

DIN EN 61192-5



ICS 31.190

**Anforderungen an die Ausführungsqualität von Lötbaugruppen –
Teil 5: Nacharbeit, Änderungen und Reparatur von gelöteten
elektronischen Baugruppen (IEC 61192-5:2007);
Deutsche Fassung EN 61192-5:2007**

Workmanship requirements for soldered electronic assemblies –
Part 5: Rework, modification and repair of soldered electronic assemblies
(IEC 61192-5:2007);
German version EN 61192-5:2007

Exigences relatives à la qualité d'exécution des assemblages électroniques brasés –
Partie 5: Retouche, modification et réparation des assemblages électroniques brasés
(CEI 61192-5:2007);
Version allemande EN 61192-5:2007

Gesamtumfang 41 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2007-06-01 angenommene EN 61192-5 gilt als DIN-Norm ab 2007-12-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61192-5:2003-02.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 682 „Montageverfahren für elektronische Baugruppen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

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

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

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

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

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

Anforderungen an die Ausführungsqualität von Lötbaugruppen –
Teil 5: Nacharbeit, Änderungen und Reparatur von gelöteten elektronischen
Baugruppen
(IEC 61192-5:2007)

Workmanship requirements for soldered
electronic assemblies –
Part 5: Rework, modification and repair of
soldered electronic assemblies
(IEC 61192-5:2007)

Exigences relatives à la qualité d'exécution des
assemblages électroniques brasés –
Partie 5: Retouche, modification et réparation
des assemblages électroniques brasés
(CEI 61192-5:2007)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2007-06-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2007 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61192-5:2007 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 91/652/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61192-5, ausgearbeitet von dem IEC TC 91 „Electronics assembly technology“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2007-06-01 als EN 61192-5 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2008-03-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2010-06-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61192-5:2007 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 61760-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61760-1:2006 (nicht modifiziert).
ISO 9000	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 9000:2005 (nicht modifiziert).
ISO 9001	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 9001:2000 (nicht modifiziert).
ISO 9453	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 9453:2006 (nicht modifiziert).
ISO 9454-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 29454-1:1993 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Terminologie	7
3.1 Begriffe und Definitionen	7
3.2 Abkürzungen	8
4 Einteilung von Vorgängen der Nacharbeit	8
4.1 Nacharbeit vor dem Löten	8
4.2 Nacharbeit nach dem Löten	9
4.3 Wesentliche Voraussetzungen für erfolgreiche und zuverlässige Nacharbeit	9
5 Nacharbeit vor dem Löten	9
5.1 Allgemeines	9
5.2 Lotpasten für die Nacharbeit und Auftrag von nicht leitenden Klebstoffen	10
5.3 Nacharbeit platzierter Bauelemente	10
5.4 Neuausrichtung von Bauelementen nach dem Aushärten thermoplastischer Klebstoffe	11
5.5 Neuausrichtung von Bauelementen nach dem Aushärten wärmehärtbarer Klebstoffe	11
6 Einflussfaktoren auf die Nacharbeit nach dem Löten	11
6.1 Bauelementekennzeichnung und nicht gekennzeichnete Bauelemente	11
6.2 Wiederverwendung demontierter Bauelemente	12
6.3 Empfindliche Bauelemente	12
6.4 Leiterplattenentwurf und räumliche Vorgaben	12
6.5 Einflüsse von Wärmeableitern	13
6.6 Werkstoffart der Leiterplatte	13
6.7 Lötstopabdeckungen und Maskenaussparungen	13
6.8 Nacharbeit an einzelnen Anschlüssen von Feinraster-Bauelementen	15
6.9 Nacharbeit an Grid Arrays (Bauelemente mit matrixförmig angeordneten Anschlüssen)	15
7 Vorbereitung für Nacharbeit und Reparatur nach dem Löten	16
7.1 Vorsichtsmaßnahmen gegen elektrostatische Schäden	16
7.2 Vermeidung der Verschmutzung von Bauelementen	16
7.3 Beseitigung konformer Beschichtungen	16
7.4 Ungeeignete Bauelemente	17
7.5 Reinigung vor der Nacharbeit	17
7.6 Schutz von benachbarten empfindlichen Bauelementen	17
7.7 Trocknen vor dem Bauelementeaustausch	17
7.8 Vorwärmen großer Mehrlagenleiterplatten	17
7.9 Vorwärmen von empfindlichen Austauschbauelementen	17
8 Nacharbeit nach dem Löten	18
8.1 Allgemeines	18

