



IPC/WHMA-A-620D DE



# Anforderungen und Abnahmekriterien für Kabel- und Kabelbaum- 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 IPC Task Group (7-31 f) des Product Assurance Subcommittee (7-30) und dem WHMA Industry Technical Guidelines Committee (ITGC)

**Übersetzt durch:**

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

**Ersetzt:**

IPC/WHMA-A-620C – Januar 2017  
IPC/WHMA-A-620B mit  
Ergänzung 1 – August 2013  
IPC/WHMA-A-620B – Oktober 2012  
IPC/WHMA-A-620A – Juli 2006  
IPC/WHMA-A-620 – Januar 2002

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

**Kontakt:**

IPC

Wiring Harness Manufacturers Assoc.  
(An affiliate of IPC)

# Inhaltsverzeichnis

<p><b>1 Allgemeines</b> ..... 1-1</p> <p><b>1.1 Anwendungsbereich</b> ..... 1-1</p> <p><b>1.2 Zweck</b> ..... 1-1</p> <p><b>1.3 Klassifizierung</b> ..... 1-1</p> <p><b>1.4 Maßeinheiten und Anwendungen</b> ..... 1-1</p> <p>1.4.1 Überprüfung der Maßhaltigkeit ..... 1-1</p> <p><b>1.5 Definition der Anforderungen</b> ..... 1-1</p> <p>1.5.1 Inspektionsbedingungen ..... 1-2</p> <p>1.5.1.1 Zulässig ..... 1-2</p> <p>1.5.1.2 Fehler ..... 1-2</p> <p>1.5.1.2.1 Disposition (Handlungsanweisung) ..... 1-2</p> <p>1.5.1.3 Prozessindikator ..... 1-2</p> <p>1.5.1.4 Kombiniertes Zustand ..... 1-3</p> <p>1.5.1.5 Nicht festgelegte Zustände ..... 1-3</p> <p>1.5.1.6 Ungewöhnliche oder spezielle Konstruktionen ..... 1-3</p> <p>1.5.2 Nicht-Konformität von Materialien und Prozessen ..... 1-3</p> <p><b>1.6 Prozesskontrolle</b> ..... 1-3</p> <p>1.6.1 Statistische Prozesskontrolle ..... 1-3</p> <p><b>1.7 Rangordnung der Dokumente</b> ..... 1-4</p> <p>1.7.1 Abschnittsbezugnahme ..... 1-4</p> <p>1.7.2 Anhänge ..... 1-4</p> <p><b>1.8 Fachbegriffe und Definitionen</b> ..... 1-4</p> <p>1.8.1 Ablagerungen von Fremdkörpern (FOD) ..... 1-4</p> <p>1.8.2 Inspektion ..... 1-4</p> <p>1.8.3 Hersteller (Baugruppenproduzent) ..... 1-4</p> <p>1.8.4 Objektiver Nachweis ..... 1-4</p> <p>1.8.5 Prozesskontrolle ..... 1-4</p> <p>1.8.6 Lieferant ..... 1-4</p> <p>1.8.7 Anwender ..... 1-5</p> <p>1.8.8 Leiter-/Aderdurchmesser (D) ..... 1-5</p> <p>1.8.9 Entwicklungsdokumentation ..... 1-5</p> <p><b>1.9 Anforderungskette</b> ..... 