



IPC/WHMA-A-620C 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); SPE Paul GmbH, Stephan-Johannes Paul, [www.spe-paul.de](http://www.spe-paul.de)

**Ersetzt:**

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.

# Inhaltsverzeichnis

<p><b>1 Allgemeines</b> ..... 1-1</p> <p><b>1.1 Anwendungsbereich</b> ..... 1-2</p> <p><b>1.2 Zweck</b> ..... 1-2</p> <p><b>1.3 Klassifizierung</b> ..... 1-2</p> <p><b>1.4 Maßeinheiten und Anwendungen</b> ..... 1-2</p> <p>1.4.1 Überprüfung der Maßhaltigkeit ..... 1-3</p> <p><b>1.5 Definition der Anforderungen</b> ..... 1-3</p> <p>1.5.1 Inspektionsbedingungen ..... 1-3</p> <p>1.5.1.1 Anzustreben ..... 1-3</p> <p>1.5.1.2 Zulässig ..... 1-3</p> <p>1.5.1.3 Fehler ..... 1-3</p> <p>1.5.1.3.1 Disposition (Handlungsanweisung) ..... 1-4</p> <p>1.5.1.4 Prozessindikator ..... 1-4</p> <p>1.5.1.5 Kombiniertes Zustand ..... 1-4</p> <p>1.5.1.6 Bedingungen nicht festgelegt ..... 1-4</p> <p>1.5.1.7 Ungewöhnliche oder spezielle Konstruktionen ..... 1-4</p> <p>1.5.2 Nicht-Konformität von Materialien und Prozessen ..... 1-4</p> <p><b>1.6 Prozessregelung</b> ..... 1-5</p> <p>1.6.1 Statistische Prozessregelung ..... 1-5</p> <p><b>1.7 Rangordnung der Dokumente</b> ..... 1-5</p> <p>1.7.1 Abschnittsbezugsnahme ..... 1-6</p> <p>1.7.2 Anhänge ..... 1-6</p> <p><b>1.8 Fachbegriffe und Definitionen</b> ..... 1-6</p> <p>1.8.1 Ablagerungen von Fremdkörpern (FOD) ..... 1-6</p> <p>1.8.2 Inspektion ..... 1-6</p> <p>1.8.3 Hersteller (Baugruppenproduzent) ..... 1-6</p> <p>1.8.4 Objektiver Nachweis ..... 1-6</p> <p>1.8.5 Prozessregelung ..... 1-6</p> <p>1.8.6 Lieferant ..... 1-6</p> <p>1.8.7 Anwender ..... 1-6</p> <p>1.8.8 Leiter-/Aderdurchmesser (D) ..... 1-6</p> <p><b>1.9 Anforderungskette</b> ..... 1-6</p> <p><b>1.10 Fertigkeiten und Kenntnisse der Mitarbeiter</b> ..... 1-7</p> <p><b>1.11 Abnahmeanforderungen</b> ..... 1-7</p> <p><b>1.12 Inspektionsmethoden</b> ..... 1-7</p> <p>1.12.1 Inspektion zur Prozessbestätigung ..... 1-7</p> <p>1.12.2 Sichtprüfung ..... 1-7</p> <p>1.12.2.1 Beleuchtung ..... 1-7</p> <p>1.12.2.2 Vergrößerungshilfen ..... 1-7</p> <p>1.12.2.3 Stichproben ..... 1-7</p>	<p><b>1.13 Arbeitsplätze</b> ..... 1-8</p> <p>1.13.1 Arbeiten im Feld ..... 1-8</p> <p>1.13.2 Gesundheit und Sicherheit ..... 1-8</p> <p><b>1.14 Schutz vor elektrostatischer Entladung (ESD-Schutz)</b> ..... 1-8</p> <p><b>1.15 Werkzeuge und Ausrüstungen</b> ..... 1-9</p> <p>1.15.1 Überwachung ..... 1-9</p> <p>1.15.2 Kalibrierung ..... 1-9</p> <p><b>1.16 Materialien und Prozesse</b> ..... 1-9</p> <p><b>1.17 Elektrischer Isolationsabstand</b> ..... 1-10</p> <p><b>1.18 Verunreinigung</b> ..... 1-10</p> <p><b>1.19 Nacharbeit/Reparatur</b> ..... 1-10</p> <p>1.19.1 Nacharbeit ..... 1-10</p> <p>1.19.2 Reparatur ..... 1-10</p> <p>1.19.3 Reinigung nach Nacharbeit/Reparatur ..... 1-10</p> <p><b>2 Anwendbare Dokumente</b> ..... 2-1</p> <p><b>2.1 IPC</b> ..... 2-1</p> <p><b>2.2 Gemeinsame Industriestandards (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 Litzenstrahlen 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 Isolation – Abisolieren</b> ..... 3-8</p>
---	--