	Seite
8.2 Neuausrichtung des Bauelementes (Feinjustierung)	18
8.3 Demontage von Bauelementen	18
8.4 Demontage angrenzender Bauelemente	18
8.5 Wiederverwendung von Bauelementen	18
8.6 Zugabe von Flussmittel und Lot	19
8.7 Auffüllen (Topping up)	19
8.8 Beseitigung von überschüssigem Lot von den Verbindungen	20
8.9 Vorbereitung der Anschlussflächen (Landeflächen) vor dem Wiederaufsetzen der Bauelemente	21
8.10 Neuplatzierung von Bauelementen	21
8.11 Reinigung (wenn gefordert)	21
8.12 Sichtprüfung und elektrische Prüfung	21
8.13 Prüfung der thermischen Integrität von Lötstellen	21
8.14 Austausch der konformen Beschichtung (wenn gefordert)	22
9 Auswahl von Nacharbeitseinrichtungen, -werkzeugen und -verfahren	22
9.1 Allgemeines	22
9.2 Anpassung der Nacharbeitseinrichtung an die Bauelemente und Vorgaben der Leiterplatte	22
10 Werkzeuge und Verfahren für die manuelle Nacharbeit	25
10.1 Allgemeines	25
10.2 Herkömmliche (energiespeichernde) Miniaturlötkolben	25
10.3 Direkt erhitze Lötkolben	26
10.4 Heißluft-/Heißgasstifte	27
10.5 Erhitzte Pinzetten	27
10.6 Lötkolben mit besonderen Löteinsätzen	28
11 Mechanisierte und programmierbare Einrichtungen für die Nacharbeit	28
11.1 Allgemeines	28
11.2 Heißluft-Nacharbeitsmaschinen	28
11.3 Fokussierende Infrarot-Einrichtung	30
11.4 Thermoden-(Heizelektroden-)Einrichtung	31
11.5 Lasereinrichtungen für das Auslöten	32
12 Hilfswerkzeuge und -einrichtungen	33
12.1 Herkömmliche Lötkolben	33
12.2 Heizplatten	33
12.3 Pneumatische Dosiereinrichtungen	33
12.4 Bei Baugruppen für die Durchsteckmontage verwendete Entlötwerkzeuge	33
12.5 Pinzetten und Vakuumstifte	33
12.6 Lötbäder	34
12.7 Entlötsglitze	34
13 Aufzeichnung der Nacharbeitsverfahren	34
13.1 Allgemeines	34

	Seite
13.2 Fehlerlisten	34
13.3 Begleitunterlagen	34
13.4 Nacharbeitszustand	36
14 Schulung der Bearbeiter und Prüfer.....	36
15 Reparatur vor Ort	36
Literaturhinweise	37
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	38

Bilder

Bild 1 – Typische Vorgänge bei der prozessinternen Änderung, Nacharbeit oder Reparatur	6
Bild 2 – Lötprozess ohne Lötmaske zwischen den Anschlussflächen (Landeflächen)	14
Bild 3 – Leiter zwischen Anschlussflächen (Landeflächen) mit kleinem Rasterabstand.....	14
Bild 4 – Mögliche Lötmaskengestaltung für die Befestigung von Bauelementen mit mehreren Anschlüssen	15
Bild 5 – Beispiel für ein SOIC-Reparaturverfahren	23
Bild 6 – Vergleich von Nacharbeitsverfahren mit Heißluft/Heißgas und Infrarot.....	25
Bild 7 – Herkömmlicher MiniaturlötKolben	26
Bild 8 – Heißluft-Lötsystem.....	30
Bild 9 – Thermoden-Aufschmelzlöten	31
Bild 10 – Automatische Lasereinrichtung für das Aufschmelzen	32

Tabellen

Tabelle 1 – Empfohlene Werkzeuge für unterschiedliche Bauelementetypen.....	24
Tabelle 2 – Fehler von elektrischen und elektronischen Baugruppen	35

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61192 liefert Angaben und Anforderungen, die für Änderungen, Nacharbeit und Reparatur an gelöteten elektronischen Baugruppen gelten. Er gilt für spezifische Prozesse, die bei der Fertigung von gelöteten elektronischen Baugruppen angewendet und bei denen Bauelemente auf Leiterplatten befestigt werden, sowie für die betreffenden Teile der hergestellten Erzeugnisse. Diese Norm gilt auch für Vorgänge, die Teil der Arbeiten an Produkten mit Montage-Mischtechniken sein können.

