

## Anforderungen an die Ausführungsqualität von Lötbaugruppen

Teil 3: Baugruppen in Durchsteckmontage

(IEC 61192-3:2002)

Deutsche Fassung EN 61192-3:2003

**DIN**

EN 61192-3

ICS 31.190

Workmanship requirements for soldered electric assemblies –  
Part 3: Through-hole mount assemblies (IEC 61192-3:2002);  
German version EN 61192-3:2003

Exigences relatives à la qualité d'exécution des assemblages  
électroniques brasés – Partie 3: Assemblage au moyen de trous  
traversants (CEI 61192-3:2002); Version allemande EN 61192-3:2003

**Die Europäische Norm EN 61192-3:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.**

**Beginn der Gültigkeit**

Die EN 61192-3 wurde am 2003-02-01 angenommen.

**Nationales Vorwort**

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 682 „Montageverfahren für elektronische Baugruppen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 91/159/CD:1999-05.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 91 „Electronics assembly technology“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zum Jahr 2008 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Fortsetzung Seite 2  
und 44 Seiten EN

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Anforderungen an die Ausführungsqualität von Lötbaugruppen  
Teil 3: Baugruppen in Durchsteckmontage  
(IEC 61192-3:2002)

Workmanship requirements for soldered electric  
assemblies  
Part 3: Through-hole mount assemblies  
(IEC 61192-3:2002)

Exigences relatives à la qualité d'exécution des  
assemblages électroniques brasés  
Partie 3: Assemblage au moyen de trous  
traversants  
(CEI 61192-3:2002)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2003-02-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.

**CENELEC**

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung  
European Committee for Electrotechnical Standardization  
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

**Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel**

## Vorwort

Der Text des Schriftstücks 91/334/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61192-3, ausgearbeitet von dem IEC TC 91 „Electronics assembly technology“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2003-02-01 als EN 61192-3 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2003-11-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2006-02-01

Diese Norm muss in Verbindung mit den folgenden Teilen von EN 61192 benutzt werden, unter dem allgemeinen Titel *Anforderungen an die Ausführungsqualität von Lötbaugruppen*:

Teil 1: Allgemeines

Teil 2: Baugruppen in Oberflächenmontage

Teil 4: Baugruppen mit Lötstützpunkten

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

## Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61192-3:2002 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

# Inhalt

|                                                                                                                                          | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort.....                                                                                                                             | 2     |
| Einleitung.....                                                                                                                          | 7     |
| 1 Anwendungsbereich.....                                                                                                                 | 7     |
| 2 Normative Verweisungen.....                                                                                                            | 7     |
| 3 Begriffe und Definitionen.....                                                                                                         | 7     |
| 4 Allgemeine Anforderungen.....                                                                                                          | 7     |
| 4.1 Klassifizierung.....                                                                                                                 | 8     |
| 4.2 Widersprüchlichkeit.....                                                                                                             | 8     |
| 4.3 Prüfverfahren.....                                                                                                                   | 8     |
| 4.4 Interpretation der Anforderungen.....                                                                                                | 8     |
| 5 Verfahren zur Vorbereitung der Bauelemente.....                                                                                        | 9     |
| 5.1 Formen der Anschlussdrähte.....                                                                                                      | 9     |
| 5.2 Drahtüberstand und Umbiegen der Anschlussdrähte.....                                                                                 | 10    |
| 5.3 Abschneiden/Kürzen von Anschlussdrähten.....                                                                                         | 12    |
| 5.4 Vorverzinnen.....                                                                                                                    | 13    |
| 6 Eigenschaften von Abdeckmasken.....                                                                                                    | 13    |
| 6.1 Fehlausrichtung.....                                                                                                                 | 13    |
| 6.2 Ungenügende Haftung.....                                                                                                             | 13    |
| 6.3 Thermische Eignung.....                                                                                                              | 15    |
| 7 Bestücken mit Bauelementen für die Durchsteckmontage.....                                                                              | 16    |
| 7.1 Allgemeine Anforderungen.....                                                                                                        | 16    |
| 7.2 Orientierungs- und Montagekriterien.....                                                                                             | 17    |
| 7.3 Fehlende Bauelemente.....                                                                                                            | 27    |
| 7.4 Falsche Bauelemente.....                                                                                                             | 27    |
| 7.5 Beschädigte Bauelemente.....                                                                                                         | 27    |
| 8 Merkmale des Lötprozesses.....                                                                                                         | 30    |
| 8.1 Allgemeine Anforderungen.....                                                                                                        | 30    |
| 8.2 Fehlausrichtung.....                                                                                                                 | 33    |
| 8.3 Beschädigte Bauelemente.....                                                                                                         | 33    |
| 8.4 Eigenschaften von Lötverbindungen.....                                                                                               | 33    |
| 9 Eigenschaften bei der Reinigung.....                                                                                                   | 39    |
| 9.1 Flussmittelrückstände.....                                                                                                           | 39    |
| 9.2 Andere Rückstände.....                                                                                                               | 40    |
| 10 Merkmale für Nacharbeit/Auswechseln.....                                                                                              | 43    |
| Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren<br>entsprechenden europäischen Publikationen..... | 44    |
| Bild 1 – Formen der Anschlussdrähte, Abstand.....                                                                                        | 9     |
| Bild 2 – Formen der Anschlussdrähte, Biegeradius.....                                                                                    | 9     |

