

	DIN EN 60068-2-69 (VDE 0468-2-69)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 19.040; 31.190 Ersatz für DIN EN 60068-2-54:2007-01 und DIN EN 60068-2-69:2007-11 Siehe Anwendungsbeginn Umgebungseinflüsse – Teil 2-69: Prüfungen – Prüfung Te/Tc: Prüfung der Lötbarkeit von Bauelementen der Elektronik und Leiterplatten mit der Benetzungswaage (Kraftmessung) (IEC 60068-2-69:2017); Deutsche Fassung EN 60068-2-69:2017 Environmental testing – Part 2-69: Tests – Test Te/Tc: Solderability testing of electronic components and printed boards by the wetting balance (force measurement) method (IEC 60068-2-69:2017); German version EN 60068-2-69:2017 Essais d'environnement – Partie 2-69: Essais – Essai Te/Tc: Essai de brasabilité des composants électroniques et cartes imprimées par la méthode de la balance de mouillage (mesure de la force) (IEC 60068-2-69:2017); Version allemande EN 60068-2-69:2017 Gesamtumfang 59 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2017-04-11 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2018-01-01.

Für DIN EN 60068-2-54:2007-01 und DIN EN 60068-2-69:2007-11 besteht eine Übergangsfrist bis 2020-04-11.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60068-2-69 (VDE 0468-2-69):2014-11.

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.

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 Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu dieser Publikation angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60068-2-54:2007-01 und DIN EN 60068-2-69:2007-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Integration von IEC 60068-2-54;
- b) Aufnahme der Prüfung von Leiterplatten;
- c) Aufnahme von neuen Arten von Bauelementen und Aktualisierung der Prüfkennwerte für die gesamte Bauelementliste;
- d) Aufnahme eines neuen Gauge-R&R-Prüfprotokolls, um sicherzustellen, dass die entsprechende Benetzungswaage korrekt kalibriert ist.

Frühere Ausgaben

DIN IEC 60068-2-54: 1988-01

DIN EN 60068-2-69: 1996-08, 2007-11

DIN EN 60068-2-54: 2007-01

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60068-1	IEC 60068-1	DIN EN 60068-1	VDE 0468-1
EN 60068-2-2	IEC 60068-2-2	DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2)	VDE 0468-2-2
EN 60068-2-20:2008	IEC 60068-2-20:2008	DIN EN 60068-2-20:2009-02	–
EN 60068-2-66	IEC 60068-2-66	DIN EN 60068-2-66	–
EN 61190-1-3:2007 + A1:2010	IEC 61190-1-3:2007 +A1:2010	DIN EN 61190-1-3:2011-04	–
–	ISO 683 (alle Teile)	–	–
–	ISO 6362 (alle Teile)	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60068-1 VDE 0468-1, *Umgebungseinflüsse – Teil 1: Allgemeines und Leitfaden*

DIN EN 60068-2-2 (VDE 0468-2-2), *Umgebungseinflüsse – Teil 2-2: Prüfverfahren – Prüfung B: Trockene Wärme*

DIN EN 60068-2-20:2009-02, *Umgebungseinflüsse – Teil 2-20: Prüfungen – Prüfung T: Prüfverfahren für die Lötbarkeit und Lötwärmebeständigkeit von Bauelementen mit herausgeführten Anschlüssen (IEC 60068-2-20:2008); Deutsche Fassung EN 60068-2-20:2008*

DIN EN 60068-2-66, *Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfverfahren – Prüfung Cx: Feuchte Wärme, konstant*

DIN EN 61190-1-3:2011-04, *Verbindungsmaterialien für Baugruppen der Elektronik – Teil 1-3: Anforderungen an Elektroniklote und an Festformlote mit oder ohne Flussmittel für das Löten von Elektronikprodukten (IEC 61190-1-3:2007 + A1:2010); Deutsche Fassung EN 61190-1-3:2007 + A1:2010*

Umgebungseinflüsse –
Teil 2-69: Prüfungen –
Prüfung Te/Tc: Prüfung der Lötbarkeit von Bauelementen der Elektronik und
Leiterplatten mit der Benetzungswaage (Kraftmessung)
(IEC 60068-2-69:2017)

Environmental testing –
Part 2-69: Tests –
Test Te/Tc: Solderability testing of electronic
components and printed boards by the wetting
balance (force measurement) method
(IEC 60068-2-69:2017)

Essais d'environnement –
Partie 2-69: Essais –
Essai Te/Tc: Essai de brasabilité des
composants électroniques et cartes imprimées
par la méthode de la balance de mouillage
(mesure de la force)
(IEC 60068-2-69:2017)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2017-04-11 angenommen. 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 CEN-CENELEC Management Centre 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 CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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



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

CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

© 2017 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60068-2-69:2017 D

Europäisches Vorwort

Der Text des Dokuments 91/1405/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe der IEC 60068-2-69, erarbeitet vom IEC/TC 91 „Electronics assembly technology“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60068-2-69:2017 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2018-01-11
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2020-04-11

Dieses Dokument ersetzt EN 60068-2-69:2007 und EN 60068-2-54:2006.

