

DIN EN IEC 61760-1



ICS 31.020

Entwurf

Einsprüche bis 2020-11-04
Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61760-1:2006-10

**Oberflächenmontagetechnik –
Teil 1: Genormtes Verfahren zur Spezifizierung oberflächenmontierbarer
Bauelemente (SMDs)
(IEC 91/1602/CDV:2019);
Deutsche und Englische Fassung prEN IEC 61760-1:2019**

Surface mounting technology –
Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)
(IEC 91/1602/CDV:2019);
German and English Version prEN IEC 61760-1:2019

Technique du montage en surface –
Partie 1: Méthode de normalisation pour la spécification des composants montés en
surface (CMS)
(IEC 91/1602/CDV:2019);
Version allemande et anglaise prEN IEC 61760-1:2019

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-09-04 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 oder 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 80 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN IEC 61760-1:2019 „Oberflächenmontagetechnik – Teil 1: Genormtes Verfahren zur Spezifizierung oberflächenmontierbarer Bauelemente (SMDs)“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

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. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC 91/1602/CDV:2019 „Surface mounting technology – Part 1: Standard method for the specification of surface mounting components (SMDs)“ unverändert in den Entwurf prEN IEC 61760-1:2019 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV 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 IEC/TC 91 „Electronics assembly technology“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC .

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/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 Abschnichtsnummer, 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 61760-1:2006-10 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Einbeziehung zusätzlicher Montageverfahren: leitende Verklebung, Sintern und lötfreie Verbindung.

Oberflächenmontagetechnik – Teil 1: Genormtes Verfahren zur Spezifizierung oberflächenmontierbarer Bauelemente (SMDs)

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen.....	6
3 Begriffe.....	7
4 Anforderungen an die Konstruktion und Spezifikation von Bauelementen.....	9
4.1 Allgemeine Anforderung.....	9
4.2 Kennzeichnung der Bauelemente.....	9
4.3 Bauelementezeichnung und Konstruktion.....	10
4.4 Allgemeine Anforderungen an Bauelemente bezogen auf die Montagetechnik.....	14
4.5 Reinheit von Bauelementen.....	15
4.6 Oberflächenrauigkeit.....	16
4.7 Anforderungen an die Verpackung und den Transport.....	16
4.8 Sicherung der Bauelementezuverlässigkeit.....	17
4.9 Angaben zur Einhaltung von Vorschriften.....	18
5 Montageverfahren.....	18
5.1 Allgemeines.....	18
5.2 Bestückung/Einsetzen.....	18
5.3 Montage.....	19
5.4 Reinigung (falls zutreffend).....	19
5.5 Nachbearbeitungsverfahren.....	20
5.6 Ausbau und/oder Austausch von SMDs.....	20
6 Löten.....	21
6.1 Allgemeines.....	21
6.2 Weitere Verfahren zur Versorgung der Lötverbindungen mit Wärme sind unter anderem Laser- oder Xenonlichtquellen. Prozessbedingungen.....	24
6.3 Anforderungen an Bauelemente und Spezifikationen von Bauelementen.....	26
7 Leitende Verklebung.....	29
7.1 Montage.....	29
7.2 Prüfung der Haftfestigkeit der Klebeverbindung zum Bauelement.....	29
7.3 Anforderungen an die Bauelement für leitende Verklebungen.....	29
8 Sintern.....	31
8.1 Allgemeines.....	31
8.2 Übliche Prozessbedingungen.....	32
8.3 Anforderungen an Bauelemente und Spezifikationen von Bauelementen.....	32
9 Lötfreie Verbindung.....	32
9.1 Allgemeines.....	32
9.2 Übliche Prozessbedingungen.....	33
9.3 Anforderungen an Bauelemente und Spezifikationen von Bauelementen.....	33

	Seite
Anhang A	34
Literaturhinweise	38

Bilder

	Seite
Bild 1 – Vakuumpipette, Aufnahmeﬂäche und Bauelementefach: Beispiel für ein Bauelement mit einer ebenen Oberfläche.....	11
Bild 2 – Koplanarität der Anschlüsse.....	12
Bild 3 – Stabiler Sitz des Bauelementes.....	12
Bild 4 – Instabiler Sitz des Bauelementes.....	12
Bild 5 – Anschlüsse in zwei Reihen am Umfang angeordnet.....	13
Bild 6 – Guter Kontrast zwischen Bauelementekörper und Umfeld.....	13
Bild 7 – Bauelementegewicht/Haltekraft der Vakuumpipette.....	14
Bild 8 – Beispiel für ein Bauelement mit spezifisch gekennzeichnete Ausrichtung in einem Gurt (Oberseite) bzw. in einem Magazin (Unterseite).....	17
Bild 9 – Verfahrensschritte Lötmontage.....	22
Bild 10 – Allgemeines Aufschmelztemperatur/Zeit-Profil.....	25
Bild 11 – Allgemeines Temperatur/Zeit-Profil für das Wellenlöten.....	26
Bild 12 – Verfahrensschritte Klebetechnik.....	29
Bild 13 – Festlegung der Abstandshöhe.....	31
Bild 14 – Sinterverfahren, einseitig, beidseitig, beidseitig einschließlich Vorsintern.....	32

Tabellen

	Seite
Tabelle 1 – Typische Anforderungen an die Rauigkeit.....	16
Tabelle 2 – Reinigen, grundsätzliche Verfahren.....	20
Tabelle 3 – Beispiele für typische Aushärtebedingungen.....	31

EINLEITUNG

Spezifikationen für Bauelemente der Elektronik wurden bisher für jeweils eine Bauelementefamilie erstellt. Die Vorschriften für Prüfungen der Umwelteinflüsse wurden IEC 60068 und anderen IEC- und ISO-Publikationen entnommen. Die Absicht hinter diesem Verfahren war, dass alle Bauelemente nach dem Einbau in ein Gerät bestimmten Anforderungen genügen müssen.

Die Einführung und zunehmende Verwendung verschiedener Montageverfahren an einer Baugruppe machen es erforderlich, die bestehenden Anforderungen um die SMD-verarbeitungsspezifischen zu ergänzen.

Jedoch bestand vor der Veröffentlichung von IEC 61760-1 keine übergreifende Norm, welche den Inhalt einer Bauelementespezifikation vorgibt. Der Zweck dieser Norm ist es, aus den Montageverfahren der Bauelemente abgeleitete allgemeine Anforderungen für Bauelementespezifikationen festzulegen. Dies geschieht in drei Schritten.

Im ersten Schritt werden allgemeine Anforderungen an die Konstruktion und die Spezifikation von Bauelementen in Bezug auf Handhabung und Bestückung auf dem Substrat festgelegt (Abschnitt 4). Im zweiten Schritt werden die Anforderungen an die Montageverfahren angegeben (Abschnitt 5). Im dritten Schritt werden zusätzliche Anforderungen, die sich aus spezifischen Montageverfahren ergeben, angegeben (Abschnitte 6 bis 9).

Leiterplatten mit Mischbestückung, d. h. Durchsteck- und Oberflächenmontage, bedürfen zusätzlicher Beachtung hinsichtlich der im Durchsteckverfahren montierten Bauelemente. Diese können möglicherweise den gleichen Anforderungen wie die oberflächenmontierbaren Bauelemente unterliegen. Verfasser von Spezifikationen für „nicht oberflächenmontierbare Bauelemente“, die deren Eignung für die Anforderungen bei Oberflächenmontage mit einschließen möchten, sollten die Klassifizierungen und Prüfungen der vorliegenden Norm anwenden.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Anforderungen für die Spezifikation von Bauelementen in der Elektronik fest, die zur Verwendung bei der Oberflächenmontage vorgesehen sind. Dazu legt es eine Reihe von Prozessanforderungen und entsprechenden Prüfbedingungen fest, die bei der Erstellung von Bauelementespezifikationen zu berücksichtigen sind.

