



IPC J-STD-001G 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 der J-STD-001 Task Group (5-22a) des Soldering Subcommittee (5-22) des Assembly & Joining Committee (5-20) des IPC

Übersetzt durch:

Tech.TransLat Roman Meier, Dipl.-Ing.
Roman Meier, www.techtranslat.de
Trainalytics GmbH, Dr. Thomas Ahrens,
www.trainalytics.de

Ersetzt:

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

1 ALLGEMEINES	1	2.4	ASTM	8
1.1 Anwendungsbereich	1	2.5	Electrostatic Discharge Association	8
1.2 Zweck	1	2.6	International Electrotechnical Commission	8
1.3 Klassifizierung	1	2.7	SAE International	8
1.4 Maßeinheiten und Anwendungen	1	2.8	Military Standards	8
1.4.1 Überprüfung der Abmessungen	1	3 ANFORDERUNGEN AN MATERIALIEN, BAUTEILE UND AUSTRÜSTUNGEN		8
1.5 Definition der Anforderungen	2	3.1	Materialien	8
1.5.1 Hardwarefehler und Prozessindikatoren	2	3.2	Lot	8
1.5.2 Nicht-Konformitäten von Materialien und Prozessen	3	3.2.1	Lot – Bleifrei	8
1.6 Allgemeine Anforderungen	3	3.2.2	Kontrolle der Lotreinheit	8
1.7 Rangordnung	3	3.3	Flussmittel	10
1.7.1 Konflikt	3	3.3.1	Flussmitteleinsatz	10
1.7.2 Abschnittsbezugnahme	3	3.4	Lotpaste	10
1.7.3 Anhänge	3	3.5	Lotformteile (Preforms)	10
1.8 Fachbegriffe und Definitionen	3	3.6	Klebstoffe	10
1.8.1 Durchmesser	3	3.7	Chemische Stripper	10
1.8.2 Disposition (Lenkung von Produkten, Handlungsanweisung)	4	3.8	Bauteile	10
1.8.3 Elektrischer Isolationsabstand	4	3.8.1	Schäden an Bauteilen und Versiegelungen	10
1.8.4 Fremdpartikel (FOD = Foreign Object Debris) ...	4	3.8.2	Beschichtungsmeniskus	11
1.8.5 Hochspannung	4	3.9	Werkzeuge und Ausrüstungen	11
1.8.6 Hersteller (Baugruppenproduzent)	4	4 ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN AN DAS LÖTEN UND DIE BAUGRUPPENMONTAGE		11
1.8.7 Objektiver Nachweis	4	4.1	Elektrostatische Entladung (ESD-Schutz)	11
1.8.8 Prozesskontrolle	4	4.2	Fertigungsstätten	11
1.8.9 Fertigkeit	4	4.2.1	Überwachung der Umgebungsbedingungen	11
1.8.10 Lot-Zielseite	4	4.2.2	Temperatur und Feuchtigkeit	11
1.8.11 Lot-Quellseite	4	4.2.3	Beleuchtung	11
1.8.12 Lieferant	5	4.2.4	Montagevorgänge im Feld	12
1.8.13 Anwender	5	4.3	Lötbarkeit	12
1.8.14 Drahtüberwicklung	5	4.4	Erhaltung der Lötbarkeit	12
1.8.15 Drahtüberlappung	5	4.5	Entfernung von Bauteil-Endoberflächen	12
1.9 Anforderungskette	5	4.5.1	Entgoldung	12
1.10 Fertigkeiten und Kenntnisse der Mitarbeiter	5	4.5.2	Entfernung sonstiger metallischer Endoberflächen	12
1.11 Abnahmeanforderungen	5	4.6	Thermischer Schutz	12
1.12 Allgemeine Anforderungen an die Baugruppe ...	6	4.7	Nachbearbeitung nicht lötfähiger Komponenten ..	13
1.13 Sonstige Anforderungen	6	4.8	Reinheitsanforderungen vor der Verarbeitung ...	13
1.13.1 Gesundheit und Sicherheit	6	4.9	Allgemeine Anforderungen an die Bauteilmontage	13
1.13.2 Herstellprozesse bei speziellen Technologien	6	4.9.1	Allgemeine Anforderungen	13
2 ANWENDBARE DOKUMENTE	6	4.9.2	Grenzen der Verformung von Bauteilanschlüssen	13
2.1 IPC	6	4.10	Behinderung des Lotdurchstiegs in Löchern	13
2.2 JEDEC	7			
2.3 Joint Industry Standards	7			