1-5</p> <p><b>1.10 Fertigkeiten und Kenntnisse der Mitarbeiter</b> ..... 1-5</p> <p><b>1.11 Abnahmeanforderungen</b> ..... 1-5</p> <p><b>1.12 Inspektionsmethoden</b> ..... 1-5</p> <p>1.12.1 Inspektion zur Prozessbestätigung ..... 1-5</p> <p>1.12.2 Sichtprüfung ..... 1-5</p> <p>1.12.2.1 Beleuchtung ..... 1-5</p> <p>1.12.2.2 Vergrößerungshilfen ..... 1-5</p>	<p><b>1.13 Arbeitsplätze</b> ..... 1-6</p> <p>1.13.1 Arbeiten im Feld ..... 1-6</p> <p>1.13.2 Gesundheit und Sicherheit ..... 1-6</p> <p><b>1.14 Schutz vor elektrostatischer Entladung (ESD-Schutz)</b> ..... 1-6</p> <p><b>1.15 Werkzeuge und Ausrüstungen</b> ..... 1-7</p> <p>1.15.1 Überwachung ..... 1-7</p> <p>1.15.2 Kalibrierung ..... 1-7</p> <p><b>1.16 Materialien und Prozesse</b> ..... 1-7</p> <p><b>1.17 Elektrischer Isolationsabstand</b> ..... 1-8</p> <p><b>1.18 Verunreinigung</b> ..... 1-8</p> <p><b>1.19 Nacharbeit/Reparatur</b> ..... 1-8</p> <p>1.19.1 Nacharbeit ..... 1-8</p> <p>1.19.2 Reparatur ..... 1-8</p> <p>1.19.3 Reinigung nach Nacharbeit/Reparatur ..... 1-8</p> <p><b>2 Anwendbare Dokumente</b> ..... 2-1</p> <p><b>2.1 IPC</b> ..... 2-1</p> <p><b>2.2 Joint Industry Standards</b> ..... 2-1</p> <p><b>2.3 Society of Automotive Engineers (SAE)</b> ..... 2-1</p> <p><b>2.4 American National Standards Institute (ANSI)</b> ..... 2-1</p> <p><b>2.5 International Organization for Standardization (ISO)</b> ..... 2-1</p> <p><b>2.6 ESD Association (ESDA)</b> ..... 2-2</p> <p><b>2.7 United States Department of Defense (DoD)</b> ..... 2-2</p> <p><b>2.8 International Electrotechnical Commission (IEC)</b> .. 2-2</p> <p><b>2.9 Aerospace Industries Association (AIA/NAS)</b> ..... 2-2</p> <p><b>2.10 Electronics Industries Alliance</b> ..... 2-2</p> <p><b>2.11 ASTM International</b> ..... 2-2</p> <p><b>2.12 Institute of Electrical and Electronics Engineers</b> ..... 2-2</p> <p><b>3 Vorbereitung</b> ..... 3-1</p> <p><b>3.1 Abisolieren</b> ..... 3-2</p> <p><b>3.2 Beschädigung von Litzendrähten und Abschneiden</b> ..... 3-2</p> <p><b>3.3 Leiterdeformierung/Aufspreizen</b> ..... 3-5</p> <p><b>3.4 Verdrillen von Leitern/Adern</b> ..... 3-7</p> <p><b>3.5 Beschädigung der Isolierung – Abisolieren</b> ..... 3-8</p>
---	---

