

DIN EN IEC 61188-6-1



ICS 31.180; 31.190

Entwurf

Einsprüche bis 2019-08-28
Vorgesehen als
teilweiser Ersatz für
DIN EN 61188-5-1:2003-06

**Leiterplatten und Flachbaugruppen –
Konstruktion und Anwendung –
Teil 6-1: Anschlussflächengestaltung –
Allgemeine Anforderungen an die Anschlussflächenstruktur auf
Leiterplatten
(IEC 91/1554/CD:2018);
Text Deutsch und Englisch**

Circuit boards and circuit board assemblies –
Design and use –
Part 6-1: Land pattern design –
Generic requirements for land pattern on circuit boards
(IEC 91/1554/CD:2018);
Text in German and English

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-06-28 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 54 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 91/1554/CD:2018 „Circuit boards and circuit board assemblies – Design and use – Part 6-1: Land pattern design – Generic requirements for land pattern on circuit boards“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 91 „Electronics assembly technology“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 682 „Aufbau- und Verbindungstechnik für elektronische Baugruppen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten 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.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. IEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61188-5-1:2003-06 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung überarbeitet.
- Das Komponentenspektrum und die Pitchwerte haben sich seit der Veröffentlichung der 61188-5-xx erheblich erhöht.
- Das Bemaßungskonzept wurde an die aktuellen Bestückungs- und Lötanforderungen angepasst.
- Die normativen Verweise wurden aktualisiert und angepasst.

Inhalt

	Seite
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Anforderungen an die Ausführung	8
4.1 Allgemeines	8
4.2 Produktklassifizierung	9
4.3 Anforderungen an Anschlussflächen und Anschlussflächenstrukturen für die Oberflächenmontage	10
4.4 Bauelementepakete und Lötprozess	10
4.5 Lötflächenanforderungen	10
4.5.1 Reflow-Löten	10
4.5.2 Reflow-Löten von bedrahteten Bauelementen	11
4.5.3 Wellenlöten von oberflächenmontierten Bauelementen	11
4.5.4 Wellenlöten von Durchsteckbauteilen	12
4.6 Techniken der Löttoberflächendefinition	13
4.6.1 Vom Metall definierte Anschlussflächen	13
4.6.2 Von der Lötmaske definierte Anschlussflächen	13
4.6.3 Vergleich von lötmaskendefinierten und nicht-lötmaskendefinierten lötbaren Oberflächen	14
5 Bauelementeklassifizierung	14
5.1 Allgemeines	14
5.2 Bedrahtete Bauelemente	14
5.3 Bauelemente für die Oberflächenmontage	15
6 Das proportionale Bemaßungssystem	15
7 Anschlussklassifizierung	15
7.1 Bedrahtete Anschlüsse	15
8 Anforderungen an Anschlussflächen von Lötverbindungen	17
8.1 Anschlussflächen/Pad-Bemaßungsfaktoren von bedrahteten Anschlüssen	17
8.2 Anschlussflächen-Bemaßungsfaktoren von Bauelementen für die Oberflächenmontage	18
Anhang A (informativ) Bemaßungskonzept der früheren IEC 61188-5-1	19
A.1 Bemaßungssysteme	19
Anhang B (informativ) Historie der Anschlussflächen-Bemaßungsnormen	28
B.1 IPC-782	28
B.2 Serie IEC-61188-5	28
B.3 IPC-7351	28
Literaturhinweise	29
 Bilder	
Bild 1 – Auf der Lötpaste platzierte Bauelemente (durch IEC-konformes Bild zu ersetzen)	11
Bild 2 – Zum Wellenlöten geklebtes Bauelement (durch IEC-konformes Bild zu ersetzen)	12

	Seite
Bild 3 – Lötverbindung eines bedrahteten Bauelements	13
Bild 4 – Bedrahtetes Bauelement – Kondensator.....	15
Bild 5 – Bauelement für die Oberflächenmontage – Chip-Kondensator.....	15
Bild A.1 – Profiltolerierungsverfahren	19
Bild A.2 – Beispiel für die Bemaßung eines Kondensators 3216 für eine optimale Lotkehlenbedingung	21
Bild A.3 – Profilbemaßung einer SO-Bauform mit Gullwing-Anschlüssen	22
Bild A.4 – Abstand für mehrfach bedrahtetes Bauelement	27
Tabellen	
Tabelle 1 – Anschlussklemmen mit flacher Unterseite	16
Tabelle 2 – Anschlussklemmen mit flacher Unterseite/senkrechter Seite.....	17

Einleitung

Erläuterung, warum die folgenden Normen durch die neue Serie 6188-6-xx ersetzt werden:

IEC 61188-5-1 Ed. 1.0, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-1: Attachment (land/joint) considerations – Generic requirements*

IEC 61188-5-2 Ed. 1.0, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-2: Attachment (land/joint) considerations – Discrete components*

IEC 61188-5-3 Ed. 1.0, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-3: Attachment (land/joint) considerations – Components with gull-wing leads on two sides*

IEC 61188-5-4 Ed. 1.0, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-4: Attachment (land/joint) considerations – Components with J leads on two sides*

IEC 61188-5-5 Ed. 1.0, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-5: Attachment (land/joint) considerations – Components with gull-wing leads on four sides*

IEC 61188-5-6 Ed. 1.0, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-6: Attachment (land/joint) considerations – Chip carriers with J-leads on four sides*

IEC 61188-5-8 Ed. 1.0, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 5-8: Attachment (land/joint) considerations – Area array components (BGA, FBGA, CGA, LGA)*

Der Inhalt entspricht weitgehend IPC-782 Rev. A mit Änderung 1 & 2, die im Jahr 2002 durch IPC-7351 ersetzt wurde. Das Komponentenspektrum und die Pitchwerte haben sich seit der Veröffentlichung der 61188-5-xx erheblich erhöht, und das Bemaßungskonzept entspricht nicht mehr den Bestückungs- und Lötanforderungen.