4.11	Isolierung von Bauteilen mit Metallgehäuse	13	5.5.2	Geschlitzte Anschlüsse	24
4.12	Überdeckungsgrenzen für Kleber	13	5.5.3	Löten an Löthülsen und Hohlzylinderanschlüssen	24
4.13	Gestapelte Montage von Bauteilen (Stacking) ..	14	5.6	Drahtbrücken	25
4.14	Steckverbinder und Kontaktzonen	14	5.6.1	Isolierung	25
4.15	Handhabung der Bauteile	14	5.6.2	Drahtverlegung	25
4.15.1	Vorheizen	14	5.6.3	Drahtfixierung	25
4.15.2	Kontrollierte Abkühlung	14	5.6.4	Unbestückte Anschlussflächen oder Verbindungslöcher – Überlappungslötung	25
4.15.3	Trocknen/Entgasen	14	5.6.5	Metallisierte Löcher	25
4.15.4	Haltevorrichtungen und Materialien	14	5.6.6	SMT	25
4.16	Maschinelles Löten (kein Reflow)	14	6	DURCHSTECKMONTAGE UND ANSCHLÜSSE	26
4.16.1	Maschinensteuerung	14	6.1	Durchsteckanschlüsse – Allgemeines	26
4.16.2	Lotbad	14	6.1.1	Anschlussformung	26
4.17	Reflow-Löten	15	6.1.2	Anforderungen an die Anschlusskonfiguration ..	27
4.17.1	Intrusivlöten (Paste-in-Hole)	15	6.1.3	Kürzung der Bauteilanschlüsse	28
4.18	Lötverbindung	15	6.1.4	Verbindungslöcher	28
4.18.1	Freiliegende Oberflächen	16	6.1.5	Lackmeniskus im Lot	28
4.18.2	Anomalien bei Lötverbindungen	16	6.2	Metallisierte Löcher	29
4.18.3	Teilweise sichtbare oder verdeckte Lötverbindungen	16	6.2.1	Aufbringen des Lots	29
4.19	Lötschrumpf-Verbindungen	16	6.2.2	Löten von Bauteilanschlüssen der Durchstecktechnik	29
5	DRÄHTE UND ANSCHLUSSVERBINDUNGEN	17	6.3	Nicht-metallisierte Löcher	29
5.1	Vorbereitung der Drähte und Kabel	17	6.3.1	Anforderungen an die Drahtrestlänge bei nicht-metallisierten Löchern	29
5.1.1	Isolierungsbeschädigung	17	7	OBERFLÄCHENMONTAGE VON BAUTEILEN	30
5.1.2	Beschädigung von Einzeldrähten	17	7.1	Anschlüsse von Oberflächenmontage-Bauteilen	30
5.1.3	Verzinnen von Litzen zur Formung	18	7.1.1	Kunststoff-Bauteile	30
5.2	Lötanschlüsse	18	7.1.2	Anschlussformung	30
5.3	Montage von Gabellötstützpunkten, Turmlötstützpunkten und geschlitzten Anschlüssen	18	7.1.3	Unbeabsichtigtes Biegen	31
5.3.1	Schaftbeschädigungen	18	7.1.4	Parallelität von Flatpack-Gehäusen	31
5.3.2	Nietflanschbeschädigungen	18	7.1.5	Biegen von SMD-Anschlüssen	31
5.3.3	Öffnungswinkel bei Spreizflanschen	18	7.1.6	Abgeflachte (geprägte) Anschlüsse	31
5.3.4	Montage von Anschlussstiften – mechanisch	19	7.1.7	Bauteile, die nicht für die Oberflächenmontage gestaltet sind	31
5.3.5	Montage von Anschlussstiften – elektrisch	19	7.2	Abstand bedrahteter Bauteilkörper	31
5.3.6	Montage von Anschlussstiften – Löten	19	7.2.1	Axial bedrahtete Bauteile	31
5.4	Montage an Anschlussstifte	19	7.3	Teile, die für Stoßlötstellen/I-Montage konfiguriert werden	31
5.4.1	Allgemeine Anforderungen	19	7.4	Aufsetzen von SMD-Anschlüssen/Bauteilen	31
5.4.2	Turmlötstützpunkte und gerade Anschlussstifte	21	7.5	Lötanforderungen	32
5.4.3	Gabellötstützpunkte	21	7.5.1	Fehlpositionierte Bauteile	32
5.4.4	Geschlitzte Anschlussstifte	23	7.5.2	Nichtspezifizierte und spezielle Anforderungen	32
5.4.5	Hakenanschlüsse	23	7.5.3	Anschlüsse nur auf der Unterseite	33
5.4.6	Gestanzte oder gelochte Anschlüsse	23			
5.4.7	Positionierung bei Löthülsen- und Hohlzylinderanschlüssen	24			
5.5	Löten an Anschlussstifte	24			
5.5.1	Gabellötstützpunkte	24			

