

DIN EN 62739-3



ICS 25.160.50

Einsprüche bis 2016-11-09

Entwurf**Verfahren zur Erosionsprüfung für Wellenlöttausrüstungen bei Verwendung von geschmolzener, bleifreier Lotlegierung – Teil 3: Leitfaden für die Auswahl von Verfahren zur Erosionsprüfung (IEC 91/1344/CD)**

Test method for erosion of wave soldering equipment using molten lead-free solder alloy – Part 3: Selection guidance of erosion test method (IEC 91/1344/CD)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2016-09-09 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 des DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

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

Gesamtumfang 58 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort.....	5
1 Anwendungsbereich.....	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Allgemeines	7
5 Auswahlmethode für ein geeignetes Erosionsprüfverfahren.....	8
5.1 Zusammenhang zwischen Prüfverfahren und im praktischen Einsatz auftretenden Beanspruchungen	8
5.2 Empfohlenes Prüfverfahren nach den Werkstoffen	9
6 Allgemeine Angaben für alle Prüfverfahren.....	10
6.1 Vorbereitung des Prüflings	10
6.2 Lotlegierung.....	10
6.3 Beschleunigte Beanspruchungsbedingungen	10
6.3.1 Prüftemperatur.....	10
6.3.2 Rotationsgeschwindigkeit.....	10
6.3.3 Biegebeanspruchung des Prüflings.....	10
6.4 Schlacke	11
6.4.1 Schlackeerzeugung und Häufigkeit der Schlackeentfernung	11
6.4.2 Vorgehensweise bei der Schlackeentfernung.....	11
6.4.3 Volumen des geschmolzenen Lots nach der Schlackeentfernung	11
6.5 Verfahren der Erosionstiefenmessung	11
6.5.1 Behandlung nach der Prüfung.....	11
6.5.2 Lokale Erosionstiefe	11
6.5.3 Allgemeine (einheitliche) Erosionstiefe	13
6.5.4 Beurteilung	14
7 Überblick der Prüfverfahren	14
7.1 Prüfverfahren.....	14
7.2 Metallischer Werkstoff ohne Oberflächenbehandlung	15
7.2.1 Allgemeines.....	15
7.2.2 Rotationsprüfung bei 350 °C	15
7.3 Metallischer Werkstoff mit Oberflächenbehandlung.....	16
7.3.1 Prüfverfahren.....	16
7.3.2 Rotationsprüfung bei 450 °C	16
7.3.3 Rotationsprüfung bei 450 °C mit um 2 mm gebogenem Prüfling.....	17
Anhang A (informativ) Leitfaden für die Auswahl von Prüftemperatur, Prüfdauer und Biegebeanspruchung.....	18
A.1 Prüfling ohne Oberflächenbehandlung.....	18
A.2 Prüfling mit Oberflächenbehandlung	20

	Seite
Anhang B (informativ) Leitfaden zur Messung der maximalen Tiefe und zu anderen Messungen	23
B.1 Allgemeines	23
B.2 Messung der maximalen Tiefe	23
Anhang C (informativ) Erosionsmechanismus	26
C.1 Prüfling ohne Oberflächenbehandlung	26
C.2 Prüfling mit Oberflächenbehandlung	26
C.3 Literatur	27
Anhang D (informativ) Thermische Erosionsbeschleunigung	28
D.1 Prüfling ohne Oberflächenbehandlung	28
D.2 Prüfling mit Oberflächenbehandlung	28
D.3 Literatur	30
Literaturhinweise	31
 Bilder	
Bild 1 – Schematisches Beispiel einer Wellenlöttausrüstung	7
Bild 2 – Beispiel eines Werkzeugs zur Schlackeentfernung	11
Bild 3 – Schematische Darstellung der allgemeinen Definition der Erosionstiefe	12
Bild 4 – Schematische Darstellung der Definition der mit der Schärfentiefemethode gemessenen Erosionstiefe	12
Bild 5 – Beispiele einer lokalen Erosion	13
Bild 6 – Beispiel eines Bewertungsbereichs	13
Bild 7 – Beispiele mit erosionsfreiem Bereich	14
Bild 8 – Beispiele ohne erosionsfreien Bereich und Querschnittsbeispiel	14
Bild 9 – Konfigurationsbeispiel einer Prüfausrüstung	15
Bild 10 – Konfigurationsbeispiel einer Prüfausrüstung für die Rotationsprüfung bei 450 °C mit um 2 mm gebogenem Prüfling	17
Bild A.1 – Prüflingskonfiguration für die Vorprüfung	18
Bild A.2 – Erosionstiefe über der Temperatur des geschmolzenen Lots	19
Bild A.3 – Erosionstiefe über der Rotationsgeschwindigkeit	19
Bild A.4 – Erosionstiefe über der Eintauchzeit	20
Bild C.1 – Erosionsmechanismus bei nitrierten Werkstoffen	27
Bild D.1 – Wachstum der Sn-Diffusionsschicht in der plasmanitrierten Schicht für verschiedene nichtrostende Stähle	29
 Tabellen	
Tabelle 1 – Erosionsbereiche im praktischen Einsatz und Problembeispiele	8
Tabelle 2 – Zusammenhang zwischen Prüfverfahren und im praktischen Einsatz auftretenden Beanspruchungen	8
Tabelle 3 – Anzuwendendes Prüfverfahren nach den Werkstoffen	9
Tabelle 4 – Prüfbedingungen für die Rotationsprüfung bei 350 °C	16
Tabelle 5 – Prüfbedingungen für die Rotationsprüfung bei 450 °C	16
Tabelle A.1 – Ergebnisse der Erosionsprüfung von gasnitrierten und nitrokarburierten Werkstoffen	21