Mit dieser Norm soll erreicht werden, dass oberflächenmontierbare Bauelemente der unterschiedlichsten Art denselben Bestückungs-, Montageverfahren und nachfolgenden Verfahren (z. B. Reinigung, Überprüfung) bei der Baugruppenfertigung unterzogen werden können. Zu diesem Zweck legt diese Norm Prüfungen und Anforderungen fest, die Bestandteil von Grund-, Rahmen- oder Bauartspezifikationen für oberflächenmontierbare Bauelemente sein sollten. Ferner stellt diese Norm Anwendern wie Herstellern von Bauelementen einen Satz typischer Verfahrensbedingungen der Oberflächenmontagetechnik zur Verfügung.

Einige der Anforderungen für die Bauelementespezifikationen in dieser Norm sind auch auf Bauelemente mit zur Montage auf Leiterplatten vorgesehenen Anschlüssen anwendbar. Fälle, in denen dies zutreffend ist, sind in den entsprechenden Abschnitten angegeben.

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 60062, *Marking codes for resistors and capacitorstitle*

IEC 60068 (all parts), *Environmental testing*

IEC 60068-2-2, *ENVIRONMENTAL TESTING – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-21, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test U: Robustness of terminations and integral mounting devices*

IEC 60068-2-45: 1980, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents*
Amendment 1 (1993)

IEC 60068-2-58, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test Td: Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMDs)*

IEC 60191-6:2004, *Mechanical standardization of semiconductor devices – Part 6: General rules for the preparation of outline drawings of surface mounted semiconductor device packages*

IEC 60191-6-19, *Mechanical standardization of semiconductor devices - Part 6-19: Measurement methods of the package warpage at elevated temperature and the maximum permissible warpage*

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

IEC 60286-3, *Packaging of components for automatic handling – Part 3: Packaging of surface mount components on continuous tapes*

IEC 60286-4, *Packaging of components for automatic handling – Part 4: Stick magazines for electronic components encapsulated in packages of form E and G*

IEC 60286-5, *Packaging of components for automatic handling – Part 5: Matrix trays*

IEC 60286-6, *Packaging of components for automatic handling – Part 6: Bulk case packaging for surface mounting components*

IEC 60352-5, *Solderless connections – Part 5: Press-in connections – General requirements, test methods and practical guidance*

IEC 60749 (all parts), *Semiconductor devices – Mechanical and climatic test methods*

IEC 60749-20, *Semiconductor devices - Mechanical and climatic test methods - Part 20: Resistance of plastic encapsulated SMDs to the combined effect of moisture and soldering heat*

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

IEC 61188-6-4, *Printed boards and printed board assemblies - Design and use - Part 6-4: Generic requirements for dimensional drawings of SMD from viewpoint of land pattern design*

IEC 61189-5-504, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies - Part 5-504: General test methods for materials and assemblies - Process ionic contamination testing (PICT)*

IEC 61340-5-1, *Electrostatics – Part 5-1: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – General requirements*

IEC 61340-5-3, *Electrostatics – Part 5-3: Protection of electronic devices from electrostatic phenomena – Test methods for packagings intended for electrostatic discharge sensitive devices*

IEC 61760-2, *Surface mounting technology – Part 2: Transportation and storage conditions of surface mounting devices (SMD) – Application guide*

IEC 61760-4, *Surface mount technology – Part 4: Classification, packaging, labelling and handling of moisture sensitive devices*

IEC 62090, *Product package labels for electronic components using bar code and two dimensional symbologies*

IPC/JEDEC J-STD-020, *Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Surface Mount Devices*

IPC/JEDEC J-STD-033, *Handling, Packaging, Shipping and Use of Moisture/Reflow Sensitive Surface Mount Devices*

ISO 25178, *Geometrical product specifications (GPS) – Surface texture: Areal*

ISO 8601, *Data elements and interchange formats – Information interchange – Representation of dates and times*

JEDEC Publication SPP-024, *Reflow Flatness Requirements for Ball Grid Array Packages*

JEDEC Standard JESD22-B112, *Package Warpage Measurement of Surface-Mount Integrated Circuits at Elevated Temperature*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60194-2 und die folgenden Begriffe.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia: verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform: verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

3.1

Klebstoff

Substanz, wie Kleber oder Zement, die zum Zusammenfügen von Teilen verwendet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei der Oberflächenmontage kommen verschiedene Klebersysteme zum Einsatz:

- nicht leitfähige Klebstoffe (ausschließlich für die mechanische Verbindung);
- elektrisch leitende Klebstoffe (zur elektrischen und mechanischen Verbindung);
- thermisch leitende Klebstoffe (zur thermischen und mechanischen Verbindung);
- eine Kombination von elektrisch und thermisch leitenden Klebstoffen.

Die meisten der verwendeten Klebstoffe sind thermisch aushärtend, es kommen jedoch auch UV-härtende Klebstoffsysteme zum Einsatz.

3.2

Zentrierkraft

erforderliche Kraft bei der maschinellen Bestückung, um ein SMD-Bauelement in seiner richtigen Lage auf einem Substrat zu zentrieren

3.3

Koplanarität

Höhenunterschied zwischen den niedrigsten und den höchsten Anschlüssen, wenn das Bauelement sich auf seiner Auflagefläche befindet

3.4

Entnetzung

Zustand, der auftritt, wenn geschmolzenes Lot, das eine Oberfläche benetzt, sich zusammenzieht und ungleichmäßig geformte Lotanhäufungen hinterlässt, die durch Flächen mit dünner Lotbenetzung und nicht bedeckten Grundmetallflächen unterbrochen sind

3.5

Auflösung der Metallisierung

üblicherweise durch Einwirkung von Chemikalien verursachter Auflösungsvorgang bei Metall oder beschichteten Metalllegierungen. Für die Anwendung dieses Dokuments schließt die Auflösung der Metallisierung auch die Auflösung durch Kontakt mit geschmolzenem Lot ein

3.6

Eintauchstellung

Positionierung eines Teils bei Eintauchen in ein Lotbad

3.7

bleifreies Bauelement

Bauelement, dessen Bleigehalt in den Materialien # 0,1 Masseprozent der verwendeten Materialien ist

3.8

Protokoll von Montreal

Übereinkunft der Industrienationen bei einer Konferenz in Montreal, Kanada, bis 1995 Fluorchlorkohlenwasserstoffe bei allen Prozessen zu eliminieren

3.9

Aufnahmekraft

üblicherweise von oben ausgeübte dynamische Kraft auf das Bauelementegehäuse und dessen Auflagefläche bei der Aufnahme des Bauelements (z. B. von einem Gurt oder aus einem Magazin); im Allgemeinen ist der Höchstwert zu beachten

3.10

Aufsetzkraft

üblicherweise von oben ausgeübte dynamische Kraft auf das Bauelementegehäuse und dessen Auflagefläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese tritt in der Zeit zwischen der ersten Berührung des Bauelements mit dem Substrat (bzw. der Lotpaste oder dem Klebstoff) und der Ruhestellung auf. Im Allgemeinen ist der Höchstwert zu beachten.