7.5.4	Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratischen Endflächen – Anschlüsse auf 1, 2, 3 oder 5 Seiten	34	9.1.9	Verbrennungen (Burns)	55
7.5.5	Zylindrische Endkappen-Anschlüsse	35	9.1.10	Nicht-verlötete Kantenkontakte	55
7.5.6	Anschlüsse in Einbuchtungen (Castellation)	36	9.1.11	Fleckenbildung	56
7.5.7	Flache Gullwing-Anschlüsse	37	9.1.12	Gewebezerrüttung (Crazing)	56
7.5.8	Runde oder abgeflachte (geprägte) Gullwing-Anschlüsse	38	9.2	Kennzeichnung	56
7.5.9	J-förmige Anschlüsse	39	9.3	Wölbung und Verwindung (Biegung)	56
7.5.10	Stoßlötstellen/I-Anschlüsse (Butt/I)	40	9.4	Nutzentrennung	56
7.5.11	Flache Lötflächen-Anschlüsse und flache, nicht-geformte Anschlüsse	42	10	BESCHICHTUNG, VERGUSS UND FIXIERUNG (KLEBER)	57
7.5.12	Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite	44	10.1	Schutzbeschichtung – Materialien	57
7.5.13	Nach innen geformte, L-förmige Band-Anschlüsse	45	10.2	Schutzbeschichtung – Maskierung	57
7.5.14	Oberflächenmontierte Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen (SMT Area Array Packages)	46	10.3	Schutzbeschichtung – Aufbringung	57
7.5.15	Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen (BTC) ...	49	10.3.1	Schutzbeschichtung auf Bauteilen	57
7.5.16	Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen als wärmeableitende Fläche (D-Pak)	50	10.3.2	Dicke	57
7.5.17	Verbindungen mit abgeflachten Stiften	51	10.3.3	Gleichförmigkeit	58
7.5.18	P-förmige Anschlüsse	52	10.3.4	Transparenz	58
7.6	Spezielle SMT-Anschlussformen	52	10.3.5	Blasen und Hohlräume	58
8	ANFORDERUNGEN AN DEN REINIGUNGSPROZESS	53	10.3.6	Delaminierung	58
8.1	Ausnahmen von der Reinigung	53	10.3.7	Ablagerungen von Fremdpartikeln (FOD = Foreign Objects Debris)	58
8.2	Ultraschall-Reinigung	53	10.3.8	Sonstige visuelle Bedingungen	58
8.3	Reinheit nach dem Löten	53	10.3.9	Inspektion	58
8.3.1	Ablagerungen von Fremdpartikeln (FOD = Foreign Object Debris)	53	10.3.10	Nacharbeit oder Nachbesserungen bei Schutzbeschichtungen	58
8.3.2	Flussmittelrückstände und andere ionische oder organische Verunreinigungen	53	10.4	Verguss	59
8.3.3	Bezeichner für die Reinheit nach dem	53	10.4.1	Aufbringung	59
8.3.4	Reinigungsoption	53	10.4.2	Leistungsanforderungen	59
8.3.5	Reinheitstest	53	10.4.3	Nacharbeit des Vergussmaterials	59
8.3.6	Testdurchführung	53	10.4.4	Inspektion des Vergusses	59
9	ANFORDERUNGEN AN DIE LEITERPLATTE	55	10.5	Fixierung	59
9.1	Leiterplattenschäden	55	10.5.1	Fixierung – Aufbringung	59
9.1.1	Blasenbildung/Delaminierung	55	10.5.2	Fixierung – Kleber	61
9.1.2	Gewebeaustritt/durchtrennte Fasern	55	10.5.3	Fixierung (Inspektion)	61
9.1.3	Hofbildung	55	11	NACHWEISSTREIFEN ALS VERDREHSCHUTZ / MANIPULATIONSSCHUTZ	61
9.1.4	Kantendelaminierung	55	12	PRODUKTSICHERUNG	61
9.1.5	Abheben von Anschlussflächen/Leiterbahnen ..	55	12.1	Inspektionsmethoden	61
9.1.6	Größenreduzierung von Anschlussflächen/Leiterbahnen	55	12.1.1	Inspektion zur Prozessbestätigung	61
9.1.7	Delaminierung bei flexiblen Leiterplatten	55	12.1.2	Sichtprüfung	62
9.1.8	Beschädigungen an flexiblen Leiterplatten	55	12.2	Anforderungen an die Prozesskontrolle	63
			12.2.1	Ermittlung der Anzahl möglicher Fehler	63
			12.3	Statistische Prozesskontrolle	63
			13	NACHARBEIT UND REPARATUR	64
			13.1	Nacharbeit	64
			13.2	Reparatur	64
			13.3	Reinigung nach Nacharbeit/Reparatur	64