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p><b>4 Lötanschlüsse</b> ..... 4-1</p> <p><b>4.1 Materialien, Bauteile und Geräte</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 Geräte ..... 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 Reinigungsprozess (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 Leiterisolation</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 ..... 4-39</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 ..... 4-45</p> <p>4.8.8 Verbindungsanforderungen – Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung – AWG 30 [0,25 mm Ø] und kleinere Durchmesser ..... 4-46</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 Isolationsunterstützung ..... 5-4</p> <p>5.1.1.1 Prüffenster ..... 5-4</p> <p>5.1.1.2 Isolationscrimpung ..... 5-6</p> <p>5.1.2 Isolationsabstand ohne Unterstützungs crimpung ..... 5-8</p> <p>5.1.3 Leitercrimpung ..... 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 Einzel-Leitungsabdichtung ..... 5-16</p> <p><b>5.2 Stanz-geformt – Geschlossene Crimphülse</b> ..... 5-18</p> <p>5.2.1 Isolationsabstand ..... 5-19</p> <p>5.2.2 Isolationscrimpung ..... 5-19</p> <p>5.2.3 Leitercrimpung und Trichter ..... 5-21</p> <p><b>5.3 Gedrehte Kontakte</b> ..... 5-23</p> <p>5.3.1 Isolationsabstand ..... 5-23</p> <p>5.3.2 Isolationsunterstützung ..... 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 Aderendhüllen</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 Entfernen ebener Masseflächen ..... 6-4</p> <p>6.1.4 Position des Verbinders ..... 6-5</p> <p>6.1.5 Verbinder-Versatz &amp; 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 ..... 6-11</p> <p>6.2.3 Überstand (Überlänge) ..... 6-12</p> <p>6.2.4 Isolationscrimpung ..... 6-13</p> <p>6.2.5 Beschädigungen im Kontaktbereich ..... 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>7.1 Isolationsabstand ..... 7-2</p> <p>7.2 Litzenknoten ..... 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 Isolationsöffnung (Fenster) ..... 8-12</p> <p>8.1.5 Lötshrumpfbinder ..... 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) ... 8-24</p> <p><b>8.3 Ultraschallgeschweißte Spleiße</b> ..... 8-25</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 Leiterisolation, 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>11 Vermessen von Kabel-Baugruppen und Leitungen</b> ..... 11-1</p> <p><b>11.1 Vermessen – Längentoleranzen von Kabeln und Leitungen</b> ..... 11-2</p> <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>
---	--