	Seite
Tabelle A.2 – Ergebnisse der Erosionsprüfung von Werkstoffen mit Oberflächenbeschichtung	22
Tabelle B.1 – Messverfahren, Eigenschaften und Genauigkeit	23
Tabelle B.2 – Beispiele für Messgeräte	25
Tabelle D.1 – Dauer der Ablösung der plasmanitrierten Schicht (Inkubationszeit nach Bild D.1)	29
Tabelle D.2 – Anfängliche Wachstumsgeschwindigkeit der Sn-Diffusionsschicht	30

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 91/1344/CD:2016 „Test method for erosion of wave soldering equipment using molten lead-free solder alloy – Part 3: Selection guidance of erosion test method“ (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

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

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

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

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf prEN nur 2 Monate beträgt, und dann keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

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

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

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

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

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO [und/oder] IEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Verfahren zur Erosionsprüfung für Wellenlöttausrüstungen bei Verwendung von geschmolzener, bleifreier Lotlegierung – Teil 3: Leitfaden für die Auswahl von Verfahren zur Erosionsprüfung

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 62739 beschreibt eine Auswahlmethodik für ein geeignetes Prüfverfahren zur Bewertung der Erosion von metallischen Werkstoffen mit oder ohne Oberflächenbehandlung, die zur Verwendung in Bleifrei-Wellenlöttausrüstungen für Löttingel und andere Komponenten, die mit geschmolzenem Lot in Kontakt kommen, vorgesehen sind.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 62739-1, *Test method for erosion of wave soldering equipment using molten lead-free solder alloy – Part 1: Erosion test method for metal materials without surface processing*

IEC 62739-2, *Test method for erosion of wave soldering equipment using molten lead-free solder alloy – Part 2: Erosion test method for metal materials with surface processing*

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 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*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Erosion

Phänomen, bei dem ein Grundwerkstoff aufgelöst und dünner wird, indem er mit geschmolzenem Lot in Kontakt kommt

3.2

bleifreies Lot

Legierung, die einen Massenanteil von höchstens 0,1 % Blei (Pb) als Bestandteil enthält und zur Aufbringung von Bauelementen auf Trägerwerkstoffe oder zur Beschichtung von Oberflächen verwendet wird

[QUELLE: IEC 60194:2006, 75.1904, modifiziert – „Gewicht“ wurde durch „Massenanteil“ ersetzt]

3.3

Schlacke

(en: dross)