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60068-2-69:2017 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 60068-3-13:2016	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 600683-3-13:2016 (nicht modifiziert).
IEC 61190-1-1:2002	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61190-1-1:2002 (nicht modifiziert).
ISO 9453:2014	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 9453:2014 (nicht modifiziert).

Inhalt

Seite

Europäisches Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Allgemeine Beschreibung des Verfahrens	7
4.1 Allgemeines	7
4.2 Bauelemente	8
4.3 Leiterplatten	8
4.4 Messung	8
5 Beschreibung des Prüfgerätes	8
6 Vorbereitung der Prüflinge	10
6.1 Reinigung	10
6.2 Vorbehandlung	10
7 Werkstoffe	11
7.1 Lot	11
7.1.1 Allgemeines	11
7.1.2 Bleihaltige Lotlegierungen	11
7.1.3 Bleifreie Lotlegierungen	11
7.1.4 Überprüfung auf Lotverunreinigung	11
7.1.5 Lotmasse beim Verfahren mit der Lotkugel-Benetzungswaage	12
7.2 Flussmittel	13
7.2.1 Flussmittel auf Kolophoniumbasis	13
7.2.2 Umgang mit Flussmitteln	13
7.2.3 Auswahlkriterien für die Prüf-Flussmittel	13
8 Verfahren	13
8.1 Prüftemperatur	13
8.1.1 Bleihaltige Lotlegierungen	13
8.1.2 Bleifreie Lotlegierungen	13
8.2 Prüfverfahren	14
8.2.1 Anwendbares Prüfverfahren	14
8.2.2 Verfahren mit Lötbad-Benetzungswaage	14
8.2.3 Verfahren mit Lotkugel-Benetzungswaage	17
8.2.4 Prüfverfahren für Leiterplattenprüflinge	20
9 Darstellung der Ergebnisse	21
9.1 Form der Kraft-Zeit-Kurve	21
9.2 Prüfanforderungen	22
10 Angaben in der entsprechenden Spezifikation	23

Anhang A (normativ) Eigenschaften des Prüfgerätes	24
A.1 Charakteristische Eigenschaften des Prüfgerätes	24
A.2 Lötbad.....	24
A.3 Lotkugelblöcke.....	25
Anhang B (informativ) Anleitung zur Benutzung der Benetzungswaage für die Prüfung der SMD- Lötbarkeit.....	26
B.1 Definition der Messgröße für die Lötbarkeit	26
B.2 Gauge R&R – Prüfprotokoll für die Wiederholbarkeit und Reproduzierbarkeit von Messungen (Gauge R&R) mit der Benetzungswaage unter Verwendung von Kupferfolienproben	26
B.2.1 Prüfproben.....	26
B.2.2 Prüfkennwerte	27
B.2.3 Vorbereitung der „als gut klassifizierten Probe“	27
B.3 Masse der Lotkugel und Größe des Stiftes	28
B.4 Ausrichtung für Prüfling und Eintauchtiefe	28
B.4.1 Allgemeines	28
B.4.2 Widerstände und Kondensatoren.....	29
B.4.3 Bauelemente mit kleinen Anschlüssen.....	29
B.4.4 Bauelemente mit mehreren Anschlüssen.....	29
B.5 Prüf-Flussmittel.....	30
B.6 Prüftemperatur.....	31
B.6.1 Bleihaltige Lotlegierungen	31
B.6.2 Bleifreie Lotlegierungen.....	31
B.7 Eigenschaften des Prüfaufbaus	31
B.7.1 Registriergerät	31
B.7.2 Wägesystem.....	32
B.7.3 Hebevorrichtung und deren Steuerung	32
B.7.4 Kennwerte, die aus der Kraft-Zeit-Kurve entnommen werden können	37
B.7.5 Referenzkraft für die Benetzung.....	37
B.7.6 Geräteaufstellung	38
B.7.7 Stifte für den Lotkugelblock	38
B.7.8 Lotkugelblöcke.....	38
B.8 Prüfflussmittel – Begründungsschreiben der für IPC-J-STD-002/J-STD-003 zuständigen Komitees zu aktivierten Flussmitteln für die Lötbarkeitsprüfung.....	38
B.8.1 Allgemeines	38
B.8.2 Ein proaktiver Ansatz für die Lötbarkeitsprüfung in Hinsicht auf die Einführung zinnfreier Endbeschichtungen	39
B.8.3 Verringerte Variabilität der Lötbarkeitsprüfung.....	39
B.8.4 Weltweite Standardisierung der Flussmittelzusammensetzung für die Lötbarkeitsprüfung.....	40
Anhang C (informativ) Prüfverfahren für SMD der Größe 0603M (0201) oder kleiner.....	41