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p><b>4 Lötanschlüsse</b> ..... 4-1</p> <p><b>4.1 Materialien, Bauteile und Ausrüstungen</b> ..... 4-2</p> <p>4.1.1 Materialien ..... 4-2</p> <p>4.1.1.1 Lot ..... 4-2</p> <p>4.1.1.1.1 Überwachung der Lotreinheit ..... 4-3</p> <p>4.1.1.2 Flussmittel ..... 4-4</p> <p>4.1.1.3 Klebstoffe ..... 4-4</p> <p>4.1.1.4 Lötbarkeit ..... 4-5</p> <p>4.1.1.5 Werkzeuge und Ausrüstungen ..... 4-5</p> <p>4.1.2 Entgoldung ..... 4-5</p> <p><b>4.2 Reinheit</b> ..... 4-6</p> <p>4.2.1 Vor dem Löten ..... 4-6</p> <p>4.2.2 Nach dem Löten ..... 4-6</p> <p>4.2.2.1 Ablagerungen von Fremdkörpern (FOD) ..... 4-6</p> <p>4.2.2.2 Flussmittelrückstände ..... 4-7</p> <p>4.2.2.2.1 Flussmittel mit Reinigungsprozess ..... 4-7</p> <p>4.2.2.2.2 Flussmittel ohne Reinigungsprozesse (No-Clean) ..... 4-7</p> <p><b>4.3 Lötverbindung</b> ..... 4-8</p> <p>4.3.1 Allgemeine Anforderungen ..... 4-10</p> <p>4.3.2 Lötanomalien ..... 4-11</p> <p>4.3.2.1 Freiliegendes Basismetall ..... 4-11</p> <p>4.3.2.2 Teilweise sichtbare oder verdeckte Lötverbindungen ..... 4-11</p> <p><b>4.4 Vorbereitung der Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung, Verzinnen</b> ..... 4-12</p> <p><b>4.5 Leiterisolierung</b> ..... 4-14</p> <p>4.5.1 Abstände ..... 4-14</p> <p>4.5.2 Beschädigung nach dem Löten ..... 4-16</p> <p><b>4.6 Isolierhüllen</b> ..... 4-17</p> <p><b>4.7 Aufgespreizte Drähte (verlötet)</b> ..... 4-19</p> <p><b>4.8 Anschlüsse</b> ..... 4-20</p> <p>4.8.1 Turmlötstützpunkte und gerade Stifte ..... 4-23</p> <p>4.8.1.1 Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung ..... 4-23</p> <p>4.8.1.2 Lot ..... 4-25</p> <p>4.8.2 Gabellötstützpunkte ..... 4-26</p> <p>4.8.2.1 Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung – Seitlich ..... 4-26</p> <p>4.8.2.2 Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung – Von oben oder unten ..... 4-28</p> <p>4.8.2.3 Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung – Gestützt/fixiert ..... 4-30</p> <p>4.8.2.4 Lot ..... 4-31</p> <p>4.8.3 Geschlitzte Lötstützpunkte ..... 4-33</p> <p>4.8.3.1 Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung ..... 4-33</p> <p>4.8.3.2 Lot ..... 4-34</p>	<p>4.8.4 Durchbohrte/gelochte/gestanzte Lötstützpunkte ..... 4-35</p> <p>4.8.4.1 Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung ..... 4-35</p> <p>4.8.4.2 Lot ..... 4-37</p> <p>4.8.5 Hakenanschlüsse ..... 4-38</p> <p>4.8.5.1 Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung ..... 4-38</p> <p>4.8.5.2 Lot ..... 4-40</p> <p>4.8.6 Löthülse ..... 4-41</p> <p>4.8.6.1 Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung ..... 4-41</p> <p>4.8.6.2 Lot ..... 4-42</p> <p>4.8.7 Seriell verbunden ..... 4-44</p> <p>4.8.8 Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung – AWG 30 [0,25 mm Ø] und kleinere Durchmesser ..... 4-45</p> <p><b>5 Crimpverbindungen (Kontakte und Kabelschuhe)</b> .... 5-1</p> <p><b>5.1 Stanz-geformt – Offene Crimphülse</b> ..... 5-3</p> <p>5.1.1 Isolierungsunterstützung ..... 5-4</p> <p>5.1.1.1 Prüffenster ..... 5-4</p> <p>5.1.1.2 Isolierungscrimpung ..... 5-6</p> <p>5.1.2 Isolierungsabstand ohne Unterstützungs-crimpung ..... 5-8</p> <p>5.1.3 Leiter-crimpung ..... 5-9</p> <p>5.1.4 Crimpbereichstrichter ..... 5-11</p> <p>5.1.5 Drahtbündel-Ende ..... 5-13</p> <p>5.1.6 Träger-Stanzrest ..... 5-15</p> <p>5.1.7 Einzelleitungs-Abdichtung ..... 5-16</p> <p><b>5.2 Stanz-geformt – Geschlossene Crimphülse</b> ..... 5-18</p> <p>5.2.1 Isolierungsabstand ..... 5-19</p> <p>5.2.2 Isolierungs-Unterstützungscrimpung ..... 5-20</p> <p>5.2.3 Leiter-crimpung und Trichter ..... 5-21</p> <p>5.2.4 Stanzreste ..... 5-23</p> <p><b>5.3 Gedrehte Kontakte</b> ..... <b>5-24</b></p> <p>5.3.1 Isolierungsabstand ..... 5-24</p> <p>5.3.2 Ausführung mit Isolierungsunterstützung ..... 5-26</p> <p>5.3.3 Leiter ..... 5-27</p> <p>5.3.4 Crimpung ..... 5-29</p> <p>5.3.5 Querschnittserhöhung ..... 5-31</p> <p><b>5.4 Crimpung von Aderendhülsen</b> ..... 5-33</p> <p><b>5.5 Schrumpfschlauch – Leiterunterstützung – Gecrimpte Anschlüsse</b> ..... 5-35</p> <p><b>6 Schneidklemmverbindung (IDC)</b> ..... 6-1</p> <p><b>6.1 Massenverbindungstechnik, Flachbandkabel</b> ..... 6-2</p> <p>6.1.1 Ablängen ..... 6-2</p> <p>6.1.2 Ausklinken ..... 6-3</p> <p>6.1.3 Entfernung ebener Masseflächen ..... 6-4</p> <p>6.1.4 Position des Verbinders ..... 6-5</p> <p>6.1.5 Verbinder-Versatz und seitliche Position ..... 6-8</p> <p>6.1.6 Fixierung ..... 6-9</p>
--	--