|                                                                                                     | Seite |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bild 3 – Gerade und teilweise umgebogene Anschlussdrähte .....                                      | 10    |
| Bild 4 – Drahtüberstand .....                                                                       | 10    |
| Bild 5 – Drahtüberstand, umgebogen .....                                                            | 11    |
| Bild 6 – Drahtüberstand, teilweise umgebogen .....                                                  | 11    |
| Bild 7 – Umgebogener Anschlussdraht – Unzulässig .....                                              | 12    |
| Bild 8 – Abschneiden von Anschlussdrähten – Anzustreben .....                                       | 12    |
| Bild 9 – Abschneiden von Anschlussdrähten – Zulässig .....                                          | 12    |
| Bild 10 – Abschneiden von Anschlussdrähten – Unzulässig .....                                       | 13    |
| Bild 11 – Annehmbare Lötstopmmaske .....                                                            | 14    |
| Bild 12 – Lötstopmmaske – Riss- oder Blasenbildung .....                                            | 14    |
| Bild 13 – Lötstopmmaske – Lose Partikel .....                                                       | 14    |
| Bild 14 – Permanente Lötstoppmasken – Blasen oder Kräuselungen .....                                | 15    |
| Bild 15 – Permanente Lötstoppmasken – Unzulässig .....                                              | 15    |
| Bild 16 – Lötstopmmaske – Beeinträchtigung .....                                                    | 16    |
| Bild 17 – Orientierung der Bauelemente – Anzustreben .....                                          | 17    |
| Bild 18 – Orientierung der Bauelemente – Zulässig .....                                             | 17    |
| Bild 19 – Orientierung der Bauelemente – Unzulässig .....                                           | 18    |
| Bild 20 – Bauelement mit radialen Anschlussdrähten, horizontale Montage – Anzustreben .....         | 18    |
| Bild 21 – Bauelement mit radialen Anschlussdrähten, horizontale Montage – Zulässig .....            | 18    |
| Bild 22 – Bauelement mit radialen Anschlussdrähten, horizontale Montage – Unzulässig .....          | 19    |
| Bild 23 – Bauelement mit axialen Anschlussdrähten, vertikale Montage – Anzustreben .....            | 19    |
| Bild 24 – Bauelement mit axialen Anschlussdrähten, vertikale Montage – Zulässig .....               | 19    |
| Bild 25 – Bauelement mit axialen Anschlussdrähten, vertikale Montage – Unzulässig .....             | 20    |
| Bild 26 – Bauelement mit radialen Anschlussdrähten, vertikale Montage – Anzustreben .....           | 20    |
| Bild 27 – Bauelement mit radialen Anschlussdrähten, vertikale Montage – Zulässig .....              | 20    |
| Bild 28 – Bauelement mit radialen Anschlussdrähten, vertikale Montage – Unzulässig .....            | 20    |
| Bild 29 – Bauelement mit axialen Anschlussdrähten, horizontale Montage – Anzustreben/Zulässig ..... | 21    |
| Bild 30 – Bauelement mit axialen Anschlussdrähten, horizontale Montage – Unzulässig .....           | 21    |
| Bild 31 – Zweireihige Gehäuse (DIL-Gehäuse) – Anzustreben .....                                     | 22    |
| Bild 32 – Zweireihige Gehäuse (DIL-Gehäuse) – Zulässig .....                                        | 22    |
| Bild 33 – Zweireihige Gehäuse (DIL-Gehäuse) – Unzulässig .....                                      | 22    |
| Bild 34 – Bauelement mit axialen Anschlussdrähten, vertikale Montage – Anzustreben .....            | 22    |
| Bild 35 – Bauelement mit axialen Anschlussdrähten, vertikale Montage – Zulässig .....               | 23    |
| Bild 36 – Bauelement mit axialen Anschlussdrähten, vertikale Montage – Unzulässig .....             | 24    |
| Bild 37 – Beschichtungsmeniskus in der Bohrung – Anzustreben .....                                  | 24    |
| Bild 38 – Beschichtungsmeniskus in der Bohrung – Zulässig .....                                     | 24    |
| Bild 39 – Beschichtungsmeniskus in der Bohrung – Unzulässig .....                                   | 25    |
| Bild 40 – Anschlussdrähte kreuzen Leiter – Zulässig .....                                           | 25    |
| Bild 41 – Anschlussdrähte kreuzen Leiter – Unzulässig .....                                         | 25    |