3.11

Lötwärmebeständigkeit

Fähigkeit des Bauelements, den Auswirkungen der durch den Lötvorgang verursachten Erwärmung standzuhalten

3.12

Auflagefläche

Oberfläche, auf die ein Bauelement aufgesetzt wird

3.13

Lötbarkeit

die Fähigkeit eines Metalls, von geschmolzenem Lot benetzt zu werden

3.14

Hohlkehle

Umrissform eines Lots, die während der Benetzung bedingt durch die auftretende Oberflächenspannung entsteht

3.15

Abstandshöhe

Abstand zwischen der Auflagefläche des Bauelementes und der Auflagefläche der Anschlüsse

3.16

Substrat

Basisträgermaterial, auf dem die Anordnung der elektronischen Schaltung auf- bzw. angebracht wird

3.17

oberflächenmontierbares Bauelement

elektronisches Bauelement, das für die Montage auf Anschlussflächen oder Leiterbahnen auf der Oberfläche von Substraten bestimmt ist

3.18

Benetzung

physikalische Erscheinung, bei der sich die Oberflächenspannung einer sich ausbreitenden Flüssigkeit, gewöhnlich bei Berührung mit Festkörpern, vermindert und die Flüssigkeit vollständig auf der Substratoberfläche als dünne Schicht haftet

4 Anforderungen an die Konstruktion und Spezifikation von Bauelementen

4.1 Allgemeine Anforderung

Die Spezifikation für ein SMD-Bauelement muss, außer den in Abschnitt 4.2 bis Abschnitt 4.9 enthaltenen Anforderungen, die jeweils zutreffenden Prüfungen und Anforderungen aus Abschnitt 5 bis Abschnitt 9 enthalten.

4.2 Kennzeichnung der Bauelemente

4.2.1 Kennzeichnung mehrpoliger Bauelemente

Der Anschlussstift 1 (siehe Bild 1) muss bei einem mehrpoligen Bauelement eindeutig gekennzeichnet sein (z. B. bei SO-IC, QFP).

4.2.2 Kennzeichnung von gepolten Bauelementen

Bei gepolten Bauelementen muss die Polarität deutlich auf dem Bauelementekörper gekennzeichnet sein (z. B. bei Elektrolytkondensatoren).

4.2.3 Beständigkeit der Bauelementekennzeichnung

Die Spezifikationen müssen fordern, dass die Bauelementekennzeichnung nach Durchführung der in 5.4 festgelegten Prüfung lesbar bleibt. Diese Prüfung muss nach der Lötwärmebeständigkeitsprüfung oder der Lötbarkeitsprüfung durchgeführt werden, wie in der Bauelementespezifikation festgelegt.

4.3 Bauelementezeichnung und Konstruktion

4.3.1 Zeichnung und Spezifikation

Die Bauelementespezifikation muss Zeichnungen des Bauelementes, einschließlich Zeichnungen von Unteransicht, Draufsicht und Seitenansicht, mit Maßen und Grenzabweichungen des Körpers und der Anschlüsse enthalten. Die Zeichnung muss einen Bezug zu der Position des Bauelementekörpers und der Anschlüsse auf den Montageanschlussflächen enthalten. Wenn die leitenden Oberflächen nicht eben sind, muss ihre dreidimensionale Geometrie eindeutig mit den relevanten Grenzabweichungen festgelegt werden. Ein Beispiel dafür sind Rillen auf Anschlussflächen von z. B. Quad Flat Packages (QFP).

In jeder zweidimensionalen Zeichnung oder in dreidimensionalen Daten müssen leitende Teile/Oberflächen und isolierende Teile/Oberflächen aus Harz deutlich voneinander unterschieden werden, zumindest bei der Unter- und der Seitenansicht der Bauelemente und bei beweglichen Teilen. Diese Anforderung gilt sowohl für den unbestückten als auch den bestückten Zustand von Teilen, für die ein abschließender Montageschritt nach der Montage auf einem Substrat erforderlich ist (z. B. wenn ein Steckverbinder eine Federhalterung enthält, die ihre Position/ihren Winkel beim Steckvorgang ändert). Die Lagen und die Maße der leitenden Teile/Oberflächen müssen selbst dann festgelegt werden, wenn sie nicht zur Herstellung eines Kontakts mit Montagefläche vorgesehen sind, z. B. gestanzte oder gesägte Oberflächen aus unbeschichteten Trägerstreifen, die durch die Vereinzelung der Bauelemente für geformte Halbleitergehäusen entstehen.

Die allgemeinen Anforderungen von SMD-Maßzeichnungen im Hinblick auf die Konstruktion des Anschlussflächenbilds sind in IEC 61188-6-4 festgelegt und müssen für oberflächenmontierbare Bauelemente übernommen werden.

Falls erforderlich (z. B. im Fall großer Bauelemente mit einer Gesamtlänge über 25 mm), muss die Bauartspezifikation Daten zur Wärmeausdehnung, mindestens entlang der X- und Y-Achse, enthalten. Im Fall einer mechanischen Befestigung großer Bauelemente (z. B. durch Anschrauben) kommt es durch Fehlanpassung der Wärmeausdehnungskoeffizienten zwischen Bauelement und Trägersubstrat möglicherweise zu einer Durchbiegung von Bauelement und Trägersubstrat.

Bei durch Stanzen oder Sägen vereinzelt Bauelementen, bei denen Teile der Anschlüsse aufgrund einer fehlenden Oberflächenbeschichtung, die eine lötbare Oberfläche auf dem Trägerstreifen hält, beim Lötvorgang nicht benetzt werden dürfen, müssen diese Oberflächen in der Zeichnung gekennzeichnet werden.

Bei Bauelementen mit Unterseitenanschlüssen (en: bottom-termination components, BTCs), wie QFNs (Quad Flat No Lead Packages), DFNs (Dual-Flat No Lead Packages) usw., für die eine Modifizierung von benetzbaren Seitenanschlussstiften (Wettable Flanks) erfolgte, um die Bildung einer äußeren Hohlkehle beim Aufschmelzlöten sicherzustellen, muss die Mindesthöhe der beschichteten Seite des Trägerstreifens in der Zeichnung angegeben sein.

ANMERKUNG Bei Bauteilen, die für Anwendungen mit hoher Zuverlässigkeit wie z. B. in der Automobiltechnik oder der Raumfahrt vorgesehen sind, ist die Höhe des benetzbaren Teils üblicherweise größer als 100 µm, um eine belastbare automatische Überprüfung der Lötverbindung zu ermöglichen.

ANMERKUNG Das Vorliegen einer äußeren Hohlkehle, wie sie durch die Modifizierung von benetzbaren Seitenanschlussstiften (Wettable Flanks), erhöht im Allgemeinen die Zuverlässigkeit der Lötverbindungen unter Umweltbelastungen wie Temperaturwechselbeanspruchung.

4.3.2 Anschlusskonstruktion

Die entsprechende Spezifikation muss Angaben zur Anschlusskonstruktion angeben, d. h. das Trägermaterial des Anschlusses, die Schichtstruktur und die Oberflächenbeschichtung.

4.3.3 Anforderungen an die Aufnahme­fläche

Die Konstruktion des Bauelementes muss berücksichtigen, dass es möglich sein muss, das Bauelement durch Ansaugen aufzunehmen und zu einer bestimmten Bestückungsposition auf dem Substrat zu befördern. Dazu muss ein Vakuum erzeugt werden können, das stark genug ist, das Bauelement in seiner Position unter der Pipette zu fixieren. Diese Position unterhalb der Pipette muss während des gesamten Transportvorganges, einschließlich einer möglichen optischen Prüfung, genau beibehalten werden, bis das Bauelement abgesetzt ist.

Der Mittelpunkt der Ansaugfläche sollte mit dem Schwerpunkt und dem geometrischen Mittelpunkt zusammenfallen.

Die Öffnung der Pipette (Y), das Maß (L) des Bauelementes oder das Maß (X) seiner Aufnahme­fläche müssen mit den Positionsabweichungen innerhalb des Bauelementefaches der Verpackung (Längenmaß A_0 , Breitenmaß B_0) in einer solchen Weise zueinander in Beziehung stehen, dass das zur Aufnahme nötige Vakuum erzeugt werden kann. Dieses Vakuum muss unabhängig von der Position des Bauelementes in seinem Fach sein.