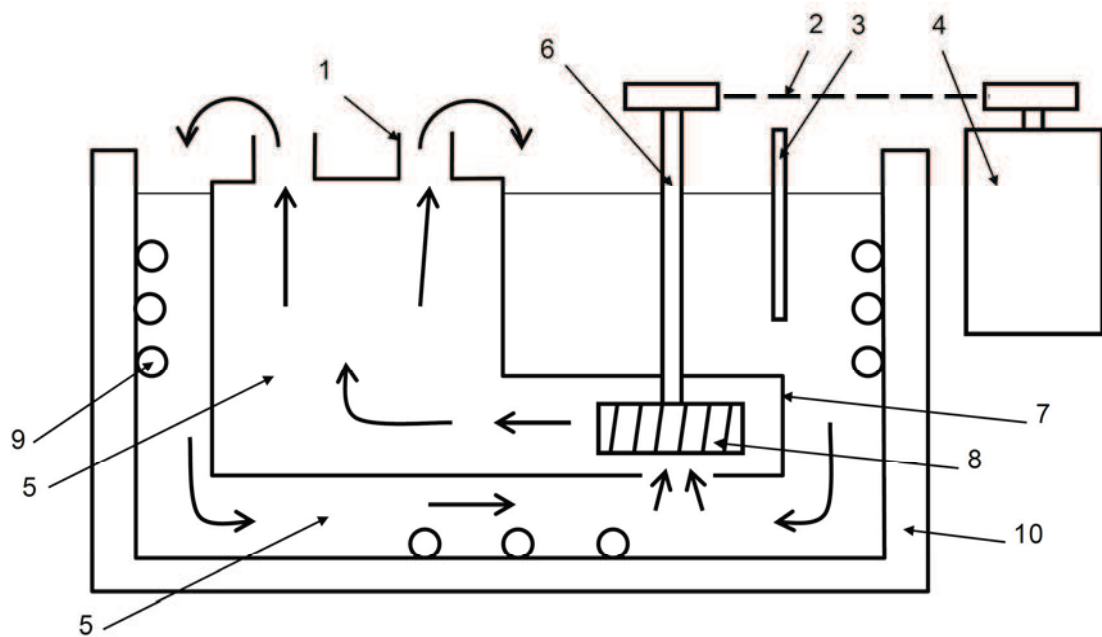
Oxide und andere Verunreinigungen, die sich auf der Oberfläche von geschmolzenem Lot bilden

[QUELLE: IEC 60194:2006, 75.0410]

4 Allgemeines

In Bild 1 ist das Beispiel einer Wellenlötäusrüstung mit Löttiegel und Zubehörteilen, die der Bewertung unterzogen werden, schematisch dargestellt. In Tabelle 1 sind die Erosionsbereiche im praktischen Einsatz und Problembeispiele angegeben. Mit den in IEC 62739-1 und IEC 62739-2 festgelegten Prüfungen sollen ein angemessener Instandhaltungszyklus und ein entsprechendes Austauschintervall für Löttiegel und andere metallische Komponenten ermittelt werden, indem die Erosionsbeständigkeit der Werkstoffe von Löttiegeln und anderen metallischen Komponenten sowie die Oberflächenbehandlung bewertet werden.

Bei den Prüfverfahren nach IEC 62739-1 und IEC 62739-2 sind die Prüfbedingungen, abgesehen von der Prüfdauer, wie z. B. die Temperatur des geschmolzenen Lots und die Rotationsgeschwindigkeit festgelegt. Die Dauer zur Erosionserzeugung aber ist je nach metallischem Werkstoff und angewandter Oberflächenbehandlung unterschiedlich. Aus diesem Grund muss eine geeignete Prüfdauer festgelegt werden, damit der Bereich, der als Basis für die mit der Tiefenschärfemethode gemessenen Erosionstiefe dient, erosionsfrei bleibt und die unterschiedlichen metallischen Werkstoffe und Oberflächenbehandlungen, von denen die Erosionstiefe des Prüflings abhängt, berücksichtigt werden.



Legende

1	Strahldüse	6	Antriebswelle
2	Antriebsriemen	7	Pumpe für das geschmolzene Lot
3	Temperatursensor	8	Antriebsrad
4	Motor	9	Heizelement/Heizung
5	geschmolzenes Lot	10	Löttiegel

ANMERKUNG Die Flussrichtung des geschmolzenen Lots wird durch die Pfeile angezeigt.