|                                                                                                  | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bild 42 – Entlastung von Bauelementen mit axialen Anschlüssen von mechanischen Spannungen .....  | 26    |
| Bild 43 – Entlastung von Bauelementen mit radialen Anschlüssen von mechanischen Spannungen ..... | 26    |
| Bild 44 – Beschädigung von axialen Anschlussdrähten – Zulässig .....                             | 27    |
| Bild 45 – Beschädigung von axialen Anschlussdrähten – Unzulässig .....                           | 27    |
| Bild 46 – Beschädigung eines axialen Bauelementes .....                                          | 28    |
| Bild 47 – Beschädigung eines axialen Bauelementes – Unzulässig .....                             | 28    |
| Bild 48 – Beschädigung eines axialen Bauelementes mit Glaskörper .....                           | 28    |
| Bild 49 – Beschädigung eines radialen Bauelementes – Anzustreben .....                           | 29    |
| Bild 50 – Beschädigung eines radialen Bauelementes – Zulässig .....                              | 29    |
| Bild 51 – Beschädigung eines radialen Bauelementes – Unzulässig .....                            | 29    |
| Bild 52 – Zweireihiges Bauelement (DIL) – Anzustreben .....                                      | 30    |
| Bild 53 – Zweireihiges Bauelement (DIL) – Zulässig .....                                         | 30    |
| Bild 53 – Zweireihiges Bauelement (DIL) – Unzulässig .....                                       | 30    |
| Bild 55 – Lötverbindungen bei Durchsteckmontage – Zulässig .....                                 | 31    |
| Bild 56 – Mangelhafte Lotbenetzung – Unzulässig .....                                            | 31    |
| Bild 57 – Überschüssiges Lot, Brückenbildung – Unzulässig .....                                  | 31    |
| Bild 58 – Überbelotung – Unzulässig .....                                                        | 32    |
| Bild 59 – Lotkugeln und -spritzer – Unzulässig .....                                             | 32    |
| Bild 60 – Lotspinnen – Unzulässig .....                                                          | 32    |
| Bild 61 – Benetzung mit Lot – Anzustreben .....                                                  | 33    |
| Bild 62 – Benetzung mit Lot – Zulässig .....                                                     | 33    |
| Bild 63 – Lochfüllung und Anordnung des Anschlussdrahtes – Zulässig .....                        | 34    |
| Bild 64 – Lotfüllung des Loches – Thermische Ebene .....                                         | 34    |
| Bild 65 – Lotkehle – Anzustreben .....                                                           | 34    |
| Bild 66 – Lotkehle – Zulässig .....                                                              | 35    |
| Bild 67 – Lotkehle – Unzulässig .....                                                            | 35    |
| Bild 68 – Nadellöcher und Fehlstellen im Lot – Zulässig .....                                    | 35    |
| Bild 69 – Lötverbindungen – Unzulässig .....                                                     | 36    |
| Bild 70 – Umgebogene Anschlussdrähte – Nichtdurchkontaktierte Löcher – Zulässig .....            | 36    |
| Bild 71 – Umgebogene Anschlussdrähte – Durchkontaktierte Löcher – Zulässig .....                 | 37    |
| Bild 72 – Freiliegendes Basismetall – Zulässig .....                                             | 37    |
| Bild 73 – Freiliegendes Basismetall – Unzulässig .....                                           | 38    |
| Bild 74 – Beschnittene Anschlussdrähte – Zulässig .....                                          | 38    |
| Bild 75 – Beschädigte Lötverbindung – Unzulässig .....                                           | 39    |
| Bild 76 – Reinigung – Zulässig .....                                                             | 39    |
| Bild 77 – Flussmittlrückstand – Unzulässig .....                                                 | 40    |
| Bild 78 – Partikel .....                                                                         | 40    |
| Bild 79 – Partikelrückstände .....                                                               | 40    |
| Bild 80 – Rückstandsfreie Oberfläche .....                                                       | 41    |

