



Association Connecting Electronics Industries

© IPC 2015
3000 Lakeside Drive, Suite 309-S
Bannockburn, IL 60015-1219
+1 847.615.7100 (tel.)
+1 847.615.7105 (fax)

www.ipc.org • email: orderipc@ipc.org

All rights reserved under both international and Pan-American copyright conventions. Any copying, scanning or other reproductions of these materials without the prior written consent of the copyright holder is strictly prohibited and constitutes infringement under the Copyright Law of the United States.

ISBN # 978-1-61193-285-0

Bilder

Klasse 3

Klasse 2

Klasse 1

Gull Wing-Bauteile

J-Lead-Bauteile

Chip-Bauteile

Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen

Bewertung von SMT-Lötstellen

***Schulungshandbuch
& Nachschlagewerk***

IPC DRM-SMT-F DE

Aktualisiert auf

***A-610
Rev. F***



Association Connecting Electronics Industries

**Bezug:
IPC-A-610F - Juli 2014**

DEMO

INHALTSVERZEICHNIS

Einführung	2
Abnahmekriterien	2
Bleifrei	2
Klassifizierung	3
Fachbegriffe	4

Chip-Bauteile

Abmessungskriterien Klasse 1	6
Abmessungskriterien Klasse 2	8
Abmessungskriterien Klasse 3	10
Lötbedingungen – Bilder	12

J-Lead-Bauteile

Abmessungskriterien Klasse 1	18
Abmessungskriterien Klasse 2	20
Abmessungskriterien Klasse 3	22
Lötbedingungen – Bilder	24

Gullwing-Bauteile

Abmessungskriterien Klasse 1	28
Abmessungskriterien Klasse 2	30
Abmessungskriterien Klasse 3	32
Lötbedingungen – Bilder	34

Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen

Ball-Grid-Arrays (BGA)	38
Bauteile mit Unterseiten-Anschlüssen (BTC)	40

Bilder
Klasse 3
Klasse 2
Klasse 1
Gull Wing-Bauteile
J-Lead-Bauteile
Chip-Bauteile
Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen

Einführung

Dieses Schulungshandbuch und Nachschlagewerk für die Bewertung von Lötstellen der Oberflächenmontage enthält visuelle Beispiele von Lötstellen-Zuständen an rechteckigen Chips, J-förmigen Anschlüssen, Gullwings, BGAs und BTCs. Es definiert auch die Abnahmekriterien bezüglich der Abmessungen für jeden Bauteiltyp, wie sie in Branchenkonsens-Richtlinien festgelegt sind. Dieses Handbuch bezieht sich auf das folgende Dokument und illustriert Teile daraus:

IPC-A-610F-DE Ver. F, Abnahmekriterien für elektronische Baugruppen. Dieses Dokument illustriert die Anforderungen an zahlreiche Arten von Lötverbindungen.

Abnahmekriterien

Dieser Schulungs- und Referenz-Leitfaden zeigt die minimalen und maximalen Abmessungen der Abnahmekriterien für jede Klasse der Bauteiltypen. Lötstellen, die diese Kriterien nicht erfüllen, werden entsprechend den in IPC-A-610 festgelegten Kriterien als unzulässig erachtet.

Beispiele für den anzustrebenden Zustand werden ebenfalls dargestellt, um den Idealzustand zu illustrieren. Auf die Abmessungskriterien für jeden Bauteiltyp folgen Bilder, die verschiedene Zustände der Lötstellen darstellen.

Hinweise:

Die Entscheidung zur Annahme oder Rückweisung muss auf anwendbaren Dokumenten wie Verträgen, Zeichnungen, mitgelieferten Dokumenten und Spezifikationen beruhen, wie z. B. IPC-A-610 und IPC J-STD-001.

Bleifreies Löten

Der Hauptunterschied zwischen Lötstellen, die mit Zinn-Blei Legierungen hergestellt wurden und solchen, die bleifreie Legierungen verwenden, ist die optische Erscheinung des Lots.

Zulässige bleifreie und Zinn-Blei Lötstellen können ein ähnliches Erscheinungsbild aufweisen. Bleifreie Legierungen zeigen jedoch mit höherer Wahrscheinlichkeit folgende Erscheinungsbilder:

- Oberflächenrauigkeit (körnig oder matt)
- Größere Kontaktwinkel der Benetzung*

Alle weiteren, die Lotstelle betreffenden, Kriterien sind gleich.

*Die Benetzung kann nicht immer nach dem Erscheinungsbild der Oberfläche beurteilt werden. Die große Vielfalt an Lotlegierungen kann typische Kontaktwinkel zeigen, die von nahezu 0 Grad bis hin zu 90 Grad reichen.



Markiert die Darstellung einer bleifreien Lötstelle

Klassifizierung

Anforderungen an die Lötstellen der Oberflächenmontage sind in drei Klassen eingeteilt, je nach der endgültigen Verwendung, der zu erwartenden Lebensdauer und der Betriebsumgebung der elektronischen Baugruppe. Diese sind wie folgt definiert:

Klasse 1 — Allgemeine Elektronikprodukte

Konsumgüter, geeignet für Anwendungen, bei denen die Hauptanforderung das Funktionieren des Produkts ist - weniger eine lange Lebensdauer, Funktionszuverlässigkeit oder kosmetische Perfektion.

Klasse 2 — Elektronikprodukte mit höheren Ansprüchen

Kommerzielle Produkte, die für Dauerbetrieb und lange Nutzungsdauer vorgesehen sind und für die ein unterbrechungsfreier Einsatz angestrebt wird, aber nicht entscheidend ist. In der Regel ist die Einsatzumgebung nicht extrem bezüglich Temperatur oder Verunreinigungen und verursacht keine Ausfälle.

Klasse 3 — Elektronische Hochleistungsprodukte

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 Systemen, Flugüberwachung und anderen hochzuverlässigen Systemen.

Hinweis:

Der Prüfer wählt die Klasse des zu prüfenden Bauteils nicht selbst. Die Dokumentation, die die Zuordnung der anwendbaren Klasse für das zu prüfende Bauteil festlegt, sollte dem Prüfer zur Verfügung gestellt werden.

Bilder

Klasse 3

Klasse 2

Klasse 1

Gull Wing-Bauteile

J-Lead-Bauteile

Chip-Bauteile

Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen

Fachbegriffe

Die folgende Liste mit Definitionen von Fachbegriffen ist hilfreich bei der Beschreibung von Lötstellen der Oberflächenmontage (siehe auch IPC-T-50):

- Anzustreben** – Der Idealzustand einer Lötstelle, die jedoch nicht immer erreichbar oder notwendig ist. Die Lötstelle zeigt guten Lotfluss und Benetzung, keine Lotzapfen oder Anzeichen von Verunreinigungen.
- Anschluss** – Der metallisierte Bereich eines Chip-Bauteils, der metallische Anschlussleiter eines Bauteils oder die Anschlussfläche bzw. der Lötstützpunkt, wo eine Lötverbindung gebildet wird.
- Anschlussfläche** – Ein Teil eines Leiterbilds der Leiterplatte, der normalerweise zur elektrischen Verbindung und/oder zur Bauteilmontage verwendet wird.
- Anschlussleiter** – Ein Stück eines isolierten oder nichtisolierten metallischen Leiters, das zur elektrischen Verbindung verwendet wird.
- Baugruppe** – Eine Anzahl von miteinander verbundenen Bauteilen, Unterbaugruppen oder Kombinationen daraus, die auf einer Leiterplatte angeordnet sind.
- Bauteil** – Ein Einzelteil oder eine Kombination von Einzelteilen, die gemeinsam eine Schaltungsfunktion erfüllen.
- Bauteilbestückung** – Vorgang des Aufbringens von Bauteilen auf eine Leiterplatte oder die Methode der Platzierung.
- Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen** – Bauteile, deren Anschlüsse am Boden des Bauteilgehäuses in einer Flächenmatrix angeordnet sind, einschließlich Ball-Grid-Arrays und BTCs wie QFN, DFN, LGA, usw.
- Bauteilkörper** – Der nicht-metallisierte oder nicht-bedrahtete Teil elektronischer Bauteile.
- Benetzung** – Die Ausbreitung von Lot auf einer Metalloberfläche unter Bildung eines gleichmäßigen, glatten, ununterbrochenen und fest haftenden Lotfilms.
- Blasloch** – Eine durch Ausgasen aus geschmolzenem Lot der Lötstelle entstandene Pore.
- Brückenbildung** – Die unerwünschte Bildung eines Kurzschlusses aus Lot zwischen Leitern.
- Chip** – Rechteckiges "Chip"-Bauteil, ein Bauteil zur Oberflächenmontage mit Anschlüssen oder metallisierten Kontaktierungsflächen anstelle von Anschlussbeinchen.
- Entnetzung** – Ein Zustand, der entsteht, wenn geschmolzenes Lot eine Oberfläche bedeckt und sich dann zurückzieht und unregelmäßig getrimmte Lothügel zurücklässt, die durch Flächen mit dünnem Lotfilm ohne freiliegendes Basismetall getrennt sind.
- Fehler** – Ein Zustand, der die Abnahmekriterien nicht erfüllt oder sonst ein Grund zur Rückweisung ist.
- Ferse** – Die unterste Biegung eines Anschlussleiters eines SMD-Bauteils, unmittelbar bevor der Anschluss in Kontakt mit der Anschlussfläche kommt.
- Fette Lötstelle (Überschuss-Lot)** – Eine Lötstelle, die dadurch gekennzeichnet ist, dass die Bauteil-Oberflächen vollständig im Lot eingebettet sind und/oder das Lot über die Lötflächen hinausragt. Eine Anschlusskontur ist nicht sichtbar.
- Flussmittel** – Eine chemische Mischung, die bei Erwärmung die Benetzung des Basismetalls mit geschmolzenem Lot fördert.

Flussmittelrückstand – Eine Verunreinigung durch Flussmittelreste, die auf oder neben der Oberfläche einer Lötverbindung auftritt.

Gestörte Lotverbindung – Eine Lötstelle, die in ihrem Erscheinungsbild erkennen lässt, dass die Fügeteile während der Erstarrung des Lots bewegt wurden.

Grabsteineffekt (Grabsteineffekt) – Das vollständige Abheben eines Chip-Bauteils, sodass ein Ende keine Lotverbindung mit der Anschlussfläche hat.

Gullwing-Anschluss – Ein SMT-Anschlussstyp, der so gebogen ist, dass die Form einem Möwenflügel (engl.: Sea Gull) ähnlich sieht.

J-förmiger Anschluss (J-Lead) – Ein SMT-Anschlussstyp, bei dem das Anschlussbein nach unten und unter das Bauteil gebogen ist und so die Form des Buchstabens "J" bildet.

Kalte Lötstelle – Eine Lötstelle mit schlechter Benetzung und von grauer, poröser Erscheinung.

Kleber – In der Oberflächenmontage wird ein Klebstoff zum Aufleben von Bauteilen auf die Leiterplatte verwendet.

Knie – Die oberste Biegung eines SMT-Anschlussbeins nahe am Bauteilkörper.

Kontakt- oder Benetzungswinkel – Der Winkel zwischen dem Rand der Lötstelle und der Anschluss-Oberfläche.

Leiterbahn – Ein einzelner, elektrisch leitender Pfad innerhalb eines umfangreicheren Leiterbilds.

Lötbarkeit – Die Fähigkeit eines Metalls, von geschmolzenem Lot benetzt zu werden.

Löten (Weichlöten) – Das Verbinden von metallischen Oberflächen durch Lot/Weichlot ohne Aufschmelzen des Basismetalls.

Lot (Weichlot) – Eine Metalllegierung mit einer Schmelztemperatur unter 427 °C.

Lothohlkehle – Ein normalerweise konkave Oberfläche des Lot, die den Zwischenraum der verlöteten Metalloberflächen ausfüllt.

Lotkugel – Eine Kugel aus Lot, die an der Leiterplatte, dem Lötstopplack oder den Leiterbahnen haftet. Dieser Effekt tritt im Allgemeinen beim Wellen- oder Reflowlöten auf.

Lotpaste – Eine Paste aus sehr feinen Lotpartikeln und Zusatzmitteln, die die Benetzung und andere Eigenschaften fördern. Die Paste hält die SMT-Bauteile bis zum Reflowlöten in Position.

Nadelloch – Ein kleines Loch in der Oberfläche einer Lötstelle, welches nach innen in eine Pore undefinierter Größe im Inneren der Lötstelle mündet.