C.1	Allgemeines	41
C.2	Allgemeine Beschreibung des Prüfverfahrens	41
C.3	Vorbehandlung	41
C.3.1	Vorbereitung der Prüflinge	41
C.3.2	Alterung	41
C.4	Werkstoffe	41
C.4.1	Lot	41
C.4.2	Flussmittel	42
C.5	Verfahren 1	42
C.5.1	Beschreibung des Prüfgerätes	42
C.5.2	Verfahren	43
C.5.3	Darstellung der Ergebnisse	45
C.5.4	Angaben in der entsprechenden Spezifikation	47
C.6	Verfahren 2	47
C.6.1	Prüfgerät	47
C.6.2	Beobachtungseinrichtung	47
C.6.3	Prüfverfahren 2	47
C.6.4	Darstellung der Ergebnisse	48
Anhang D (informativ)	Hinweise zu den Bewertungskriterien	49
D.1	Allgemeine Betrachtungen	49
D.2	Bewertungskriterien für Bauelemente	49
D.3	Bewertungskriterien für Leiterplatten	50
Anhang E (informativ)	Berechnungsverfahren für die maximale theoretische Kraft und den integrierten Wert der Fläche unter der Benetzungskraftkurve bei bedrahteten Nicht-SMD	52
E.1	Berechnungsverfahren für die maximale theoretische Kraft	52
E.2	Berechnungsverfahren für den integrierten Wert der Fläche unter der Benetzungskraftkurve	52
Literaturhinweise		54
Anhang ZA (normativ)	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	55

Bilder

Bild 1 – Anordnung der Prüfeinrichtung (Verfahren mit Lötbad-Benetzungswaage)	9
Bild 2 – Anordnung der Prüfeinrichtung (Verfahren mit Lotkugel-Benetzungswaage)	9
Bild 3 – Eintauchbedingungen für das Lötbadverfahren	16
Bild 4 – Eintauchbedingungen für das Lotkugelverfahren	19
Bild 5 – Vorgeschlagene Prüflinge für das Verfahren mit Lötbad-Benetzungswaage	20
Bild 6 – Eintauchen der Leiterplatte	21
Bild 7 – Typische Benetzungskraftkurve	22
Bild B.1 – Verständnis der Benetzungskraftkurven	35

Bild B.2 – Typische Benetzungskraftkurve	35
Bild B.3 – Typische Kraft-Zeit-Kurven.....	36
Bild C.1 – Querschnitt des Aluminiumkörpers	42
Bild C.2 – Eintauchposition und relative Position	43
Bild C.3 – Zeit und Prüffolge	45
Bild C.4 – Typische Benetzungskraftkurve	46
Bild D.1 – Benetzungskraftkurve (Gruppe A)	50
Bild D.2 – Benetzungskraftkurve (Gruppe B)	50

Tabellen

Tabelle 1 – Vorbehandlung.....	10
Tabelle 2 – Maximale Grenzwerte für die Lötbadverunreinigungen.....	12
Tabelle 3 – Stiftdurchmesser und Masse der Lottablette	12
Tabelle 4 – Zusammensetzung von Flussmitteln auf Kolophoniumbasis.....	13
Tabelle 5 – Empfohlene Prüfbedingungen für Lötbad-Benetzungswaage	15
Tabelle 6 – Zeitliche Abfolge der Prüfung (Lötbad).....	17
Tabelle 7 – Empfohlene Prüfbedingungen für Lotkugel-Benetzungswaage	18
Tabelle 8 – Zeitliche Abfolge der Prüfung (Lotkugel)	20
Tabelle B.1 – Flussmittel auf Carbonsäurebasis (Wasserlösung).....	30
Tabelle B.2 – Flussmittel auf Carbonsäurebasis (Alkohollösung)	30
Tabelle C.1 – Zeitliche Abfolge des Prüfverfahrens	44
Tabelle D.1 – Kennwerte der Benetzungskraftkurve und empfohlene Bewertungskriterien	49
Tabelle D.2 – Prüfkennwerte und empfohlene Kriterien für Leiterplatten.....	51

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60068 beschreibt die Prüfung T_e/T_c , das Lötbadverfahren mit der Benetzungswaage und das Lotkugelfverfahren mit der Benetzungswaage zur quantitativen Bestimmung der Lötbarkeit von Anschlüssen. Die mit diesen Verfahren erhaltenen Daten sind nicht zur Verwendung als absolute quantitative Daten für Bestanden/Nicht-Bestanden-Zwecke vorgesehen.

Die Verfahren beschreiben die Verwendung der Benetzungswaage in Verbindung mit dem Lötbad und mit der Lotkugel. Diese können bei Bauelementen und Leiterplatten mit metallischen Anschlüssen bzw. metallisierten Lötflächen angewendet werden.

Dieses Dokument beschreibt Messverfahren für bleihaltige und bleifreie Lotlegierungen.

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 60068-1, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-2, *Environmental testing – Part 2-2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-20:2008, *Environmental testing – Part 2-20: Tests – Test T: Test methods for solderability and resistance to soldering heat of devices with leads*

IEC 60068-2-66, *Environmental testing – Part 2-66: Test methods – Test Cx: Damp heat, steady state (unsaturated pressurized vapour)*

IEC 61190-1-3:2007, *Attachment materials for electronic assemblies – Part 1-3: Requirements for electronic grade solder alloys and fluxed/non-fluxed solid solder for electronic soldering applications*

IEC 61190-1-3:2007/AMD1:2010

ISO 683 (alle Teile), *Heat-treatable steels, alloy steels and free-cutting steels*

ISO 6362 (alle Teile), *Wrought aluminium and aluminium alloy extruded rods/bars, tubes and profiles*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60068-1 und IEC 60068-2-20.

