelochte Anschlüsse	22	7.5.3	Anschlüsse nur auf der Unterseite	32
5.4.7	Zuführung von Drähten an Löthülsen und Hohlzylinderanschlüssen	22	7.5.4	Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratischen Endflächen – Anschlüsse auf 1, 3 oder 5 Seiten	33
5.5	Löten an Anschlussstifte	22	7.5.5	Zylindrische Endkappen-Anschlüsse	34
5.5.1	Gabellötstützpunkte	23	7.5.6	Anschlüsse in Einbuchtungen (Castellation)	35
5.5.2	Geschlitzte Anschlüsse	23			
5.5.3	Löten an Löthülsen und Hohlzylinderanschlüssen	23			
5.6	Drahtbrücken	23			

7.5.7	Flache Gullwing-Anschlüsse	36	9.2	Kennzeichnung	53
7.5.8	Runde oder abgeflachte (geprägte) Gullwing-Anschlüsse	37	9.3	Wölbung und Verwindung (Verzug)	53
7.5.9	„J“-förmige Anschlüsse	38	9.4	Nutzentrennung	53
7.5.10	Stoßlötstellen/I-Anschlüsse (Butt/I)	39	10	BESCHICHTUNG, VERGUSS UND FIXIERUNG (KLEBER)	53
7.5.11	Flache Lötflächen-Anschlüsse	41	10.1	Schutzbeschichtung – Materialien	53
7.5.12	Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite	42	10.2	Schutzbeschichtung – Maskierung	54
7.5.13	Nach innen geformte, L-förmige Band- Anschlüsse	43	10.3	Schutzbeschichtung – Aufbringung	54
7.5.14	Flächig auf der Unterseite angeordnete Anschlüsse (SMT Area Array Packages)	44	10.3.1	Schutzbeschichtung auf Bauteilen	54
7.5.15	Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen (BTC) ...	46	10.3.2	Dicke	54
7.5.16	Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen als wärmeableitende Fläche (D-Pak)	47	10.3.3	Gleichförmigkeit	55
7.5.17	Verbindungen mit abgeflachten Stiften	48	10.3.4	Transparenz	55
7.5.18	P-förmige Anschlüsse	49	10.3.5	Blasen und Hohlräume	55
7.6	Spezielle SMT-Anschlussformen	49	10.3.6	Delaminierung	55
8	ANFORDERUNGEN AN DEN REINIGUNGSPROZESS	50	10.3.7	Ablagerungen von Fremdkörpern	55
8.1	Ausnahmen von der Reinigung	50	10.3.8	Sonstige visuelle Bedingungen	55
8.2	Ultraschall-Reinigung Die Ultraschall- Reinigung ist zulässig:	50	10.3.9	Inspektion	55
8.3	Reinheit nach dem Löten	50	10.3.10	Nacharbeit oder Nachbesserungen	55
8.3.1	Ablagerungen von Fremdkörpern	50	10.4	Verguss	55
8.3.2	Flussmittelrückstände und andere ionische oder organische Verunreinigungen	50	10.4.1	Aufbringung	55
8.3.3	Bezeichner für die Reinheit nach dem Löten ...	50	10.4.2	Leistungsanforderungen	56
8.3.4	Reinigungsoption	50	10.4.3	Nacharbeit des Vergussmaterials	56
8.3.5	Reinheitstest	51	10.4.4	Inspektion des Vergusses	56
8.3.6	Testdurchführung	51	10.5	Fixierung (Kleber)	56
9	ANFORDERUNGEN AN DIE LEITERPLATTE	52	10.5.1	Fixierung – Aufbringung	56
9.1	Leiterplattenschäden	52	10.5.2	Fixierung – Kleber	57
9.1.1	Blasenbildung/Delaminierung	52	10.5.3	Fixierung – Inspektion	57
9.1.2	Gewebeaustritt/durchtrennte Fasern	52	11	NACHWEISSTREIFEN ALS VERDREHSCHUTZ / MANIPULATIONSSCHUTZ	57
9.1.3	Hofbildung	52	12	PRODUKTSICHERUNG	57
9.1.4	Kantendelaminierung	52	12.1	Fehler an Teilen, die eine Bearbeitung erfordern	57
9.1.5	Abheben von Anschlussflächen/Leitern	52	12.2	Inspektionsmethoden	57
9.1.6	Größenreduzierung von Anschlussflächen/ Leiterbahnen	52	12.2.1	Inspektion zur Prozessbestätigung	57
9.1.7	Delaminierung bei flexiblen Leiterplatten	52	12.2.2	Sichtprüfung	57
9.1.8	Beschädigungen an flexiblen Leiterplatten	52	12.2.3	Stichprobeninspektion	58
9.1.8	Verbrennungen (Burns)	53	12.3	Anforderungen an die Prozesskontrolle	58
9.1.10	Nicht-verlötete Kantenkontakte	53	12.3.1	Ermittlung der Anzahl möglicher Fehler	58
9.1.11	Fleckenbildung	53	12.4	Statistische Prozesskontrolle	59
9.1.12	Zerrüttung (Crazing)	53	13	NACHARBEIT UND REPARATUR	59
			13.1	Nacharbeit	59
			13.2	Reparatur	59
			13.3	Reinigung nach Nacharbeit und Reparatur	59