Nichtbenetzung – Geschmolzenes Lot haftet nur teilweise und breitet sich nicht auf der Oberfläche aus, das Basismetall bleibt sichtbar; (der Kontaktwinkel am Übergang vom Lot zum Basismetall ist größer als 90°).

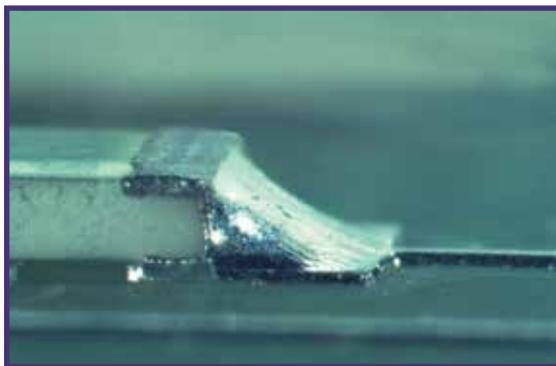
Prozessindikator – Eine erkennbare Qualitätsabweichung, die nicht als Fehler anzusehen ist und auf eine Abweichung bei Material, Anlagenequipment, Arbeitsausführung oder Verfahren zurückzuführen ist.

Rückstand – Jede sichtbare oder messbare Form einer Verunreinigung, die vom Prozess stammt.

Spinnweben – Ein kontinuierlicher Film oder Vorhang aus Lötäden, der auf einer Oberfläche liegt (dort aber nicht notwendigerweise anhaftet), die frei von Lot sein sollte.

Spitze – Das Ende bzw. die Spitze eines SMT-Bauteilbeinchens.

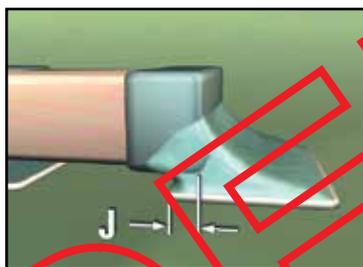
Dieses Bild zeigt eine **ideale** SMT-Lötstelle für alle Klassen rechteckiger Chip-Bauteile.



Hinweise: Die Lötstellen werden halbdurchsichtig dargestellt, um die Zuordnung zwischen Anschlussfläche und Anschluss zu verdeutlichen. Der Seitenüberhang (**A**) darf den elektrischen Mindest-Isolationsabstand nicht verletzen. Eine Mindestlänge der Lötstelle an der Seite (**D**) ist bei Chip-Bauteilen nicht erforderlich, es muss nur eine ordentliche Benetzung der Lötstelle erkennbar sein. Die unten genannten Bezüge gelten für die Abmessungskriterien bei 1-, 3- oder 5-seitigen Anschlüssen der Chip-Bauteile.

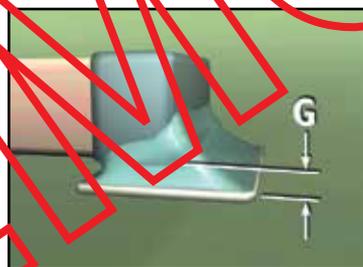
Bezug: A-610F: 8.3.2, Tabelle 8-2; 8.3.2.1 bis 8.3.2.8

Abnahmekriterien



Endüberlappung (J)

Eine gewisse Überlappung von Leiter-Anschluss und Anschlussfläche ist als **minimales Abnahmekriterium** erforderlich.

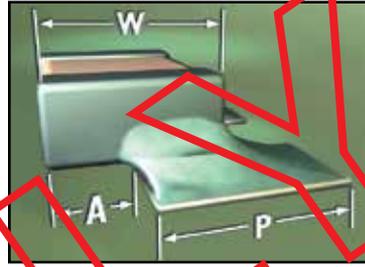


Lotspaltdicke (G)

Es ist **kein minimaler** Abstand zwischen Anschlussfläche und Bauteilanschluss **spezifiziert**. Eine ordentliche Benetzung der Lötstelle muss erkennbar sein.

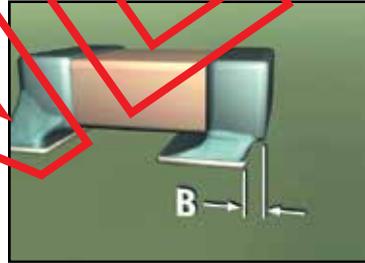
Seitenüberhang (A)

Ein Seitenüberhang des Bauteils über die Anschlussfläche darf **höchstens** 50% der Breite des Bauteilanschlusses (**W**) oder 50% der Breite der Anschlussfläche (**P**) betragen, je nachdem was weniger ist.



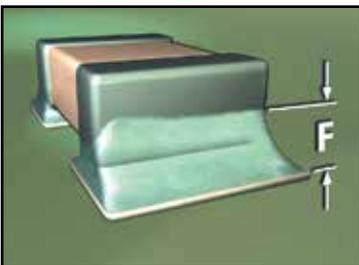
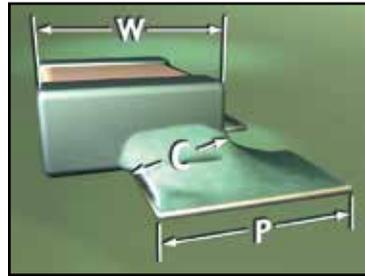
Endüberhang (B)

Jeder Überhang des Bauteilanschlusses über das Ende der Anschlussfläche ist **unzulässig**.



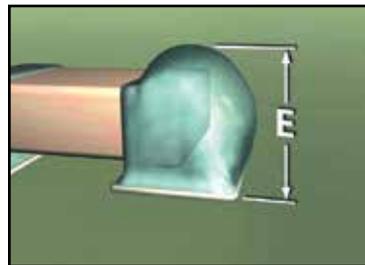
Breite am Ende der Lötstelle (C)

Die Breite der Lötstelle an ihrer schmalsten Stelle muss **mindestens** 50% der Breite des Bauteilanschlusses (**W**) oder 50% der Breite der Anschlussfläche (**P**) betragen, je nachdem, was weniger ist.



Minimale Höhe der Lötstelle (F)

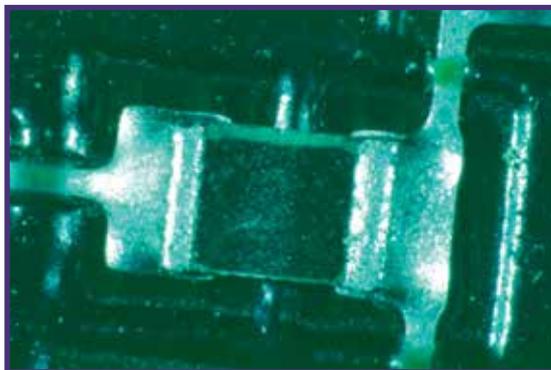
Die Benetzung der senkrechten Anschlussoberfläche erreicht **wenigstens** die **minimale** Höhe der Lötstelle.



Maximale Höhe der Lötstelle (E)

Das Lot darf im Zustand der **maximalen** Höhe der Lötstelle das Ende der Anschlussfläche überschreiten und bis auf die Oberseite oder Seite(n) des Anschlusses reichen. Es **darf** jedoch **nicht** die Oberseite oder die Seiten des Bauteilkörpers **berühren**.

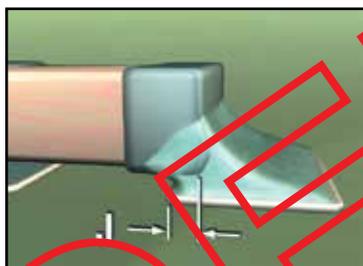
Dieses Bild zeigt eine **ideale** SMT-Lötstelle für alle Klassen rechteckiger Chip-Bauteile.



Hinweise: Die Lötstellen werden halbdurchsichtig dargestellt, um die Zuordnung zwischen Anschlussfläche und Anschluss zu verdeutlichen. Der Seitenüberhang (**A**) darf den elektrischen Mindest-Isolationsabstand nicht verletzen. Eine Mindestlänge der Lötstelle an der Seite (**D**) ist bei Chip-Bauteilen nicht erforderlich, es muss nur eine ordentliche Benetzung der Lötstelle erkennbar sein. Die unten genannten Bezüge gelten für die Abmessungskriterien bei 1-, 3- oder 5-seitigen Anschlüssen der Chip-Bauteile.

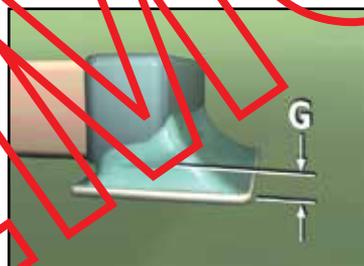
Bezug: A-610F: 8.3.2, Tabelle 8-2; 8.3.2.1 bis 8.3.2.8

Abnahmekriterien



Endüberlappung (J)

Eine gewisse Überlappung von Bauteil-Anschluss und Anschlussfläche ist als **minimales Abnahmekriterium** erforderlich.

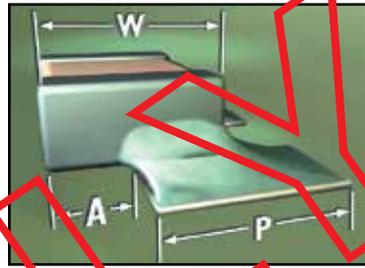


Lotspaltstärke (G)

Es ist **kein minimaler** Abstand zwischen Anschlussfläche und Bauteilanschluss **spezifiziert**. Eine ordentliche Benetzung der Lötstelle muss erkennbar sein.

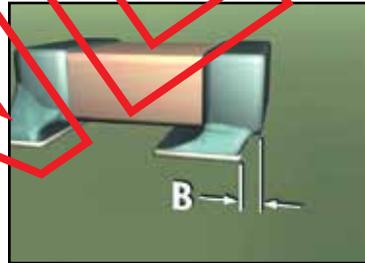
Seitenüberhang (A)

Ein Seitenüberhang des Bauteils über die Anschlussfläche darf **höchstens** 50% der Breite des Bauteilanschlusses (**W**) oder 50% der Breite der Anschlussfläche (**P**) betragen, je nachdem, was weniger ist.



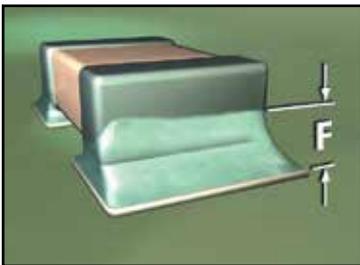
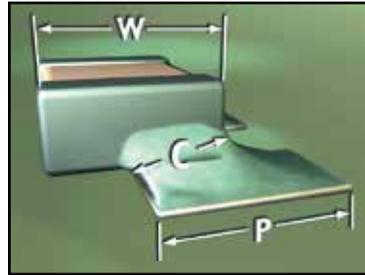
Endüberhang (B)

Jeder Überhang des Bauteilanschlusses über das Ende der Anschlussfläche ist **unzulässig**.



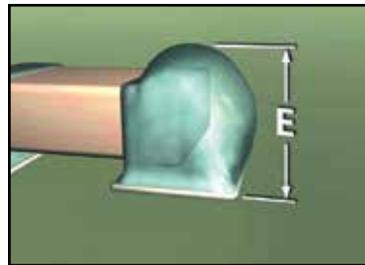
Breite am Ende der Lötstelle (C)

Die Breite der Lötstelle an ihrer schmalsten Stelle muss **mindestens** 50% der Breite des Bauteilanschlusses (**W**) oder 50% der Breite der Anschlussfläche (**P**) betragen, je nachdem, was weniger ist.



Minimale Höhe der Lötstelle (F)

Die Benetzung der senkrechten Anschlussfläche erreicht **wenigstens** die **minimale** Höhe der Lötstelle.



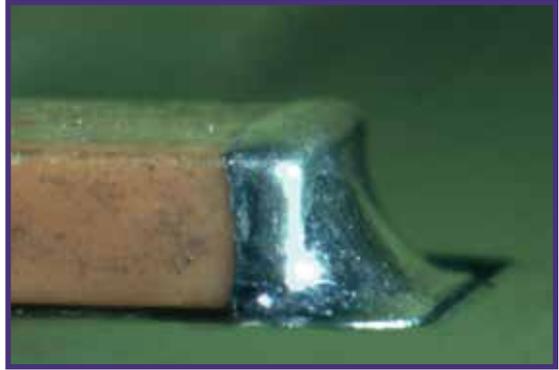
Maximale Höhe der Lötstelle (E)

Das Lot darf im Zustand der **maximalen** Höhe der Lötstelle das Ende der Anschlussfläche überschreiten und bis auf die Oberseite oder Seite(n) des Anschlusses reichen. Es **darf** jedoch **nicht** die Oberseite oder die Seiten des Bauteilkörpers **berühren**.