ANHANG A	Leitfäden für Lötwerkzeuge und -geräte	65
ANHANG B	Elektrischer Mindest-Isolationsabstand – Elektrischer Leiterbahnabstand	67
ANHANG C	J-STD-001 Leitfaden zum Nachweis der Material-Kompatibilität	69

Figures

Bild 1-1	Überwicklung	5
Bild 1-2	Überlappung	5
Bild 4-1	Behinderung des Lotdurchstiegs in Löchern	13
Bild 4-2	Zulässige Benetzungswinkel	15
Bild 5-1	Dicke der Isolierung	17
Bild 5-2	Nietflanschbeschädigungen	18
Bild 5-3	Aufweitungswinkel	18
Bild 5-4	Montage von Anschlussstiften – mechanisch	19
Bild 5-5	Montage von Anschlussstiften – elektrisch	19
Bild 5-6	Messung des Abstands der Isolierung	19
Bild 5-7	Serviceschleife für Drahtanschlüsse	20
Bild 5-8	Beispiele für Spannungs-/Zugentlastung	20
Bild 5-9	Drahtführungen bei zwischenliegenden Turmlötstützpunkten	20
Bild 5-10	Draht- und Bauteilanschlussplatzierung	21
Bild 5-11	Seitliche Zuführung mit Wickelung an Gabellötstützpunkten	21
Bild 5-12	Seitliche, gerade und fixierte Zuführung an Gabellötstützpunkte	22
Bild 5-13	Gabellötstützpunkt mit von oben und unten zugeführten Verbindungen	22
Bild 5-14	Geschlitzter Anschluss	23
Bild 5-15	Draht-Anordnung an Hakenanschlüssen	23
Bild 5-16	Zulässige Anordnung von Drähten an gestanzten oder gelochten Anschlüssen	24
Bild 5-17	Lotvertiefung	24
Bild 5-18	Löthülsen und Hohlzylinderanschlüsse – Vertikale Lotfüllung	24
Bild 6-1	Beispiele für Spannungs-/Zugentlastungen an Bauteilanschlüssen	26
Bild 6-2	Bauteilanschlussbiegungen	27
Bild 6-3	Kürzung der Bauteilanschlüsse	28
Bild 6-4	Beispiel vertikaler Füllung	29
Bild 7-1	Anschlussformung bei Bauteilen für die Oberflächenmontage	30
Bild 7-2	Anschlussformung bei Bauteilen für die Oberflächenmontage	30
Bild 7-3	Anschlüsse nur auf der Unterseite	33
Bild 7-4	Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratischen Endflächen	34
Bild 7-5	Zylindrische Endkappen-Anschlüsse	35