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

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

4 Allgemeine Beschreibung des Verfahrens

4.1 Allgemeines

Der Benutzer sollte beachten, dass das in diesem Dokument beschriebene Prüfverfahren dafür vorgesehen ist, einheitliche und charakteristische Daten an verschiedenen Prüforten zu erhalten. Daher muss die Auswahl der Legierung, der Temperatur und des Flussmittels überwacht werden.

Die Anwendung dieses Prüfverfahrens für die Überwachung eines Herstellungsverfahrens wird empfohlen. Da bei jedem Herstellungsverfahren jedoch verschiedene Legierungen, Temperaturen und Flussmittel eingesetzt werden, müssen die entsprechenden Prüfergebnisse zwischen Anwender und Lieferant vereinbart werden. Im Streitfall haben die Verfahren nach diesem Dokument Vorrang.

ANMERKUNG [Anhang B](#) enthält Informationen zur Benetzungswaage für die Prüfung der SMD-Lötbarkeit.

4.2 Bauelemente

Der Prüfling muss eine Probe aus der vorgesehenen Produktionscharge sein. Der Prüfling wird in einer geeigneten Haltevorrichtung befestigt, die an eine empfindliche Waage gehängt wird. Das Flussmittel wird dann auf den Prüfling aufgetragen, der mit der gereinigten Oberfläche eines Lötbad oder der Kuppe einer temperaturgeregelten Lotkugel in Berührung gebracht wird. Die Temperatur des Lots muss in jedem Fall geregelt sein, und der zu prüfende Anschluss oder Abschluss muss bis zur festgelegten Tiefe eingetaucht werden.

4.3 Leiterplatten

Der Prüfling sollte ein repräsentativer Prüfling sein, ein Abschnitt der zu prüfenden Leiterplatte oder eine gesamte Leiterplatte, wenn die Abmessungen innerhalb der Grenzwerte liegen, so dass die für das jeweilige Verfahren festgelegte Eintauchtiefe möglich ist. Die Prüflinge können für die Prüfung der Lötbarkeit von Oberflächen oder durchmetallisierten Löchern starrer Leiterplatten verwendet werden.

Das Flussmittel wird dann auf den Prüfling aufgetragen, der mit der gereinigten Oberfläche eines temperaturgeregelten Lötbad oder der Kuppe einer temperaturgeregelten Lotkugel in Berührung gebracht und dann bis zur festgelegten Tiefe eingetaucht wird.

4.4 Messung

Die in mN gemessene resultierende Kraft aus Auftrieb und Oberflächenspannung, die auf den eingetauchten Lötanschluss wirkt, wird von einem Messwandler erfasst und in ein Signal umgewandelt, das kontinuierlich als Funktion der Zeit überwacht und aufgezeichnet und auf einem Bildschirm angezeigt wird.

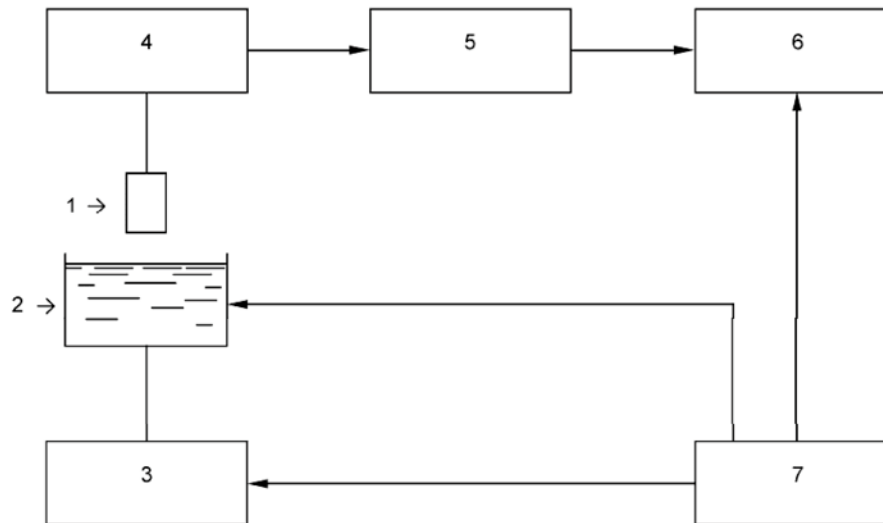
Die Benetzungsgeschwindigkeit und das Ausmaß der Benetzung werden aus der Kraft-Zeit-Kurve bestimmt. Diese Kurve kann mit einer Kurve verglichen werden, die von einem einwandfrei benetzten Prüfling gleicher Art mit gleichen Maßen stammt.

5 Beschreibung des Prüfgerätes

[Bild 1](#) und [Bild 2](#) zeigen eine für die Prüfeinrichtung geeignete Anordnung.

Die Spezifikationen des Gerätes sind in [Anhang A](#) aufgeführt.