Chip-Bauteile • Klasse 3

Anzustreben

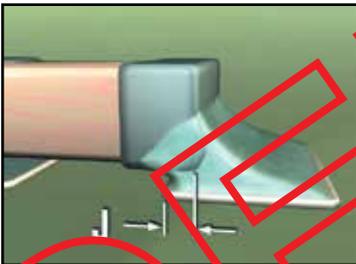
Dieses Bild zeigt eine **ideale** SMT-Lötstelle für alle Klassen rechteckiger Chip-Bauteile.



Hinweise: Die Lötstellen werden halbrtransparent dargestellt, um die Zuordnung zwischen Anschlussfläche und Anschluss zu verdeutlichen. Der Seitenüberhang (**A**) darf den elektrischen Mindest-Isolationsabstand nicht verletzen. Eine Mindestlänge der Lötstelle an der Seite (**D**) ist bei Chip-Bauteilen nicht erforderlich, es muss nur eine ordentliche Benetzung der Lötstelle erkennbar sein. Die unten genannten Bezüge gelten für die Abmessungskriterien bei 1-, 3- oder 5-seitigen Anschlüssen der Chip-Bauteile.

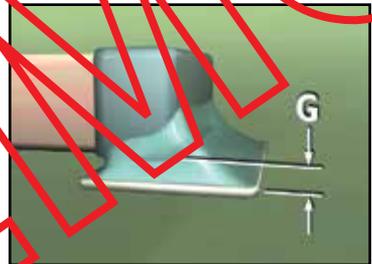
Bezug: A-610F: 8.3.2, Tabelle 8-2; 8.3.2.1 bis 8.3.2.8

Abnahmekriterien



Endüberlappung (J)

Eine 25 prozentige Überlappung von Bauteil-Anschluss und Anschlussfläche ist als **minimales Abnahmekriterium** erforderlich.

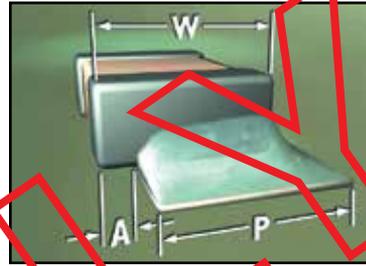


Lotspaltstärke (G)

Es ist **kein minimaler** Abstand zwischen Anschlussfläche und Bauteilanschluss **spezifiziert**. Eine ordentliche Benetzung der Lötstelle muss erkennbar sein.

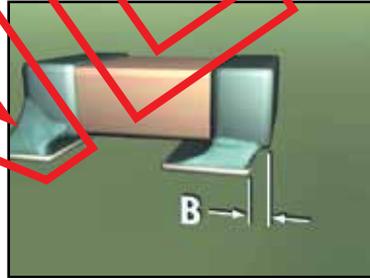
Seitenüberhang (A)

Ein Seitenüberhang des Bauteils über die Anschlussfläche darf **höchstens** 25% der Breite des Bauteilanschlusses (**W**) oder 25% der Breite der Anschlussfläche (**P**) betragen, je nachdem, was weniger ist.



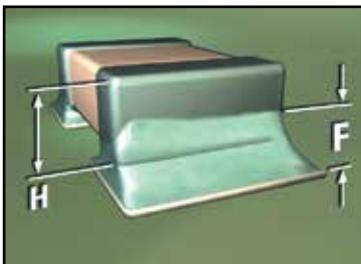
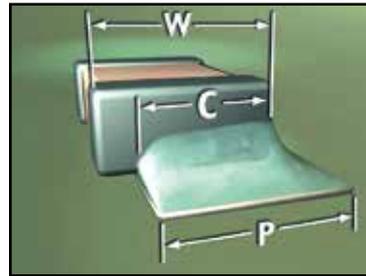
Endüberhang (B)

Jeder Überhang des Bauteilanschlusses über das Ende der Anschlussfläche ist **unzulässig**.



Breite am Ende der Lötstelle (C)

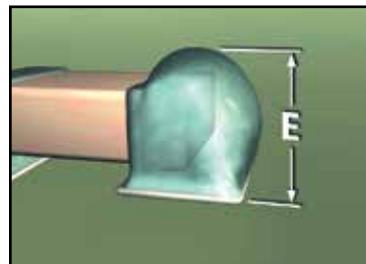
Die Breite der Lötstelle an ihrer schmalsten Stelle muss **mindestens** 75% der Breite des Bauteilanschlusses (**W**) oder 75% der Breite der Anschlussfläche (**P**) betragen, je nachdem, was weniger ist.



Minimale Höhe der Lötstelle (F)

Die **minimale** Höhe der Lötstelle muss wenigstens 25% der Höhe des Bauteilanschlusses (**H**)* oder 0,5 mm [0,02 in] betragen, je nachdem, was weniger ist.

* einschließlich des Werts für die Lotspaltdicke (**G**).



Maximale Höhe der Lötstelle (E)

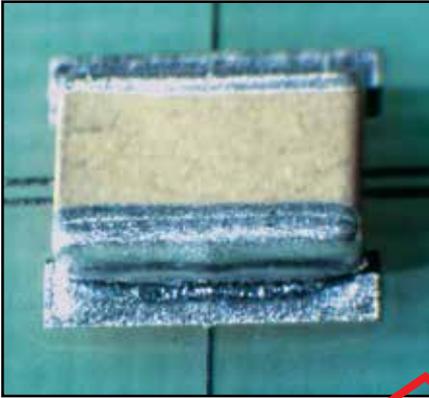
Das Lot darf im Zustand der **maximalen** Höhe der Lötstelle das Ende der Anschlussfläche überschreiten und bis auf die Oberseite oder Seite(n) des Anschlusses reichen. Es **darf** jedoch **nicht** die Oberseite oder die Seiten des Bauteilkörpers **berühren**.

Lötstellen-Zustände an Chip-Bauteilen

Die folgenden Seiten zeigen Aufnahmen gängiger Lötfehler und Prozessindikatoren für oberflächenmontierte Chip-Bauteile.

Die Beispiele beinhalten eine Beschreibung sowie einen Bezug zum entsprechenden Abschnitt in IPC-A-610F.

Zu wenig Lot



Das Lot reicht nicht bis zur minimalen Höhe der Lötstelle. Ausreichende Benetzung der Lötstelle ist nicht erkennbar.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 8.3.2.6

Zu viel Lot



Das Lot reicht auf die Oberseite oder Seite(n) des Bauteilkörpers.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 8.3.2.5

Endüberlappung

Unzureichende Endüberlappung.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 8.3.2.8, Bild 8-37



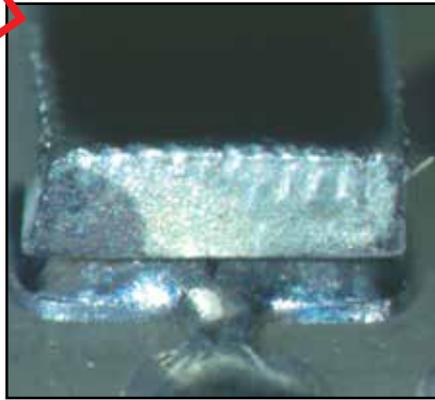
Nichtbenetzung

Das Lot hat weder die Anschlussfläche noch den Bauteilanschluss benetzt. Keine metallische Verbindung.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.4



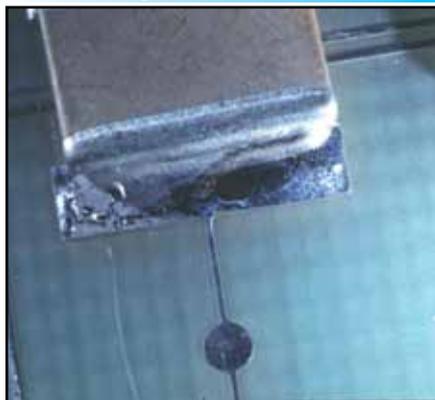
Entnetzung

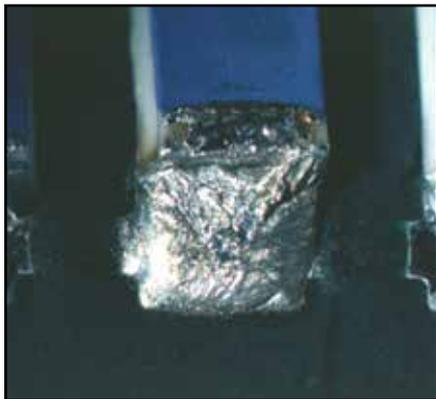
Geschmolzenes Lot bedeckt die Oberfläche und zieht sich wieder zurück. Es verbleibt in verschiedenen Bereichen der Anschlussfläche als dünne Schicht oder unregelmäßige Lothügel.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.6, Bild 5-26



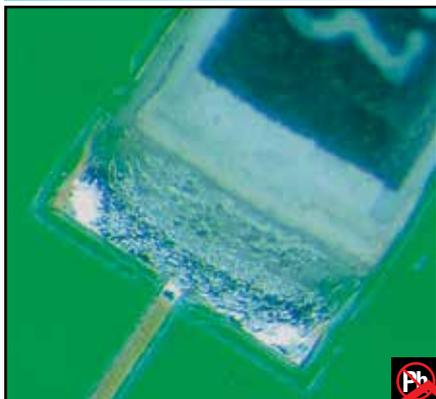
Gestörte Lötstelle

Gekennzeichnet durch eine unebene Oberfläche, die durch Bewegung in der Lötstelle während der Erstarrung des Lots entsteht.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.8

Bleifreie Lötstelle

Bleifreie Lötstellen haben typischerweise ein körniges oder mattes Aussehen.

Zulässig, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.1

Gebrochene/gerissene Lötstelle

Gebrochene oder gerissene Lötstelle.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.9

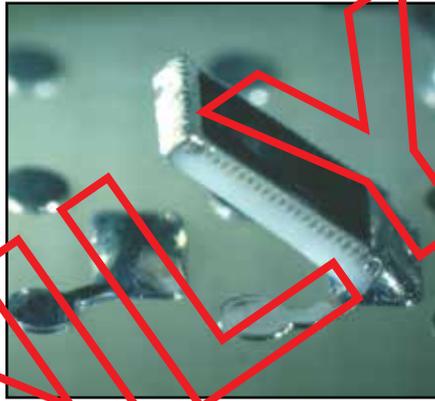
Grabsteineffekt

Der Anschluss eines Bauteiles ist vollständig von der Anschlussfläche abgehoben.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 8.3.2.9.4



Nadellöcher

Nadellöcher sind kleine Löcher, die entstehen, wenn während des Löprozesses Luft oder Gas aus dem Lot entweicht (Ausgasen).

Sie sind erlaubt, solange die Mindestanforderungen an die Lötstelle erfüllt sind.

Zulässig Klasse 1,

Prozessindikator Klassen 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.2



Blaslöcher

Blaslöcher (größer als Nadellöcher) entstehen, wenn Poren oder eingeschlossene Gase aus der Lötstelle entweichen.

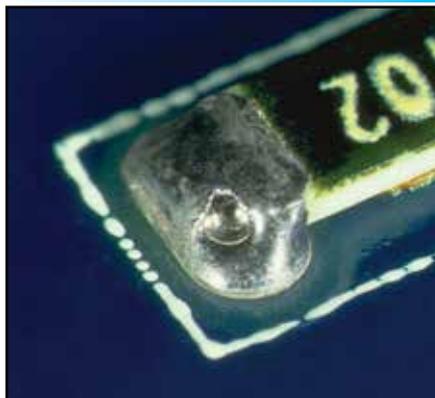
Sie sind erlaubt, solange die Mindestanforderungen an die Lötstelle erfüllt sind.