Leiterplatten und Flachbaugruppen – Konstruktion und Anwendung – Teil 6-1: Anschlussflächengestaltung – Allgemeine Anforderungen an die Anschlussflächenstruktur auf Leiterplatten

1 Anwendungsbereich

Diese internationale Norm legt die Anforderungen an Lötflächen auf Leiterplatten fest. Dazu gehören Anschlussflächen und Anschlussflächenstruktur für Bauelemente für die Oberflächenmontage wie auch lötfähige Bohrbilder für Durchsteckbauteile. Diese Anforderungen basieren auf den Lötstellenanforderungen der Normen IEC 61191-1 bis IEC 61191-4.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 61191-1, *Printed board assemblies – Part 1: Generic specification – Requirements for soldered electrical and electronic assemblies using surface mount and related assembly technologie*

IEC 61191-2, *Printed board assemblies – Part 2: Sectional specification – Requirements for surface mount 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 61760-1, *Surface Mounting Technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)*

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

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60194 und die folgenden Begriffe.

3.1

Baugruppe

eine Anzahl zusammengefügtter Teile, Unterbaugruppen oder Kombinationen davon

[QUELLE: IEC 60194]

3.2

Kreisring

Teil von leitendem Material, der eine Bohrung vollständig umschließt

3.3

Bezugsmaß

numerischer Wert zur Festlegung der theoretischen genauen Position eines Elements oder einer Bohrung (dies ist die Basis, von der aus Grenzabweichungen durch Toleranz bei anderen Maßen in Form von Hinweisen oder durch Merkmalsteuerungssymbole festgelegt werden)

[QUELLE: IEC 60194]

3.4

Kastellierung

vertieftes metallisiertes Element am Rand eines bleifreien Chipträgers, das zur Verbindung von leitfähigen Oberflächen oder Ebenen im oder auf dem Chipträger dient

[QUELLE: IEC 60194]

3.5

Bauelement

einzelnes Teil oder Kombination von Teilen, die zusammen eine oder mehrere konstruktive Funktionen erfüllen (siehe auch „diskretes Bauelement“ in IEC 60194)

[QUELLE: IEC 60194]

3.6

Hofraum

kleinster rechteckiger Bereich, der einen minimalen elektrischen und mechanischen Abstand (Hofraumübermaß) um die kombinierten Begrenzungen von Bauelementkörper und Anschlussflächenstruktur sicherstellt

3.7

Hofraumübermaß

Bereich zwischen dem die Anschlussflächenstruktur abgrenzenden Rechteck und dem Bauelement und der Außenbegrenzung des Hofraums. Das Hofraumübermaß kann sich in x- und y-Richtung unterscheiden.

3.8

Grundfläche

(siehe bevorzugten Begriff „Anschlussflächenstruktur“)

[QUELLE: IEC 60194]

3.9

Anschlussfläche

Teil des Leiterbildes, der in der Regel, aber nicht ausschließlich zum Anschluss und/oder zur Befestigung von Bauteilen dient

[QUELLE: IEC 60194]

3.10

Anschlussflächenstruktur

Kombination von Anschlussflächen zur Montage, Verbindung und Prüfung eines bestimmten Bauelements

[QUELLE: IEC 60194]

3.11

Nennmaß

Maß zwischen der Höchst- und Mindestgröße eines Elements (die Toleranz an einem Nennmaß bestimmt die Schwankungsbreite einer Elementgröße)

3.12

metallisiertes Loch (en: plated-through hole (PTH))

Bohrung mit einer Beschichtung an den Wänden, die eine elektrische Verbindung zwischen Leiterbildern auf inneren Schichten, äußeren Schichten oder beiden auf einer Leiterplatte herstellt

[QUELLE: IEC 60194]

3.13**Leiterplatte (en: printed board (PB))**

allgemeiner Begriff für vollständig prozessierte gedruckte Schaltungs- und Verdrahtungskonfigurationen (dazu gehören einseitige, doppelseitige und mehrschichtige Platten mit starren, flexiblen und starr-flexiblen Grundmaterialien)

[QUELLE: IEC 60194]

3.14**Registrierung**

Grad der Übereinstimmung der Position einer Struktur (oder eines Teils davon), einer Bohrung oder eines anderen Elements mit der vorgesehenen Position an einem Produkt

[QUELLE: IEC 60194]

3.15**Lötfläche**

allgemeiner Begriff für lötfähige metallisierte Oberflächen an Leiterplatten wie Anschlussflächen, Kreistränge und lötbare Flächen von metallisierten Löchern

3.16**Oberflächenmontagetechnik (en: surface-mount technology (SMT))**

Technologie, bei der die elektrische Verbindung von Bauelementen über die Oberfläche des Leiterbilds einer Leiterplatte erfolgt und keine Bauelementanschlussbohrungen verwendet werden

3.17**Anschlussklemme**

allgemeiner Begriff für ein Verbindungselement eines elektronischen Bauteils

3.18**Durchsteck-Montagetechnik (en: through-hole technology, THT)**

Montageprozess zur Montage von Bauelementepaketten, bei denen Anschlussdrähte durch unterstützte (metallisierte) oder nicht unterstützte (blanke) Bohrungen in einem Verbindungssubstrat geleitet werden