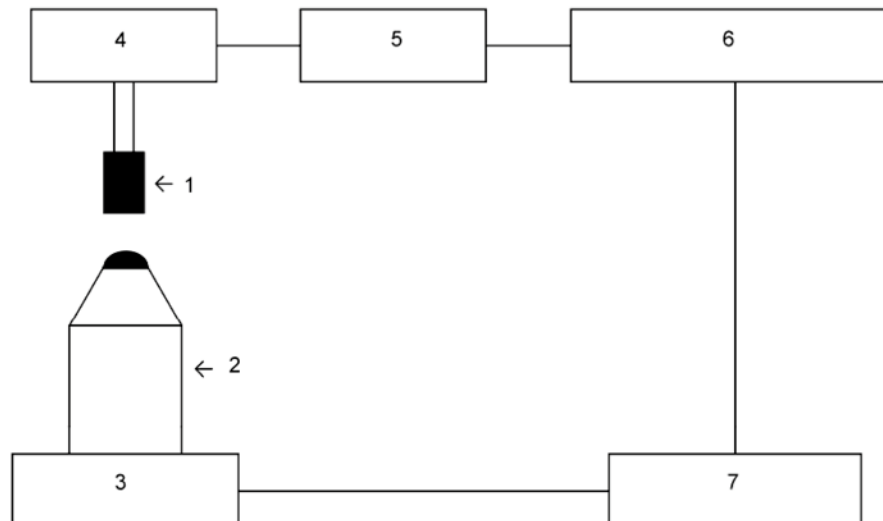
Der Prüfling hängt an einer empfindlichen Waage, und eine mechanische Vorrichtung sorgt dafür, dass entweder das Lot angehoben wird, um den Prüfling zu berühren, oder der Prüfling in das Lot abgesenkt wird. Nach der Verarbeitung des Signals wird es einem Computer zugeführt, wo die Kraft-Zeit-Kurve dargestellt und analysiert werden kann.



Legende

- | | | | |
|---|--------------------|---|-------------------|
| 1 | Prüfling | 2 | Lötbad |
| 3 | Badhebevorrichtung | 4 | Waage mit Wandler |
| 5 | Signalverarbeitung | 6 | Computer |
| 7 | Steuergerät | | |

Bild 1 – Anordnung der Prüfeinrichtung (Verfahren mit Lötbad-Benetzungswaage)



Legende

- | | | | |
|---|--------------------|---|-------------------|
| 1 | Prüfling | 2 | Lotkugelblock |
| 3 | Hebevorrichtung | 4 | Waage mit Wandler |
| 5 | Signalverarbeitung | 6 | Computer |
| 7 | Steuergerät | | |

Bild 2 – Anordnung der Prüfeinrichtung (Verfahren mit Lotkugel-Benetzungswaage)

6 Vorbereitung der Prüflinge

6.1 Reinigung

Wenn nicht anders festgelegt, muss der Prüfling im Anlieferzustand geprüft werden. Dabei sollte sichergestellt sein, dass kein Teil der Prüffläche, insbesondere durch Berühren mit den Fingern während der Vorbereitung und bei der Handhabung des Prüflings, verunreinigt wird.

Wenn in der entsprechenden Spezifikation vorgeschrieben, darf der Prüfling durch Tauchen in ein neutrales organisches Lösemittel bei Raumtemperatur gereinigt werden. Den Prüfling lässt man vor der Prüfung in Luft abtrocknen. Andere Reinigungsverfahren sind nicht zulässig.

6.2 Vorbehandlung

Wenn in der Bauelement-Spezifikation vorgeschrieben, darf das Bauelement vor der Prüfung einer Vorbehandlung unterzogen werden. Sofern zwischen Anwender und Lieferant nicht anders vereinbart, muss die Vorbehandlung für 4 h bei einer Temperatur von 155 °C durchgeführt werden (Tabelle 1, Vorbehandlungskategorie F).

In der Vergangenheit war es üblich, den Begriff „beschleunigte Alterung“ zu verwenden, der nach IEC 60068-2-20:2008, 4.1.1, sechs alternative Behandlungskategorien umfasst, die, wenn zwischen Anwender und Lieferant vereinbart, wahlweise angewendet werden dürfen:

- A – Alterung 1a nach IEC 60068-2-20;
- B – Alterung 1b nach IEC 60068-2-20;
- C – Alterung 1b nach IEC 60068-2-20, aber für 8 h;
- D – Alterung 1b nach IEC 60068-2-20, aber für 16 h;
- E – Alterung 4 nach IEC 60068-2-20;
- F – Alterung 3a nach IEC 60068-2-20.

Zur Vorbehandlung siehe Tabelle 1.