Zulässig Klasse 1,

Prozessindikator Klassen 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.2



Lotspritzer



Lotspritzer, die nicht fixiert, eingebettet oder eingekapselt sind; die Form, Einsatzfähigkeit oder Funktion beeinträchtigen oder den elektrischen Mindestisolationsabstand verletzen.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.7.3

Lotbrücken



Eine Lötverbindung zwischen Leitern oder Anschlussflächen, die nicht verbunden sein dürften.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.7.2

Lotkugeln



Jegliche Kugeln aus Lot, die nicht in einer Schutzschicht eingeschlossen sind, nicht mit einem metallischen Kontakt verbunden sind oder den elektrischen Mindestisolationsabstand verletzen.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.7.1

Kleber auf Anschlussfläche

Jedliches Klebermaterial auf einer Anschlussfläche ist:

Zulässig, Klasse 1

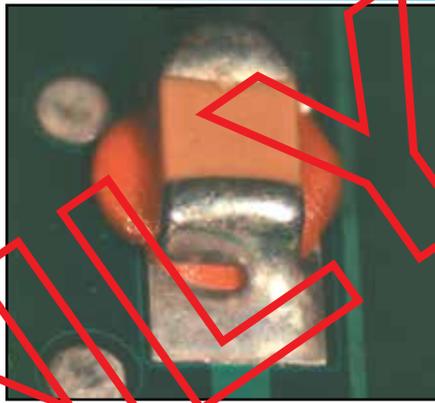
Prozessindikator, Klasse 2

Fehler, Klasse 3

Hinweis: Klebermaterial, das die Breite am Ende der Lötstelle unter den Mindestwert reduziert, ist ebenfalls ein Fehler für die Klassen 1, 2.

Bezug

A-610: Abschnitt 8.1



Lotfeinteilchen

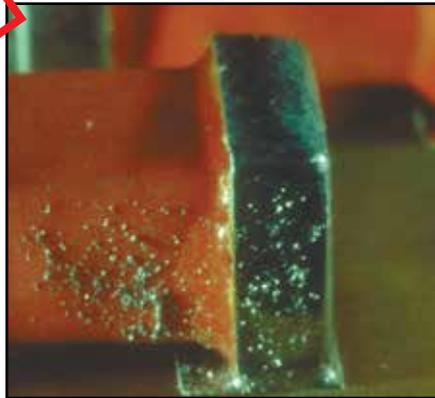
Lotfeinteilchen sind typischerweise kleine Kugeln der Lotpaste, die während des Reflow-Prozesses um die Lötstelle verspritzt wurden.

Wenn sie den elektrischen Mindestabstand verletzen oder nicht verkapselt sind und nicht an einer metallischen Oberfläche haften, dann sind sie:

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.7.1, Bild 5-33



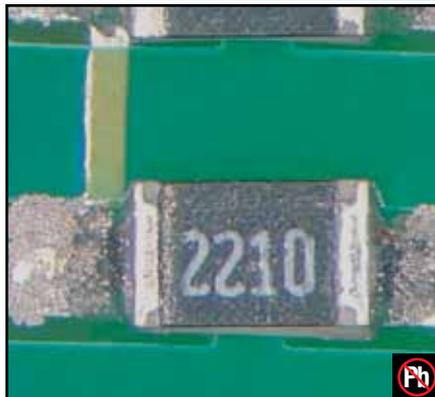
Unvollständiges Aufschmelzen

Die Lotpaste wurde nicht ausreichend erwärmt, um ordentlich aufzuschmelzen. (Auch möglich: zu viel Wärme oder zu lange Zeit im Aufheizprozess, so dass die Aktivatoren der Lotpaste vor dem Aufschmelzen verbraucht wurden).

Fehler, Klassen 1, 2, 3

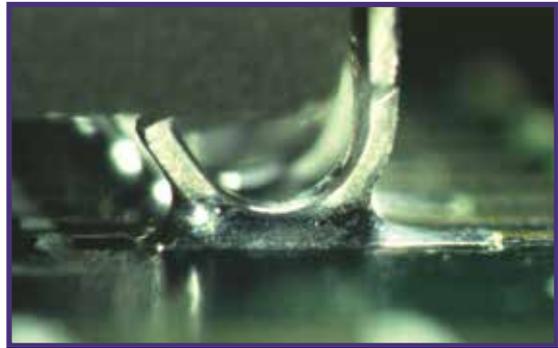
Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.3, Bild 5-15



J-Lead-Bauteile • Klasse 1

Anzustreben

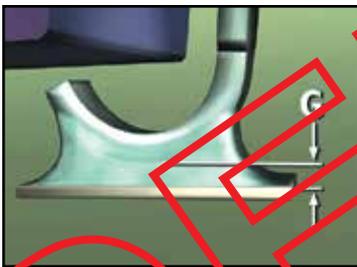


Dieses Bild zeigt eine **ideale** SMT-Lötstelle für alle Klassen von J-Lead-Bauteilen.

Hinweise: Die Lötstellen werden halbdurchsichtig dargestellt, um die Zuordnung zwischen Anschlussfläche und Anschluss zu verdeutlichen. Der Seitenüberhang (**A**) darf den elektrischen Mindest-Isolationsabstand nicht verletzen. Die unten genannten Bezüge gelten für die Abmessungskriterien bei J-Lead-Bauteilen.

Bezug: A-610F: 8.3.7, Tabelle 8-7; 8.3.7.1 bis 8.3.7.7

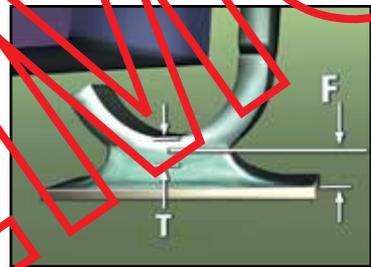
Abnahmekriterien



Lötspaltdicke (G)

Es ist **kein minimaler** Abstand zwischen Anschlussfläche und Bauteilanschluss **spezifiziert**.

Eine ordentliche Benetzung der Lötstelle muss erkennbar **sein**.



Min. Höhe der Lötstelle an der Ferse (F)

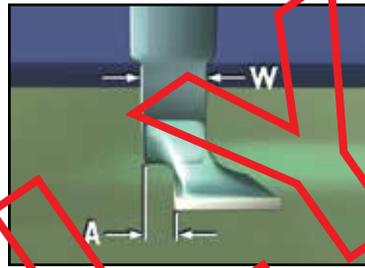
Die Lötstelle an der Ferse muss eine Höhe von **mindestens 50%** der Anschlussdicke (**T**)* haben.

**einschließlich des Werts für die Lötspaltdicke (G).*

Abnahmekriterien

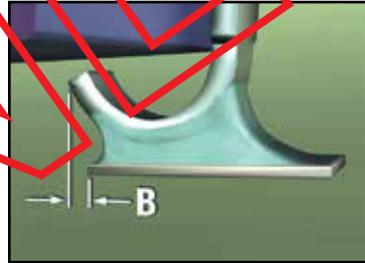
Seitenüberhang (A)

Der Bauteilanschluss darf **maximal** 50% seiner Breite (**W**) seitlich über die Anschlussfläche überhängen.



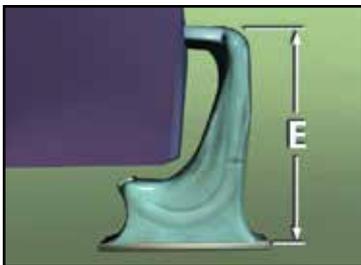
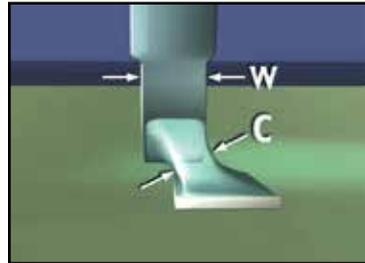
Spitzenüberhang (B)

Die maximale Länge, um die das Ende oder die Spitze des Anschlusses die Kante der Anschlussfläche überragt, ist **nicht spezifiziert**. Die Spitze des Anschlusses darf den elektrischen Mindestisolanzabstand nicht verletzen.



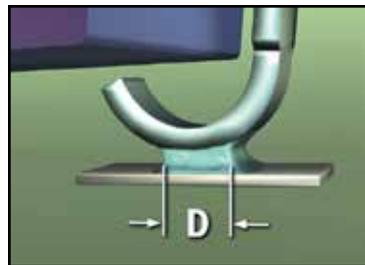
Breite am Ende der Lötstelle (C)

Die Breite der Lötstelle an ihrer schmalsten Stelle muss **mindestens** 50% der Breite des Anschlusses (**W**) betragen.



Max. Höhe der Lötstelle an der Ferse (E)

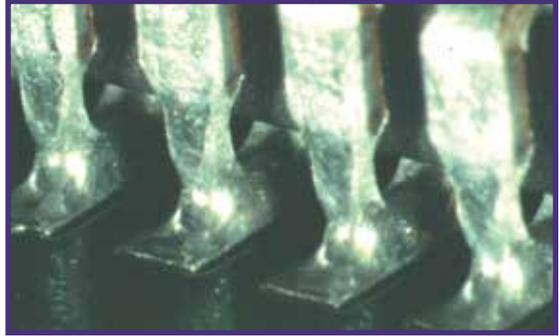
Das Lot darf den Bauteilkörper **nicht berühren**, darüber hinaus gibt es keine Begrenzung der **maximalen** Höhe der Lötstelle.



Länge der Lötstelle an der Seite (D)

Für die Länge der Lötstelle an der schmalsten Stelle gibt es **keine Minimalanforderung**. Eine ordentliche Benetzung der Lötstelle muss erkennbar sein.

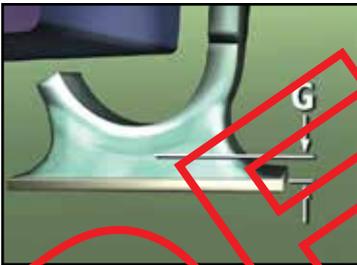
Dieses Bild zeigt eine **ideale** SMT-Lötstelle für alle Klassen von J-Lead-Bauteilen.



Hinweise: Die Lötstellen werden halbdurchsichtig dargestellt, um die Zuordnung zwischen Anschlussfläche und Anschluss zu verdeutlichen. Der Seitenüberhang (**A**) darf den elektrischen Mindest-Isolationsabstand nicht verletzen. Die unten genannten Bezüge gelten für die Abmessungskriterien bei J-Lead-Bauteilen.

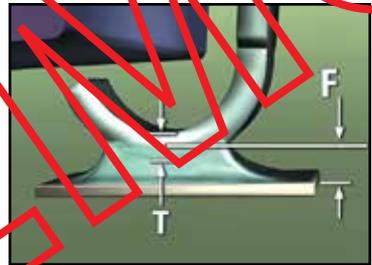
Bezug: A-610F: 8.3.7, Tabelle 8-7; 8.3.7.1 bis 8.3.7.7

Abnahmekriterien



Lotspaltbreite (G)

Es ist **kein minimaler** Abstand zwischen Anschlussfläche und Bauteilanschluss **spezifiziert**. Eine ordentliche Benetzung der Lötstelle muss erkennbar sein.



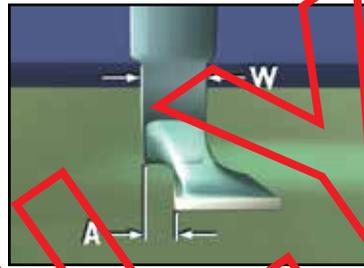
Min. Höhe der Lötstelle an der Ferse (F)

Die Lötstelle an der Ferse muss eine Höhe von **mindestens 50%** der Anschlussdicke (**T**)* haben.

**einschließlich des Werts für die Lotspaltbreite (G).*

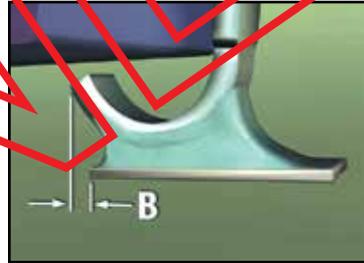
Seitenüberhang (A)

Der Bauteilanschluss darf **maximal** 50% seiner Breite (**W**) seitlich über die Anschlussfläche überhängen.



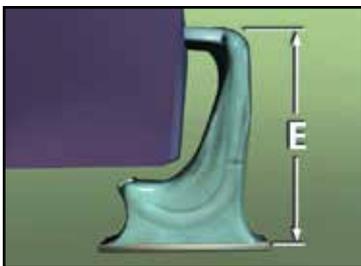
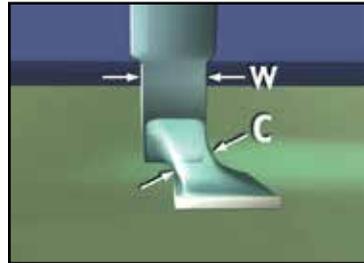
Spitzenüberhang (B)

Die **maximale** Länge, um die das Ende oder die Spitze des Anschlusses die Kante der Anschlussfläche überragt, ist **nicht spezifiziert**. Die Spitze des Anschlusses darf den elektrischen Mindest-Isolationsabstand nicht verletzen.