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p><b>6.2 Einzelader-Verbindungstechnik</b> ..... 6-10</p> <p>6.2.1 Allgemeines ..... 6-10</p> <p>6.2.2 Position der Leitung/Ader ..... 6-11</p> <p>6.2.3 Überstand (Überlänge) ..... 6-12</p> <p>6.2.4 Isolierungsclimpung ..... 6-13</p> <p>6.2.5 Beschädigungen in der Kontaktzone ..... 6-15</p> <p>6.2.6 Endverbinder ..... 6-16</p> <p>6.2.7 Durchgangverbinder ..... 6-17</p> <p>6.2.8 Kabelanschluss-Verbinder ..... 6-18</p> <p>6.2.9 Subminiatur D-Verbinder (Serieller Bus-Verbinder) ..... 6-19</p> <p>6.2.10 Modular-Verbinder (RJ-Typ) ..... 6-21</p> <p><b>7 Ultraschallschweißen</b> ..... 7-1</p> <p><b>7.1 Isolierungsabstand</b> ..... 7-2</p> <p><b>7.2 Litzenknoten</b> ..... 7-3</p> <p><b>8 Spleiße</b> ..... 8-1</p> <p><b>8.1 Verlötete Spleiße</b> ..... 8-2</p> <p>8.1.1 Vermascht ..... 8-3</p> <p>8.1.2 Gewickelt ..... 8-5</p> <p>8.1.3 Ringösen ..... 8-7</p> <p>8.1.4 Überlappung ..... 8-8</p> <p>8.1.4.1 Zwei oder mehr Leiter ..... 8-9</p> <p>8.1.4.2 Isolierungsöffnung (Fenster) ..... 8-12</p> <p>8.1.5 Löt schrump fverbinder ..... 8-13</p> <p><b>8.2 Gecrimpte Spleiße</b> ..... 8-15</p> <p>8.2.1 Hülse ..... 8-15</p> <p>8.2.2 Doppelseitig ..... 8-18</p> <p>8.2.3 Kontakt ..... 8-21</p> <p>8.2.4 Gerade Leitungsverbinder (Jiffy Junctions) .... 8-23</p> <p><b>8.3 Ultraschallgeschweißte Spleiße</b> ..... 8-24</p> <p><b>9 Montage Steckverbinder</b> ..... 9-1</p> <p><b>9.1 Montage der Verriegelung</b> ..... 9-2</p> <p>9.1.1 Gewindebolzen – Höhe ..... 9-2</p> <p>9.1.2 Verriegelungsschrauben – Gewindeüberstand ..... 9-3</p> <p>9.1.3 Halteclips ..... 9-4</p> <p>9.1.4 Ausrichtung des Steckverbinders ..... 9-5</p> <p><b>9.2 Zugentlastung</b> ..... 9-6</p> <p>9.2.1 Festsitz der Klemmschelle ..... 9-6</p> <p>9.2.2 Leiterzuführung ..... 9-7</p> <p>9.2.2.1 Gerade Zuführung ..... 9-8</p> <p>9.2.2.2 Seitliche Zuführung ..... 9-9</p>	<p><b>9.3 Schrumpfschläuche und Schrumpf-Formteile</b> ..... 9-10</p> <p>9.3.1 Position ..... 9-10</p> <p>9.3.2 Kleben ..... 9-11</p> <p><b>9.4 Schäden an Steckverbindern</b> ..... 9-15</p> <p>9.4.1 Kriterien ..... 9-15</p> <p>9.4.2 Grenzwerte – Harte Oberfläche – Ansichts-Seite ..... 9-16</p> <p>9.4.3 Grenzwerte – Weiche Oberfläche – Hinterer Abdichtgummi Ansichts-Seite ..... 9-17</p> <p>9.4.4 Kontakte ..... 9-18</p> <p><b>9.5 Einsetzen von Kontakten und Abdichtstiften in Isolierkörper</b> ..... 9-19</p> <p>9.5.1 Einsetzen von Kontakten ..... 9-19</p> <p>9.5.2 Einsetzen von Abdichtstiften ..... 9-21</p> <p><b>10 Umspritzen/Vergießen</b> ..... 10-1</p> <p><b>10.1 Umspritzen</b> ..... 10-4</p> <p>10.1.1 Formfüllung ..... 10-4</p> <p>10.1.1.1 Innen ..... 10-4</p> <p>10.1.1.2 Außen ..... 10-7</p> <p>10.1.1.2.1 Fehlanpassung ..... 10-10</p> <p>10.1.1.2.2 Passform ..... 10-11</p> <p>10.1.1.2.3 Risse, Fließnähte, Abkühlmarken (Bindenähte) oder Schweißnähte ..... 10-14</p> <p>10.1.1.2.4 Farbe ..... 10-16</p> <p>10.1.2 Ausbläser (Spritzgussmasse) ..... 10-17</p> <p>10.1.3 Position ..... 10-18</p> <p>10.1.4 Gratbildung ..... 10-21</p> <p>10.1.5 Leiterisolierung, Kabelmantel- oder Schrumpfschlauchbeschädigung ..... 10-23</p> <p>10.1.6 Aushärten ..... 10-24</p> <p><b>10.2 Vergießen (duroplastisches Formen)</b> ..... 10-25</p> <p>10.2.1 Verfüllen ..... 10-25</p> <p>10.2.2 Formschluss mit Leitungen oder Kabeln ... 10-29</p> <p>10.2.3 Aushärten ..... 10-31</p> <p><b>10.3 Umspritzen flexibler Flachbandkabel</b> ..... 10-32</p> <p>10.3.1 Montage und Ausrichtung der Klebeverbindung ..... 10-35</p> <p>10.3.2 Klebeverbindung zwischen Flachbandkabel und Verbinderverguss .... 10-36</p> <p>10.3.3 Montagematerial ..... 10-37</p> <p><b>11 Vermessen von Kabel-Baugruppen und Leitungen</b> ..... 11-1</p> <p><b>11.1 Vermessen – Längtoleranzen von Kabeln und Leitungen</b> ..... 11-2</p>
---	--