3.19**Durchkontaktierung**

metallisiertes Loch, das als Verbindung zwischen Schichten dient, aber bei dem kein Bauelementanschluss oder sonstiges Verstärkungsmaterial eingesetzt werden soll (siehe auch „Blindbohrung“ und „vergrabene Bohrung“)

[QUELLE: IEC 60194]

4 Anforderungen an die Ausführung

4.1 Allgemeines

Obwohl Lötflächen größenmäßig definiert sind unterliegen sie als Teil der Schaltungsgeometrie der Leiterplatte den Produktivitätsanforderungen und werden durch Toleranzen im Zusammenhang mit dem Beschichten, Ätzen und Bestücken oder anderen Bedingungen beeinflusst. Die Produktivitätsaspekte betreffen auch die Verwendung der Lötmaske und der Beschriftung und die erforderliche Registrierung zwischen Lötmaske und Leitermustern. Je kleiner die Bauelementmaße, desto mehr wird die Produktivität durch die Dicke von Lötmaske und Siebdruck beeinflusst. Bei Leiterplatten mit der Bauelementepaketengröße 1005 (imperiale Einheit 0402) und kleiner sollte eine Beschriftung vermieden werden, da sie sich nachteilig auf den Lotpastendruck auswirken kann.

Diese Norm geht davon aus, dass die Anschlussflächenstruktur dem Prinzip folgt, dass unter Nennbedingungen der Schweißgutüberlauf des Bauelementabschlusses und des entsprechenden Lötanschlusses vollständig ist.

ANMERKUNG 1 Die für die Bauelementbeschreibungen verwendeten Maße müssen Normen entnommen werden, die von Industriegremien und/oder Normenorganisationen entwickelt wurden. Konstrukteure sollten sich bei zusätzlichen oder spezifischen Komponentenpaketmaßen auf diese Normen beziehen. Bei nicht standardisierten Paketen bilden Datenblätter des Herstellers die Grundlage für die Bemaßung.

ANMERKUNG 2 Für eine umfassende Beschreibung der vorliegenden Leiterplatte und bestmögliche Lötverbindungen zu den montierten Geräten umfasst der Gesamtsatz der Gestaltungselemente neben der Definition der Anschlussflächenstruktur Folgendes:

- Lötmaske,
- Dicke der Kupferkaschierung,
- Metallisierungsdicke,
- Lötpastenschablone,
- Abstand zwischen angrenzenden Bauteilen,
- Abstand zwischen Unterseite des Bauelements und Leiterplattenoberfläche, falls relevant,
- geschützte Bereiche, falls relevant,
- geeignete Bereiche für Klebeanwendungen.

Die Gesamtheit der Gestaltungselemente wird gemeinsam als Bestückungsbedingungen definiert. Diese Norm definiert Anforderungen für Anschlussflächenstrukturen und enthält Empfehlungen für Abstände zwischen angrenzenden Bauteilen und für andere Gestaltungselemente.

ANMERKUNG 3 Wärmeabfuhraspekte wurden in dieser Norm nicht berücksichtigt.

ANMERKUNG 4 Schwerere Bauelemente (größere Masse je Anschlussfläche) erfordern größere Anschlussflächen oder Kreisinge. In einigen Fällen sind die in dieser Norm gezeigten Anschlussflächen möglicherweise nicht groß genug, in diesen Fällen können zusätzliche Maßnahmen wie Kleben erforderlich sein. Details finden sich in der künftigen IEC 61188-6-3.

ANMERKUNG 5 Die bevorzugte Anschlussflächenform sollte rechteckig sein mit abgerundeten Ecken. Der Bereich des kleinsten umgrenzten Rechtecks muss dem einer Anschlussfläche mit geraden Kanten entsprechen.

4.2 Produktklassifizierung

Die IEC-Norm für Lötanforderungen (IEC 61191-1) erkennt an, dass elektrische und elektronische Baugruppen Klassifizierungen nach der vorgesehenen Verwendung des Erzeugnisses unterliegen. Es sind drei allgemeine Endprodukttypen festgelegt worden, um Unterschiede bei Produktivität, Funktionsanforderungen und Nachweis-(Kontroll-/Prüfungs-)Häufigkeit wiederzugeben. Es sollte beachtet werden, dass bei einigen Geräten Überschneidungen zwischen den Typen auftreten können.

Der Anwender der Baugruppen ist für die Bestimmung der Leistungsart des Produkts verantwortlich. Die erforderliche Produktart muss im Kaufvertrag festgelegt werden, und es müssen gegebenenfalls alle Ausnahmen oder zusätzlichen Anforderungen für die Kenngrößen angegeben werden.

STUFE A: Elektronische Produkte für den allgemeinen Gebrauch

Dazu gehören Konsumgüter, einige Computer und Computer-Peripheriegeräte sowie Hardware für Anwendungen, bei denen die Funktionalität der vollständigen Baugruppe im Vordergrund steht.

STUFE B: Elektronische Produkte für spezielle Anwendungen

Dazu gehören Kommunikationseinrichtungen, hochwertige Büromaschinen und Geräte, für die ein hohes Leistungsvermögen und eine lange Lebensdauer gefordert werden und ununterbrochener Betrieb wünschenswert, aber nicht zwingend erforderlich ist. Im Allgemeinen würde die Einsatzumgebung keine Ausfälle verursachen.

STUFE C: Elektronische Hochleistungsgeräte

Dazu gehören alle Geräte, für die Dauerbetrieb oder Leistung auf Abruf zwingend erforderlich sind. Stillstandszeiten können nicht akzeptiert werden. Die Einsatzumgebung kann ungewöhnlich rau sein und die Ausrüstung muss bei Bedarf jederzeit funktionsfähig sein, wie etwa im Fall von Lebenserhaltungssystemen und andere wichtige Systemen.