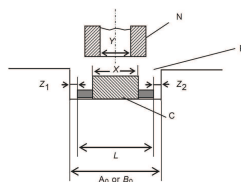
Hinsichtlich weiterer Anforderungen an die Position des Bauelementes in seiner Verpackung siehe IEC 60286-3 für Gurtung, IEC 60286-4 für Stangenmagazine und IEC 60286-5 für Matrix-Flachmagazine.

ANMERKUNG Das Maß L kann sowohl die Länge als auch die Breite des Bauelementes darstellen.

Anforderung: $X - Y > Z$

$$Z = (Z_1 + Z_2) = (A_0 - L)$$

$$Z = (Z_1 + Z_2) = (B_0 - L)$$



Legende

C	Bauelement
P	Bauelementfach
N	Ansaugdüse (Pipette)

**Bild 1 – Vakuumpipette, Aufnahme­fläche und Bauelementefach:
Beispiel für ein Bauelement mit einer ebenen Oberfläche**

Wenn es nicht möglich ist, eine ausreichend große Aufnahme­fläche vorzusehen, um das Bauelement durch Ansaugen aufzunehmen, muss die Bauelementkonstruktion das Aufnehmen des Bauelements durch mechanische Spann­futter oder Greifer ermöglichen. Die Bauelementespezifikation muss Hinweise für geeignete Spann­futter- oder Greiferkonstruktionen enthalten.

4.3.4 Anforderungen an die Oberfläche des Unterbodens

Soll das Bauelement mit Klebstoff auf dem Substrat befestigt werden, muss die Unterseite (ausgenommen die Anschlüsse) eine ausreichende Klebefähigkeit aufweisen.

Der Abstand (Standoff) zwischen der Unterseite des festgeklebten Bauelementes und der Auflagefläche muss festgelegt werden. Der Größtwert des Abstands muss in der Bauartspezifikation angegeben sein. Bei Bauelementen, die durch eine zusätzliche Klebung gesichert werden, oder falls ein Reinigungsverfahren angewendet wird, sollte in der Bauelementespezifikation auch ein Kleinstwert des Abstands festgelegt sein, weil trotz der Anwendung des zusätzlichen Klebstoffs alle Anschlussstifte innerhalb des Materials für die elektrische Verbindung (Lotpaste oder leitfähiger Klebstoff) liegen sollten.

4.3.5 Anforderungen an die Anschlüsse

4.3.5.1 Koplanarität

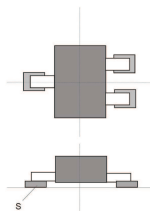
In den Bauartspezifikationen für mehrpolige Bauelemente, die für das Aufschmelzlöten/Leitkleben vorgesehen sind, muss die Koplanarität der Unterseiten der Anschlüsse nach IEC 60191-6 angegeben sein (siehe Bild 2.). Ein für das Aufschmelzlöten üblicher Wert ist 0,1 mm bis 0,15 mm; jedoch hängt dieser Wert von der Größe des Bauelementes sowie von der Schichtdicke des Lotpastendruckes ab. Die Koplanarität darf in keinem Fall die im empfohlenen Anschlussflächenbild angegebene empfohlene Schablonendicke für Lotpastendruck überschreiten (vgl. Abschnitt 4.4.2). Die Koplanarität der Anschlüsse muss ausreichend sein, um sicherzustellen, dass alle Anschlüsse in Kontakt mit der Lotpaste oder dem leitfähigen Klebstoff stehen. In den Bauartspezifikationen für zweipolige Bauelemente, die mit leitfähigem Klebstoff montiert werden, muss die Koplanarität beider Anschlussflächen in Bezug zur Bauelementeunterseite angegeben sein.



Bild 2 – Koplanarität der Anschlüsse

4.3.5.2 Anordnung der Anschlüsse

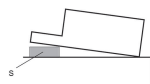
Die Anschlüsse müssen so angeordnet sein, dass ein stabiler Sitz in der Lotpaste oder dem Klebstoff sichergestellt ist und Verkippen vermieden wird (siehe Bild 3, Bild 4 und Bild 5).



Legende

S Lotpastenauftrag

Bild 3 – Stabiler Sitz des Bauelementes



Legende

S Lotpastenauftrag

Bild 4 – Instabiler Sitz des Bauelementes

Das Anschlussflächenbild eines Bauelementes und dessen Kontakte sollten vom Bestückautomaten analysiert werden. Die Anschlüsse sollten vorzugsweise entlang des Umfanges oder anders symmetrisch angeordnet werden. Unsymmetrische Anordnungen können Probleme verursachen, da die Erkennungsalgorithmen

unsymmetrische Anordnungen nicht immer erkennen können. Bei kleinen Bauelementen ist eine symmetrische Anordnung der Anschlüsse erforderlich, um dem „Grabsteineffekt“ vorzubeugen.



Bild 5 – Anschlüsse in zwei Reihen am Umfang angeordnet

4.3.5.3 Optische Erkennung

Der optische Kontrast zwischen der Unterseite der Anschlüsse und der Unterseite des Bauelements muss groß genug sein, um, von unten gesehen, die optische Erkennung der Position der Anschlüsse zu ermöglichen. Die Unterseite der Anschlüsse sollte vorzugsweise reflektierend sein (siehe Bild 6).

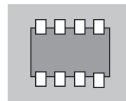


Bild 6 – Guter Kontrast zwischen Bauelementekörper und Umfeld

4.3.5.4 Anschlussausführungen

Die Form des Kontaktes muss mit der in der Bauelementespezifikation festgelegten Form übereinstimmen. Abgeflachte Drähte, die rund sein sollten, sind ein Beispiel für eine nicht spezifikationsgerechte Ausformung.

4.3.5.5 Härte der Anschlüsse

Die Anschlüsse müssen so hart sein, dass sie während der Bestückung ihre Form unverändert beibehalten.

4.3.5.6 Tauglichkeit für doppelseitiges Aufschmelzlöten

Die benetzbare Oberfläche der Anschlüsse von Bauelementen, die für doppelseitiges Aufschmelzlöten vorgesehen sind, muss so groß sein, dass die von dem geschmolzenen Lot auf die Anschlüsse ausgeübte Kraft mindestens doppelt so groß wie die Gewichtskraft des Bauelementes ist. Dadurch wird sichergestellt, dass das Bauelement während des zweiten Aufschmelzlötvorganges auf dem Substrat haften bleibt.

4.3.5.7 Materialzusammensetzung

Die Spezifikation muss Angaben zum Trägermaterial sowie zur Schichtstruktur und zur Dicke der Oberflächenbeschichtung des Trägerstreifens enthalten.

4.3.6 Bauelementehöhe

Die Bauelementehöhe wird durch die Länge der Pipette und den durchquerten Raum zwischen Aufnehmen und Platzieren begrenzt. Aufgrund der Länge der Pipette und der Bauelementehöhe ist ein angemessener Freiraum für das Durchqueren vom Aufnehmen bis zum Platzieren erforderlich.

Die Höhe des Bauelements und das Bauelementefach der Verpackung müssen so aufeinander abgestimmt sein, dass das Bauelement sicher mit einer Pipette aufgenommen werden kann. Werden nach der Normenreihe IEC 60286 genormte Verpackungen verwendet, muss die Bauelementehöhe den hierin festgelegten Maßen entsprechen.

4.3.7 Bauelementegewicht

Die Gesamtkraft (F_g) aus Gewicht und den Beschleunigungskräften des Bauelements darf ein Drittel der Haltekraft (F_s) der Pipette nicht überschreiten (siehe Bild 7).