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p><b>11.2 Vermessen – Kabel</b> ..... 11-2</p> <p>11.2.1 Bezugsebenen – Gerade/axiale Steckverbinder ..... 11-2</p> <p>11.2.2 Bezugsebenen – Rechtwinklige Steckverbinder ..... 11-3</p> <p>11.2.3 Länge ..... 11-3</p> <p>11.2.4 Kabelbaumabzweigung ..... 11-4</p> <p>11.2.4.1 Kabelbaumabzweigung Messpunkte ..... 11-4</p> <p>11.2.4.2 Kabelbaumabzweigung Länge ..... 11-5</p> <p><b>11.3 Vermessen – Leitungen</b> ..... 11-6</p> <p>11.3.1 Bezugspunkte bei elektrischen Anschlüssen ..... 11-6</p> <p>11.3.2 Länge ..... 11-7</p> <p><b>12 Kennzeichnung/Etikettierung</b> ..... 12-1</p> <p><b>12.1 Inhalt</b> ..... 12-2</p> <p><b>12.2 Lesbarkeit</b> ..... 12-2</p> <p><b>12.3 Haltbarkeit</b> ..... 12-4</p> <p><b>12.4 Position und Orientierung</b> ..... 12-5</p> <p><b>12.5 Funktionalität</b> ..... 12-6</p> <p><b>12.6 Kennzeichnungshülle</b> ..... 12-7</p> <p>12.6.1 Umwicklung ..... 12-7</p> <p>12.6.2 Schlauch ..... 12-9</p> <p><b>12.7 Kennzeichnungsfahnen</b> ..... 12-10</p> <p>12.7.1 Selbstklebend ..... 12-10</p> <p><b>12.8 Kennzeichnungen an Kabelbindern</b> ..... 12-10</p> <p><b>13 Koaxial- und Biaxial-Kabelbaugruppen</b> ..... 13-1</p> <p><b>13.1 Abisolieren</b> ..... 13-2</p> <p><b>13.2 Anschluss des Mittelleiters</b> ..... 13-4</p> <p>13.2.1 Crimpverbindung ..... 13-4</p> <p>13.2.2 Lötverbindung ..... 13-6</p> <p><b>13.3 Löthülsen-Anschlussstifte</b> ..... 13-8</p> <p>13.3.1 Allgemeines ..... 13-8</p> <p>13.3.2 Isolierung ..... 13-10</p> <p><b>13.4 Koaxial-Steckverbinder – Leiterplattenmontage</b> ..... 13-11</p> <p><b>13.5 Coaxial Koaxial-Steckverbinder – Länge des Mittelleiters – Rechtwinkliger Steckverbinder</b> ..... 13-12</p> <p><b>13.6 Koaxial-Steckverbinder – Lötstelle des Mittelleiters</b> ..... 13-13</p>	<p><b>13.7 Koaxial-Steckverbinder – Anschlussabdeckung</b> ..... 13-15</p> <p>13.7.1 Lötmontage ..... 13-15</p> <p>13.7.2 Einpressmontage ..... 13-16</p> <p><b>13.8 Schirmanschluss</b> ..... 13-17</p> <p>13.8.1 Masse-Klemmring ..... 13-17</p> <p>13.8.2 Gecrimpte Hülse ..... 13-18</p> <p><b>13.9 Mittelstift</b> ..... 13-20</p> <p>13.9.1 Position ..... 13-20</p> <p>13.9.2 Beschädigung ..... 13-21</p> <p><b>13.10 Halbstarre Koaxialleitung</b> ..... 13-22</p> <p>13.10.1 Halbstarre Koaxialleitung – Biegen und Verformung ..... 13-23</p> <p>13.10.2 Oberflächenzustand ..... 13-25</p> <p>13.10.2.1 Feste Hülle ..... 13-25</p> <p>13.10.2.2 Formbares Kabel ..... 13-27</p> <p>13.10.3 Schnittfläche des Dielektrikums ..... 13-28</p> <p>13.10.4 Sauberkeit des Dielektrikums ..... 13-30</p> <p>13.10.5 Anschlussstift des Mittelleiters ..... 13-31</p> <p>13.10.5.1 Spitze ..... 13-32</p> <p>13.10.5.2 Beschädigung ..... 13-34</p> <p>13.10.6 Lötverbindung ..... 13-34</p> <p><b>13.11 Koaxial-Pressverbinder</b> ..... 13-36</p> <p><b>13.12 Löten und Abisolieren biaxialer/multiaxialer geschirmter Leitungen</b> ..... 13-37</p> <p>13.12.1 Montage von Kabelmantel und Kontaktstift ..... 13-37</p> <p>13.12.2 Ringmontage ..... 13-39</p> <p><b>14 Kabel-/Kabelbaumsicherung</b> ..... 14-1</p> <p><b>14.1 Kabelbinder-/Bindegarn-Anwendung</b> ..... 14-2</p> <p>14.1.1 Festsitz ..... 14-7</p> <p>14.1.2 Beschädigung ..... 14-8</p> <p>14.1.3 Abstände ..... 14-8</p> <p><b>14.2 Kabelbaumabzweigungen</b> ..... 14-9</p> <p>14.2.1 Einzelleitungen ..... 14-9</p> <p>14.2.2 Abstände ..... 14-10</p> <p><b>14.3 Kabelführung</b> ..... 14-13</p> <p>14.3.1 Leitungskreuzungen ..... 14-13</p> <p>14.3.2 Biegeradien ..... 14-14</p> <p>14.3.3 Koaxialkabel ..... 14-15</p> <p>14.3.4 Abschluss nicht verwendeter Leitungen .... 14-16</p> <p>14.3.4.1 Schrumpfschlauch ..... 14-16</p> <p>14.3.4.2 Flexibler Schutzschlauch ..... 14-17</p> <p>14.3.5 Bindestellen über Spleißen und Hülsen .... 14-17</p> <p><b>14.4 Besenbindungen (Broom Stitching)</b> ..... 14-18</p>
--	--