4.3 Anforderungen an Anschlussflächen und Anschlussflächenstrukturen für die Oberflächenmontage

Die Anschlussflächenstruktur für Bauelemente auf Leiterplatten muss so bemessen werden, dass unabhängig von der Abschlussart eine ausreichende benetzbare Oberfläche auf der Leiterplatte bereitsteht, um während des Lötprozesses eine zuverlässige Lötverbindung unabhängig von der Löttechnik zu schaffen. Dies gilt für oberflächenmontierte Bauelemente ebenso wie für durchkontaktierte Bauteile.

4.4 Bauelementepakete und Lötprozess

Der Schaltungsdesigner wählt elektronische Bauteile aus, welche die elektrischen Anforderungen des Endprodukts erfüllen. Mit dem Bauelement wählt er auch das Komponentenpaket mit den Anschlussklemmen aus, über die sich das Bauelement mit der Leiterplatte verbinden lässt. In Abhängigkeit von der Anschlussart wird auch der mögliche Lötprozess bestimmt. Für eine gute Herstellbarkeit ist es sehr wichtig, dass der Schaltungsdesigner den Zusammenhang zwischen Komponentenpaketen und den möglichen Lötverfahren kennt.

4.5 Lötflächenanforderungen

Jeder Lötprozess hat seine eigenen Anforderungen an die Lötflächen. Die zwei Hauptlöttechniken sind Reflow-Löten und verschiedene Arten des Wellenlötens. Die wesentlichen Unterschiede zwischen den beiden Verfahren sind die verfügbare Lotmenge und die Möglichkeit, Bauteile beim Reflow-Löten zu bewegen.

Aufgrund der Prozesseigenschaften beider Löttechniken sind unterschiedliche Anschlussflächenmaße erforderlich, um zuverlässige Lötverbindungen und eine genaue Platzierung der Bauelemente nach dem Löten sicherzustellen.

4.5.1 Reflow-Löten

Reflow-Löten ist die Hauptlöttechnik für oberflächenmontierte Bauelemente. Zunächst wird Lötpaste auf lötbare Flächen der Leiterplatte aufgebracht, und dann werden die Bauelemente auf der Lötpaste platziert.

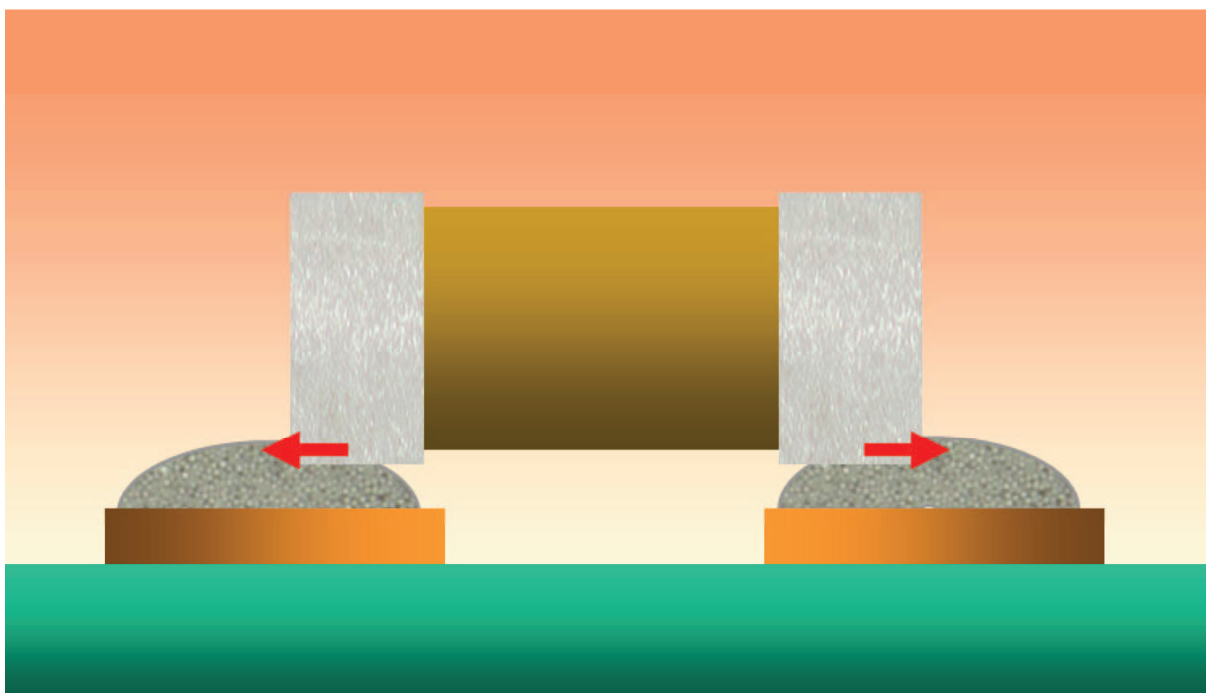


Bild 1 – Auf der Lötpaste platzierte Bauelemente (durch IEC-konformes Bild zu ersetzen)

Im Allgemeinen werden die Bauelemente nur durch die Klebkraft des Flussmittels gehalten. Daher schwimmen die Bauteile beim Löten auf dem flüssigen Lot und können durch die Benetzungskräfte des Lots bewegt werden.