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<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 Isolation ..... 13-10</p> <p><b>13.4 Koaxial-Steckverbinder – Leiterplattenmontage</b> ..... 13-11</p> <p><b>13.5 Koaxial-Steckverbinder – Länge des Mittelleiters – Rechtwinkliger Steckverbinder</b> ..... 13-12</p> <p><b>13.6 Koaxial-Steckverbinder – Lötstelle des Mittelleiters</b> ..... 13-14</p> <p><b>13.7 Koaxial-Steckverbinder – Anschlussabdeckung</b> ..... 13-16</p> <p>13.7.1 Lötmontage ..... 13-16</p> <p>13.7.2 Einpressmontage ..... 13-17</p> <p><b>13.8 Schirmanschluss</b> ..... 13-18</p> <p>13.8.1 Masse-Klemmring ..... 13-18</p> <p>13.8.2 Gecrimpte Hülse ..... 13-19</p> <p><b>13.9 Mittelstift</b> ..... 13-21</p> <p>13.9.1 Position ..... 13-21</p> <p>13.9.2 Beschädigung ..... 13-22</p>	<p><b>13.10 Halbstarre Koaxialleitung</b> ..... 13-23</p> <p>13.10.1 Biegen und Verformung ..... 13-24</p> <p>13.10.2 Oberflächenzustand ..... 13-27</p> <p>13.10.2.1 Feste Hülle ..... 13-27</p> <p>13.10.2.2 Formbares Kabel ..... 13-29</p> <p>13.10.3 Schnittfläche des Dielektrikums ..... 13-30</p> <p>13.10.4 Sauberkeit des Dielektrikums ..... 13-32</p> <p>13.10.5 Anschlussstift des Mittelleiters ..... 13-33</p> <p>13.10.5.1 Spitze ..... 13-33</p> <p>13.10.5.2 Beschädigung ..... 13-35</p> <p>13.10.6 Lötverbindung ..... 13-36</p> <p><b>13.11 Koaxial-Pressverbinder</b> ..... 13-38</p> <p><b>13.12 Löten und Abisolieren biaxialer/ multiaxialer geschirmter Leitungen</b> ..... 13-39</p> <p>13.12.1 Montage von Kabelmantel und Kontaktstift ..... 13-39</p> <p>13.12.2 Ringmontage ..... 13-41</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 ..... 14-6</p> <p>14.1.2 Beschädigung ..... 14-7</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> <p><b>15 Elektrische Abschirmung von Kabelbäumen und Kabeln</b> ..... 15-1</p> <p><b>15.1 Schirmgeflecht</b> ..... 15-2</p> <p>15.1.1 Direkt aufgeflochten ..... 15-3</p> <p>15.1.2 Vorgeflochten ..... 15-5</p> <p><b>15.2 Schirmanschluss</b> ..... 15-6</p> <p>15.2.1 Schirmanschlussleitung ..... 15-6</p> <p>15.2.1.1 Angeschlossene Leitung ..... 15-6</p> <p>15.2.1.1.1 Löten ..... 15-7</p> <p>15.2.1.1.2 Crimpverbindung ..... 15-11</p> <p>15.2.1.2 Schirmgeflecht ..... 15-12</p> <p>15.2.1.2.1 Geflochten ..... 15-12</p>
--	---

## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

<p>15.2.1.2.2 Entflochten und verdreht ..... 15-12</p> <p>15.2.1.3 Verkettung (Daisy Chain) ..... 15-13</p> <p>15.2.1.4 Gemeinsamer Massepunkt ..... 15-13</p> <p>15.2.2 Keine Schirmanschlussleitung ..... 15-14</p> <p>15.2.2.1 Schirm nicht zurückgefaltet ..... 15-14</p> <p>15.2.2.2 Schirm zurückgefaltet ..... 15-15</p> <p><b>15.3 Schirmanschluss – Verbinder</b> ..... 15-16</p> <p>15.3.1 Schrumpfen ..... 15-16</p> <p>15.3.2 Crimpen ..... 15-18</p> <p>15.3.3 Montage der Schirmanschlussleitung ..... 15-20</p> <p>15.3.4 Lötverbindung ..... 15-21</p> <p><b>15.4 Schirmanschluss – Vorgeflochtener Schirm</b> .... 15-21</p> <p>15.4.1 Lötverbindung ..... 15-21</p> <p>15.4.2 Fixierung/Umwicklung ..... 15-23</p> <p><b>15.5 Bänder – Isolierend und leitfähig, selbstklebend oder nicht-klebend</b> ..... 15-24</p> <p><b>15.6 Schutzrohr (Abschirmung)</b> ..... 15-25</p> <p><b>15.7 Schrumpfschlauch – Leitfähig beschichtet</b> ..... 15-26</p> <p><b>16 Schutzumhüllungen für Kabel-/Kabelbaum-Baugruppen</b> ..... 16-1</p> <p><b>16.1 Schutzgeflecht</b> ..... 16-2</p> <p>16.1.1 Direkt aufgeflochten ..... 16-2</p> <p>16.1.2 Vorgeflochten ..... 16-4</p> <p><b>16.2 Schutzumhüllung/Schrumpfschlauch</b> ..... 16-6</p> <p>16.2.1 Abdichtung ..... 16-7</p> <p><b>16.3 Kunststoff-Spiralumwicklung (Spiralband)</b> ..... 16-8</p> <p><b>16.4 Kabelschutzrohr – Geschlitzt und nicht-geschlitzt</b> ..... 16-9</p> <p><b>16.5 Bänder – Selbstklebend und nicht-klebend</b> ..... 16-9</p> <p><b>17 Einbau fertiger Baugruppen</b> ..... 17-1</p> <p><b>17.1 Allgemeines</b> ..... 17-2</p> <p><b>17.2 Montage-Elemente</b> ..... 17-3</p> <p>17.2.1 Schraubverbindungen ..... 17-4</p> <p>17.2.1.1 Minimales Drehmoment ..... 17-6</p> <p>17.2.2 Leitungsanschluss ..... 17-8</p> <p>17.2.3 Drahtsicherung ..... 17-11</p> <p>17.2.4 Kabelsicherung ..... 17-13</p> <p><b>17.3 Einbau der Leitungen/Kabelbäume</b> ..... 17-14</p> <p>17.3.1 Zugentlastung ..... 17-14</p> <p>17.3.2 Leiterzuführung ..... 17-15</p> <p>17.3.3 Serviceschleifen ..... 17-16</p> <p>17.3.4 Befestigung ..... 17-17</p> <p>17.3.5 Verwendung von Kabelbindern/ Bindegarn ..... 17-17</p>	<p>17.3.6 Kabelkanäle/Schutzrohre ..... 17-18</p> <p>17.3.7 Durchführungstüllen ..... 17-19</p> <p>17.3.7.1 Abdichtung von Leitungen/Kabeln/ Bündeln nicht erforderlich ..... 17-19</p> <p>17.3.7.1.1 Abdichtung von Leitungen/Kabeln erforderlich ..... 17-20</p> <p><b>18 Lötfreie Wickelverbindung</b> ..... 18-1</p> <p><b>18.1 Anzahl der Windungen</b> ..... 18-2</p> <p><b>18.2 Abstände der Windungen</b> ..... 18-3</p> <p><b>18.3 Freie Leiterenden, Isolationswickel</b> ..... 18-4</p> <p><b>18.4 Abgehobene Windungen, Überlappungen</b> ..... 18-6</p> <p><b>18.5 Position der Verbindung</b> ..... 18-7</p> <p><b>18.6 Leiterzuführung</b> ..... 18-9</p> <p><b>18.7 Leitungsspiel</b> ..... 18-10</p> <p><b>18.8 Metallisierung</b> ..... 18-11</p> <p><b>18.9 Beschädigung</b> ..... 18-12</p> <p>18.9.1 Isolation ..... 18-12</p> <p>18.9.2 Leiter und Anschlussstifte ..... 18-13</p> <p><b>19 Prüfungen</b> ..... 19-1</p> <p><b>19.1 Zerstörungsfreie Prüfungen</b> ..... 19-2</p> <p><b>19.2 Prüfungen nach Nacharbeit oder Reparatur</b> ..... 19-2</p> <p><b>19.3 Verwendung der Prüfanforderungstabellen</b> ..... 19-2</p> <p><b>19.4 Elektrische Prüfungen</b> ..... 19-3</p> <p>19.4.1 Auswahl ..... 19-3</p> <p><b>19.5 Elektrische Prüfverfahren</b> ..... 19-4</p> <p>19.5.1 Elektrischer Durchgang ..... 19-4</p> <p>19.5.2 Kurzschlüsse ..... 19-5</p> <p>19.5.3 Durchschlagsspannung des Dielektrikums (DWV) ..... 19-6</p> <p>19.5.4 Isolationswiderstand (IR) ..... 19-7</p> <p>19.5.5 Spannungs-Stehwellenverhältnis (VSWR) .. 19-8</p> <p>19.5.6 Einfügedämpfung ..... 19-8</p> <p>19.5.7 Reflexionskoeffizient ..... 19-9</p> <p>19.5.8 Anwenderspezifische Prüfungen ..... 19-9</p> <p><b>19.6 Mechanische Prüfungen</b> ..... 19-10</p> <p>19.6.1 Auswahl ..... 19-10</p> <p><b>19.7 Mechanische Prüfverfahren</b> ..... 19-11</p> <p>19.7.1 Crimphöhe (Maßanalyse) ..... 19-11</p> <p>19.7.1.1 Anschlusspositionierung ..... 19-12</p> <p>19.7.2 Zugkraft (Zugbelastung) ..... 19-13</p> <p>19.7.2.1 Ohne dokumentierte Prozesskontrolle ..... 19-14</p> <p>19.7.3 Crimpkraftüberwachung ..... 19-18</p>
---	--