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<b>15 Elektrische Abschirmung von Kabelbäumen und Kabeln</b> .....	15-1	<b>17.2 Montage-Elemente</b> .....	17-3
<b>15.1 Schirmgeflecht</b> .....	15-2	17.2.1 Schraubverbindungen .....	17-4
15.1.1 Direkt aufgeflochten .....	15-3	17.2.1.1 Minimales Drehmoment .....	17-6
15.1.2 Vorgeflochten .....	15-5	17.2.2 Leitungsanschluss .....	17-8
<b>15.2 Schirmanschluss</b> .....	15-6	17.2.2.1 Massivdraht .....	17-9
15.2.1 Schirmanschlussleitung .....	15-6	17.2.2.2 Litzendrähte .....	17-11
15.2.1.1 Angeschlossene Leitung .....	15-6	17.2.3 Drahtsicherung .....	17-12
15.2.1.1.1 Löten .....	15-7	17.2.4 Kabelsicherung .....	17-14
15.2.1.1.2 Crimpverbindung .....	15-11	<b>17.3 Einbau der Leitungen/Kabelbäume</b> .....	17-15
15.2.1.2 Schirmgeflecht .....	15-12	17.3.1 Zugentlastung .....	17-15
15.2.1.2.1 Geflochten .....	15-12	17.3.2 Leiterzuführung .....	17-16
15.2.1.2.2 Entflochten und verdreht .....	15-12	17.3.3 Serviceschleifen .....	17-17
15.2.1.3 Verkettung (Daisy Chain) .....	15-13	17.3.4 Befestigung .....	17-18
15.2.1.4 Gemeinsamer Massepunkt .....	15-13	17.3.5 Verwendung von Kabelbindern/ Bindegarn .....	17-18
15.2.2 Keine Schirmanschlussleitung .....	15-14	17.3.6 Kabelkanäle/Schutzrohre .....	17-19
15.2.2.1 Schirm nicht zurückgefaltet .....	15-14	17.3.7 Durchführungstüllen .....	17-20
15.2.2.2 Schirm zurückgefaltet .....	15-15	17.3.7.1 Abdichtung von Leitungen/Kabeln/ Bündeln nicht gefordert .....	17-20
<b>15.3 Schirmanschluss – Verbinder</b> .....	15-16	17.3.7.1.1 Durchführungstüllen – Abdichtung von Leitungen/Kabeln gefordert .....	17-21
15.3.1 Schrumpfen .....	15-16	<b>18 Lötfreie Wickelverbindung</b> .....	18-1
15.3.2 Crimpen .....	15-18	<b>19 Prüfungen</b> .....	19-1
15.3.3 Montage der Schirmanschlussleitung .....	15-20	<b>19.1 Zerstörungsfreie Prüfungen</b> .....	19-2
15.3.4 Lötverbindung .....	15-21	<b>19.2 Prüfungen nach Nacharbeit oder Reparatur</b> .....	19-2
<b>15.4 Schirmanschluss – Vorgeflochtener Schirm</b> ....	15-21	<b>19.3 Verwendung der Prüfanforderungstabellen</b> .....	19-2
15.4.1 Lötverbindung .....	15-22	<b>19.4 Elektrische Prüfungen</b> .....	19-3
15.4.2 Fixierung/Umwicklung .....	15-24	19.4.1 Auswahl .....	19-3
<b>15.5 Bänder – Isolierend und leitfähig, selbstklebend oder nicht-klebend</b> .....	15-25	<b>19.5 Elektrische Prüfverfahren</b> .....	19-4
<b>15.6 Schutzrohr (Abschirmung)</b> .....	15-26	19.5.1 Elektrischer Durchgang .....	19-4
<b>15.7 Schrumpfschlauch – Leitfähig beschichtet</b> .....	15-27	19.5.2 Kurzschlüsse .....	19-5
<b>16 Schutzumhüllungen für Kabel-/Kabelbaum-Baugruppen</b> .....	16-1	19.5.3 Durchschlagspannung des Dielektrikums (DWV) .....	19-6
<b>16.1 Schutzgeflecht</b> .....	16-2	19.5.4 Isolationswiderstand (IR) .....	19-7
16.1.1 Direkt aufgeflochten .....	16-2	19.5.5 Spannungs-Stehwellenverhältnis (VSWR) .....	19-8
16.1.2 Vorgeflochten .....	16-4	19.5.6 Einfügedämpfung .....	19-8
<b>16.2 Schutzumhüllung/Schrumpfschlauch</b> .....	16-6	19.5.7 Reflexionskoeffizient .....	19-9
16.2.1 Abdichtung .....	16-7	19.5.8 Anwenderspezifische Prüfungen .....	19-9
<b>16.3 Kunststoff-Spiralumwicklung (Spiralband)</b> .....	16-8	<b>19.6 Mechanische Prüfungen</b> .....	19-10
<b>16.4 Kabelschutzrohr – Geschlitzt und nicht-geschlitzt</b> .....	16-9	19.6.1 Auswahl .....	19-10
<b>16.5 Bänder – Selbstklebend und nicht-klebend</b> .....	16-9	<b>19.7 Mechanische Prüfverfahren</b> .....	19-11
<b>17 Einbau fertiger Baugruppen</b> .....	17-1	19.7.1 Crimphöhe (Maßanalyse) .....	19-11
<b>17.1 Allgemeines</b> .....	17-2	19.7.1.1 Anschlusspositionierung .....	19-12
		19.7.2 Zugkraft (Zugbelastung) .....	19-13
		19.7.2.1 Ohne dokumentierte Prozesskontrolle .....	19-14