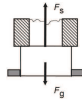


Bild 7 – Bauelementegewicht/Haltekraft der Vakuumpipette

4.4 Allgemeine Anforderungen an Bauelemente bezogen auf die Montagetechnik

4.4.1 Widerstandsfähigkeit von Bauelementen

Bauelemente müssen bei Montage- und Nachbearbeitungsverfahren zahlreichen mechanischen, thermischen und chemischen Beanspruchungen standhalten, ohne beschädigt oder in ihrer Qualität beeinflusst zu werden. Allgemeine Anforderungen wurden in den folgenden Abschnitten 4.4.1.1, 4.4.1.3 angegeben.

Abschnitte 5 bis 9 enthalten Informationen und Anforderungen zu Montage-, Löt-, Leitkleber-, Sinter- und lötfreien Verbindungstechniken.

wenn Bauelemente bestimmte Empfindlichkeiten oder Beschränkungen aufweisen, müssen diese in der Bauelementespezifikation als besondere Sicherheitsvorkehrungen und Warnungen angeführt sein.

4.4.1.1 Mechanische Beanspruchung

Die Bauelemente müssen den Beanspruchungen standhalten können, denen sie durch die Bestückungseinrichtungen und das Biegen des Substrats beim Bestücken, bei der Montage und bei den Nachbearbeitungsverfahren ausgesetzt sind. Um dies sicherzustellen, müssen die Bauelementespezifikationen den Prüfverfahren und Anforderungen von IEC 60068 -2-21 entsprechen. In der Bauelementespezifikation müssen Angaben zu den geltenden Prüfverfahren und Leistungsanforderungen enthalten sein.

4.4.1.2 Beanspruchungen durch Temperatur

Bauelemente müssen Beanspruchungen durch thermisch erzeugte Verbindungsverfahren standhalten, z. B. Löten (Abschnitt 6) oder Sintern (Abschnitt 8) und anderen thermischen Verfahren wie Trocknen, Aushärten und ähnlichen Nachbearbeitungsverfahren (Abschnitte 5.5 und 7).

Um dies sicherzustellen, müssen die Bauelementespezifikationen Prüfverfahren und Anforderungen zu den folgenden Belastungen enthalten:

- Bauteile, die zum Löten vorgesehen sind

IEC 60068-2-58, ENVIRONMENTAL TESTING - Part 2-58: Tests - Test methods for solderability, resistance to dissolution of metallization and to soldering heat of surface mounting devices (SMD)

- Andere thermische Verfahren

IEC 60068-2-2, ENVIRONMENTAL TESTING – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat

IPC/JEDEC J-STD 020, Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Surface Mount Devices

Die einzelnen Bauelementespezifikationen müssen Angaben zu den geltenden Prüfverfahren und Leistungsanforderungen enthalten sein, um sicherzustellen, dass das Bauelement nicht durch thermische Beanspruchungen beschädigt wird.

4.4.1.3 Chemische Beanspruchungen

Die Bauelemente müssen den Beanspruchungen durch chemische Prozesse wie der Reinigung standhalten können (siehe 5.4). Neben thermischen und mechanischen Belastungen (z. B. Ultraschallanregung) muss der Bauelementekörper den in Reinigungsflüssigkeiten verwendeten Zusatzstoffen wie Wasser, Alkoholen oder Glycolthern standhalten.

Geltende Prüfverfahren sind enthalten in:

IEC 60068-2-45, Basic environmental testing procedures - Part 2-45: Tests - Test XA and guidance: Immersion in cleaning solvents

In der Bauelementespezifikation müssen Angaben zu den geltenden Prüfverfahren, Medien und Leistungsanforderungen enthalten sein.

4.4.2 Empfehlung für die Konstruktion des Anschlussflächenbilds

Die Empfehlung für die Konstruktion des Anschlussflächenbilds muss in der Bauelementspezifikation enthalten sein. Sie muss Positionen und Maße der Leiter und eine Empfehlung zur Schablonendicke und den Schablonenöffnungen für zum Löten vorgesehene Teile enthalten. Die Empfehlung für das Anschlussflächenbild sollte auf IEC 61188-5-1 beruhen.

4.5 Reinheit von Bauelementen

4.5.1 Allgemeine Bemerkungen

Die Reinheit von Bauelementen betrifft mehrere Aspekte:

- Partikelverunreinigung – allgemeine Aspekte: Mechanische Auswirkungen wie das Blockieren mechanischer Teile (z. B. Steckverbinder), eine erhöhte oder verringerte Reibung, verstärkte oder verringerte Kräfte, Leckagen an Gehäusen usw. können aus dem Vorkommen von Partikeln entstehen und sich auf die Leistung und/oder Zuverlässigkeit der Baugruppe auswirken.
- Partikelverunreinigung – metallische Partikel: Zusätzlich zu allgemeinen Bedenken können metallische sowohl festliegende als auch wandernde Partikel zu einer Verkürzung oder Verringerung der Kriech- und Luftstrecken führen.
- ionische Verunreinigung: Ionische Verunreinigungen auf Oberflächen von Bauteile können die Leistung von Baugruppen bei hoher Luftfeuchte durch Fehler in Bezug auf Phänomene der elektrochemischen Migration beeinflussen.
- andere (nichtionische) Oberflächenverunreinigungen: Oberflächenverunreinigungen wie Öl, Fett, Schweiß usw. können die Leistung (z. B. aufgrund schlechter Benetzbarkeit des Anschlusses) und/oder die Zuverlässigkeit der Baugruppe negativ beeinflussen.

4.5.2 Partikelverunreinigungen

Im Technischen Bericht IEC TR xxx [Technical Cleanliness in Electrical Engineering] sind Informationen zu einer quantitativen Analyse der Partikelverunreinigung zusammengefasst. Zudem sind typische Partikellasten verschiedener Bauelementeklassen und Baugruppen darin enthalten. Empfehlungen zur Begrenzung der Partikelverunreinigungen sind ebenfalls angegeben.

Die entsprechende Bauelementespezifikation sollte Informationen zu den relevanten Prozessschritten der Bauelementherstellung angeben, die anfällig für Partikelbildung sind, z. B. Stanzen und Biegen, Vereinzelung usw., wenn keine Maßnahmen zur Entfernung der Partikelverunreinigung in die Bauelementherstellung implementiert wurden. Diese Informationen ermöglichen dem Benutzer der Bauelemente mögliche Risiken in Bezug auf die Partikel auf gelieferten Bauelementen zu ermitteln.

4.5.3 Ionische Verunreinigung

Ionische Verunreinigungen auf unbestückten Leiterplatten, Bauelementen und Baugruppen können mithilfe der Prüfung der ionischen Verunreinigung bei Prozessen (PICT) nach IEC 61189-5-504 quantifiziert werden.

Die entsprechende Bauelementespezifikation sollte Informationen zu relevanten Prozessschritten angeben, die anfällig für die Verursachung ionischer Rückstände sind, wie Flussmittelbehandlung, Aufbringung von Lotpaste usw. und zu Materialien, die bei der Herstellung von Baugruppen (z. B. während des Aufschmelzens) oder

bei der Feldanwendung zu ionischer Verunreinigung führen könnten. Diese Informationen ermöglichen dem Benutzer der Bauelemente mögliche Risiken in Bezug auf die ionischen Verunreinigungen zu ermitteln.

Die Zuverlässigkeit der Baugruppen gegen Fehler durch elektrochemische Migration können nur auf Baugruppenebene bewertet werden, indem die Baugruppen Prüfungen unter Luftfeuchte, angelegter Spannung und (als Beschleunigungsfaktor) erhöhter Temperatur unterzogen werden. Die Verwendung fester Schwellenwerte, z. B. als spezifischer elektrischer Widerstand des Lösemittelextrakts in Natriumchloridäquivalenten auf Ebene des Bauelements, der unbestückten Leiterplatte und der Baugruppe ist nicht zweckmäßig.