Die Maße der Lötflächen für das Reflow-Löten auf der Leiterplatte sind von wesentlicher Bedeutung:

- Ist die Anschlussfläche zu klein, kann die Lotmenge unzureichend für eine zuverlässige Lötverbindung sein.
- Ist die Anschlussfläche zu groß, können die Benetzungskräfte das Bauelement in eine Richtung bewegen, wodurch sich so große Verschiebungen ergeben können, dass es zu offenen Lötstellen kommt.
- Wenn die Anschlussfläche zu groß ist und die Benetzungskräfte an der senkrechten Seite der Anschlussklemme größer sind als auf der Unterseite, kann das Bauelement durch Drehmoment so angehoben werden, dass sich ein Grabsteineffekt ergibt, was ebenfalls zu einer offenen Lötstelle führt.

4.5.2 Reflow-Löten von bedrahteten Bauelementen

Der Prozess des Reflow-Lötens von bedrahteten Bauelementen wird als „Through-Hole-Reflow“ (THR) oder manchmal auch als „Pin-in-Paste“ bezeichnet. Bei diesem Vorgang sind spezielle Anforderungen hinsichtlich der Temperaturbeständigkeit von Bauelementen und dem erforderlichen Lötpastenvolumen zu erfüllen. Der Leiterplattendesigner muss die Bauteile gründlich in Abhängigkeit von der für das Reflow-Löten verwendeten Lotpaste auswählen. Besonders gewissenhaft ist darauf zu achten, dass genügend Lotpaste aufgebracht wird, um das Loch um die Bauelementanschlüsse zu füllen und eine zuverlässige Lötverbindung zu schaffen.

4.5.3 Wellenlöten von oberflächenmontierten Bauelementen

Während des Wellenlötens müssen die oberflächenmontierten Bauelemente mit Klebstoff fixiert werden, da sie an der Unterseite der Leiterplatte befestigt sind. Die Platte wird dann mit der Oberseite nach unten durch die Lotwelle bewegt, und die Bauelemente werden gelötet.

Es gibt nur eine begrenzte Anzahl von oberflächenmontierten Paketen, die wellengelötet werden können. Der Leiterplattendesigner muss die Datenblätter des Herstellers hinsichtlich Einschränkungen des Lötprozesses zu Rate ziehen. Für kleinere Chip-Komponenten als 1608 (imperial 0603) und integrierte Schaltungen mit Abständen von weniger als 1,27 mm (imperial 50 ml) ist Wellenlöten nicht zu empfehlen.

Im Gegensatz zum Reflow-Löten ist das verfügbare Lotvolumen im Vergleich um erforderlichen Lotvolumen für eine zuverlässige Lötverbindung nahezu unbegrenzt. Da die Bauelemente geklebt sind und nicht beweglich sind, gibt es außerdem kein Risiko zu großer Anschlussflächen.

Um Lötbrücken zu vermeiden, müssen Bauteile in einem sicheren Abstand voneinander platziert werden.

Chip-Komponenten sollten parallel zur Lotwelle platziert werden, integrierte Schaltungen wie SO-Pakete mit Flügelklemmen sollten parallel zur Plattentransportrichtung platziert und mit Lotfängern ausgestattet werden. (Bild der Orientierung und der hinzuzufügenden Lotfänger)

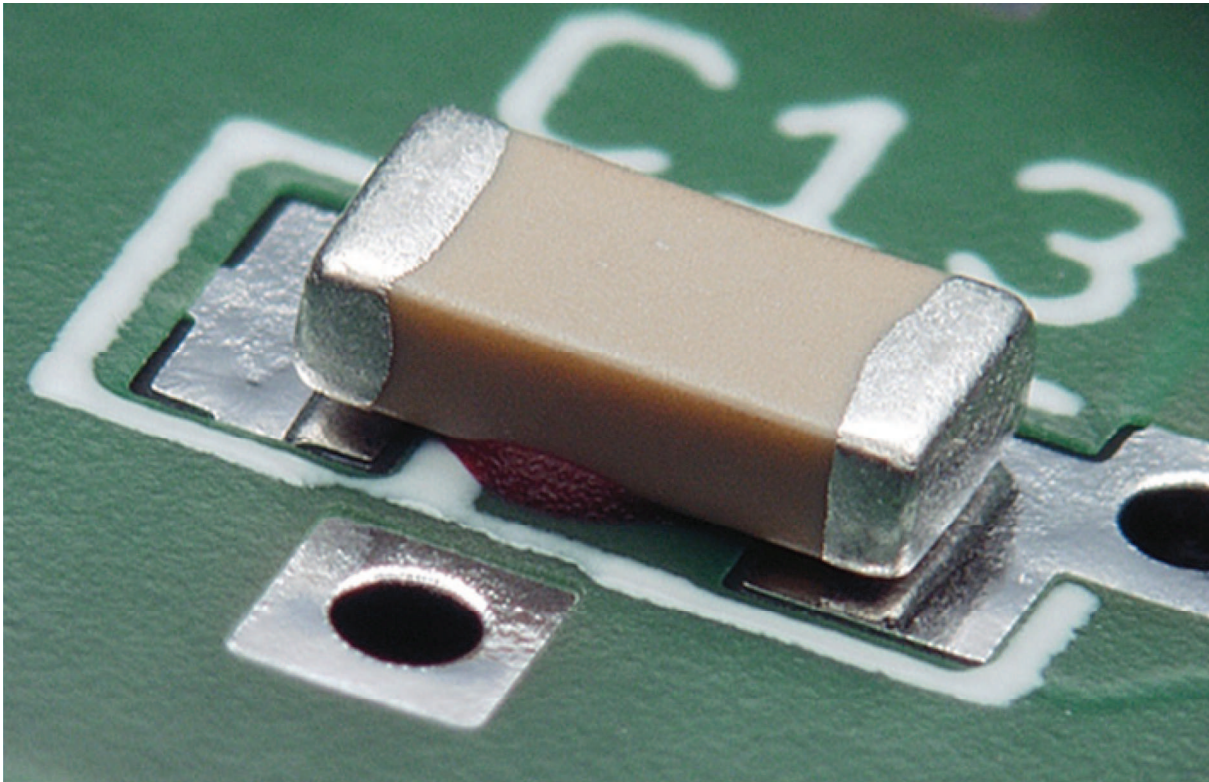


Bild 2 – Zum Wellenlöten geklebtes Bauelement (durch IEC-konformes Bild zu ersetzen)