Tabelle 1 – Vorbehandlung

Vorbehandlungs-kategorie	Art der Vorbehandlung	Anwendungsdauer	Anwendungs-empfehlung	Anwendbarkeit für Endbeschichtung
A	Wasserdampf	1 h ± 5 min	Bevorzugt	Zinnfreie Endbeschichtungen und Endbeschichtungen, die zinnfreie Legierungen enthalten
B		4 h ± 10 min	Bevorzugt	Zinnfreie Endbeschichtungen und Endbeschichtungen, die zinnfreie Legierungen enthalten
C		8 h ± 15 min	Wahlfrei	Zinnfreie Endbeschichtungen und Endbeschichtungen, die zinnfreie Legierungen enthalten
D		16 h ± 30 min	Wahlfrei	Zinnfreie Endbeschichtungen und Endbeschichtungen, die zinnfreie Legierungen enthalten
E	Ungesättigter Druckdampf (120 °C, 85 % relative Feuchte)	4 h ± 10 min	Bevorzugt	Alle Endbeschichtungen
F	Ausheizen bei 155 °C	4 h ± 15 min	Bevorzugt	Alle Endbeschichtungen

7 Werkstoffe

7.1 Lot

7.1.1 Allgemeines

Sowohl das Lot im Lötbad als auch das Lot, aus dem die Lotkugeln für die Prüfung mit der Lotkugel-Benetzungswaage hergestellt sind, müssen wie in 7.1.2 oder 7.1.3 festgelegt zusammengesetzt sein.

7.1.2 Bleihaltige Lotlegierungen

Es ist das Lot Sn60Pb40A, Sn63Pb37A oder Sn62Pb36Ag02B zu verwenden (zur Bezeichnung der Legierung siehe IEC 61190-1-3).

ANMERKUNG Der Silberanteil im Lot verringert den Ablegiereffekt bei Metallisierungen, die Silber enthalten. Dieses Lot kann deshalb verwendet werden, wenn es in der entsprechenden Spezifikation vorgeschrieben ist.

7.1.3 Bleifreie Lotlegierungen

Die bevorzugt zu verwendende Legierungszusammensetzung sollte einen Massenanteil von 3,0 % Ag, 0,5 % Cu, 96,5 % Sn (Sn96,5Ag3Cu,5) oder 0,7 % Cu, 99,3 % Sn (Sn99,3Cu,7) beinhalten. (Zur Bezeichnung der Legierung siehe IEC 61190-1-3.)

ANMERKUNG Sn96,5Ag3Cu,5 wird auch als SAC 305 bezeichnet.

Andere bleifreie Lotlegierungen dürfen nach Vereinbarung zwischen Anwender und Lieferant eingesetzt werden.

7.1.4 Überprüfung auf Lotverunreinigung

Das Lot in den für die Lötbarkeitsprüfungen verwendeten Lötbadern muss nach jeweils 30 Betriebstagen chemisch oder spektrographisch untersucht oder ersetzt werden. Der Grad der Verunreinigung und der Sn-Gehalt müssen den in [Tabelle 2](#) angegebenen Werten entsprechen. Die Abstände zwischen den Untersuchungen dürfen verlängert werden, wenn die Prüfergebnisse keine Annäherung an die Grenzwerte der Verunreinigung anzeigen. Die Zusammensetzung des bleifreien Lots, einschließlich Verunreinigung, muss während der Prüfungen aufrechterhalten bleiben, wobei die Werte für den Silber- und Kupferanteil entsprechend den Legierungsanforderungen einzustellen sind.

Ein Betriebstag besteht aus einem 8-h-Zeitraum, oder einem Abschnitt davon, in dem das Lot verflüssigt ist und verwendet wird. Wenn die Verunreinigung die in [Tabelle 2](#) festgelegten Grenzwerte überschreitet, dann müssen das Lot gewechselt und die Zeitabstände zwischen den Untersuchungen verkürzt werden. Ein Probenahmeplan muss erstellt, umgesetzt und dokumentiert werden. In diesem Plan muss auch die Prozesssteuerung der Lotverunreinigung angegeben sein.

Tabelle 2 – Maximale Grenzwerte für die Lötbadverunreinigungen

Verunreinigende Substanz	Maximaler Grenzwert der Verunreinigung in Massenanteilen	
	SnPb-Legierungen ^{a, b} %	bleifreie Legierungen ^{c, d} %
Kupfer	0,300	1,000
Gold	0,200	0,200
Kadmium	0,005	0,005
Zink	0,005	0,005
Aluminium	0,006	0,006
Antimon	0,500	0,500
Eisen	0,020	0,020
Arsen	0,030	0,030
Bismut	0,250	0,250
Silber	0,100	4,000
Nickel	0,010	0,010
Blei	nicht zutreffend	0,100

^a Der Zinngehalt des Lotes muss auf ± 1 % des Nennwerts der verwendeten Legierung eingehalten werden. Er muss in denselben Zeitabständen wie die Kupfer-/Goldverunreinigung überprüft werden. Der Rest des Badlotes muss aus Blei und/oder den oben angegebenen Substanzen bestehen.

^b Die Kupfer-, Gold-, Kadmium-, Zink- und Aluminiumverunreinigung darf insgesamt nicht mehr als 0,4 % betragen. Dies gilt nicht für bleifreie Legierungen.

^c Der Zinngehalt des Lotes muss auf ± 1 % des Nennwerts der verwendeten Legierung eingehalten werden. Er muss in denselben Zeitabständen wie der Kupfer-/Silbergehalt überprüft werden. Der Rest des Badlotes muss aus den oben angegebenen Substanzen bestehen.