4.5.4 Andere Oberflächenverunreinigungen

Es gibt ungenormte Prüfverfahren für die Analyse und Quantifizierung nichtionischer Oberflächenverunreinigungen.

Die entsprechende Bauelementespezifikation sollte Informationen zu den relevanten Prozessschritten der Bauelementherstellung angeben, die anfällig für nichtionische Rückstände sind. Diese Informationen ermöglichen dem Benutzer der Bauelemente mögliche Risiken in Bezug auf die nichtionischen Verunreinigungen zu ermitteln.

4.6 Oberflächenrauigkeit

Falls erforderlich, z. B. für Bauelemente, die zur Montage durch leitende Verklebungen oder Sintern vorgesehen sind, muss die Oberflächenrauigkeit nach der Bauelementespezifikation geprüft werden. Die zu verwendenden Geräte und Verfahren **müssen** zwischen Lieferant und Kunde vereinbart werden, z. B. nach ISO 25178. In Tabelle 1 werden aus Informationszwecken übliche Anforderungen an die Oberflächenrauigkeit angegeben.

Tabelle 1 – Typische Anforderungen an die Rauigkeit

Art des Anschlusses	Oberflächenrauigkeit
Aufdruck	$R_z < 5,0 \mu\text{m}$
Beschichtetes Metall	$R_a > 0,1 \mu\text{m}$ $R_z < 5,0 \mu\text{m}$
Unbeschichtetes Metall	$R_a > 0,1 \mu\text{m}$ $R_z < 5,0 \mu\text{m}$
ANMERKUNG: R_a bezeichnet die arithmetisch mittlere Rauigkeit, R_z ist die mittlere Fünf-Punkte-Rauigkeit.	

4.7 Anforderungen an die Verpackung und den Transport

4.7.1 Verpackung

Die Bauelementespezifikation muss Angaben über Art und Maße der Verpackung, einschließlich Werten für das Spiel innerhalb der Verpackung enthalten.

Spezifikationen für Bauelemente auf Gurten und in Rollenverpackungen, in Stangenmagazinen, in Magazinen oder in Schüttgutbehältern müssen auf die jeweiligen Angaben in der Normenreihe IEC 60286 Bezug nehmen (IEC 60286-3, IEC 60286-4, IEC 60286-5, IEC 60286-6).

Die Verpackung von Bauelementen, die in ESD-Schutzzonen verbracht werden sollen, muss entsprechend den Anforderungen in IEC 61340-5-1 und IEC 61340-5-3 ausgeführt sein.

Feuchtigkeitsempfindliche Bauelemente benötigen eine spezielle Verpackung nach IEC 61760-4, 60749-20 oder J-STD-033.

Bauelemente mit einer bestimmten Ausrichtung oder Polarität müssen innerhalb der Verpackung mit gleicher Ausrichtung angeordnet sein (Beispiel siehe Bild 1).

4.7.2 Kennzeichnung der Verpackung

Die Kennzeichnung der Produktverpackung muss nach IEC 62090 erfolgen.

Die Produktverpackung muss nach IEC 62090 folgende Angaben enthalten:

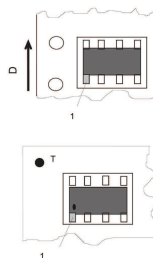
- a) Identifikationsnummer des Bauelements (z. B. Teilenummer des Kunden oder des Herstellers oder beides);
- b) Rückverfolgbarkeitskennzeichnung (z. B. Losnummer oder Seriennummer);
- c) Menge;

Zusätzlich zu den Anforderungen in IEC 62090 verlangt diese Norm für die Kennzeichnung feuchteempfindlicher Bauelemente:

- d) Feuchtigkeitsempfindlichkeit (MSL) nach IEC 61760-4, 60749-20, J-STD-020 oder J-STD-033.

Zusätzlich zu den Anforderungen in IEC 62090 empfiehlt diese Norm, dass die Produktverpackung folgende weiteren Angaben enthält:

- e) Datumscode (ISO 8601 und IEC 60062);
- f) Kennzeichnungscode des Herstellers;
- g) Beschreibung der Polarität des Bauelementes, falls anwendbar.



Legende

- D Abwickelrichtung
- T Flachmagazin
- 1 Anschlussstift 1 des Bauelements

Bild 8 – Beispiel für ein Bauelement mit spezifisch gekennzeichnete Ausrichtung in einem Gurt (Oberseite) bzw. in einem Magazin (Unterseite)

4.7.3 Lagerung und Transport

Bauelementespezifikationen müssen auf die Transport- und Lagerungsbedingungen in IEC 61760-2 Bezug nehmen.

In der Bauelementespezifikation müssen Angaben über die maximale Lagerungsdauer enthalten sein. Innerhalb dieser Dauer muss das Bauelement seiner Spezifikation entsprechen.

4.8 Sicherung der Bauelementezuverlässigkeit

Die Bauelementespezifikation muss Anforderungen und zugehörige Prüfverfahren bezüglich der Langzeiteigenschaften eines Bauelements enthalten. Es müssen Prüfverfahren für die mit dem Substrat verbundenen Bauelemente angewendet werden. Die Prüfverfahren müssen vorzugsweise aus der Normenreihe IEC 60068 gewählt werden.

Als Substrate für Prüfungen sollten doppelseitige Leiterplatten aus Epoxidharz verwendet werden. Im Hinblick auf die Vergleichbarkeit der Prüfergebnisse miteinander werden im Allgemeinen Prüfleiterplatten mit einer Dicke von 1,6 mm empfohlen. Für stark miniaturisierte Bauelemente wie 1005 (metrisch)/0402 (angloamerikanische Größe) und kleinere passive Chipelemente werden Prüfleiterplatten mit einer Dicke von 0,8 mm empfohlen.

Die Bauelementespezifikation muss den Betriebstemperaturbereich angeben. Eine Lastminderung (Derating) kann vorgesehen werden. Der Betriebstemperaturbereich muss den Langzeiteigenschaften der Bauelemente entsprechen.

Die Zusicherung der Zuverlässigkeit kann bei einigen Bauelementen Einschränkungen hinsichtlich der Auswahl des Lötverfahrens und dessen Parameter erforderlich machen. Es sollte beachtet werden, dass Bauelemente üblicherweise bis zu drei aufeinander folgenden Aufschmelzlötprozessen ausgesetzt sein können. Dieses mehrfache Löten muss berücksichtigt werden, wenn die zulässigen parametrischen und mechanischen Änderungen für die Prüfung der Lötwärmebeständigkeit festgelegt werden. Die zulässige Anzahl der Aufschmelzlötvorgänge muss in der Bauartspezifikation festgelegt werden.

4.9 Angaben zur Einhaltung von Vorschriften

4.9.1 Allgemeines

Die in diesem Abschnitt angegebenen Informationen wurden nach bestem Wissen der beteiligten Autoren zusammengestellt, mit dem Ziel, ein schlüssiges Bild der relevantesten Informationen und Anforderungen zur Einhaltung von Vorschriften zu erstellen. Die Art der verlässlichen Informationen macht es jedoch, da sie aus einer großen Vielzahl an weltweit verbreiteten Organisationen, Institutionen und Behörden stammen und sich schnell unabhängig voneinander entwickeln, unmöglich, die Informationen vollständig und auf dem neuesten Stand zu halten.

Die Autoren der Bauelementspezifikationen und die Hersteller von Bauelementen sind daher dazu angehalten, eigenverantwortlich Anforderungen zur Einhaltung von Vorschriften im Zusammenhang mit Bauelementen und ihren Benutzern zu berücksichtigen.

4.9.2 Materialdeklaration

Für Einzelheiten siehe Anhang A.1.1.