|                                                                                      | Seite |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Bild 81 – Weiße Rückstände .....                                                     | 41    |
| Bild 82 – Rückstandsfreie Oberfläche – Korrosion.....                                | 41    |
| Bild 83 – Korrosionsrückstände – Zulässig .....                                      | 42    |
| Bild 84 – Nichtkonforme Rückstände .....                                             | 42    |
| Bild 85 – Korrosionsrückstände .....                                                 | 42    |
| Bild 86 – Abgelagerte Rückstände .....                                               | 43    |
| <br>Tabelle 1 – Anforderungen beim Biegen von Anschlussdrähten.....                  | <br>9 |
| Tabelle 2 – Anforderungen an Drahtüberstände .....                                   | 10    |
| Tabelle 3 – Abstand zwischen Bauelement und Leiterplatte.....                        | 21    |
| Tabelle 4 – Abstand zwischen Bauelement und Leiterplatte.....                        | 23    |
| Tabelle 5 – Mindestbedingungen für die Zulässig von Bauelementeanschlussdrähten..... | 34    |

## Einleitung

Dieser Teil von IEC 61192 ist in Verbindung mit IEC 61192-1 anzuwenden, um die Anforderungen an das Endprodukt, die in IEC 61191-1 und IEC 61192-3 definiert sind, zu erfüllen.

Diese Norm kann dazu verwendet werden, Lieferanten und Käufer von Elektronikbaugruppen in Durchsteckmontage in die Lage zu versetzen, gute Fertigungspraktiken als Bestandteil eines Vertrages festzulegen.

Die entsprechenden Anforderungen und Anleitungen für Oberflächenmontage-Baugruppen und Lötstützpunkte sind in anderen, jedoch zugehörigen Normen enthalten.

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61192 legt die allgemeinen Anforderungen an die Ausführungsqualität von Lötbaugruppen in Durchsteckmontage auf organischen Trägern, auf Leiterplatten und auf ähnlichen Laminaten, die auf der (den) Oberfläche(n) anorganischer Träger aufgebracht sind, fest.

Er gilt für Baugruppen, die gänzlich in Durchsteckmontage hergestellt sind, oder für Baugruppen in gemischter Technologie, die Oberflächenmontage oder andere verwandte Herstellungstechnologien einschließen, z. B. Lötstützpunkte und Drähte.

## 2 Normative Verweisungen

Die nachfolgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60194, *Printed board design, manufacture and assembly – Terms and definitions*

IEC 61191-1, *Printed board assemblies – Part 1: Generic Specification – Requirements for soldered electrical and electronic assemblies using surface mount and related assembly technologies*

IEC 61191-2 *Printed board assemblies – Part 2: Sectional Specification – Requirements for surface mounted soldered assemblies*

IEC 61191-3 *Printed board assemblies – Part 3: Sectional Specification – Requirements for through-hole mount soldered assemblies*

IEC 61191-4 *Printed board assemblies – Part 4: Sectional Specification – Requirements for terminal soldered assemblies*

IEC 61192-1, *Workmanship requirements for soldered electronic assemblies – Part 1: General*

IEC 61192-2, *Workmanship requirements for soldered electronic assemblies – Part 2: Surface-mount assemblies*

IEC 61192-4, *Workmanship requirements for soldered electronic assemblies – Part 4: Terminal assemblies*

## 3 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieses Teiles von IEC 61192 gelten die Definitionen aus IEC 60194.

## 4 Allgemeine Anforderungen

Für diese Norm sind die Anforderungen aus IEC 61192-1 verbindlich.

## 4.1 Klassifizierung

Die Klassifizierung der Baugruppen erfolgt in drei Stufen: die Stufen A, B und C. Die Definitionen der Klassifizierungskategorien und des Produktzustandes in jeder Stufe sind in IEC 61192-1 angegeben. Im Allgemeinen wird der Zustand wie folgt in drei Zustände der Ausführungsqualität unterteilt:

- a) anzustreben;
- b) zulässig;
- c) unzulässig.