Dieser Teil von IEC 61192 enthält auch eine Leitlinie zu Konstruktionsverfahren, sofern diese eine Bedeutung für die Nacharbeit besitzen.

ANMERKUNG Typische prozessinterne Nacharbeiten bei der Oberflächenmontage, für die diese Norm gilt, sind im Bild 1 dargestellt.

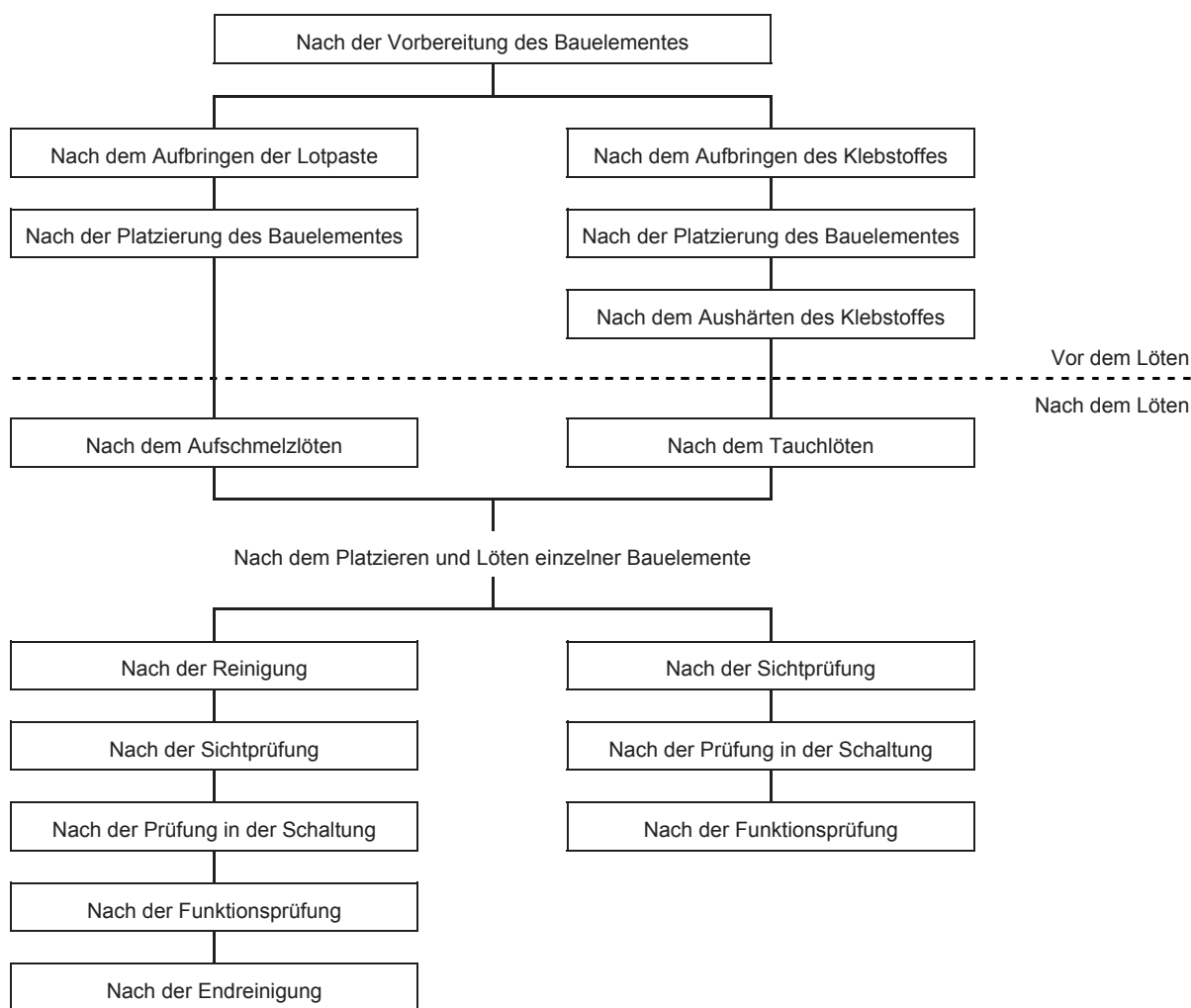


Bild 1 – Typische Vorgänge bei der prozessinternen Änderung, Nacharbeit oder Reparatur