Bild 7-6	Anschlüsse in Einbuchtungen	36
Bild 7-7	Flache Gullwing-Anschlüsse	37
Bild 7-8	Runde oder abgeflachte (geprägte) Gullwing-Anschlüsse	38
Bild 7-9	J-förmige Anschlüsse	39
Bild 7-10	Stoßlötstellen/I-Anschlüsse für modifizierte Anschlüsse der Durchsteck-Montagetechnik	40
Bild 7-11	Stoßlötstellen/I-Anschlüsse als Solder-Charge-Anschlüsse	41
Bild 7-12A	Flache Lötfahnen-Anschlüsse	43
Bild 7-12B	Flache, ungeformte Anschlüsse	43
Bild 7-13	Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite	44
Bild 7-14	Nach innen geformte, L-förmige Band-Anschlüsse	45
Bild 7-15	BGA-Lotkugelabstand	47
Bild 7-16	Bauteil mit Unterseiten-Anschlüssen (BTC)	49
Bild 7-17	Unterseiten-Anschluss als wärmeableitende Fläche	50
Bild 7-18	Anschluss mit abgeflachten Stiften	51
Bild 7-19	P-förmiger Anschluss	52
Bild 10-1	Radial bedrahtete Bauteile, deren Höhe größer oder gleich ihrer Länge/ihrem Durchmesser sind – Einzelnes, rechteckiges Bauteil	60
Bild 10-2	Radial bedrahtete Bauteile, deren Höhe größer oder gleich ihrer Länge/ihrem Durchmesser sind – Einzelnes, zylindrisches Bauteil	60


Tables


Tabelle 1-1	Design-, Fertigungs- und Abnahme-spezifikationen	3
Tabelle 3-1	Obergrenzen der Lotbadverunreinigung	9
Tabelle 4-1	Lotanomalien	16
Tabelle 5-1	Erlaubte Beschädigung der Litzendrähte	17
Tabelle 5-2	Minimalanforderungen an die Lötmontage von Anschlussstiften	19
Tabelle 5-3	Drahtanschlüsse an Turmlötstützpunkten und geraden Anschlussstiften	21
Tabelle 5-4	Wickelanforderungen an Drähte mit AWG 30 und weniger	21
Tabelle 5-5	Drahtmontage an Gabellötstützpunkte – Seitliche Zuführung mit Wickelung	22
Tabelle 5-6	Fixierungsanforderungen bei seitlich und gerade zugeführten Verbindungen an Gabellötstützpunkten	22
Tabelle 5-7	Zuführung von Drähten an Gabellötstützpunkte von unten	22
Tabelle 5-8	Draht-Anordnung an Hakenanschlüssen	23
Tabelle 5-9	Draht-Anordnung an gestanzten/gelochten Anschlüssen	23
Tabelle 5-10	Lötanforderungen Draht an Stift	24
Tabelle 6-1	Abstand des Bauteils von der Anschlussfläche	26