ANHANG A	Richtlinien für Lötwerkzeuge und -geräte	60
ANHANG B	Elektrischer Mindest-Isolationsabstand – Elektrischer Leiterbahnabstand	62
ANHANG C	J-STD-001 Leitfaden zum Nachweis der Material-Kompatibilität	64

Bilder

Bild 1-1	Überwicklung	4
Bild 1-2	Überlappung	4
Bild 4-1	Behinderung des Lotdurchstiegs in Löchern	12
Bild 4-2	Zulässige Benetzungswinkel	14
Bild 5-1	Nietflanschbeschädigungen	17
Bild 5-2	Aufweitungswinkel	17
Bild 5-3	Montage von Anschlussstiften – mechanisch	17
Bild 5-4	Montage von Anschlussstiften	18
Bild 5-5	Messung des Abstands der Isolierung	18
Bild 5-6	Serviceschleife für Drahtanschlüsse	18
Bild 5-7	Beispiele für Spannungs-/Zugentlastung	18
Bild 5-8	Draht- und Anschlussumwicklung	19
Bild 5-9	Seitliche, gewickelte Zuführung von Drähten an Gabellötstützpunkte	20
Bild 5-10	Seitliche, gerade und fixierte Zuführung von Drähten an Gabellötstützpunkte	20
Bild 5-11	Gabellötstützpunkt mit von oben und unten zugeführten Anschlussverbindungen	21
Bild 5-12	Geschlitzter Anschluss	21
Bild 5-13	Zuführung zu Hakenanschlüssen	22
Bild 5-14	Zuführung von Drähten an gestanzte oder gelochte Anschlüsse	22
Bild 5-15	Lothöhe	22
Bild 6-1	Beispiele für Spannungs-/Zugentlastungen an Bauteilanschlüssen	24
Bild 6-2	Anschlussbiegungen	25
Bild 6-3	Beschneidung der Anschlüsse	26
Bild 6-4	Beispiel vertikaler Befüllung	27
Bild 7-1	Anschlussformung bei Bauteilen für die Oberflächenmontage	29
Bild 7-2	Anschlussformung bei Bauteilen für die Oberflächenmontage	29
Bild 7-3	Anschlüsse nur auf der Unterseite	32
Bild 7-4	Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratischen Endflächen	33
Bild 7-5	Zylindrische Endkappen-Anschlüsse	34
Bild 7-6	Anschlüsse in Einbuchtungen	35
Bild 7-7	Flache Gullwing-Anschlüsse	36
Bild 7-8	Runde oder abgeflachte (geprägte) Gullwing-Anschlüsse	37
Bild 7-9	„J“-Anschlüsse	38