## 4.2 Widersprüchlichkeit

Zulässig- und/oder Rückweisungsentscheidungen müssen sich auf die geltende Dokumentation, wie Verträge, Zeichnungen, Spezifikationen oder Bezugsdokumente, stützen.

Im Falle einer Widersprüchlichkeit muss die folgende Rangfolge gelten:

- a) Beschaffungsdokumente, die zwischen Anwender und Lieferant vereinbart sind;
- b) Originalzeichnung der Baugruppe;
- c) IEC 61191-1 und IEC 61192-1;
- d) die vorliegende Norm;
- e) weitere Dokumente in dem hier festgelegten Umfang.

## 4.3 Prüfverfahren

Bei Sichtprüfungen können einzelne Spezifikationen die Anwendung von Vergrößerungshilfen zur Untersuchung der Leiterplattenbaugruppen fordern.

Es sollte ein binokulares Sichtgerät benutzt werden, das auch als einzelnes großes Feldvergrößerungsgerät ausgeführt sein kann. Für konventionelle Durchsteckmontage-Baugruppen muss eine mindestens 3fache Vergrößerung angewendet werden. Für routinemäßige Prüfungen mit hohem Prüfaufkommen haben sich stärkere Vergrößerungen als 10fach als praktisch ungünstig herausgestellt, sind jedoch für detaillierte Untersuchungen oder für Schiedszwecke manchmal erforderlich.

## 4.4 Interpretation der Anforderungen

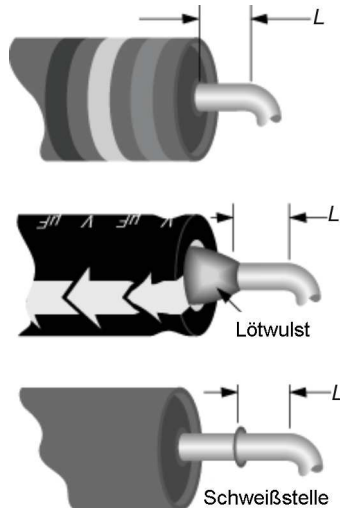
Sofern vom Anwender nicht anders festgelegt, bedeutet das Wort „müssen“, dass die Anforderung verbindlich ist. Eine Abweichung von jeder „Muss“-Anforderung erfordert das schriftliche Einverständnis des Anwenders, z. B. anhand der Baugruppenzeichnung, Spezifikation oder Vertragsbestimmung.

Die Wörter „sollten“ und „können“ geben Empfehlungen und Leitfäden wieder und werden immer dann verwendet, wenn unverbindliche Bestimmungen ausgedrückt werden sollen.

## 5 Verfahren zur Vorbereitung der Bauelemente

Die Verfahren zur Vorbereitung der Bauelemente müssen entsprechend den Anforderungen in IEC 61192-1, Abschnitt 6, unter Anwendung der dort beschriebenen Verfahren durchgeführt werden.

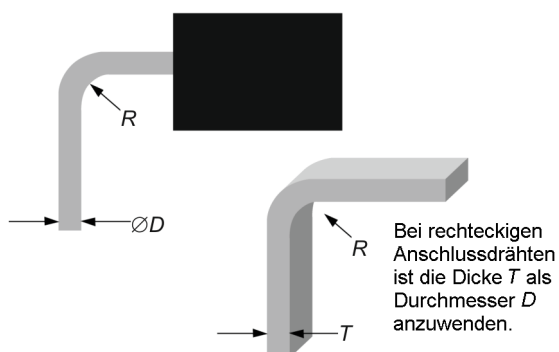
### 5.1 Formen der Anschlussdrähte



#### Zulässig – Stufen A, B, C

Der Abstand der Anschlussdrähte vom Körper oder einer Schweißstelle muss mindestens einen Durchmesser oder einmal seine Dicke, jedoch nicht weniger als 0,8 mm betragen, bevor die Biegung beginnt.

**Bild 1 – Formen der Anschlussdrähte, Abstand**



#### Zulässig – Stufen A, B, C

Der Anschlussdraht ist nicht geknickt oder gerissen.