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

19.7.3	Crimpkraftüberwachung .....	19-18	Tabelle 11-1	Toleranzen bei der Längenmessung an Kabeln/Leitungen .....	11-2
19.7.4	Qualifizierung des Crimpwerkzeugs .....	19-18	Tabelle 13-1	Zulässige Schäden an Schirm- und Mittelleiter bei Koaxial- und Biaxialkabeln .....	13-2
19.7.5	Verifizierung des Kontaktfestsitzes .....	19-18	Tabelle 13-2	Verformung der halbstarren Koaxialleitung .....	13-24
19.7.6	Zugkraft bei der Abschirmung von HF-Steckverbindern (Zugbelastung) .....	19-19	Tabelle 13-3	Schnittfläche des Dielektrikums .....	13-28
19.7.7	Verdrehbelastung der Schirmhülse bei HF-Steckverbindern .....	19-20	Tabelle 14-1	Anforderungen an minimale Biegeradien .....	14-14
19.7.8	Anwenderspezifische Prüfungen .....	19-20	Tabelle 17-1	Mindest-Abzugskraft der Pressklemme .....	17-14
<b>20</b>	<b>Hochspannungsanwendungen .....</b>	<b>20-1</b>	Tabelle 19-1	Anforderungen an die elektrische Prüfung .....	19-3
<b>Anhang A</b>	<b>Fachbegriffe und Definitionen .....</b>	<b>A-1</b>	Tabelle 19-2	Mindestanforderungen an die Durchgangsprüfung .....	19-4
<b>Anhang B</b>	<b>Tabellen für reproduzierbare Prüfungen .....</b>	<b>B-1</b>	Tabelle 19-3	Mindestanforderungen an die Kurzschlussprüfung (Isolation bei niedrigen Spannungen) .....	19-5
<b>Anhang C</b>	<b>Leitfäden für Lötwerkzeuge und -geräte .....</b>	<b>C-1</b>	Tabelle 19-4	Mindestanforderungen an die Prüfung der Durchschlagspannung des Dielektrikums (DWV) .....	19-6
<b>Tabelle A-1</b>	<b>Elektrischer Isolationsabstand .....</b>	<b>A-4</b>	Tabelle 19-5	Mindestanforderungen an die Prüfung des Isolationswiderstands (IR) .....	19-7
<b>Tabelle 1-1</b>	<b>Anwendung von Vergrößerungshilfen bei Drähten und Drahtverbindungen .....</b>	<b>1-6</b>	Tabelle 19-6	Prüfparameter Spannungs- Stehwellenverhältnis (VSWR) .....	19-8
<b>Tabelle 1-2</b>	<b>Sonstige Anwendungen von Vergrößerungshilfen .....</b>	<b>1-6</b>	Tabelle 19-7	Prüfparameter Einfügedämpfung .....	19-8
<b>Tabelle 3-1</b>	<b>Erlaubte Beschädigung der Litzendrähte .....</b>	<b>3-4</b>	Tabelle 19-8	Prüfparameter Reflexionskoeffizient .....	19-9
<b>Tabelle 4-1</b>	<b>Obergrenzen der Lotbadverunreinigung ...</b>	<b>4-3</b>	Tabelle 19-9	Anforderungen an die mechanische Prüfung .....	19-10
<b>Tabelle 4-2</b>	<b>Lötstellen-Anomalien .....</b>	<b>4-11</b>	Tabelle 19-10	Prüfung der Crimphöhe .....	19-11
<b>Tabelle 4-3</b>	<b>Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung an Turmlötstützpunkten oder geraden Stiften .....</b>	<b>4-23</b>	Tabelle 19-11	Mindestanforderungen an die Zugkraftprüfung .....	19-14
<b>Tabelle 4-4</b>	<b>Seitliche Zuführung von Bauteilanschlüssen/ Leitern an Gabellötstützpunkte .....</b>	<b>4-26</b>	Tabelle 19-12	Zugkraftwerte für die Zugkraftprüfung .....	19-15
<b>Tabelle 4-5</b>	<b>Zuführung von Bauteilanschlüssen/ Leitern an Gabellötstützpunkte – Von unten .....</b>	<b>4-28</b>	Tabelle 19-13	Zugkraftwerte für die Zugkraftprüfung (Klassen 1 & 2) für UL, SAE, GM und Volvo .....	19-16
<b>Tabelle 4-6</b>	<b>Fixierungsanforderungen bei seitlich zugeführten, nicht gewickelten Verbindungen an Gabellötstützpunkten ..</b>	<b>4-30</b>	Tabelle 19-14	Zugkraftwerte für die Zugkraftprüfung (Klassen 1 & 2) für IEC .....	19-17
<b>Tabelle 4-7</b>	<b>Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung an durchbohrten/gelochten/gestanzten Anschlüssen .....</b>	<b>4-35</b>	Tabelle 19-15	Prüfung der Zugkraft bei der Kabelabschirmung von HF-Steckverbindern .....	19-19
<b>Tabelle 4-8</b>	<b>Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung an Hakenanschlüssen .....</b>	<b>4-38</b>			
<b>Tabelle 4-9</b>	<b>Wickelanforderungen an Leiter mit AWG 30 und dünner .....</b>	<b>4-45</b>			
<b>Tabelle 10-1</b>	<b>Definitionen visueller Abweichungen beim Spritzguss/Vergießen .....</b>	<b>10-2</b>			

# 1 Allgemeines

**1.1 Anwendungsbereich** Diese Richtlinie bestimmt Verfahren und Anforderungen für die Herstellung von Kabeln, Leitern/Adern und Kabelbaumgruppen. Diese Richtlinie enthält keine Kriterien zur Bewertung von Schlifffildern oder Röntgenaufnahmen.