2 Normative Verweisungen

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

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

IEC 61190-1-1, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-1: Requirements for soldering fluxes for high-quality interconnections in electronics assembly*

IEC 61190-1-2, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for solder paste for high quality interconnections in electronics assembly*

IEC 61190-1-3, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-3: Requirements for electronic grade solder alloys and fluxed and non-fluxed solid solders for electronic soldering applications*

IEC 61191-1:1998, *Printed board assemblies – Part 1: Generic specification – Requirements for soldered electrical and electronic assemblies using surface mount and related assembly technologies*

IEC 61191-2:1998, *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 61192-1, *Workmanship requirements for soldered electronic assemblies – Part 1: General*

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

IEC 61192-3, *Workmanship requirements for soldered electronic assemblies – Part 3: Through-hole mount assemblies*

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

IEC 61193-1, *Quality assessment systems – Part 1: Registration and analysis of defects on printed board assemblies*

IEC 61249 (alle Teile), *Materials for printed boards and other interconnecting structures*

3 Terminologie

3.1 Begriffe und Definitionen

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die Begriffe und Definitionen aus IEC 60194, von denen einige (mit Sternchen markierte) zur Vereinfachung wiederholt werden, sowie die folgenden Begriffe.

3.1.1

Nacharbeit*

Vorgang der Wiederbearbeitung fehlerhafter Artikel durch Anwendung der originalen oder anderer gleichwertiger Verfahrensschritte in so einer Weise, dass die Übereinstimmung des Artikels mit den betreffenden Zeichnungen oder Spezifikationen gesichert ist

3.1.2

Reparatur*

Vorgang der Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit eines fehlerhaften Artikels in so einer Weise, dass die Übereinstimmung des Artikels mit den betreffenden Zeichnungen oder Spezifikationen ausgeschlossen ist

3.1.3

Änderung*

Überprüfung der Funktionsfähigkeit eines Produktes, um neuen Annahmekriterien zu entsprechen

3.1.4

Darstellung der Unregelmäßigkeiten

Kopie der Baugruppenzeichnung (oder einer realen Leiterplattenbaugruppe), die zur Aufzeichnung der Lage von Fehlern oder als Verfahrensindikatoren für Untersuchungen der Prozessverbesserung angewendet wird

3.1.5

hinzugefügtes Bauelement

elektronisches Bauelement, das durch Löten oder andere Befestigungsverfahren auf einer Leiterplatte befestigt wird

3.1.6

eingebettetes Bauelement

elektronisches Bauelement, das Bestandteil der Leiterplatte ist, z. B. eingebettete Widerstände, kapazitive Lagen, gedruckte Spulen

3.2 Abkürzungen

Die folgenden Abkürzungen werden bei Leiterplattenbaugruppen allgemein angewendet. Nicht alle von ihnen werden in diesem Schriftstück verwendet. Einige wurden nur zur Information aufgenommen.

ASIC	application-specific integrated circuit (de: anwendungsspezifische integrierte Schaltung)
BGA	ball grid array (de: matrixförmig angeordnete Lötugelanschlüsse)
CLCC	ceramic leaded chip carrier (de: Chipträger mit Keramikanschlüssen)
CLLCC	ceramic leadless chip carrier (de: Chipträger ohne Keramikanschlüsse)
LCCC	leadless ceramic chip carrier (de: leitungsloser Chipträger aus Keramik)
LED	light-emitting diode (de: Lumineszenz-Diode)
MELF	metal electrode face-bonded component (de: Bauelement mit metallischen Endkappen)
PLCC	plastic leaded chip carrier (de: Chipträger mit Kunststoffanschlüssen)
PTFE	Polytetrafluorethylen
QFP	plastic quad flat package (de: Quad-Flatpack-Gehäuse aus Kunststoff)
RMA	rosin, mildly active (de: leicht aktiviertes Kolophonium)
SMD	surface mounted device (de: oberflächenmontierbares Bauelement)
SMT	surface mount technology (de: Oberflächenmontagetechnik)
SO	small outline (de: kleines Umrissmaß)
SOD	small outline diode (de: Diode mit kleinen Abmessungen)
SOIC	small outline integrated circuit (de: integrierte Schaltung mit kleinen Abmessungen)
SOT	small outline transistor (de: Transistor mit kleinen Abmessungen)
TSOP	plastic thin small outline package (de: dünnes SOP-Gehäuse aus Kunststoff)

4 Einteilung von Vorgängen der Nacharbeit

4.1 Nacharbeit vor dem Löten

Dies umfasst Nacharbeit im Anschluss an:

- Vorbereitung des Bauelements;
- Aufbringen des Lotes (z. B. Paste, Formlot, Verzinnung);
- Aufbringen des Klebstoffes;
- Platzierung des Bauelements;
- Aushärten des Klebstoffes.