**Bild 2 – Formen der Anschlussdrähte, Biegeradius**

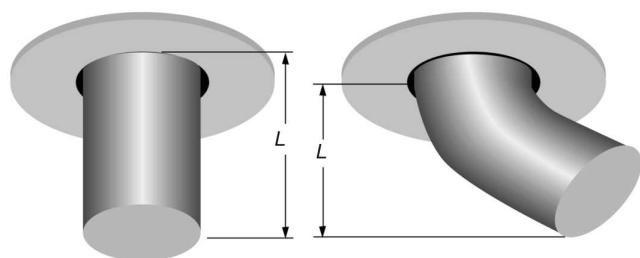
**Tabelle 1 – Anforderungen beim Biegen von Anschlussdrähten**

| <i>D</i> oder <i>T</i> | Stufen A, B und C |
|------------------------|-------------------|
| $\leq 0,8$             | $1 D$             |
| 0,8 bis 1,2            | $1,5 D$           |
| $\geq 1,2$             | $2 D$             |

## 5.2 Drahtüberstand und Umbiegen der Anschlussdrähte

Dieser Abschnitt gilt für die Montage von Drähten und Bauelementeanschlüssen auf Leiterplatten in einer geraden durchgehenden oder umgebogenen Konfiguration.

### 5.2.1 Drahtüberstand bei Leiterplatten – gerade durchgehend oder teilweise umgebogen

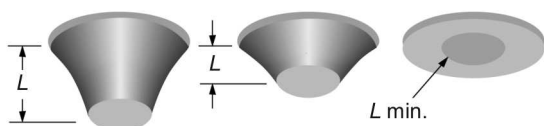


#### Anzustreben – Stufen A, B, C

Der Überstand von Anschlussdrähten und Drähten über das Lötauge hinaus ist  $L$  oder wie in der Spezifikation oder Zeichnung festgelegt.

$L = 1 \text{ mm nom.}$

**Bild 3 – Gerade und teilweise umgebogene Anschlussdrähte**



#### Zulässig – Stufen A, B, C

1. Die Anschlussdrähte ragen zwischen Minimum und Maximum von  $L$  über das Lötauge hinaus, vorausgesetzt, es besteht keine Gefahr, elektrische Mindestabstände zu verletzen.
2. Bei einseitigen Leiterplatten muss der Überstand  $L$  von Anschlussdraht oder Draht bei allen Stufen mindestens 0,5 mm betragen.
3. Bei durchkontaktierten Leiterplatten, die dicker als 2,3 mm sind, kann der Drahtüberstand bei Bauelementen mit vorher festliegenden Anschlussdrahtlängen (DIPs, Fassungen) unsichtbar sein.

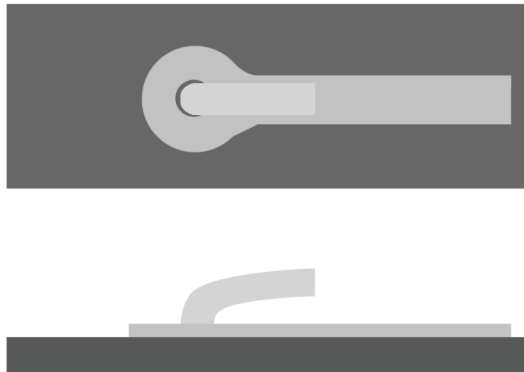
**Bild 4 – Drahtüberstand**

**Tabelle 2 – Anforderungen an Drahtüberstände**

|                  | Stufe B                   | Stufe C |
|------------------|---------------------------|---------|
| $L_{\min}$<br>mm | Drahtende sichtbar im Lot |         |
| $L_{\max}$<br>mm | 2,5                       | 1,5     |

### 5.2.2 Drahtüberstand bei Leiterplatten – umgebogene Anschlussdrähte

Dieser Abschnitt gilt für Anschlüsse mit einer Anforderung an das Umbiegen. Weitere Anforderungen können in den betreffenden Spezifikationen und Zeichnungen festgelegt sein.

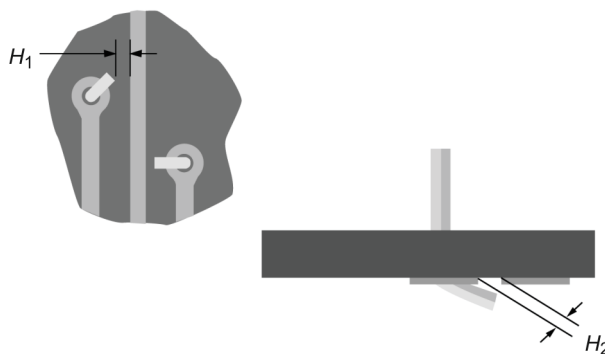


#### Anzustreben – Stufen A, B, C

1. Das Ende des Anschlussdrahtes ist parallel zur Leiterplatte und die Biegerichtung verläuft entlang dem angeschlossenen Leiterzug.