4.9.3 Einhaltung von Umweltschutzvorschriften

Für Einzelheiten siehe Anhang A.1.2.

4.9.4 Überlegungen zur Materiallieferkette

Für Einzelheiten siehe Anhang A.1.3.

5 Montageverfahren

5.1 Allgemeines

Im Allgemeinen werden Bauelemente durch Bestückung oder Einsetzen an einem Substrat angebracht (siehe Abschnitt 5.2), mit Montageverfahren elektrisch verbunden und mechanisch verbunden (siehe Abschnitt 5.3) und müssen Reinigungs- (siehe Abschnitt 5.4), Nachbearbeitungs- (siehe Abschnitt 5.5) und Reparaturverfahren (siehe Abschnitt 5.6) standhalten.

5.2 Bestückung/Einsetzen

Bestückung der Bauelemente auf einem Substrat oder Einsetzen von Bauelementen mit Anschlüssen in eine Leiterplatte im Durchsteckverfahren.

In den meisten Fällen erfolgt dies durch

- a) Bestückungsautomaten
- b) manuelle Durchführung

5.3 Montage

Für die Montage von Bauelementen auf ein Substrat gibt es mehrere Verfahren. Die folgende Liste erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

- 1. Löten (siehe Abschnitt 6)
 - 1.1 Aufschmelzlöten
 - 1.2 Wellenlöten
 - 1.3 Spezielle Lötverfahren
- 2. Leitende Verklebung (siehe Abschnitt 7)
- 3. Sintern (siehe Abschnitt 8)
- 4. Lötfreie Verbindung (siehe Abschnitt 9)

5.4 Reinigung (falls zutreffend)

5.4.1 Reinigungsverfahren

Falls die Substrate nach dem Löten/Kleben zu reinigen sind, können die folgenden Reinigungsverfahren zur Anwendung kommen:

- Flüssigkeit (siedend oder mit Ultraschallaktivierung);
- Flüssigkeit (als Bad und zusätzlich Dampf);
- Sprühreinigung;
- Plasmareinigung.

Nach dem Montreal-Protokoll ausgeschlossene Reinigungsmittel dürfen nicht verwendet werden.

Beim Ultraschallverfahren eventuell auftretende Resonanzen können eine Überbeanspruchung der Bauelemente bewirken.

5.4.2 Typische Bedingungen für das Reinigen von Baugruppen

- a) Flüssigkeit

Das Substrat wird in eine reinigende Flüssigkeit getaucht. Einzelheiten sind in Tabelle 2 angegeben.

- b) Ultraschallreinigung

Das Substrat wird in eine reinigende Flüssigkeit getaucht und Ultraschallschwingungen ausgesetzt. Einzelheiten sind in Tabelle 1 angegeben. Die Eignung eines Bauelementes für Ultraschallreinigung ist der jeweiligen Bauartspezifikation zu entnehmen.

- c) Dampf

Ein reinigender Dampf kondensiert auf dem Substrat. Einzelheiten sind in Tabelle 2 angegeben.

- d) Sprühen

Auf das Substrat wird eine reinigende Flüssigkeit gesprüht. Einzelheiten sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 – Reinigen, grundsätzliche Verfahren

Verfahren		Bedingungen	Reinigungsmittel ¹⁾
Flüssigkeit	Waschen	40 °C bis 80 °C/4 min	Wasser, Isopropylalkohol (propan-2-ol), Ethanol, Terpene, Glycolether
	Mit Ultraschall-Anregung	25 °C bis 40 °C/2 min 10 W/l bis 30 W/l 25 kHz bis 40 kHz	
	Dampf	80 °C /30 s	
	Sprühen	45 °C /16 bar	
Plasma		60 °C bis 100 °C/3 min 0,2 mbar bis 1 mbar	Sauerstoff
¹⁾ Die Verwendung von Reinigungsmitteln, die das Montrealprotokoll verbietet, muss vermieden werden.			

e) Plasmareinigung

Das Substrat mit bestückten Bauelementen wird in einer Vakuumkammer durch ein Plasma gereinigt (z. B. Sauerstoffplasma).

Die Reinigungsflüssigkeiten dürfen verschiedene Zusätze enthalten. Nach IEC 60068-2-45:1993, Änderung 1, muss Isopropylalkohol wo immer möglich verwendet werden.

Bei Ultraschallverfahren eventuell auftretende Resonanzen können eine Überbeanspruchung der Bauelemente verursachen.

5.5 Nachbearbeitungsverfahren

Nach Montage- und (optionalen) Reinigungsverfahren können Bauelemente weiteren Nachbearbeitungsverfahren unterzogen werden, bei denen sie weiteren mechanischen, thermischen oder chemischen Belastungen ausgesetzt sind. Diese Faktoren müssen bei der Bauelementekonstruktion und der Bauelementespezifikation sowie in den Qualitäts- und Zuverlässigkeitsrisikobeurteilungen berücksichtigt werden.

In der folgenden nicht umfassenden Liste sind übliche Nachbearbeitungsverfahren enthalten.

- a) Thermische Verfahren, z. B. zum Aushärten von Klebstoffen, Unterfüllung oder ähnlichen Materialien,
- b) Montageverfahren, z. B. Anbringung von Wärmeleitmaterial, Kühlkörper usw.,
- c) Kapselungsverfahren, z. B. Verguss, Formen oder Beschichtung

In der folgenden nicht umfassenden Liste sind Risikofaktoren zu diesen Prozessen enthalten.

- a) Physische Beanspruchung durch Schrumpfung
- b) Chemische Wechselwirkungen
- c) Kapselung von Rückständen (z. B. Flussmittel) durch Kapselungsmaterial
- d)

5.6 Ausbau und/oder Austausch von SMDs

5.6.1 Ausbau und/oder Austausch von gelöteten SMDs

Im folgenden Abschnitt werden Verfahren für den Aus- und Wiedereinbau von gelöteten SMDs definiert.

Die übliche Reihenfolge ist dabei die folgende:

- Entfernen des Schutzüberzuges (falls erforderlich);
- Reinigung (falls erforderlich);
- Flussmittelbehandlung (und ggf. Aufbringen von Lot);
 - Abschirmung anliegender Bauelemente, falls erforderlich;
- Vorwärmen der gesamten Leiterplatte, falls erforderlich, Erwärmen der Lötverbindungen entweder mittels umschließender Thermode, Heißluftdüsen oder anderer geeigneter Wärmequellen;
- Entfernen des Bauelements;
- Reinigung (falls erforderlich);
- Lotpaste hinzufügen (falls notwendig);
- Einbau des neuen Bauelements;
- Flussmittelbehandlung;
- Löten;
- Reinigen (falls notwendig).

ANMERKUNG 1 Bei der Abnahme geklebter/gelöteter Bauelemente sollte die ausgeübte mechanische Kraft so klein wie möglich sein, damit das Substrat nicht beschädigt wird.

ANMERKUNG 2 Es wird empfohlen, ein ausgebautes Bauelement nicht wiederzuverwenden, ohne vorher sicherzustellen, dass der Ausbau die Zuverlässigkeit des Substrats und des Bauelements nicht beeinträchtigt hat.

5.6.2 Ausbau und/oder Austausch geklebter Bauelemente

Im folgenden Unterabschnitt werden Verfahren für den Aus- und Wiedereinbau von geklebten SMDs definiert.

Die übliche Reihenfolge ist dabei die folgende:

- Erwärmen des Substrats und/oder des Bauelementes auf eine Temperatur oberhalb der Glasübergangstemperatur des Klebstoffes;
- Entfernen des Bauelements;
- Abkühlen des Substrats;
- Reinigen der Montagefläche auf dem Substrat;
- Dispensen von Klebstoff;
- Einbau des neuen Bauelements;
- Aushärten des Klebstoffes;
- Reinigen (falls notwendig).