Die Maße der Lötflächen für das Wellenlöten auf der Leiterplatte sind nur in folgenden Fällen wesentlich:

- Bei zu kleinen Anschlussflächen kommt die Lotwelle möglicherweise nicht in Kontakt mit der Anschlussfläche, so dass keine ausreichende Lötverbindung entsteht.
- Sind die Bauelemente zu nah aneinander platziert, kommt es zu Lötbrücken.

4.5.4 Wellenlöten von Durchsteckbauteilen

Bedrahtete Bauelemente werden in Bohrungen der Leiterplatte von einer Seite der Platte eingeführt und dann von der anderen Seite gelötet. Die Lotwelle kontaktiert die Anschlüsse auf der Unterseite der Leiterplatte und füllt die Bohrung in Richtung der gegenüberliegenden Seite mit Lot.

Kritisch hinsichtlich der Lotfüllung der Bohrung ist der Spalt zwischen dem Anschluss und der metallisierten Bohrungswand.

- Ist der Bohrungsdurchmesser zu klein im Vergleich zum Anschlussdurchmesser, wird die Lotfüllung der Bohrung nicht ausreichend sein, um eine zuverlässige Lötverbindung zu bilden
- Dies kann auch der Fall sein, wenn der Bohrungsdurchmesser zu groß für den Anschlussdurchmesser ist.

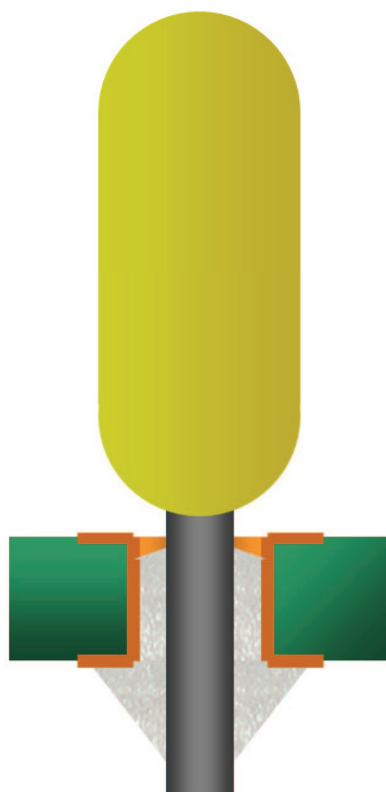


Bild 3 – Lötverbindung eines bedrahteten Bauelements

Der zweite kritische Parameter beim Wellenlöten ist die Größe des Kreisrings, welche die Wärmezufuhr in die Bohrung beeinflusst, insbesondere beim selektiven Löten.

Besonders für das bleifreie selektive Wellenlöten sollten die Maße des Kreisrings optimiert werden, um einen maximalen Wärmeübergang auf der Lötkontaktseite zu erreichen und für möglichst wenig Wärmeabfuhr auf der gegenüberliegenden Seite minimiert werden.

4.6 Techniken der Löttoberflächendefinition

Je nachdem ob die Leiterplatte mit einer Lötmaske überzogen ist, gibt es zwei verschiedene Techniken zur Definition der Ausweitung der lötbaren Oberflächen in Konstruktionsbibliotheken. Das üblichere Konzept sind die vom Metall definierten Anschlussflächen. Das andere Konzept sind die von der Lötmaske definierten Anschlussflächen. Beide Konzepte haben ihre Vorteile und Nachteile, die in den Unterabschnitten 4.5.1 bis 4.5.3 dargelegt sind. Spezifische Empfehlungen der Bauelementehersteller sollten ebenfalls berücksichtigt werden.

4.6.1 Vom Metall definierte Anschlussflächen

Wenn die Leiterplatte nicht mit einer Lötmaske versehen ist und selbst wenn es eine Lötmaske auf der Leiterplatte gibt, gibt es in den meisten Fällen einen Lötmaskenabstand um die lötbaren Oberflächen. Meist wird diese Technik als nicht von der Lötmaske definiert (en: Non Solder Mask Defined (NSMD)) bezeichnet. Bisweilen wird sie auch „vom Metall definiert“ genannt, da der Metallteil der Lötfläche ihre Größe bestimmt.

4.6.2 Von der Lötmaske definierte Anschlussflächen

Bei von der Lötmaske definierten Anschlussflächen gibt es einen negativen Abstand der Lötmaske im Vergleich zum Metallteil, so dass die Öffnung der Lötmaske kleiner ist als die Metalloberfläche und die lötbare Oberfläche bestimmt.