ANMERKUNG Bei vielpoligen DIP-Gehäusen dürfen die Anschlüsse an zwei gegenüberliegenden Ecken vor dem Löten zum Festhalten umgebogen werden.

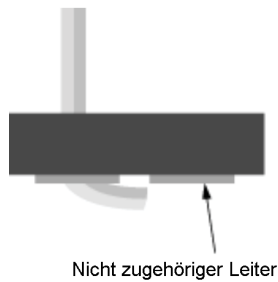
Bild 5 – Drahtüberstand, umgebogen



#### Zulässig – Stufen A, B, C

1. Die teilweise umgebogenen Anschlussdrähte müssen ausreichend gebogen sein, um die notwendige mechanische Festigkeit während des Lötprozesses zu sichern. Es dürfen wechselnde Biegerichtungen angewendet werden. Diagonal gegenüberliegende Eckanschlüsse von DIPs dürfen teilweise umgebogen sein, um die Teile während der Lötvorgänge festzuhalten. DIP-Anschlussleiter sollten nach außen von der Längsachse des Körpers weg gebogen sein.
2. Die Höhe des Drahtüberstandes über die Leiterplatte hinaus ist nicht größer als die gleiche Länge  $L$ , die für direkt durchgehende Anschlussdrähte erlaubt ist (siehe 5.2.1).
3. Der umgebogene Anschlussdraht verringert nicht den Abstand zwischen elektrisch nicht zusammengehörigen Leitern ( $H_1$ ).

Bild 6 – Drahtüberstand, teilweise umgebogen



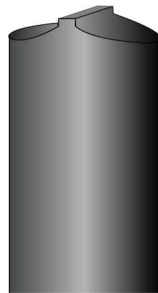
#### Unzulässig – Stufen A, B, C

1. Die Höhe des Endes des umgebogenen Anschlussdrahtes, die über die Leiterplatte hinausragt, ist kleiner als  $L$  auf Bild 3.
2. Der umgebogene Draht ragt mehr als das Höchstmaß von  $L$  auf Bild 3 für gerade hindurchgesteckte Drähte heraus.
3. Der Anschlussdraht wird zu einem elektrisch nicht zugehörigen Leiter hin umgebogen, wobei die Trennung soweit verringert wird, dass ein Kurzschluss wahrscheinlich ist.
4. Ein teilweises Umbiegen der Anschlüsse zur Teile-Fixierung muss wie ein nicht umgebogener Anschluss angesehen werden und die Anforderungen in 5.2.1 erfüllen.

**Bild 7 – Umgebogener Anschlussdraht – Unzulässig**

### 5.3 Abschneiden/Kürzen von Anschlussdrähten

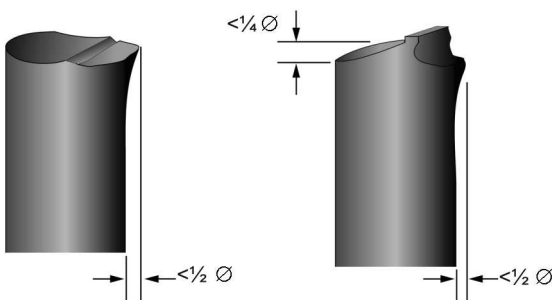
Dieser Abschnitt gilt für Bauelementeanschlüsse und Drähte, die vor oder nach dem Bestücken auf festgelegte Längen abgeschnitten oder gekürzt werden.



#### Anzustreben – Stufen A, B, C

1. Der Anschlussdraht ist nicht zerfranst.
2. Wenig Schnittgrat.
3. Keine Anzeichen von Schnittresten.

**Bild 8 – Abschneiden von Anschlussdrähten – Anzustreben**



#### Zulässig – Stufen A, B, C

1. Die Zerfransung des Anschlussdrahtes ist kleiner als der halbe Durchmesser.
2. Der Schnittgrat ist kürzer als ein Viertel des Anschlussdrahtdurchmessers.
3. Keine Anzeichen von Schnittresten.

**Bild 9 – Abschneiden von Anschlussdrähten – Zulässig**