## Inhaltsverzeichnis (Fortsetzung)

19.7.4	Qualifizierung des Crimpwerkzeugs .....	19-18	Tabelle 13-2	Verformung der halbstarren Koaxialleitung .....	13-25
19.7.5	Verifizierung des Kontaktfestsitzes .....	19-18	Tabelle 13-3	Schnittfläche des Dielektrikums .....	13-30
19.7.6	Zugkraft bei der Abschirmung von HF-Steckverbindern (Zugbelastung) .....	19-19	Tabelle 14-1	Anforderungen an minimale Biegeradien .....	14-14
19.7.7	Verdrehbelastung der Schirmhülse bei HF-Steckverbindern .....	19-20	Tabelle 17-1	Minimale Abzugskraft der Pressklemme .....	17-13
19.7.8	Anwenderspezifische Prüfungen .....	19-20	Tabelle 18-1	Minimale Anzahl Windungen des blanken Leiters .....	18-2
<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	Minimalanforderungen an die Durchgangprüfung .....	19-4
<b>Anhang B</b>	<b>Tabellen für reproduzierbare Prüfungen .....</b>	<b>B-1</b>	Tabelle 19-3	Minimalanforderungen 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	Minimalanforderungen an die Prü- fung der Durchschlagsspannung des Dielektrikums (DWV) .....	19-6
Tabelle 1-1	Vergrößerungshilfen .....	1-8	Tabelle 19-5	Minimalanforderungen an die Prüfung des Isolationswiderstands (IR) .....	19-7
Tabelle 1-2	Sonstige Anwendungen von Vergrößerungshilfen .....	1-8	Tabelle 19-6	Prüfparameter Spannungs- Stehwellenverhältnis (VSWR) .....	19-8
Tabelle 3-1	Erlaubte Beschädigung der Litzendrähte ..	3-4	Tabelle 19-7	Prüfparameter Einfügedämpfung .....	19-8
Tabelle 4-1	Obergrenzen der Lotbadverunreinigung ...	4-3	Tabelle 19-8	Prüfparameter Reflexionskoeffizient .....	19-9
Tabelle 4-2	Lötstellen-Anomalien .....	4-11	Tabelle 19-9	Anforderungen an die mechanische Prüfung .....	19-10
Tabelle 4-3	Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung an Turmlötstützpunkten oder geraden Stiften .....	4-23	Tabelle 19-10	Prüfung der Crimphöhe .....	19-11
Tabelle 4-4	Seitliche Zuführung von Bauteilanschlüssen/Leitern an Gabellötstützpunkte .....	4-26	Tabelle 19-11	Minimalanforderungen an die Zugkraftprüfung .....	19-14
Tabelle 4-5	Zuführung von Bauteilanschlüssen/ Leitern an Gabellötstützpunkte von unten .....	4-28	Tabelle 19-12	Zugkraftwerte für die Zugkraft- prüfung .....	19-15
Tabelle 4-6	Fixierungsanforderungen bei seitlich zugeführten, nicht gewickelten Verbin- dungen an Gabellötstützpunkten .....	4-30	Tabelle 19-13	Zugkraftwerte für die Zugkraft- prüfung (Klassen 1 & 2) für UL, SAE, GM und Volvo .....	19-16
Tabelle 4-7	Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung an durchbohrten/gelochten/gestanzten Anschlüssen .....	4-35	Tabelle 19-14	Zugkraftwerte für die Zugkraftprü- fung (Klassen 1 & 2) für IEC .....	19-17
Tabelle 4-8	Bauteilanschluss/Leiter-Zuführung an Hakenanschlüssen .....	4-38	Tabelle 19-15	Prüfung der Zugkraft bei der Kabelabschirmung von HF- Steckverbindern .....	19-19
Tabelle 4-9	Wickelanforderungen an Leiter mit AWG 30 und dünner .....	4-46			
Tabelle 10-1	Definitionen visueller Abweichungen beim Spritzguss/Vergießen .....	10-2			
Tabelle 11-1	Toleranzen bei der Längenmessung an Kabeln/Leitungen .....	11-2			
Tabelle 13-1	Zulässige Schäden an Schirm- und Mittelleiter bei Koaxial- und Biaxialkabeln .....	13-2			