Bild 1 – Schematisches Beispiel einer Wellenlötäusrüstung

Tabelle 1 – Erosionsbereiche im praktischen Einsatz und Problembeispiele

Erosionsbereiche im praktischen Einsatz	Problembeispiele
Innenwand des Löttiegels	Loch, austretendes geschmolzenes Lot
Antriebswelle	Verdünnung, Bruch der Antriebswelle
Komponenten der Pumpe für das geschmolzene Lot, z. B. Antriebsrad	Lötfehler infolge einer Lotstrahlstörung
Strahldüse	Lötfehler infolge einer Lotstrahlstörung
Temperatursensorröhre	Loch, von der Kerntemperatur abweichende Temperatur des geschmolzenen Lots, Isolationsfehler
eingetauchte(s) Heizelement/Heizung	Loch, Isolationsfehler, Stromleck

5 Auswahlmethode für ein geeignetes Erosionsprüfverfahren

5.1 Zusammenhang zwischen Prüfverfahren und im praktischen Einsatz auftretenden Beanspruchungen

In Tabelle 2 ist der Zusammenhang zwischen den Prüfverfahren und den im praktischen Einsatz auftretenden Beanspruchungen einschließlich der entsprechenden Werkstoffe angegeben.

Tabelle 2 – Zusammenhang zwischen Prüfverfahren und im praktischen Einsatz auftretenden Beanspruchungen (1 von 2)

Prüfverfahren (entsprechende Norm)	Beschleunigte Beanspruchungs- bedingungen	Angewandter Werkstoff	Im praktischen Einsatz auftretende Beanspruchung
Rotationsprüfung bei 350 °C ^a (IEC 62739-1)	Hohe Temperatur (350 °C) Fluss des geschmolzenen bleifreien Lots Anwendung von Flussmittel	metallischer Werkstoff ohne Oberflächenbehandlung	Mögliche Beeinträchtigung durch das Schmelzen des festen Metalls aufgrund des hochtemperierten geschmolzenen bleifreien Lots. Mögliche Beeinträchtigung durch chemische Erosion aufgrund der Anwendung von Flussmittel.
Rotationsprüfung bei 450 °C ^b (IEC 62739-2)	Hohe Temperatur (450 °C) Fluss des geschmolzenen bleifreien Lots	metallischer Werkstoff mit Oberflächenbehandlung	Mögliche Beeinträchtigung durch das Schmelzen des festen Metalls aufgrund des hochtemperierten geschmolzenen bleifreien Lots.
Rotationsprüfung bei 450 °C ^b mit um 2 mm gebogenem Prüfling (IEC 62739-2)	Hohe Temperatur (450 °C) Fluss des geschmolzenen bleifreien Lots Biegebeanspruchung (2 mm)	metallischer Werkstoff mit Oberflächenbehandlung	Mögliche Beeinträchtigung durch das Schmelzen des festen Metalls aufgrund des hochtemperierten geschmolzenen bleifreien Lots. Mögliche beschleunigte Beeinträchtigung durch die Biegebeanspruchung des oberflächenbehandelten Metalls.

Tabelle 2 – Zusammenhang zwischen Prüfverfahren und im praktischen Einsatz auftretenden Beanspruchungen (2 von 2)

a	Dieses Prüfverfahren wird bei einer für metallische Werkstoffe ohne Oberflächenbehandlung geeigneten Temperatur, die eine entsprechende Erosionstiefenmessung ermöglicht, durchgeführt. Es ist jedoch erforderlich, eine geeignete Prüfdauer für den jeweiligen metallischen Werkstoff festzulegen. Bei metallischen Werkstoffen mit Oberflächenbehandlung wäre die Dauer zur Erosionserzeugung zu lang. Daher ist dieses Prüfverfahren für metallische Werkstoffe mit Oberflächenbehandlung nicht geeignet.
b	Dieses Prüfverfahren wird bei einer für metallische Werkstoffe mit Oberflächenbehandlung geeigneten Temperatur, die eine entsprechende Erosionstiefenmessung ermöglicht, durchgeführt. Es ist jedoch erforderlich, eine geeignete Prüfdauer für die jeweilige Oberflächenbehandlung festzulegen. Bei metallischen Werkstoffen ohne Oberflächenbehandlung würde die Erosion so schnell voranschreiten, dass kein erosionsfreier Bereich, der als Basis für die Erosionstiefenmessung verwendet wird, verbliebe. Daher ist dieses Prüfverfahren für metallische Werkstoffe ohne Oberflächenbehandlung nicht geeignet.
c	Dieses Prüfverfahren ist für metallische Werkstoffe mit Oberflächenbehandlung geeignet, wenn die Rotationsprüfung bei 450 °C zu lange dauert, so dass eine weitere Beschleunigungsbedingung benötigt wird. Es ist jedoch erforderlich, eine geeignete Prüfdauer für die jeweilige Oberflächenbehandlung festzulegen. Bei metallischen Werkstoffen ohne Oberflächenbehandlung würde die Erosion so schnell voranschreiten, dass kein erosionsfreier Bereich, der als Basis für die Erosionstiefenmessung verwendet wird, verbliebe. Daher ist dieses Prüfverfahren für metallische Werkstoffe ohne Oberflächenbehandlung nicht geeignet.