4.6.3 Vergleich von lötmaskendefinierten und nicht-lötmaskendefinierten lötbaren Oberflächen

Kennzeichen von Nicht-Lötmaskenanschlussflächen:

- Die benetzbare Oberfläche ist größer als bei von der Lötmaske definierten Anschlussflächen der gleichen Größe, da die Kupferdicke der Anschlussfläche die benetzbare Oberfläche vergrößert. Dies ist umso wichtiger, je kleiner die Abstände der Pakete und somit die Anschlussflächenmaße werden.
- Die benetzbare Oberfläche hängt meist von der offenen Metallfläche ab, die mit dem Pad oder der Anschlussfläche verbunden ist.
- Die Variationsbreite von Lötstellen des gleichen Anschlusstyps kann sehr groß sein.
- Geringere Kupferhaftung als bei von der Lötmaske definierten Anschlussflächen, da die Lötmaske die Anschlussflächenhaftung verbessert
- Ungleichmäßige Leiterplattentopologie

Kennzeichen von lötmaskendefinierten Anschlussflächen:

- Die benetzbare Oberfläche ist kleiner als bei vom Metall definierten Anschlussflächen, aber alle Anschlussflächen des gleichen Abschlusstyps haben die gleiche lötbare Oberfläche. Als Ergebnis ist die Lötverbindungstopologie für einen bestimmten Anschlusstyp sehr homogen.
- Die Kupferhaftung ist besser als bei metalldefinierten Anschlussflächen des gleichen Durchmessers.
- Flache Leiterplattentopologie (wenn alle lötbaren Oberflächen von der Lötmaske definiert sind)

5 Bauelementeklassifizierung

5.1 Allgemeines

Auf Basis der Konstruktion der Anschlussklemmen und der entsprechenden Bestückungs- und Befestigungstechnologie werden Bauelemente in zwei Hauptklassen unterteilt. Die erste und historische Komponentenkategorie bilden die Bauelemente mit bedrahteten Anschlüssen, die in metallisierten Löchern der Leiterplatte gelötet werden. Die Bestückungs- und Befestigungstechnologie der Bauelemente wird als Durchsteck-Montagetechnik (en: Through-Hole Technology, THT) bezeichnet.

Die zweite und neuere Komponententechnologie umfasst Bauelemente mit Anschlüssen, die sich auf die Oberfläche der Platine löten lassen können. Die Bestückungs- und Befestigungstechnologie dieser Bauelemente wird als Oberflächenmontagetechnik (en: Surface Mount Technology, SMT) bezeichnet.

Aufgrund der unterschiedlichen Form und Größe ihrer Anschlussklemmen unterscheiden sich auch die Anforderungen an die Anschlussflächen und ihre Struktur, und für den Leiterplattendesigner ist es wichtig, die verschiedenen Anschlussarten, die Lötverbindungsanforderungen und den Zusammenhang zwischen Lötstellenbildung und Anschlussflächenmaßen zu kennen.

5.2 Bedrahtete Bauelemente

Bedrahtete Bauelemente bestehen aus einem Körper mit einem oder mehreren elektrischen Funktionselementen und Anschlüssen, welche die Verbindung zu den umgebenden Schaltungen der Leiterplatte durch Löten ermöglichen.

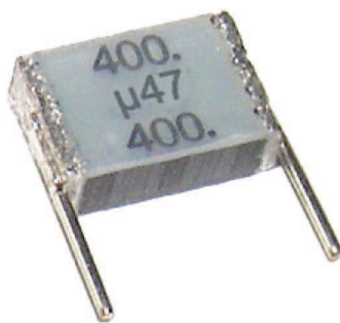


Bild 4 – Bedrahtetes Bauelement – Kondensator

5.3 Bauelemente für die Oberflächenmontage

Bauelemente für die Oberflächenmontage sind mit Anschlussklemmen ausgerüstet, die eine Montage auf der Oberfläche einer Leiterplatte ohne Bohrungen ermöglichen. Seit ihrer Einführung sind verschiedene Anschlussarten entwickelt worden.

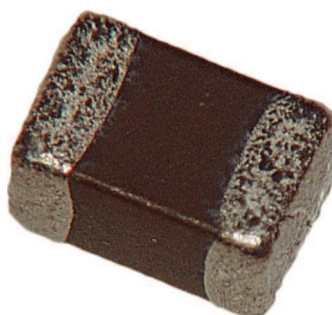


Bild 5 – Bauelement für die Oberflächenmontage – Chip-Kondensator

6 Das proportionale Bemaßungssystem

Das traditionelle Bemaßungssystem der früheren Norm IEC 61188-5-1 und auch der IPC 7351 basiert auf einem Algorithmus, der von konstanten Werten für Überstände und Prozesstoleranzen ausgeht. Dies verursacht immer größere Probleme bei der Leiterplattenbestückung, wenn die Bauelemente kleiner werden.

Demgegenüber basiert das proportionale Bemaßungskonzept auf der Art, den Eigenschaften, der Größe und der Höhe der Bauteilanschlüsse, die für die Herausbildung einer zuverlässigen Lötverbindung relevant sind.

Die Größe der Lötfläche auf der Leiterplatte für oberflächenmontierte Bauelemente wird mit den Maßen der Anschlussklemmen berechnet.

Wenn die Lötverbindungsanforderungen für eine Anschlussart eine Höhenanforderung enthalten und somit ein Überstand der Lötfläche erforderlich ist, werden die Überstandsmaße als Prozentsatz der Löthöhenanforderung berechnet.

Daher wird die Lötfläche nicht mehr durch das Bauelementepaket klassifiziert, sondern durch die Anschlussart des Bauelementepakets.

7 Anschlussklassifizierung

7.1 Bedrahtete Anschlüsse

Bedrahtete Anschlüsse können ein rundes, quadratisches oder rechteckiges Profil aufweisen und müssen über eine Metallisierung am benetzbaren Ende verfügen.