ANMERKUNG In dieser Norm umfasst die Bezeichnung „Bauelement“ alle hinzugefügten Bauelemente, Leiterplatten sowie alle weiteren Bauteile, die im Zusammenhang mit der Leiterplatte hergestellt werden.

4.2 Nacharbeit nach dem Löten

Nicht zwingend in der angegebenen Reihenfolge umfassen die Nacharbeiten nach dem Löten:

- a) Vorbereitung vor der Nacharbeit oder Reparatur, z. B. Beseitigung konformer Beschichtungen, Vorwärmen, Einbrennen, Reinigung, Demontage benachbarter Bauelemente oder Teile, um den Zugang zu ermöglichen;
- b) Wiederausrichtung des Bauelements;
- c) Demontieren des Bauelements;
- d) Zugabe von Flussmittel und Lot für eine Verbindung;
- e) Beseitigung von überschüssigem Lot von einer Verbindung;
- f) Beseitigung von überschüssigem Lot oder Klebstoff von der Leiterplatte für die Wiedermontage eines Bauelements;
- g) Platzierung und Löten des Austauschbauelements;
- h) Reinigung im Anschluss an die Nacharbeit (sofern gefordert);
- i) Sichtprüfung sowie thermische, mechanische, maßliche und elektrische Prüfung der nachgearbeiteten Einheiten.

4.3 Wesentliche Voraussetzungen für erfolgreiche und zuverlässige Nacharbeit

Die wesentlichen Voraussetzungen für die erfolgreiche und zuverlässige Nacharbeit sind:

- a) geeignete Leiterplattenbestückung für die Anwendung des bevorzugten Werkzeugs für jeden Bauelementetyp;
- b) Bestätigung des für die Zusammensetzung und die Auswahl des entsprechenden Verfahrens (Zinn/Blei, bleifrei, sonstige) verwendeten Lotes sowie Ersatzstoffe;
- c) Verfügbarkeit des effektivsten Werkzeuges oder der effektivsten Einrichtung für diese Aufgabe mit Anti-Statik-Schutz;
- d) ausreichende Kenntnisse des Bearbeiters oder Prüfers für die exakte Beurteilung, ob die Nacharbeit erforderlich ist oder mehr Schaden als Nutzen anrichtet;
- e) Vermeidung von Nacharbeiten, die Zuverlässigkeitsprobleme verursachen können, die nicht vor dem Versand feststellbar sind, z. B. übermäßige thermische Belastung, intermetallisches Wachstum an den Kupfer-Lot-Grenzflächen;
- f) ausreichender Ausbildungsstand des Bearbeiters, besonders hinsichtlich Nacharbeit oder Reparatur;
- g) Bedingungen für die Qualitätssicherung von Leiterplatten, Bauelementen und Werkstoffen;
- h) ergonomisch gestaltete Nacharbeits-/Reparaturstationen;
- i) Management der Bedingungen für die Nacharbeit;
- j) wirksame Ausbildung und Bestätigung (Zertifizierung);
- k) dokumentierte Nacharbeits-/Reparaturverfahren;
- l) Beachtung und Einhaltung von Sicherheits- und Umweltfragen.

Der große Bereich der Bauelementeanschlüsse und gebräuchlichen Zuleitungsanordnungen und deren unterschiedliche Beständigkeit gegen thermische Beanspruchung hat zur Folge, dass es keine einzige Nacharbeitsausrüstung gibt, die für alle Zwecke geeignet ist.

5 Nacharbeit vor dem Löten

5.1 Allgemeines

Geeignete Korrekturmaßnahmen sollten in allen Fällen sichern, dass die Ursachen von Nichtkonformitäten (Fehlern) beseitigt werden. Weitere Leitlinien sind in IEC 61192-1 und IEC 61192-2 angegeben.

5.2 Lotpasten für die Nacharbeit und Auftrag von nicht leitenden Klebstoffen

5.2.1 Allgemeines

Die Ausführung sollte nach 5.2.2 bis 5.2.5 erfolgen. Eine weitere Leitlinie ist in IEC 61192-2 angegeben.