Tabelle 6-2	Bauteile mit Abstandshaltern	27	Tabelle 7-12A	Abmessungskriterien – Wärmeableitende, flache Lötflächen-Anschlüsse	42
Tabelle 6-3	Radius der Bauteilanschlussbiegung	27	Tabelle 7-12B	Abmessungskriterien – Flache, nicht-geformte Anschlüsse, z. B. Anschlüsse flexibler Schaltungen	42
Tabelle 6-4	Drahtrestlänge bei metallisierten Löchern	28	Tabelle 7-13	Abmessungskriterien – Hohe Bauteile mit Anschlüssen nur auf der Unterseite	44
Tabelle 6-5	Drahtrestlänge bei nicht-metallisierten Löchern	28	Tabelle 7-14	Abmessungskriterien – Nach innen geformte, L-förmige Band-Anschlüsse	45
Tabelle 6-6	Metallisierte Löcher mit Bauteilanschlüssen, Mindest-Abnahmekriterien	28	Tabelle 7-15	Abmessungskriterien – Ball Grid Array (BGA) Bauteile mit aufschmelzenden Kugeln	47
Tabelle 6-7	Nicht-metallisierte Löcher mit Bauteilanschlüssen, Mindest-Abnahmekriterien	29	Tabelle 7-16	Ball Grid Array (BGA) Bauteile mit nicht-aufschmelzenden Kugeln	48
Tabelle 7-1	SMT-Anschlussformung – Minimale Anschlusslänge (L)	30	Tabelle 7-17	Column Grid Array (CGA)	48
Tabelle 7-2	Bauteile für die Oberflächenmontage	32	Tabelle 7-18	Abmessungskriterien – BTC	49
Tabelle 7-3	Abmessungskriterien – Chip-Bauteile mit Anschlüssen nur an der Unterseite	33	Tabelle 7-19	Abmessungskriterien – Unterseiten-Anschlüsse als wärmeableitende Flächen	50
Tabelle 7-4	Abmessungskriterien – Chip-Bauteile mit rechteckigen oder quadratische Endflächen – Anschlüsse auf 1, 2, 3 oder 5 Seiten	34	Tabelle 7-20	Abmessungskriterien – Verbindungen mit abgeflachten Stiften	51
Tabelle 7-5	Abmessungskriterien – Zylindrische Endkappenanschlüsse	35	Tabelle 7-21	Abmessungskriterien – P-förmige Anschlüsse	52
Tabelle 7-6	Abmessungskriterien – Anschlüsse in Einbuchtungen	36	Tabelle 8-1	Bezeichnung der zu reinigenden Oberflächen	53
Tabelle 7-7	Abmessungskriterien – Flache Gullwing-Anschlüsse	37	Tabelle 8-2	Bezeichnungen für Reinheitstests	54
Tabelle 7-8	Abmessungskriterien – Runde oder abgeflachte (geprägte) Gullwing-Anschlüsse	38	Tabelle 10-1	Beschichtungsdicke	58
Tabelle 7-9	Abmessungskriterien – J-förmige Anschlüsse	39	Tabelle 12-1	Anwendung von Vergrößerungshilfen bei Lötverbindungen	62
Tabelle 7-10	Abmessungskriterien – Stoßlötstellen/ I-Anschlüsse	40	Tabelle 12-2	Anwendung von Vergrößerungshilfen bei Drähten und Drahtverbindungen	62
Tabelle 7-11	Abmessungskriterien – Stoßlötstellen/ I-Anschlüsse – Solder-Charge-Anschlüsse	41	Tabelle 12-3	Sonstige Anwendungen von Vergrößerungshilfen	63

Anforderungen an gelötete elektrische und elektronische Baugruppen

1 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 zur Bauteilebestückung oder zur Aufbringung von Flussmittel und Lot, die zur Herstellung elektrischer Verbindungen verwendet werden, auszuschließen.

 **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 die Nutzung von Ergänzungen (Amendments). 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/Test) Rechnung zu tragen. Es sollte auch berücksichtigt werden, dass es bei der Zuordnung der Produkte zu Klassen Überschneidungen geben kann.

Der Anwender, siehe 1.8.13, 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 fertigen Baugruppe ist.

Klasse 2 Elektronikprodukte für spezifische Einsatzzwecke (Dedicated Service Electronic Products)

Dazu zählen Produkte, die für Dauerbetrieb und lange Nutzungsdauer vorgesehen sind und für die ein unterbrechungsfreier Einsatz angestrebt wird, 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 Diese Richtlinie verwendet das internationale Einheitensystem (SI-Einheiten) gemäß ASTM SI10, IEEE/ASTM SI 10, Section 3 [zusätzliche Angaben im englischen Maßsystem erfolgen in eckigen Klammern]. Die in diesem Dokument verwendeten SI-Einheiten sind Millimeter (mm) [in] für Maße und Maßtoleranzen, Celsius (°C) [°F] für Temperatur und Temperaturtoleranzen, Gramm (g) [oz] für Gewicht (Masse) und Lux (lx) [footcandles] für die Beleuchtungsstärke.

Hinweis: Diese Richtlinie verwendet auch andere SI-Einheitenpräfixe (ASTM SI10, Section 3.2), um führende Nullen oder Exponentialdarstellungen zu vermeiden (z. B. 0,0012 mm wird 1,2 µm; 3,6 x 10³ mm wird 3,6 m).

1.4.1 Überprüfung der Abmessungen Die tatsächliche Bestimmung spezieller Abmessungen von montierten Komponenten oder von Lötstellen sowie die Bestimmung von Prozentwerten sind nicht gefordert, ausgenommen für die Verifizierung/Entscheidung von Fällen, die zunächst zurückgewiesen wurden. Um die Konformität mit den Anforderungen in dieser Richtlinie zu verifizieren, sind die beobachteten oder berechneten Werte auf den Wert zu runden, der der kleinsten Stelle