## Allgemeines

Folgende Themen werden in diesem Abschnitt behandelt:

- 1.1 Anwendungsbereich**
- 1.2 Zweck**
- 1.3 Klassifizierung**
- 1.4 Maßeinheiten und Anwendungen**
  - 1.4.1 Überprüfung der Maßhaltigkeit
- 1.5 Definition der Anforderungen**
  - 1.5.1 Inspektionsbedingungen
    - 1.5.1.1 Anzustreben
    - 1.5.1.2 Zulässig
    - 1.5.1.3 Fehler
      - 1.5.1.3.1 Disposition (Handlungsanweisung)
    - 1.5.1.4 Prozessindikator
    - 1.5.1.5 Kombiniertes Zustand
    - 1.5.1.6 Bedingungen nicht festgelegt
    - 1.5.1.7 Ungewöhnliche oder spezielle Konstruktionen
  - 1.5.2 Nicht-Konformität von Materialien und Prozessen
- 1.6 Prozessregelung**
  - 1.6.1 Statistische Prozessregelung
- 1.7 Rangordnung der Dokumente**
  - 1.7.1 Abschnittsbezugnahme
  - 1.7.2 Anhänge
- 1.8 Fachbegriffe und Definitionen**
  - 1.8.1 Ablagerungen von Fremdkörpern (FOD)
  - 1.8.2 Inspektion
  - 1.8.3 Hersteller (Baugruppenproduzent)
  - 1.8.4 Objektiver Nachweis
  - 1.8.5 Prozessregelung
- 1.8.6 Lieferant
- 1.8.7 Anwender
- 1.8.8 Leiter-/Aderdurchmesser (D)
- 1.9 Anforderungskette**
- 1.10 Fertigkeiten und Kenntnisse der Mitarbeiter**
- 1.11 Abnahmeanforderungen**
- 1.12 Inspektionsmethoden**
  - 1.12.1 Inspektion zur Prozessbestätigung
  - 1.12.2 Sichtprüfung
    - 1.12.2.1 Beleuchtung
    - 1.12.2.2 Vergrößerungshilfen
    - 1.12.2.3 Stichproben
- 1.13 Arbeitsplätze**
  - 1.13.1 Arbeiten im Feld
  - 1.13.2 Gesundheit und Sicherheit
- 1.14 Schutz vor elektrostatischer Entladung (ESD-Schutz)**
- 1.15 Werkzeuge und Ausrüstungen**
  - 1.15.1 Überwachung
  - 1.15.2 Kalibrierung
- 1.16 Materialien und Prozesse**
- 1.17 Elektrischer Isolationsabstand**
- 1.18 Verunreinigung**
- 1.19 Nacharbeit/Reparatur**
  - 1.19.1 Nacharbeit
  - 1.19.2 Reparatur
  - 1.19.3 Reinigung nach Nacharbeit/Reparatur



## Allgemeines (Fortsetzung)

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

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 zulässige Anzahl von Prozessindikatoren oder Reparaturen/Nacharbeiten aufgestellt. Diese Informationen sollten mittels eines statistischen Prozesskontrollplans erarbeitet werden (siehe IPC-9191).

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.

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

Das Dokument stützt sich auf Prozesskontrollverfahren, um einheitliche Qualitätsstufen während der Fertigung der Produkte zu gewährleisten.

Es kann jedes Verfahren angewendet werden, das zu Baugruppen führt, die die in dieser Richtlinie beschriebenen Abnahmekriterien 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 erforderlich. 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 Entscheidung zur Annahme oder Rückweisung **muss [D1D2D3]** auf anwendbaren Dokumenten wie Erträgen, Zeichnungen, Spezifikationen, Richtlinien und Referenzdokumenten beruhen. 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 S110-10, 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.