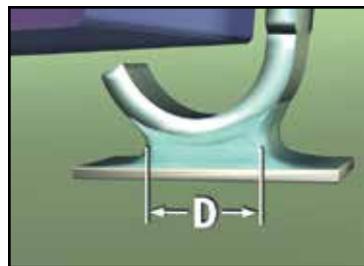
Breite am Ende der Lötstelle (C)

Die Breite der Lötstelle an ihrer schmalsten Stelle muss **mindestens** 50% der Breite des Anschlusses (**W**) betragen.



Max. Höhe der Lötstelle an der Ferse (E)

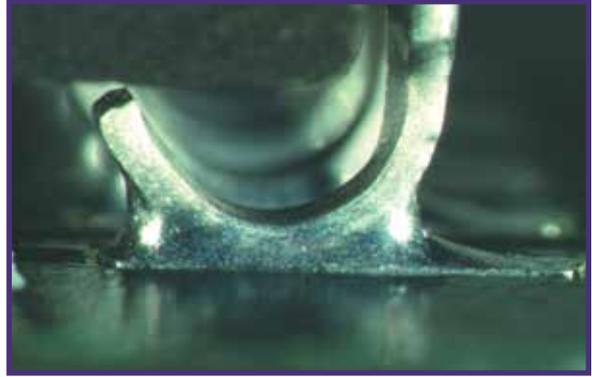
Das Lot darf den Bauteilkörper **nicht berühren**, darüber hinaus gibt es keine Begrenzung der **maximalen** Höhe der Lötstelle.



Länge der Lötstelle an der Seite (D)

Die Länge der Lötstelle an ihrer kürzesten Stelle muss **mindestens** 150% der Breite des Anschlusses (**W**) betragen.

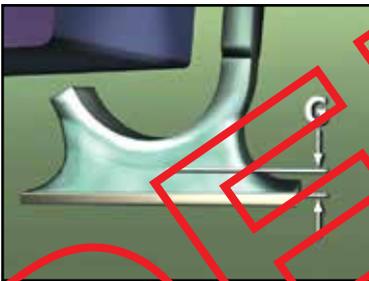
Dieses Bild zeigt eine **ideale** SMT-Lötstelle für alle Klassen von J-Lead-Bauteilen.



Hinweise: Die Lötstellen werden halbrtransparent dargestellt, um die Zuordnung zwischen Anschlussfläche und Anschluss zu verdeutlichen. Der Seitenüberhang (**A**) darf den elektrischen Mindest-Isolationsabstand nicht verletzen. Die unten genannten Bezüge gelten für die Abmessungskriterien bei J-Lead-Bauteilen.

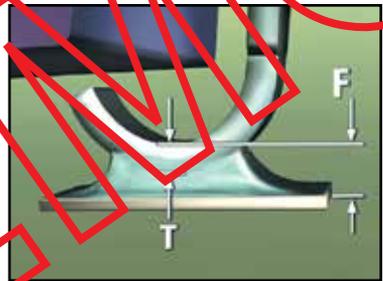
Bezug: A-610F: 8.3.7, Tabelle 8-7; 8.3.7.1 bis 8.3.7.7

Abnahmekriterien



Lötspaltdicke (G)

Es ist **kein minimaler** Abstand zwischen Anschlussfläche und Bauteilanschluss **spezifiziert**. Eine ordentliche Benetzung der Lötstelle muss erkennbar sein.



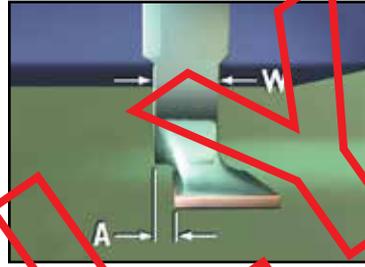
Min. Höhe der Lötstelle an der Ferse (F)

Die Lötstelle an der Ferse muss eine Höhe von **mindestens** 100% der Anschlussdicke (**T**)* haben.
**einschließlich des Werts für die Lötspaltdicke (G).*

Abnahmekriterien

Seitenüberhang (A)

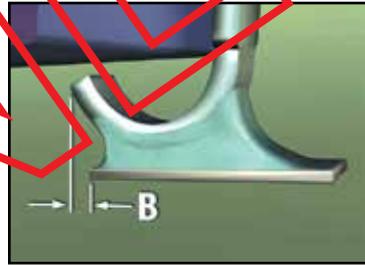
Der Bauteilanschluss darf **maximal** 25% seiner Breite (**W**) seitlich über die Anschlussfläche überhängen.



Spitzenüberhang (B)

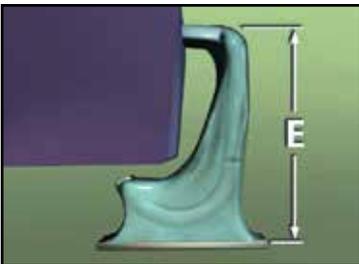
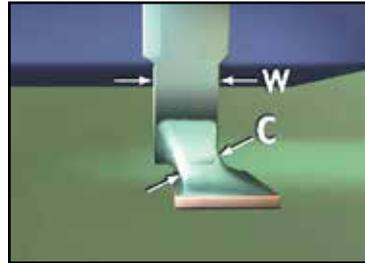
Die **maximale** Länge, um die das Ende oder die Spitze des Anschlusses die Kante der Anschlussfläche überragt, ist **nicht spezifiziert**.

Die Spitze des Anschlusses darf den elektrischen Mindest-isolationsabstand nicht verletzen.



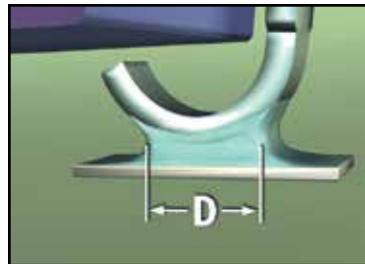
Breite am Ende der Lötstelle (C)

Die breite der Lötstelle an ihrer schmalsten Stelle muss **mindestens** 75% der Breite des Anschlusses (**W**) betragen.



Max. Höhe der Lötstelle an der Ferse (E)

Das Lot darf den Bauteilkörper **nicht berühren**, darüber hinaus gibt es keine Begrenzung der **maximalen** Höhe der Lötstelle.



Länge der Lötstelle an der Seite (D)

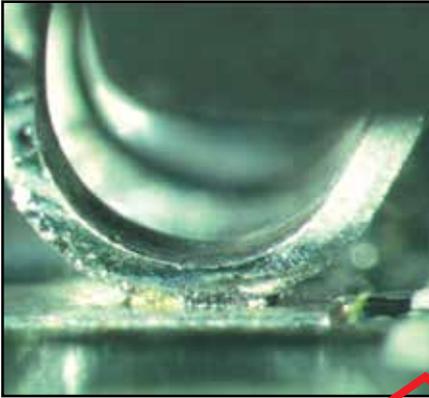
Die Länge der Lötstelle an ihrer kürzesten Stelle muss **mindestens** 150% der Breite des Anschlusses (**W**) betragen.

Lötstellen-Zustände an J-Lead-Bauteilen

Die folgenden Seiten zeigen Aufnahmen gängiger Lötfehler und Prozessindikatoren für oberflächenmontierte J-Lead-Bauteile.

Die Beispiele beinhalten eine Beschreibung sowie einen Bezug zum entsprechenden Abschnitt in IPC-A-610F.

Zu wenig Lot



Das Lot reicht nicht bis zur minimalen Höhe der Lötstelle. Ausreichende Benetzung der Lötstelle ist nicht erkennbar.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 8.3.7.6, Bild 8-136

Zu viel Lot



Das Lot berührt den Bauteilkörper.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 8.3.7.5, Bild 8-131

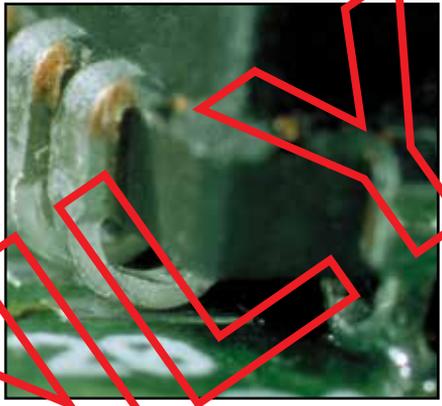
Nichtbenetzung

Das Lot hat weder die Anschlussfläche noch den Bauteilanschluss benetzt. Keine metallische Verbindung.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.4



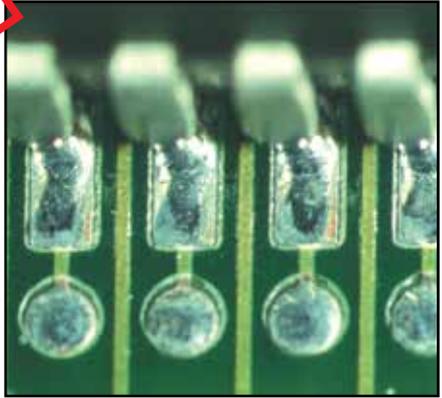
Entnetzung

Geschmolzenes Lot bedeckt die Oberfläche und zieht sich wieder zurück. Es verbleibt in verschiedenen Bereichen der Anschlussfläche als dünne Schicht oder unregelmäßige Lothügel.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.6



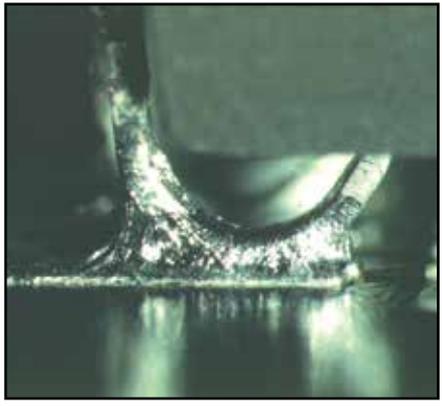
Gestörte Lötstelle

Gekennzeichnet durch eine unebene Oberfläche, die durch Bewegung in der Lötstelle während der Erstarrung des Lots entsteht.

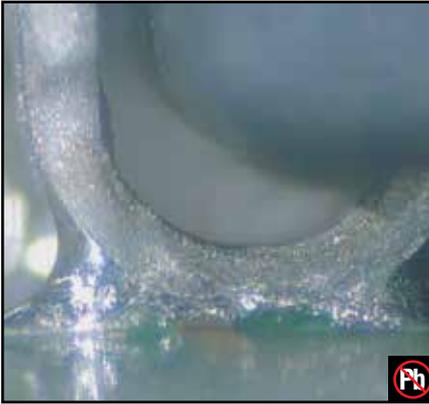
Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.8, Bild 5-43



Bleifreie Lötstelle



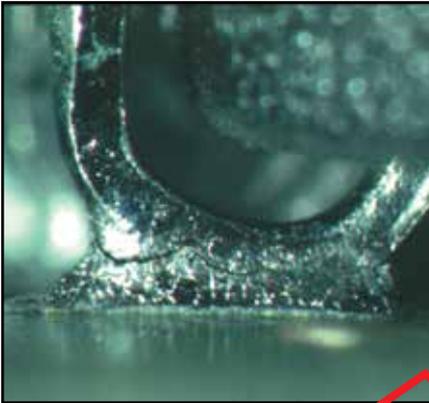
Bleifreie Lötstellen haben typischerweise ein körniges oder mattes Aussehen, sowie größere Benetzungskontaktwinkel.

Zulässig, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.1

Gebrochene/gerissene Lötstelle



Gebrochene oder gerissene Lötstelle.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.9, Bild 5-46

Offene Lötstelle



Ein oder mehrere Bauteilanschlüsse sind verbogen (schlechte Koplplanarität), wodurch die Bildung einer ordentlichen Lötstelle verhindert wird.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 8.3.7.8, Bild 8-138

Blaslöcher

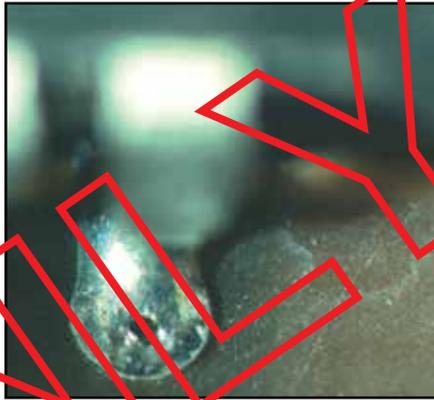
Blaslöcher (größer als Nadellöcher) entstehen, wenn Poren oder eingeschlossene Gase aus der Lötstelle entweichen. Sie sind erlaubt, solange die Mindestanforderungen an die Lötstelle erfüllt sind.