Einfügen: Bild der Profile von bedrahteten Anschlüssen

7.2 Bauelemente für die Oberflächenmontage

Je nach Anschlusseigenschaften wird zwischen zwei Klassen von oberflächenmontierten Anschlussklemmen unterschieden.

Die erste Klasse weist Klemmen mit flacher Unterseite auf. Diese Anschlussklemmen verfügen über ebene Lötflächen als Anschlüsse an der Unterseite des Pakets. Aus der Sicht des Lötprozesses gibt es zwei gegenüberliegende ebene Flächen. Die ebene Fläche auf der Leiterplatte und diejenige an der Unterseite des Bauelementepakets. Beide Flächen sind durch die Lötstelle verbunden. In diesem Fall ist kein Überstand erforderlich.

Die zweite Klasse sind die Anschlussklemmen mit flacher Unterseite und senkrechter Seite. Diese Anschlüsse weisen ebene Lötflächen an der Unterseite der Anschlussklemme sowie senkrechte benetzbare Oberflächen auf. In diesem Fall ist ein Anschlussflächenüberstand erforderlich, und die Lötverbindung bildet die flache Seite, die der Anschlussfläche der Leiterplatte gegenüberliegt, aber auch zwischen dem Überstand und dem senkrechten benetzbaren Teil der Anschlussklemme.

7.2.1 Anschlussklemmen mit flacher Unterseite

Es gibt drei Untergruppen von Bauelementepaketen mit Anschlussklemmen mit flacher Unterseite, die in Tabelle 1 aufgeführt sind, Bottom-Only-Chip-Komponenten, Ball-Grid-Arrays und True-Bottom-Abschlusskomponenten.

Einfügen: Bild einer Anschlussklemme mit flacher Unterseite

Das besondere Merkmal von Ball-Grid-Arrays, kurz BGAs, besteht darin, dass sie das für eine Lötverbindung erforderliche Lotvolumen bereits in Form von Lotkugeln mit sich führen.

Tabelle 1 – Anschlussklemmen mit flacher Unterseite

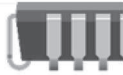
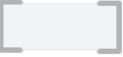
IEC 61191-2	Bild	Anschlussart	Hinweis
6.3.8		Bottom Only-Chip	Kein Überstand erforderlich
6.3.13		BGA	Kein Überstand erforderlich
6.3.15		BTC	Kein Überstand erforderlich

7.2.2 Allgemeine Anschlussflächenanforderungen für Anschlussklemmen mit flacher Unterseite

Die Lötfläche auf der Leiterplatte, aus Sicht des Platzierungsprozesses auch als Anschlussfläche bezeichnet, kann die gleiche Größe haben wie der Anschluss des Bauelementepakets.

7.2.3 Anschlussklemmen mit flacher Unterseite und senkrechter Seite

Tabelle 2 – Anschlussklemmen mit flacher Unterseite/senkrechter Seite

IEC 61191-2	Bild	Anschlussart	Hinweis
6.3.3		Flachbandanschlüsse in L- und Gullwing-Form	Überstand erforderlich
6.3.4	tbd	Runde oder abgeflachte (geplättete) Anschlüsse	Überstand erforderlich
6.3.5		J-Anschlussdrähte	Überstand erforderlich
6.3.6		Bauelemente mit rechteckigem oder quadratischem Endanschluss	Überstand erforderlich
6.3.7		Zylinderförmige Endkappenanschlüsse	Überstand erforderlich
6.3.9		Eingezogene Anschlüsse	Überstand erforderlich
6.3.10		Stumpf aufgesetzte Verbindungen (Stelzenanschlüsse)	Überstand erforderlich
6.3.11		Nach innen geformte L-förmige Bandanschlüsse	Überstand erforderlich
6.3.12		Flache Lötflächenanschlüsse	Überstand erforderlich
6.3.15	tbd	Bauelemente mit Unterseitenanschluss (mit benetzbaren Flanken)	Überstand erforderlich

7.2.4 Allgemeine Anschlussflächenanforderungen für Anschlussklemmen mit flacher Unterseite und senkrechter Seite

IEC 61191-2 definiert die Lötverbindungshöhenanforderungen für die Bauelemente mit senkrechten benetzbaren Seiten. Diese Höhenanforderungen unterscheiden sich für die verschiedenen Anschlussarten gemäß Kapitel 6.3.3 bis 6.3.7, 6.3.9 bis 6.3.12 und 6.3.15. In Abhängigkeit von den Höhenanforderungen muss der Überstand berechnet werden.

8 Anforderungen an Anschlussflächen von Lötverbindungen

8.1 Anschlussflächen/Pad-Bemaßungsfaktoren von bedrahteten Anschlüssen

Lötflächen für bedrahtete Bauelemente bestehen in der Regel aus einer metallisierten Bohrung mit Kreisingen auf beiden Seiten der Leiterplatte. Um eine zuverlässige Lötverbindung zu schaffen, ist darauf zu achten, dass das Lot die Bohrung während des Lötprozesses leicht füllen kann.

Daher ist es wichtig, die endgültige Bohrung nach der Metallisierung mit einem ausreichenden Durchmesser für den Lotfluss zu bemaßen. Auch sollte die Bemaßung des Kreisinges an den Durchmesser des Bauelementanschlusses und das Gewicht des Bauelements angepasst werden.

Beide Lötflächen, der Bauelementanschluss und die Bohrungswand und der Kreising müssen benetzbare Oberflächen aufweisen, um eine zuverlässige Lötverbindung zu bilden.