Bild 7-10	Stoßlötstellen/I-Anschlüsse für modifizierte Anschlüsse der Durchsteck-Montagetchnik	39
Bild 7-11	Stoßlötstellen/I-Anschlüsse Solder-Charge-Technologie	40
Bild 7-12	Flache Lötflächen-Anschlüsse	41
Bild 7-13	Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite	42
Bild 7-14	Nach innen geformte, L-förmige Band-Anschlüsse	43
Bild 7-15	BGA-Lotkugelabstand	45
Bild 7-16	Bauteil mit Unterseiten-Anschlüssen (BTC)	46
Bild 7-17	Unterseiten-Anschluss als wärmeableitende Fläche	47
Bild 7-18	Anschluss mit abgeflachten Stiften	48
Bild 7-19	P-förmiger Anschluss	49

Tabellen

Tabelle 1-1	Design, Fertigung und Abnahme	3
Tabelle 3-1	Obergrenzen der Lotbadverunreinigung	9
Tabelle 4-1	Lotanomalien	15
Tabelle 5-1	Zulässige Beschädigung der Litzendrähte	16
Tabelle 5-2	Minimalanforderungen an die Lötmontage von Anschlussstiften	18
Tabelle 5-3	Drahtanschlüsse an Turmlötstützpunkten und geraden Anschlussstiften	19
Tabelle 5-4	Wickelanforderungen an Drähte mit AWG 30 und dünner	20
Tabelle 5-5	Seitliche, gewickelte Zuführung von Drähten an Gabellötstützpunkte	20
Tabelle 5-6	Fixierungsanforderungen bei seitlich zugeführten, nicht gewickelten Verbindungen an Gabellötstützpunkten	20
Tabelle 5-7	Zuführung von Drähten an Gabellötstützpunkte von unten	21
Tabelle 5-8	Draht-Positionierung an Hakenanschlüssen ...	21
Tabelle 5-9	Drahtzuführung an gestanzte oder gelochte Anschlüsse	22
Tabelle 5-10	Lötanforderungen Draht – Stift	22
Tabelle 6-1	Abstand des Bauteils von der Anschlussfläche	24
Tabelle 6-2	Bauteile mit Abstandshaltern	25
Tabelle 6-3	Radius der Anschlussbiegung	25
Tabelle 6-4	Drahtrestlänge bei durchmetallisierten Löchern	26
Tabelle 6-5	Drahtrestlänge bei nicht-metallisierten Löchern	26
Tabelle 6-6	Durchmetallisierte Löcher mit Bauteilanschlüssen, minimale Abnahmebedingungen	27
Tabelle 6-7	Nicht-metallisierte Löcher mit Bauteilanschlüssen, minimale Abnahmebedingungen	28
Tabelle 7-1	Anschlussformung bei Bauteilen für die Oberflächenmontage – Minimale Anschlusslänge (L)	30

Tabelle 7-2	Bauteile für die Oberflächenmontage	31	Tabelle 7-14	Abmessungskriterien – Nach innen geformte, L-förmige Band-Anschlüsse	43
Tabelle 7-3	Abmessungskriterien – Chip-Bauteile mit Anschlüssen nur an der Unterseite	32	Tabelle 7-15	Abmessungskriterien – Ball Grid Array (BGA) Bauteile mit aufschmelzenden Kugeln	45
Tabelle 7-4	Abmessungskriterien – Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratische Endflächen – Anschlüsse auf 1, 3 oder 5 Seiten	33	Tabelle 7-16	Ball Grid Array (BGA) Bauteile mit nicht-aufschmelzenden Kugeln	45
Tabelle 7-5	Abmessungskriterien – Zylindrische Endkappenanschlüsse	34	Tabelle 7-17	Column Grid Array (CGA)	45
Tabelle 7-6	Abmessungskriterien – Anschlüsse in Einbuchtungen	35	Tabelle 7-18	Abmessungskriterien – BTC	46
Tabelle 7-7	Abmessungskriterien – Flache Gullwing-Anschlüsse	36	Tabelle 7-19	Abmessungskriterien – Unterseiten- Anschlüsse als wärmeableitende Flächen	47
Tabelle 7-8	Abmessungskriterien – Runde oder abgeflachte (geprägte) Gullwing- Anschlüsse	37	Tabelle 7-20	Abmessungskriterien – Verbindungen mit abgeflachten Stiften	48
Tabelle 7-9	Abmessungskriterien – „J“-förmige Anschlüsse	38	Tabelle 7-21	Abmessungskriterien – P-förmige Anschlüsse	49
Tabelle 7-10	Abmessungskriterien – Stoßlötstellen/ I-Anschlüsse	39	Tabelle 8-1	Bezeichnung der zu reinigenden Oberflächen	50
Tabelle 7-11	Abmessungskriterien – Stoßlötstellen/ I-Anschlüsse – Solder-Charge-Technologie	40	Tabelle 8-2	Bezeichnungen für Reinheitstests	51
Tabelle 7-12	Abmessungskriterien – Flache Löffahnen-Anschlüsse	41	Tabelle 10-1	Beschichtungsdicke	54
Tabelle 7-13	Abmessungskriterien – Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite	42	Tabelle 12-1	Anwendung von Vergrößerungshilfen bei Lötstellen	58
			Tabelle 12-2	Sonstige Anwendungen von Vergrößerungshilfen	58
			Tabelle 6-1	Elektrischer Leiterbahnabstand	63

Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen

1 ALLGEMEINES

1.1 Anwendungsbereich Diese Richtlinie schreibt Verfahren und Anforderungen für die Herstellung gelöteter elektrischer und elektronischer Baugruppen vor. In der Vergangenheit enthielten Richtlinien für elektronische Baugruppen (Lötverfahren) umfassendere Anleitungen (Tutorials) hinsichtlich Grundlagen und Verfahren. Um die Empfehlungen und Anforderungen dieses Dokumentes besser zu verstehen, kann man es in Verbindung mit IPC-HDBK-001 und IPC-A-610 verwenden.

1.2 Zweck Diese Richtlinie beschreibt Materialien, Verfahren und Abnahmekriterien für die Herstellung gelöteter elektrischer und elektronischer Baugruppen. Das Dokument stützt sich auf Prozesskontrollverfahren, um einheitliche Qualitätsstufen während der Fertigung der Produkte zu gewährleisten. Es ist nicht beabsichtigt, in dieser Richtlinie irgendwelche Verfahren zur Bauteilebestückung oder zur Aufbringung von Flussmittel und Lot, die zur Herstellung elektrischer Verbindungen verwendet werden, auszuschließen.

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 Herstellbarkeit, Komplexität, funktionellen Leistungsanforderungen sowie Häufigkeit der Verifikation (Inspektion/Test) Rechnung zu tragen. Es sollte auch berücksichtigt werden, dass es bei der Zuordnung der Produkte zu Klassen Überschneidungen geben kann.

Der Anwender (siehe 1.8.12) ist verantwortlich für die Definition der Produktklasse. Die Produktklasse sollte in den Beschaffungsunterlagen angegeben sein.

Klasse 1 Allgemeine Elektronikprodukte (General Electronic Products)

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

Klasse 2 Elektronikprodukte mit höheren Ansprüchen (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.

1.4 Maßeinheiten und Anwendungen Alle Abmessungen und Toleranzen sowie sonstigen Maße (Temperatur, Gewicht etc.) in dieser Richtlinie werden in SI-Einheiten (System International) angegeben, mit den entsprechenden britischen Maßen (Imperial English Equivalents) in Klammern. Abmessungen und Toleranzen werden hauptsächlich in Millimeter angegeben. Mikrometer wird verwendet, wenn bei der geforderten Genauigkeit die Millimeterangaben zu unhandlich wären. Die Temperatur wird in Grad Celsius, das Gewicht in Gramm angegeben.

1.4.1 Überprüfung der Abmessungen Die tatsächliche Bestimmung spezieller Abmessungen von montierten Komponenten oder von Lötstellen sowie die Bestimmung von Prozentwerten sind nicht erforderlich, ausgenommen für die Verifizierung/Entscheidung von Fällen, die zunächst zurückgewiesen wurden. Zur Feststellung der Übereinstimmung mit dieser Spezifikation sind alle hier genannten Grenzwerte absolute Grenzwerte, wie in ASTM E29 definiert.

1.5 Definition der Anforderungen Das Wort **muss** (shall) oder **darf nicht** (shall not) wird im Text dieses Dokuments immer dann verwendet, wenn es eine Anforderung an Materialien, Vorbereitungen, Prozesskontrolle oder ein Abnahmekriterium für Lötstellen ausdrückt.