5.2.2 Fehlausrichtung oder verschmierter Auftrag – Allgemein

Die Leiterplatte sollte von Lotpaste und Klebstoff gründlich gereinigt werden. Die Leiterplatte darf nach entsprechender Reinigung wieder verwendet werden, jedoch sollten von den Leiterplatten entfernte Lotpaste und Klebstoff entsorgt werden.

a) Unbestückte Leiterplatte

Die unbestückte Leiterplatte sollte so schnell wie möglich im Reinigungsgerät gereinigt werden. Zur Reinigung der Leiterplatte sollten nur geeignete Reinigungsmittel verwendet werden.

b) Bestückte Leiterplatte

Vor jeder Reinigung muss von dem für die Freigabe der Bauelemente und Baugruppen verantwortlichen Prozessmanager die Zustimmung eingeholt werden, bevor eine Leiterplatte in einem Reinigungsgerät gereinigt wird. Im Allgemeinen wird einer örtlichen Reinigung zugestimmt; jedoch sollte die Reinigung der vollständigen Bestückung unmittelbar nach dem Aufschmelzen durchgeführt werden, um mögliche Reinigungsrückstände zu entfernen. Eine andere Reinigung ist nicht zulässig, da die Reinigungsmittel die betreffenden Bauelemente tränken könnten und auch andere Erscheinungen, wie Korrosion, die Funktion des Bauelementes entscheidend beeinflussen können.

5.2.3 Fehlausrichtung oder verschmierter Auftrag – Örtlich

Wenn der Fehler auf eine oder einige Stelle(n) beschränkt ist und die geforderte Menge des Auftrags und seine Lage mit manuellen Verfahren ausreichend eingestellt werden kann, darf örtlicher oder verschmierter Werkstoff beseitigt und mit einer Spritze oder einer anderen Einrichtung für das Ausgeben einer einzelnen Menge ersetzt werden. Anderenfalls sollten die Empfehlungen in 5.2.2 eingehalten werden.

5.2.4 Lotpasten- oder Klebstoffmenge unkorrekt – Allgemein

Die Nacharbeit sollte nach 5.2.2 ausgeführt werden.

5.2.5 Lotpasten- oder Klebstoffmenge unkorrekt – Örtlich

Die Nacharbeit sollte nach 5.2.3 ausgeführt werden.

5.3 Nacharbeit platzierter Bauelemente

5.3.1 Fehlausrichtung von Bauelementen – Allgemein

Alle hinzugefügten Bauelemente sollten von der Leiterplatte demontiert werden und alle Teile sind gründlich zu reinigen. Es sollte auf die Feststellung des Feuchtigkeitsgehaltes der Teile geachtet werden. Die Leiterplatte darf wieder verwendet werden, wenn die für sie geltenden Reinheitsanforderungen eingehalten sind, jedoch sollten die von den Leiterplatten entfernten Lotpasten und Klebstoffe entsorgt werden. Wenn die hinzugefügten Bauelemente wieder zu verwenden sind (nicht empfohlen), z. B. als Ersatzteile für Nacharbeiten, dann sollten sie auf mechanische Beschädigungen (100 %) kontrolliert und elektrisch nachgeprüft (100 %) werden.

5.3.2 Fehlausrichtung von Bauelementen – Örtlich

Der beste Zeitpunkt für die Korrektur schwerwiegender Fehlausrichtungen ist unmittelbar nach der Platzierung. Während des Aufschmelzlötens von oberflächenmontierbaren Bauelementen kommt es beim Schmelzen des Lotes häufig zu einer Neuausrichtung durch auftretende Oberflächenspannungskräfte. Dieser Vorgang tritt stärker bei kleinen Bauelementen und matrixförmig angeordneten Lötkegelanschlüssen auf, jedoch

sollte man sich nicht darauf verlassen, dass örtliche Unterschiede in der Lötbarkeit und der Temperatur an den Bauelementeanschlüssen Gegenkräfte aufbringen können.

Wenn ein oder einige Bauelement(e) nicht exakt ausgerichtet sind, dann dürfen sie mit Pinzetten mit leitenden Kunststoffspitzen vorsichtig verschoben werden. Um eine Ausbreitung der Lotpaste oder des Klebstoffes zu vermeiden, sollte vor jeder horizontalen Neuausrichtung eine leichte Anhebebewegung ausgeführt werden, jedoch ist darauf zu achten, dass der Kontakt des Bauelementes mit der Lotpaste oder dem Klebstoff erhalten bleibt.