Zulässig, Klasse 1

Prozessindikator, Klassen 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.2, Bild 5-10



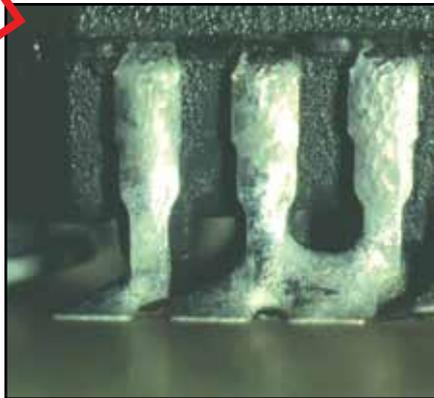
Lotbrücken

Eine Lötverbindung zwischen Leitern, die nicht verbunden sein dürften.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.7.2, Bild 5-3-5



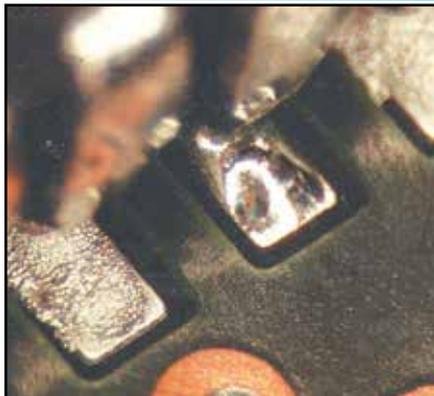
Unvollständiges Aufschmelzen

Die Lotpaste wurde nicht ausreichend erwärmt, um ordentlich aufzuschmelzen.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

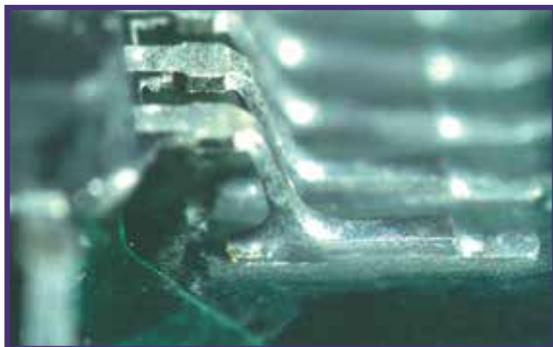
Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.3, Bild 5-14



Gullwing-Bauteile • Klasse 1

Anzustreben

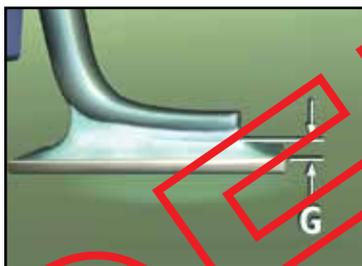


Dieses Bild zeigt eine **ideale** SMT-Lötstelle für alle Klassen von Gullwing-Bauteilen.

Hinweise: Die Lötstellen werden halbdurchsichtig dargestellt, um die Zuordnung zwischen Anschlussfläche und Anschluss zu verdeutlichen. Der Seitenüberhang (**A**) darf den elektrischen Mindest-Isolationsabstand nicht verletzen. Die unten genannten Bezüge gelten für die Abmessungskriterien bei Gullwing-Bauteilen.

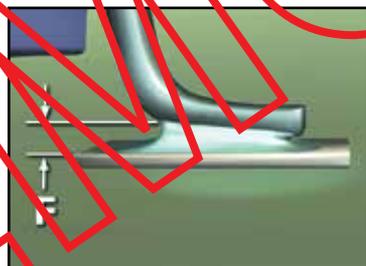
Bezug: A-610F: 8.3.5, Tabelle 8-5; 8.3.5.1 bis 8.3.5.7

Abnahmekriterien



Lötspaltdicke (G)

Es ist **kein minimaler** Abstand zwischen Anschlussstiche und Bauteilanschluss **spezifiziert**. Eine ordentliche Penetzung der Lötstelle muss erkennbar sein.

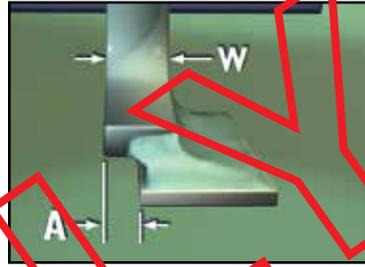


Min. Höhe der Lötstelle an der Ferse (F)

Es ist keine **minimale** Höhe der Lötstelle spezifiziert. Eine ordentliche Penetzung der Lötstelle muss erkennbar sein.

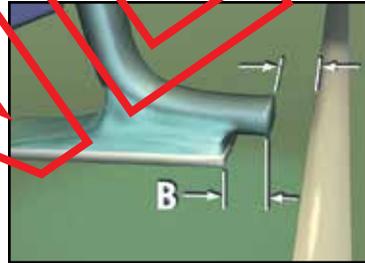
Seitenüberhang (A)

Der Bauteilanschluss darf **maximal** 50% seiner Breite (**W**) oder 0,5 mm [0,02 in] seitlich über die Anschlussfläche überhängen, je nachdem was weniger ist.



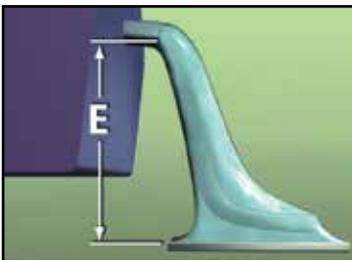
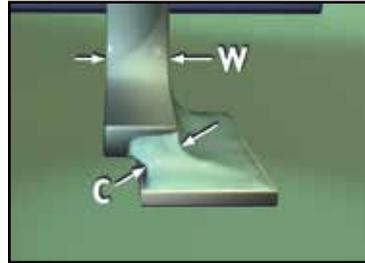
Spitzenüberhang (B)

Maximal-Bedingung: Falls das Ende oder die Spitze des Anschlusses über die Kante der Anschlussfläche hinausragt, darf sie den elektrischen Mindest-Isolationsabstand nicht verletzen.



Breite am Ende der Lötstelle (C)

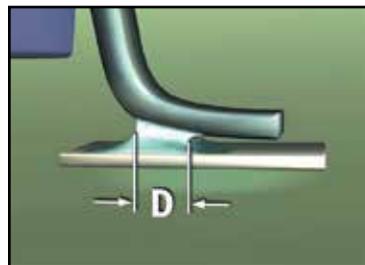
Die Breite der Lötstelle an ihrer schmalsten Stelle muss **mindestens** 50% der Breite des Anschlusses (**W**) betragen.



Max. Höhe der Lötstelle an der Ferse (E)

Das Lot darf bis zur oberen Biegung (Knie) reichen, jedoch den Bauteilkörper oder die Anschlussversiegelung **nicht berühren**.

Hinweis: Das Lot darf den Körper eines Bauteils der Kunststoff-SOIC-Familie berühren.



Länge der Lötstelle an der Seite (D)

Die Länge der Lötstelle an ihrer kürzesten Stelle muss **mindestens gleich** der Breite des Anschlusses (**W**) oder 0,5 mm [0,02 in] sein, je nachdem, was weniger ist.

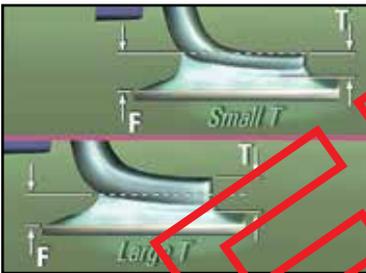
Dieses Bild zeigt eine **ideale** SMT-Lötstelle für alle Klassen von Gullwing-Bauteilen.



Hinweise: Die Lötstellen werden halbdurchsichtig dargestellt, um die Zuordnung zwischen Anschlussfläche und Anschluss zu verdeutlichen. Der Seitenüberhang (**A**) darf den elektrischen Mindest-Isolationsabstand nicht verletzen. Die Lotspaltdicke (**G**) ist bei Klasse 2 nicht spezifiziert. Eine ordentliche Benetzung der Lötstelle muss erkennbar sein. Darstellung der Lotspaltdicke (**G**) siehe Bild in „Gullwing-Bauteile • Klasse 1“. Die unten genannten Bezüge gelten für die Abmessungskriterien bei Gullwing-Bauteilen.

Bezug: A-610F: 8.3.5, Tabelle 8-5; 8.3.5.1 bis 8.3.5.7

Abnahmekriterien



Min. Höhe der Lötstelle an der Ferse (**T**)

T klein: Beträgt die Anschlussdicke (**T**) 0,4 mm oder weniger, ist die **minimale** Höhe der Lötstelle an der Ferse (**T**)*, gemessen an der Spitze.

T groß: Wenn (**T**) größer als 0,4 mm ist, ist die **minimale** Höhe der Lötstelle an der Ferse 50% der Anschlussdicke (**T**)*.

*einschließlich des Werts für die Lotspaltdicke (**G**).



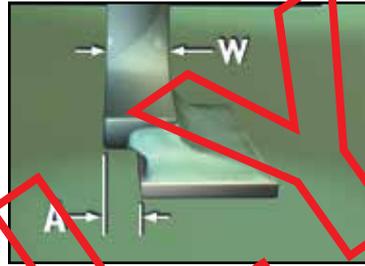
Max. Höhe der Lötstelle an der Ferse (**E**)

Das Lot darf bis zur oberen Biegung (Knie) reichen, jedoch den Bauteilkörper oder die Anschlussversiegelung **nicht berühren**.

Hinweis: Das Lot darf den Körper eines Bauteils der Kunststoff-SOIC-Familie berühren.

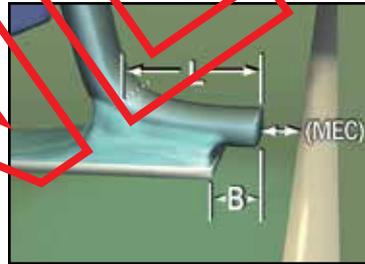
Seitenüberhang (A)

Der Bauteilanschluss darf **maximal** 50% seiner Breite (**W**) oder 0,5 mm [0,02 in] seitlich über die Anschlussfläche überhängen, je nachdem was weniger ist.



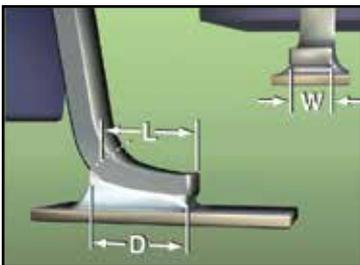
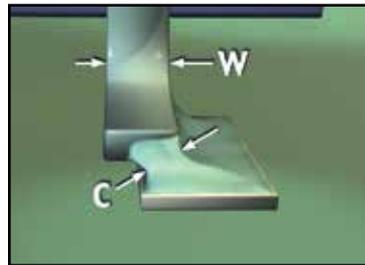
Spitzenüberhang (B)

Maximal-Bedingung: Falls die Fußlänge (**L**) größer als die dreifache Breite (**W**) des Anschlusses ist und die Spitze des Anschlusses über die Kante der Anschlussfläche hinausragt, darf sie den elektrischen Mindest-Isolationsabstand (**MEC**) nicht verletzen. Falls (**L**) kleiner als 3 (**W**) ist, ist jeglicher Spitzenüberhang ein Fehler.



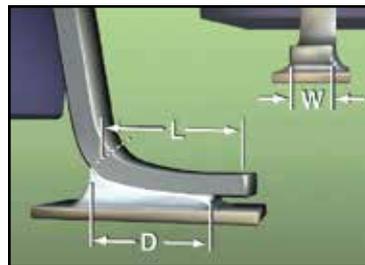
Breite am Ende der Lötstelle (C)

Die breite der Lötstelle an ihrer schmalsten Stelle muss **mindestens** 50% der Breite des Anschlusses (**W**) betragen.



Länge der Lötstelle an der Seite (D)

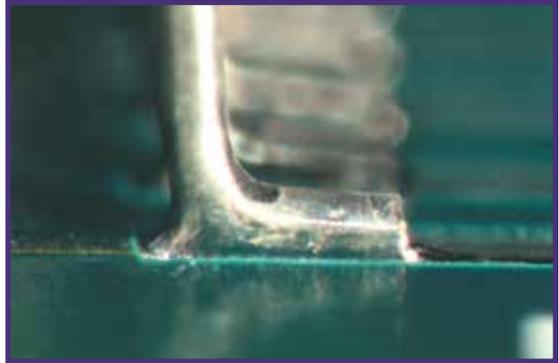
Kurzer Fuß - Wenn die Fußlänge (**L**) weniger als 3x (**W**) beträgt, muss die **minimale** Länge der Lötstelle an der Seite (**D**) 100% (**L**) betragen.