^d Die maximalen Grenzwerte der Verunreinigung gelten für die Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5. Andere Grenzwerte der Verunreinigung von bleifreien Lotlegierungen dürfen bei Vereinbarung zwischen Anwender und Lieferant angewandt werden.

7.1.5 Lotmasse beim Verfahren mit der Lotkugel-Benetzungswaage

Beim Verfahren mit der Lotkugel-Benetzungswaage muss das Lot in Form von Tabletten oder Drahtstücken vorliegen. Ihr Gewicht beträgt beim 4-mm-Lotkugelblock (200 ± 10) mg, beim 3,2-mm-Lotkugelblock (100 ± 10) mg, beim 2-mm-Lotkugelblock $(25 \pm 2,5)$ mg und beim 1-mm-Lotkugelblock $(5 \pm 0,5)$ mg. Siehe Tabelle 3.

Tabelle 3 – Stiftdurchmesser und Masse der Lottablette

Stiftdurchmesser mm	Masse der Tablette mg	Grenzabweichung für die Masse der Tablette mg
1	5	$\pm 0,5$
2	25	$\pm 2,5$
3,2	100	± 10
4	200	± 10

Für jede Prüfung ist eine neue Lottablette zu verwenden, außer im Fall von Stufen- und Wiederholprüfungen. Es sollten jeweils eigene Lotkugelblöcke für Zinn-Blei- und bleifreie Legierungen eingesetzt werden, um eine gegenseitige Verunreinigung zu vermeiden. Zum Lotkugelblock mit Vertiefung siehe [Anhang C](#).

7.2 Flussmittel

7.2.1 Flussmittel auf Kolophoniumbasis

Die bevorzugten Flussmittel basieren auf Kolophonium (siehe unten). Zu den Einzelheiten siehe Tabelle 4.

- a) Nicht aktiviert
- b) Gering aktiviert
- c) Hochaktiviert

Tabelle 4 – Zusammensetzung von Flussmitteln auf Kolophoniumbasis

Bestandteil ^a	Zusammensetzung in Massenanteilen %		
	Nicht aktiviert	Gering aktiviert	Hochaktiviert
Kolophonium	25 ± 0,5	25 ± 0,5	25 ± 0,5
Diäthylammoniumchlorid (CAS-Nr. 660-68-4)	Nicht enthalten	0,15 ± 0,01	0,39 ± 0,01
2-Propanol (Isopropanol) (CAS-Nr. 67-63-0) oder wahlweise Äthylalkohol (CAS-Nr. 64-17-5)	75 ± 0,5	74,85 ± 0,5	74,61 ± 0,5
Massenanteil von Chlor in den Feststoffen ^b	0	0,2	0,5
^a Siehe IEC 60068-2-20:2008, Anhang B für die Spezifikation.			
^b Ausgedrückt als Masse des freien Chlors, bezogen auf die Masse der Kolophoniumbasis.			

7.2.2 Umgang mit Flussmitteln

Das für die Prüfung vorgesehene Flussmittel sollte aus dem gelieferten Behälter in eine kleine Tasse (einen Becher) gegossen werden. Das für die Prüfung verwendete Flussmittel sollte aus dieser Tasse entnommen werden. Anschließend sollte das nicht verwendete und in der Tasse verbliebene Flussmittel entsorgt werden.

7.2.3 Auswahlkriterien für die Prüf-Flussmittel

Zu Angaben hinsichtlich der Einführung und Verwendung dieser Prüfflussmittel siehe [B.5](#) und [B.8](#).

8 Verfahren

8.1 Prüftemperatur

8.1.1 Bleihaltige Lotlegierungen

Die Temperatur des Lotes muss vor und während der Prüfung (235 ± 3)°C betragen.

8.1.2 Bleifreie Lotlegierungen

Falls in der entsprechenden Spezifikation nicht anders festgelegt, muss die Temperatur des Lotes vor und während der Prüfung (245 ± 3)°C für die Legierung Sn96,5 Ag3 Cu,5 und (250 ± 3)°C für die Legierung Sn99,3 Cu,7 betragen.

8.2 Prüfverfahren

8.2.1 Anwendbares Prüfverfahren

Unterabschnitt 8.2.2 gilt für bedrahtete Nicht-SMD.

Die Unterabschnitte 8.2.2 und 8.2.3 gelten für nicht bedrahtete SMD bzw. bedrahtete SMD.

Unterabschnitt 8.2.4 gilt für Leiterplatten.

8.2.2 Verfahren mit Lötbad-Benetzungswaage

Der Prüfling wird in eine geeignete Haltevorrichtung eingespannt, um den gewünschten Eintauchwinkel zu erzeugen und die Lötanschlüsse über dem Lötbad zu zentrieren. In [Tabelle 5](#) sind bevorzugte Eintauchwinkel aufgeführt.

Die Temperatur des Lotes vor der Prüfung muss nach [8.1](#) gewählt werden.