**Im Falle eines Konfliktes zwischen der englischsprachigen und einer übersetzten Version dieses Dokumentes hat die englischsprachige Version den Vorrang.**

Die Illustrationen dieses Dokuments zeigen spezifische Kriterien entsprechend der jeweiligen Abschnittsüberschrift. Jeder Illustration folgt eine kurze Beschreibung. Dem Development Committee ist bewusst, dass für unterschiedliche Industriezweige unter Umständen unterschiedliche Bedeutungen der hier benutzten Fachbegriffe gelten. Im Rahmen dieses Dokuments werden die Begriffe Kabel/ Kabel-Baugruppe und Kabelbaum-Baugruppe austauschbar verwendet.

Die Richtlinie IPC/WHMA-A-620 kann als einzelnes Dokument für die Beschaffung von Produkten verwendet werden. Es werden jedoch keine Anforderungen an die Häufigkeit von prozessbegleitenden Prüfungen oder von Endprüfungen am fertigen Produkt definiert. Es werden auch keine Grenzwerte für die erlaubte Anzahl von Prozessindikatoren oder Reparaturen/Nacharbeiten aufgestellt. Diese Informationen sollten mittels eines statistischen Prozesskontrollplans erarbeitet werden (siehe IPC-9191).

**1.2 Zweck** Diese Richtlinie beschreibt Tests und Abnahmekriterien für die Herstellung gecrimpter, mechanisch fixierter oder gelöteter Verbindungen und die zu den Kabel- und Kabelbaum-Baugruppen zugehörigen Montageaktivitäten.

Das Dokument stützt sich auf Prozesskontrollmethoden, um ein gleichbleibendes Qualitätsniveau während der Fertigung der Produkte zu gewährleisten.

Es kann jedes Verfahren angewendet werden, das zu Baugruppen führt, die die in dieser Richtlinie beschriebenen Abnahmeanforderungen erfüllen.

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. Die jeweils geltende Ausgabe **muss [D1D2D3]** vom Anwender spezifiziert werden.

**1.3 Klassifizierung** Die Anwendung dieser Richtlinie erfordert eine Übereinstimmung bei der Zuordnung des Produkts zu einer Klasse. Der Kunde (Anwender) ist definitiv dafür verantwortlich, die Klasse festzulegen, nach der die Baugruppe bewertet wird. Wenn der Kunde (Anwender) die Abnahmeklasse nicht festlegt, kann der Hersteller das tun. Die in dieser Richtlinie festgelegten Kriterien beziehen sich auf die folgenden drei Produktklassen:

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

Hierunter fallen Produkte, bei denen die Hauptanforderung das Funktionieren der fertigen 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)**

Hierunter fallen alle Produkte, bei denen eine kontinuierliche Leistung 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 Einheiten oder anderen kritischen Systemen.

**1.4 Maßeinheiten und Anwendungen** Dieses Dokument verwendet das internationale Einheitensystem (SI-Einheiten) gemäß ASTM SI10-10, IEEE/ASTM SI 10, American National Standard for Metric Practice (Section 3). Die entsprechenden imperial-englischen Maße folgen in [eckigen] Klammern. Die in diesem Dokument verwendeten, abgeleiteten SI-Einheiten sind Millimeter (mm) [in] für Maße und Maßtoleranzen, Celsius (°C) [°F] für die Temperatur und Temperaturtoleranzen, Gramm (g) [oz] für Gewicht (Masse) und Lux (lx) [footcandles] für die Beleuchtungsstärke.

**1.4.1 Überprüfung der Maßhaltigkeit** Wenn nicht speziell durch diese Richtlinie vorgegeben, sind keine expliziten Messungen (z. B. spezielle Maße bei Lötstellen, Prozentwerte von Beschädigungen und Umwicklungen) gefordert, ausgenommen für die Verifizierung/Entscheidung von Fällen, die zunächst zurückgewiesen wurden.

**1.5 Definition der Anforderungen** Das Wort „**muss**“ wird im Text dieses Dokuments immer dann verwendet, wenn es sich um eine verbindlich vorgeschriebene Anforderung an Materialien, Prozesse oder die Akzeptanz von Kabeln, Leitungen/Adern und Kabelbaum-Baugruppen handelt.

Wenn das Wort **muss** zu einem Hardware-Fehler in wenigsten einer Klasse führt, werden die Anforderungen für jede Klasse in Klammern neben der „**muss**“-Anforderung angegeben.