Länge der Lötstelle an der Seite (D)

Langer Fuß - Wenn die Fußlänge (**L**) mindestens 3 Anschlussbreiten (**W**) beträgt, muss die Länge der Lötstelle an der Seite (**D**) mindestens 3x (**W**) oder 75% (**L**) betragen, je nachdem, was länger ist.

Dieses Bild zeigt eine **ideale** SMT-Lötstelle für alle Klassen von Gullwing-Bauteilen.

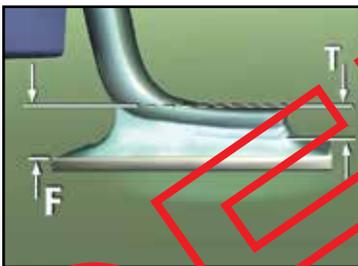


Hinweise:

Die Lötstellen werden halbdurchsichtig dargestellt, um die Zuordnung zwischen Anschlussfläche und Anschluss zu verdeutlichen. Der Seitenüberhang (**A**) darf den elektrischen Mindest-Isolationsabstand nicht verletzen. Die Lotspaltdicke (**G**) ist bei Klasse 3 nicht spezifiziert. Eine ordentliche Benetzung der Lötstelle muss erkennbar sein. Darstellung der Lotspaltdicke (**G**) siehe Bild in „Gullwing-Bauteile • Klasse 1“. Die unten genannten Bezüge gelten für die Abmessungskriterien bei Gullwing-Bauteilen.

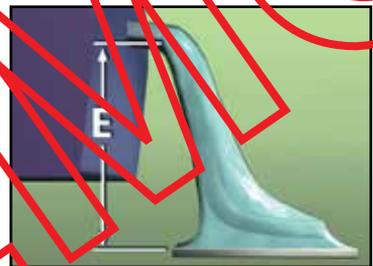
Bezug: A-610F: 8.3.5, Tabelle 8-5; 8.3.5.1 bis 8.3.5.7

Abnahmekriterien



Min. Höhe der Lötstelle an der Ferse (**F**)

Die Lötstelle an der Ferse muss eine Höhe von **mindestens** der Anschlussdicke (**T**)* haben.
*einschließlich des Werts für die Lotspaltdicke (**G**).



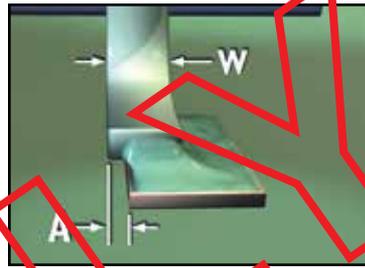
Max. Höhe der Lötstelle an der Ferse (**E**)

Das Lot darf bis zur oberen Biegung (Knie) reichen, jedoch den Bauteilkörper oder die Anschlussversiegelung **nicht berühren**.

Hinweis: Das Lot darf den Körper eines Bauteils der Kunststoff-SOIC-Familie berühren.

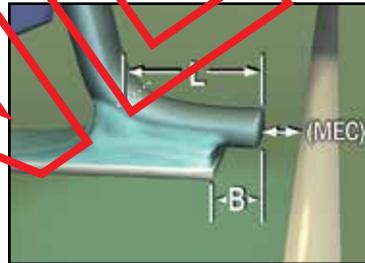
Seitenüberhang (A)

Der Bauteilanschluss darf **maximal** 25% seiner Breite (**W**) oder 0,5 mm [0,02 in] seitlich über die Anschlussfläche überhängen, je nachdem was weniger ist.



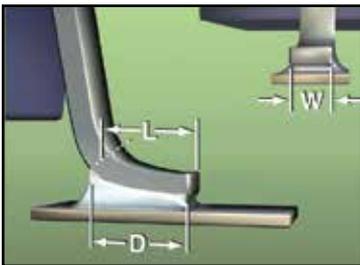
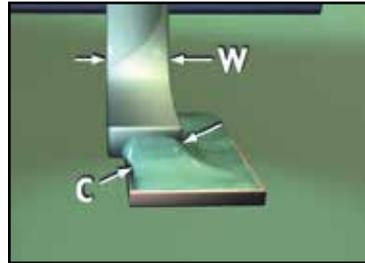
Spitzenüberhang (B)

Maximal-Bedingung: Falls die Fußlänge (**L**) größer als die dreifache Breite (**W**) des Anschlusses ist und die Spitze des Anschlusses über die Kante der Anschlussfläche hinausragt, darf sie den elektrischen Mindest-Isolationsabstand (**MEC**) nicht verletzen. Falls (**L**) kleiner als 3 (**W**) ist, ist jeglicher Spitzenüberhang ein Fehler.



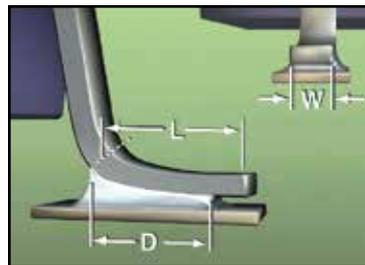
Breite am Ende der Lötstelle (C)

Die Breite der Lötstelle an ihrer schmalsten Stelle muss **mindestens** 75% der Breite des Anschlusses (**W**) betragen.



Länge der Lötstelle an der Seite (D)

Kurzer Fuß - Wenn die Fußlänge (**L**) weniger als 3 (**W**) beträgt, muss die **minimale** Länge der Lötstelle an der Seite (**D**) 100% (**L**) betragen.



Länge der Lötstelle an der Seite (D)

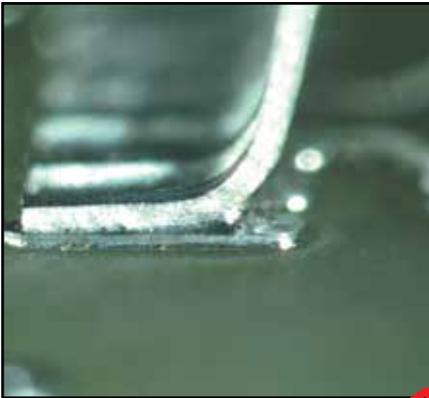
Langer Fuß - Wenn die Fußlänge (**L**) mindestens 3 Anschlussbreiten (**W**) beträgt, muss die Länge der Lötstelle an der Seite (**D**) **mindestens** 3x (**W**) oder 75% (**L**) betragen, je nachdem, was länger ist.

Lötstellen-Zustände an Gullwing-Bauteilen

Die folgenden Seiten zeigen Aufnahmen gängiger Lötfehler und Prozessindikatoren für oberflächenmontierte Gullwing-Bauteile.

Die Beispiele beinhalten eine Beschreibung sowie einen Bezug zum entsprechenden Abschnitt in IPC-A-610F.

Zu wenig Lot



Das Lot reicht nicht bis zur minimalen Höhe der Lötstelle an der Ferse. Ausreichende Benetzung der Lötstelle ist nicht erkennbar.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 8.3.5.6

Zu viel Lot



Das Lot berührt den Körper eines Bauteils der Kunststoff-SOIC-Familie.

Zulässig, Klassen 1, 2, 3

Hinweise: Lot, das den Körper eines keramischen oder metallischen Bauteils berührt, ist ein Fehler in den Klassen 1, 2, 3. Lot, das den Körper eines Kunststoffbauteils (außer der SOIC-Familie) berührt, ist zulässig in der Klasse 1 und ein Fehler in den Klassen 2, 3.

Bezug

A-610: Abschnitt 8.3.5.5

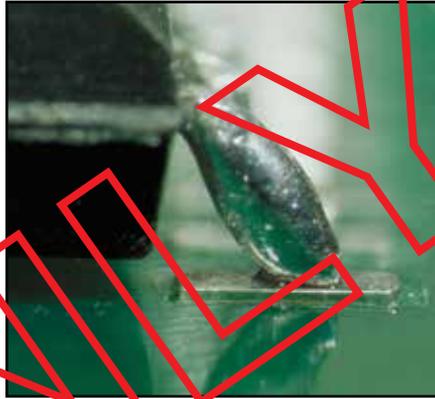
Nichtbenetzung

Das Lot hat weder die Anschlussfläche noch den Bauteilanschluss benetzt. Keine metallische Verbindung.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.4



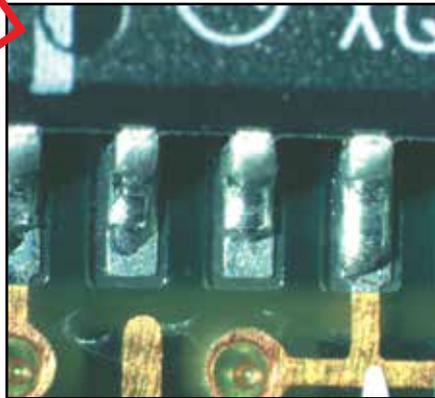
Entnetzung

Geschmolzenes Lot bedeckt die Oberfläche und zieht sich wieder zurück. Es verbleibt in verschiedenen Bereichen der Anschlussfläche als dünne Schicht oder unregelmäßige Lothügel.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.6



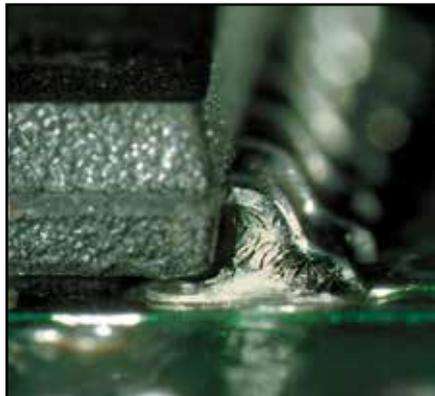
Gestörte Lötstelle

Gekennzeichnet durch eine unebene Oberfläche, die durch Bewegung in der Lötstelle während der Erstarrung des Lots entsteht.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.8



Bleifreie Lötstelle



Bleifreie Lötstellen haben typischerweise ein körniges oder mattes Aussehen, sowie größere Benetzungskontaktwinkel.

Zulässig, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.1

Gebrochene/gerissene Lötstelle



Gebrochene oder gerissene Lötstelle.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.9

Offene Lötstelle



Ein oder mehrere Bauteilanschlüsse sind verbogen (schlechte Koplanarität), wodurch die Bildung einer ordentlichen Lötstelle verhindert wird.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 8.3.5.8

Nadellöcher

Nadellöcher sind kleine Löcher, die entstehen, wenn während des Lötprozesses Luft oder Gas aus dem Lot entweicht (Ausgasen). Sie sind erlaubt, solange die Mindestanforderungen an die Lötstelle erfüllt sind.

Zulässig, Klasse 1

Prozessindikator, Klassen 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.2, Bild 5-12



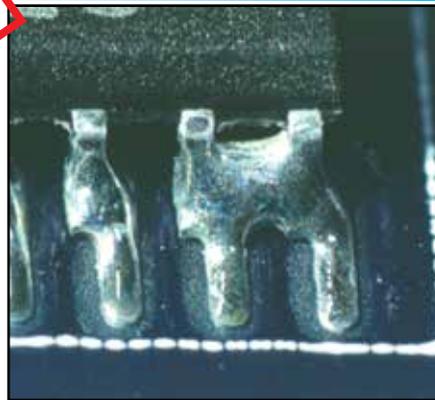
Lotbrücken

Eine Lötverbindung zwischen Leitern, die nicht verbunden sein dürften.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

A-610: Abschnitt 5.2.7.2



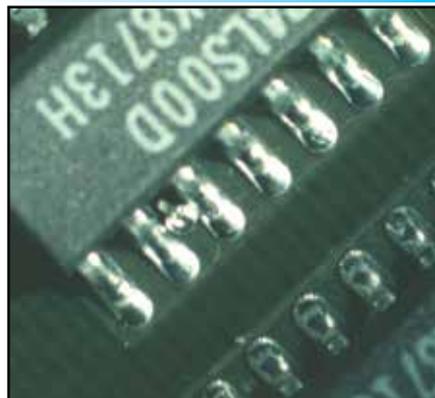
Lotkugeln

Jegliche Kugeln aus Lot, die nicht in einer Schutzbeschichtung eingeschlossen sind, nicht mit einem metallischen Kontakt verbunden sind oder den elektrischen Mindestisolationsabstand verletzen.