ANMERKUNG Bei einer Neuausrichtung erhöht sich die mögliche Wahrscheinlichkeit einer Kurzschluss-/Brückenbildung.

5.4 Neuausrichtung von Bauelementen nach dem Aushärten thermoplastischer Klebstoffe

Die Fehlausrichtung ist besser nach dem Aushärten des Klebstoffes als nach dem Abschluss des Lötvorganges zu korrigieren. Wenn es offensichtlich ist, dass das Bauelement nach dem Löten außerhalb der vorgeschriebenen Positionierungsgrenzen liegen wird, dann sollte das Bauelement entfernt und ersetzt werden, gegebenenfalls unter Anwendung von zusätzlichem Klebstoff. Eine weitere Leitlinie wird in IEC 61191-2, Abschnitt 5, gegeben.

Ist nur eine kleine Korrekturverschiebung notwendig, z. B. 0,2 mm oder Drehung um 10°, kann der thermoplastische Klebstoff geschmolzen und das Bauelement vorsichtig mit einer Pinzette mit leitenden Kunststoffspitzen verschoben werden. Dabei ist sorgfältig darauf zu achten, dass der Kontakt zwischen dem Bauelementkörper und der Klebstoffschicht nicht abreißt. Vor der Ausführung der Aufgabe sollte die höchste zulässige Umschmelztemperatur in Zusammenarbeit mit dem Klebstoffhersteller überprüft werden und es sollte auch überprüft werden, ob der Werkstoff nach dem Umschmelzen eine ausreichende Haftfestigkeit besitzt, um das Risiko eines Bauelementeverlustes im Lötbad zu vermeiden. Da in diesem Fall das Bauelement nicht von der Leiterplatte abgenommen und ersetzt wird, sollte das Verfahren für die Wärmeanwendung für den Bauelementtyp geeignet sein, z. B. sollte bei einem Mehrschicht-Keramikkondensator kein LötKolben angewendet werden. Siehe auch 6.3 und Tabelle 1.

5.5 Neuausrichtung von Bauelementen nach dem Aushärten wärmehärtbarer Klebstoffe

Bei der Anwendung von wärmehärtbaren Klebstoffen ist es üblich, die Korrektur bis nach dem Löten zu unterlassen, weil es keinen Grund zum Austausch gibt. Wird der Klebstoff auch dazu verwendet, eine höhere Festigkeit bei den Temperaturzyklen während der Bearbeitung zu sichern, ist die Wiederanwendung erforderlich. Für die Nacharbeit kann in einigen Fällen die Anwendung eines thermoplastischen Klebstoffs annehmbar sein.

Wenn es erforderlich ist, die Fugestelle vollständig aufzubrechen, durch Drehen des erwärmten Bauelementes mit Pinzetten zum Aufbrechen der Klebeverbindung vor dem Abheben von der Leiterplatte, sollte das Austauschbauelement erst nach dem Tauchlöten aufgesetzt werden, wenn der Klebstoff nicht mehr benötigt wird. Wenn ein Bauelement nach dem Löten neu ausgerichtet werden muss, dann ist dazu das gleichzeitige Aufschmelzen der Lötstellen und das Erweichen des Klebstoffs notwendig, damit die entsprechende Korrekturverschiebung vorgenommen werden kann.

6 Einflussfaktoren auf die Nacharbeit nach dem Löten

6.1 Bauelementekennzeichnung und nicht gekennzeichnete Bauelemente

Aufgrund der fehlenden Kennzeichnung auf vielen Bauelementen und durch die Tendenz, den Bestückungsdruck auf Leiterplatte wegzulassen, ist es empfehlenswert, dem Bearbeiter und/oder Prüfer der Nacharbeit einen vollständigen Bauelemente-Bestückungsplan und eine detaillierte Bauelementestückliste zur Verfügung zu stellen.

Um das Verwechslungsrisiko auf ein Minimum zu senken, sollten alle überschüssigen oder losen Bauelemente ohne Kennzeichnung auf ihren Körpern nach Wert, Typ und Losnummer gekennzeichnet und in einer geschützten Umgebung, z. B. stabilen Kunststoffgefäßen oder Schutzbehältern in der Nähe des Arbeits-