ANMERKUNG Es wird empfohlen, ein ausgebautes Bauelement nicht wiederzuverwenden, ohne vorher sicherzustellen, dass der Ausbau die Zuverlässigkeit des Substrats und des Bauelements nicht beeinträchtigt hat.

6 Löten

6.1 Allgemeines

6.1.1 Montage durch Lötverfahren

Die Schritte in einem Fertigungsprozess hängen von dem verwendeten Montageverfahren ab. Bild 9 zeigt ein typisches Ablaufdiagramm.

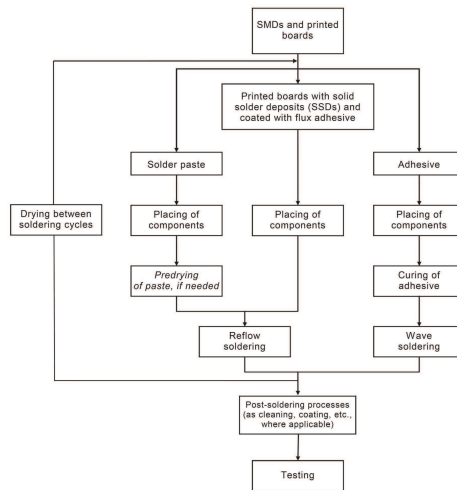


Bild 9 – Verfahrensschritte Lötmontage

6.1.2 Fixierung des Bauelementes auf der Leiterplatte vor dem Löten

Die Bauelemente dürfen vor dem Löten mit einem Klebstoff oder durch die Lotpaste auf dem Substrat fixiert werden.

Das Aushärten des Klebstoffs erfolgt durch Wärmebehandlung, z. B. bei 120 °C in 30 min bei einem chargenweisen Verfahren oder bei 150 °C in 120 s bei einem Durchlaufverfahren.

6.1.3 Aufschmelzlöten

a) Zwangskonvektionsaufschmelzlöten

Dies ist das vorherrschende Aufschmelzlötverfahren, wobei ein Großteil der Wärmeenergie zum Erhitzen der Baugruppe durch Heizgas (Luft oder Inertgas oder einem Gemisch aus beiden) abgegeben wird. Ein geringer Teil der Energie kann durch direkte Infrarotstrahlung abgegeben werden. Während der Erwärmung gibt es keine Berührung mit den Baugruppen.

Die folgenden Kenngrößen beeinflussen die Temperatur des Bauelements und führen zu Temperaturunterschieden zwischen den einzelnen Bauelementen auf dem Substrat bzw. zwischen den verschiedenen Teilen des Bauelements (z. B. zwischen Anschluss und Bauelementeoberseite):

- Zeit und Wärmeleistung;
- Masse des Bauelements;
- Bauelementgröße;
- Substratgröße;
- Packungsdichte und Schattenbildung;
- Wellenlängenspektrum der Strahlungsquelle;
- Absorptionsgrad der Oberflächen;
- Verhältnis der Strahlungsenergie zur Konvektionsenergie.

Warnhinweis: Unter den gleichen Prozessbedingungen können sich kleine Bauelemente stärker aufheizen also größere; dies kann zu einem Überschreiten der Bedingungen für die Lötwärmebeständigkeit führen.

In Bild 10 ist ein allgemeines Temperatur/Zeit-Profil für das gesamte Verfahren dargestellt. Ein typisches Profil stellt die Temperatur an den Anschlüssen eines mittelgroßen Bauelementes dar. Die niedrigste Anschlusstemperatur auf einem bestückten Substrat muss über dem untersten Temperaturgrenzwert des Verfahrens liegen, um eine gute Lötverbindung sicherzustellen. Die an der Bauelementeoberseite gemessene Höchsttemperatur darf nicht den oberen Temperaturgrenzwert des Verfahrens überschreiten, um eine Beschädigung des Bauelements durch Überschreiten der spezifizierten Lötwärmebeständigkeit des Bauelements zu vermeiden. In Abhängigkeit von den oben aufgeführten Einflussgrößen ist die an der Bauelementeoberseite gemessene Höchsttemperatur an jedem Bauelement unterschiedlich.

b) Dampfphasenlöten

Dies umfasst das Löten in gesättigtem Dampf und wird auch als Kondensationslöten bezeichnet. Dieses Lötverfahren wird entweder als Kammverfahren (mit zwei Dampfzonen) oder als Durchlaufverfahren mit einer Dampfzone angewendet. Für beide Systeme kann das Vorwärmen der Baugruppen erforderlich sein, um einem Temperaturschock und anderen unerwünschten Nebenwirkungen vorzubeugen.

Typische Temperatur/Zeit-Profile für das gesamte Verfahren ähneln den Temperaturprofilen für das Zwangskonvektionsaufschmelzlöten. Die jeweils verwendete Anlage hat einen Einfluss auf den Ablauf, insbesondere dann, wenn vorgewärmt wird, bzw. in Abhängigkeit von geregelter oder ungeregelter Dampfwärmezufuhr.

c) Zwangskonvektionsaufschmelzlöten mit Vakuumanwendung

Bei einer Variante des herkömmlichen Zwangskonvektionsaufschmelzlötens wird in der Liquidusphase angewandt.

d) Heizplatten-Löten

Wird hauptsächlich für Reparaturzwecke benutzt.

e) Laserlöten

Inhalt befindet sich in der Entwicklungsphase.

f) Bügellöten

Dies ist ein Lötverfahren, bei dem temperaturgeregeltere Werkzeuge (Thermoden) zur Herstellung der Lötverbindung eingesetzt werden.

6.1.4 Wellenlöten

Beim Wellenlöten wird zuerst eine Flussmittelschicht aufgetragen und getrocknet. Anschließend werden die Leiterplatten in einer Richtung über die Scheitel von zwei ständig umlaufenden Wellen von geschmolzenem Lot bewegt. Dieses Verfahren kann auch unter Schutzgas erfolgen.

In Bild 11 ist ein allgemeines Temperatur/Zeit-Profil für das gesamte Verfahren dargestellt.

6.1.5 Andere Lötverfahren

Lötkolben.

Dieses Verfahren ist schwer zu beherrschen. Bei seiner Anwendung ist darauf zu achten, dass die Zuverlässigkeit nicht beeinträchtigt wird.

Roboterlöten.

Bei diesem automatisierten Verfahren wird mithilfe von Lotdraht, der bereits zuvor Flussmittel n versehen wurde, Lot auf Lötverbindungen aufgebracht.

Selektives Löten.

Beim selektiven Löten wird Lot entweder mit Lotwellen oder mit Lottiegeln auf Durchsteckmontage-Bauelementen aufgebracht. Typische Löttemperaturen für solche Verfahren liegen bei 280 °C bis 310 °C.

6.2 Weitere Verfahren zur Versorgung der Lötverbindungen mit Wärme sind unter anderem Laser- oder Xenonlichtquellen. Prozessbedingungen

6.2.1 Allgemeines

Die folgenden Dokumente enthalten Informationen zu Prüfungen, Schärfegraden, Klassifizierung und Verpackung von Bauelementen, die zum Löten vorgesehen sind.

- IEC 60068-2-58 → Soldering tests: Solderability of terminations, resistance to soldering heat and dewetting and resistance to dissolution of metallisation.
- IEC 61760-4 → Classification and packaging of moisture-sensitive components
- J-STD-020 → Moisture-sensitivity classification
- J-STD-075 → Temperature-sensitivity classification
- IPC-7530 → Guidelines for Temperature Profiling for Mass Soldering Processes (Reflow & Wave)

6.2.2 Aufschmelzlöten

Ein Aufschmelztemperaturprofil wird durch die in Bild 10 angegebenen Parameter charakterisiert.