Vor der Prüfung wird eine gleichmäßige Schicht des entsprechenden Flussmittels auf den Teil des Bauelementeanschlusses gebracht, der zu prüfen ist. Dazu verwendet man Glasstäbe, Glasfaserpinsel oder ähnliche Instrumente. Überschüssige Flussmitteltropfen werden mit saugfähigem Papier abgetupft. Es ist sehr wichtig, dass kein überschüssiges Flussmittel in die Haltevorrichtung des Prüflings eindringt oder auf dem Bauelement zurückbleibt. Überschüssiges Flussmittel verdampft explosionsartig, sobald das Lösemittel des Flussmittels mit dem geschmolzenen Lot zusammenkommt.

Unmittelbar vor der Prüfung wird die Oxidschicht von der Lotoberfläche mit einer unbenetzbaren Klinge abgestreift. Sofern erforderlich, werden die Aufhängeeinrichtung und die Registriervorrichtung auf null gestellt.

Bedrahtete Nicht-SMD: Der Prüfling wird am Gerät so aufgehängt, dass die untere Ecke des Bauelementes (20 ± 5) mm über der Lotoberfläche hängt. Die Prüflinge werden dann mit einer Geschwindigkeit zwischen 5 mm/s und 20 mm/s mit dem Lot in Berührung gebracht, so dass sie innerhalb von 0,2 s bis zur geforderten Tiefe eingetaucht werden.

SMD: Es muss sichergestellt sein, dass der Prüfling zu Beginn der Prüfung mit einem Abstand von höchstens (10 ± 2) mm in der Einrichtung positioniert ist und dass er (30 ± 15) s vor dem Eintauchen in die Lotkugel vorgeheizt werden bzw. trocknen kann. Diese Zeitspanne ist erforderlich, um das Lösemittel vor der Prüfung aus dem Flussmittel zu entfernen und um ein explosionsartiges Verdampfen zu vermeiden, wenn Prüfling und Lot in Berührung kommen. Die Belastung und Entlastung der Prüflinge darf natürlich bei einem weitaus größeren Abstand von beispielsweise mehr als 20 mm erfolgen. Prüfling und Lot werden mit einer Geschwindigkeit zwischen 1 mm/s und 5 mm/s in Berührung gebracht.

Die empfohlene Eintauchtiefe der Prüfoberfläche in das Lot muss den Werten in [Tabelle 5](#) entsprechen. Siehe auch [Bild 3](#). In [Tabelle 5](#) ist der Eintauchwinkel für bedrahtete SMD bzw. die Eintauchtiefe für Bauelemente mit Drahtanschlüssen dargestellt.

Tabelle 5 – Empfohlene Prüfbedingungen für Lötbad-Benetzungswaage

Bauelemente (Beispiele)		Eintauchwinkel ^a	Bild 3	Eintauchtiefe mm
Art	Größencode			
Nicht-SMD, bedrahtet	nicht zutreffend	Vertikal	1M, 1N, 1P, 1Q	2 bis 4
Kondensatoren	1608M (0603) ^b 2012M (0805) ^b 3216M (1206) ^b 4532M (1812) ^b	Horizontal, vertikal oder 20° bis 45°	1A,1B, 1C	0,04 bis 0,10
Widerstände	1608M (0603) ^b 2012M (0805) ^b 3216M (1206) ^b	Horizontal, vertikal oder 20° bis 45°	1A, 1B,1C, 1G ^d ,1H ^d	
SMD, bedrahtet	SOT 23 SOT 89 SOT 223 SOIC 16 ^c SOIC 28 ^c VSO 40 ^c QFP 48 ^c QFP 160 ^c PLCC 44 ^c PLCC 84 ^c	Vertikal oder 20° bis 45°	1D, 1E, 1F 1J, 1K, 1L	
SMD, zylindrisch	nicht zutreffend	Horizontal, vertikal oder 20° bis 45°	1A, 1B, 1C	
SOD 80	nicht zutreffend	Vertikal oder 20° bis 45°	1B, 1C	
Für Baugrößen kleiner als 1608M (0603) nicht empfohlen.				
Die empfohlene Verweildauer beträgt 5 s. Davon ausgenommen sind die Bauelemente SOT 89 und SOT 223, für die 10 s empfohlen werden.				
Die empfohlene Eintauchgeschwindigkeit beträgt für alle Bauelemente zwischen 1 mm/s und 5 mm/s.				
Die Eintauchtiefen sind empfohlene Werte. Sofern angemessen, kann eine größere Eintauchtiefe oder eine längere Verweildauer gewählt werden, zum Beispiel bei unzureichendem Wärmetransport. Für Vorsichtsmaßnahmen siehe B.7.3.1.				
^a Orientierung der Anschlüsse des Prüflings zur Lotoberfläche.				
^b Größencode in Klammern in Inch.				
^c Diese Anschlussenden dürfen abgeschnitten und für sich allein geprüft werden. Man sollte jedoch darauf achten, dass der zu prüfende Abschnitt des Anschlussendes nicht verformt wird. Dieses Verfahren sollte nach dem Altern durchgeführt werden, sofern ein Alterungsverfahren angewendet wird.				
^d 1G und 1H in Bild 3 a) treffen zu bei Bauelementen ohne Anschlussflächen in Richtung der Lotoberfläche, wenn entsprechend Grafik 1B getaucht werden soll.				