Fehler, Klassen 1, 2, 3

Bezug

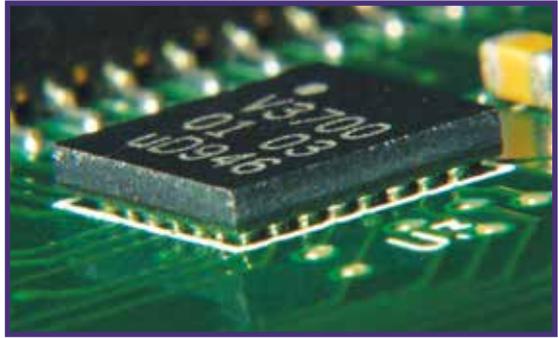
A-610: Abschnitt 5.2.7.1, Bild 5-31



Ball Grid Arrays (BGA) • Klassen 1, 2, 3

Anzustreben

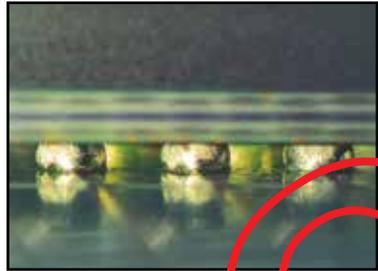
Dieses Bild zeigt **ideale** Zustände der sichtbaren Lötstellen am Außenrand unter einem BGA-Bauteil.



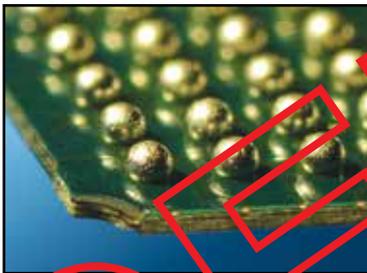
Beachten Sie die vollständige Benetzung von Lotkugeln und Anschlüssen, die kontinuierliche, gleichförmig gerundete Verbindungen im gleichen Abstand ausbilden.

Bezug:

A-610F: Abschnitt 8.3.12, siehe Tabelle 8-13 für aufschmelzende Kugeln.
Für nicht-aufschmelzende Kugeln siehe Tabelle 8-14 sowie die jüngste Ergänzung (Amendment) zu A-610F.



Abnahmekriterien



Lotkugeln

BGA-Bauteile existieren mit verschiedenen Anschlussmustern. Allen gemeinsam sind jedoch Lotkugeln, die mit der Unterseite des BGAs verbunden sind. Sobald das BGA mit der Leiterplatte verlötet worden ist, ist möglicherweise nur die äußerste Reihe der Lotkugeln beobachtbar.

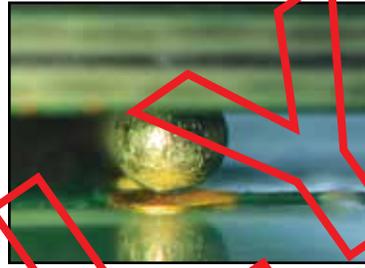


Fehlausrichtung

Die sichtbare Ausrichtung zwischen einem Positionsdruck (Legend) auf der Leiterplatte und dem BGA-Bauteil sollte nicht ungleich oder fehlausgerichtet sein. Die Fehlausrichtung gilt nur dann als **Fehler**, wenn die Verschiebungen der Lotkugeln den elektrischen Mindest-Isolationsabstand verletzen.

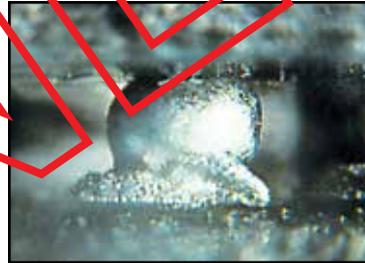
Nichtbenetzung

Lotkugeln, die mit den Anschlussflächen des Bauteils oder der Leiterplatte keine Benetzung eingegangen sind, gelten als **Fehler** in den Klassen 1, 2, 3.



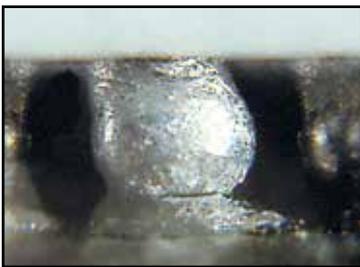
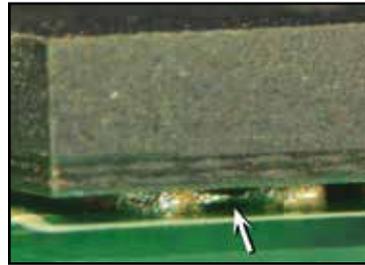
Unvollständige Benetzung

Lotkugeln, die aufgeschmolzen sind, die Anschlussfläche jedoch nicht benetzt haben, gelten in allen Produktklassen als **Fehler (Fehler, Klassen 1, 2, 3)**. Dieser Zustand wird wegen ähnlichen Aussehens auch als „Head-in-Pillow“ (Kopf auf dem Kissen) bezeichnet.



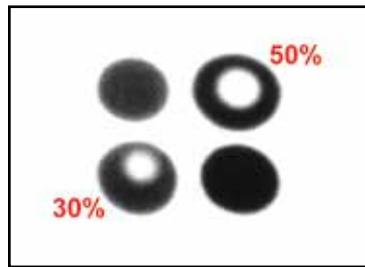
Lotbrücken

Optisch oder mittels Röntgeninspektion erkennbare Lotbrücken gelten in allen Produktklassen als **Fehler (Fehler, Klassen 1, 2, 3)**.



Gebrochene Lötstelle

Vollständige Brüche oder Teilbrüche in den Lotkugeln werden in allen Klassen als **Fehler** gewertet (**Fehler, Klasse 1, 2, 3**).



Poren

Poren in einer Lotkugel erscheinen in der Röntgenprüfung hell. Wenn Poren mehr als 30% der Fläche in einer aufschmelzenden Kugel bedecken, ist das ein **Fehler** in allen drei Klassen (**Fehler, Klassen 1, 2, 3**).

Bilder

Klasse 3

Klasse 2

Klasse 1

Gull Wing-Bauteile

J-Lead-Bauteile

Chip-Bauteile

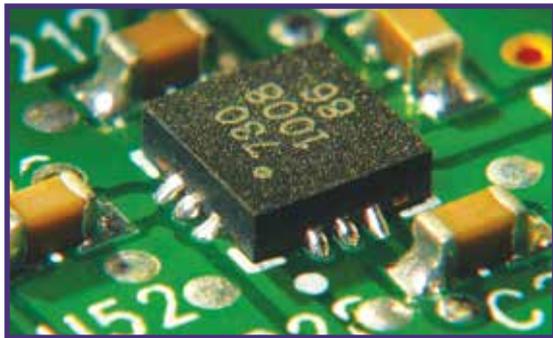
Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen

Unterseiten-Anschlüsse (BTC) • Klassen 1, 2, 3

Anzustreben

Benetzung der QFN- und Leiterplatten-Anschlussflächen ist erkennbar.

Bauteile sitzen präzise und gleichmäßig auf ihrer Sollposition.



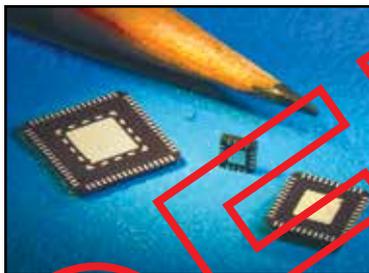
Zeigt die **ideale** Lötstelle für BTCs. Beachten Sie die konkave Lötstelle mit vollständiger Benetzung bis zum oberen Anschluss-Rand.

Bezug:

A-610F: 8.3.13, Tabelle 8-16

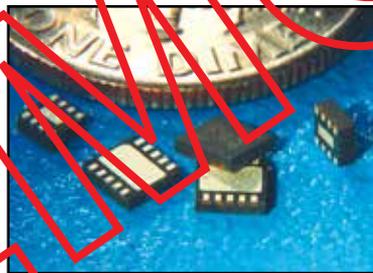


Bauformen



QFN-Bauteile

Werden QFN oder Quad-Flat-No-Lead genannt. Anschlüsse sind auf der Unterseite des Bauteils und reichen an allen vier Seiten meist bis an den Außenrand.



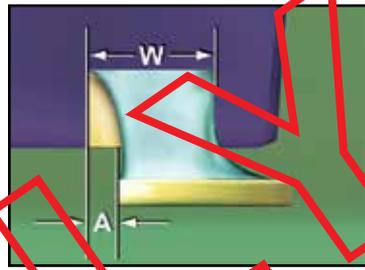
DFN-Bauteile

Werden DFN oder Dual-Flat-No-Lead genannt. Anschlüsse sind auf der Unterseite des Bauteils und reichen nur an zwei Seiten bis an den Außenrand.

Abnahmekriterien

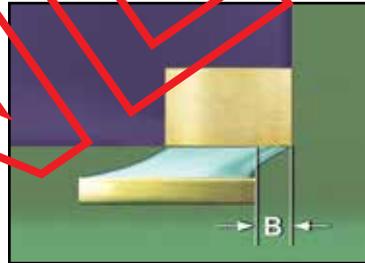
Seitenüberhang (A)

Maximaler Seitenüberhang beträgt 50% der Anschlussbreite (**W**) für Klasse 1 und 25% (**W**) für Klassen 2 und 3, wie gezeigt.



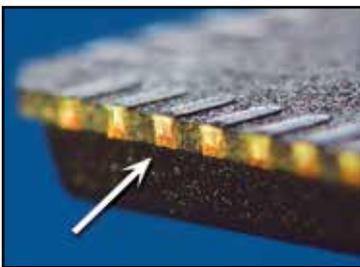
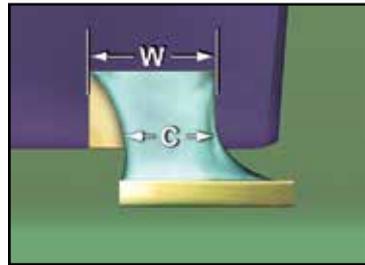
Spitzenüberhang (B)

Jeglicher Spitzenüberhang (**B**) ist ein **Fehler** in allen drei Klassen (Fehler, Klassen 1, 2, 3, wie im Schnittbild gezeigt).



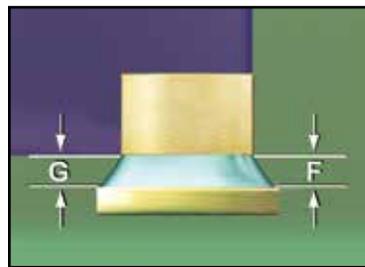
Breite am Ende der Lötstelle (C)

Die **minimale** breite am Ende der Lötstelle (**C**) muss für Klasse 1 wenigstens 50% der Anschlussbreite (**W**) betragen. Für Klasse 2 und 3 beträgt der minimale Wert 75% (**W**) (wie gezeigt).



Spitzen der Anschlüsse

Typischerweise reichen die Spitzen der Anschlüsse von QFN- und DFN-Bauteilen bis an die Außenkanten der Gehäuse [Schnittkanten, meist nicht lötfähig beschichtet, sichtbares Kupfer].



Höhe des Lots an der Bauteilaußenkante (F)

Das Lot **muss nicht** bis an die Kante oder die Spitze des Anschlusses reichen. $(F) = (G)$, d.h. die **Minimalforderung** für die Höhe des Lots ist erkennbare Benetzung am Anschluss von Bauteil und Leiterplatte und im Lotspalt.

Bilder

Klasse 3

Klasse 2

Klasse 1

Gull Wing-Bauteile

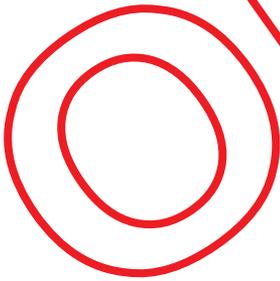
J-Lead-Bauteile

Chip-Bauteile

Bauteile mit flächig angeordneten Anschlüssen

DEMO

Dieses Nachschlagewerk ersetzt keine IPC-Richtlinien oder Spezifikationen und es nimmt keine Vorrangstellung ein. Während jede Anstrengung unternommen wurde, die passenden Abschnitte aus dem Dokument IPC-A-610 Rev. F wiederzugeben, enthält dieses Büchlein möglicherweise nicht alle relevanten Anforderungen und ist nicht zum Einsatz als Richtlinie im Branchenkonsens gedacht. Der IPC lehnt jegliche Gewährleistung oder Garantie, explizit oder implizit, ausdrücklich ab, und haftet nicht für Schäden jeglicher Art im Zusammenhang mit der Information, die in IPC-DRM-SMT-F DE dargestellt ist.



Wenn Sie Anmerkungen oder Vorschläge zu diesem Schulungshandbuch und Nachschlagewerk haben, nehmen Sie bitte Kontakt auf mit:

IPC Training
P.O. Box 389
Ranchos de Taos, NM 87557
+1 847.597.2940 (tel.)
+1 575.758.7938 (fax)
ipctraining@ipc.org