5.2 Empfohlenes Prüfverfahren nach den Werkstoffen

In Tabelle 3 ist das anzuwendende Prüfverfahren nach den Werkstoffen, die für den Löttiegel und die Zubehörteile verwendet werden, angegeben.

Tabelle 3 – Anzuwendendes Prüfverfahren nach den Werkstoffen

Metallische Werkstoffe und Oberflächenbehandlung		Anzuwendendes beschleunigtes Prüfverfahren		
Metallischer Werkstoff	Oberflächenbehandlung	Rotationsprüfung bei 350 °C	Rotationsprüfung bei 450 °C	Rotationsprüfung bei 450 °C mit um 2 mm gebogenem Prüfling
SUS304	keine	A	B	B
SUS316	keine	A	B	B
Titan	keine	A	B	B
Gusseisen	keine	A	B	B
SUS304, SUS316	Oberflächendiffusion	B	A	A
SUS304, SUS316	Oberflächenbeschichtung	B	A	A

„A“ steht für empfohlen. „B“ steht für nicht zutreffend.

Die Oberflächenbehandlung wird eingeteilt in die Oberflächendiffusion, bei der eine Oberflächenbehandlungsschicht durch die Diffusion von (beispielsweise) Stickstoff in den Grundwerkstoff gebildet wird, und die Oberflächenbeschichtung, bei der eine Beschichtung auf die Oberfläche des Grundwerkstoffs aufgebracht wird. Beispiele für beide Oberflächenbehandlungsarten sind nachfolgend angegeben.

- Oberflächendiffusionsarten: Diffusionsbehandlung mit an Stickstoff übersättigter fester Lösung, Nitrid-Diffusions- und Penetrationsbehandlung, Gasnitrierung, Nitrokarburierung, Plasmanitrierung;
- Oberflächenbeschichtungsarten: Feinkeramikbeschichtung mit chemischem Verdichtungsverfahren, CrN-Beschichtung mit dem Verfahren der physikalischen Gasphasenabscheidung (PVD: Physical Vapor Deposition), thermisch gespritzte Aluminiumoxidschicht.

ANMERKUNG Der Erosionsmechanismus in der Prüfung wird in Anhang C erläutert.

6 Allgemeine Angaben für alle Prüfverfahren

6.1 Vorbereitung des Prüflings

Der Prüfling ist wie folgt vorzubereiten.

- Grundsätzlich muss das Formen des Prüflings durch Stanzen mit einer Presse erfolgen. Bei Werkstoffen großer Härte wie Titan und Gusseisen aber, die für das Stanzen ungeeignet sind, ist das Abschälverfahren anzuwenden.
- Grate an den Prüflingskanten, die während der Prüflingsformung entstehen und die Erosionserzeugung beeinträchtigen können, müssen durch Abrunden und dergleichen entfernt werden.
- Sofern erforderlich, ist die Oberflächenbehandlung im Anschluss an die unter a) und b) angegebenen Schritte vorzunehmen.
- Es ist darauf zu achten, den Prüfling nach seiner Herstellung so zu handhaben, dass er keine Verunreinigung durch Öl und dergleichen erfährt, die das Prüfergebnis beeinflussen kann.

6.2 Lotlegierung

Sofern nicht anders angegeben, ist die in IEC 61190-1-3 festgelegte Lotlegierung Sn96,5Ag3Cu,5 zu verwenden. Bei zu hoher Zinnreinheit tritt die Erosion innerhalb kurzer Zeit auf, was zu einem ungenauen Ergebnis führen kann.

6.3 Beschleunigte Beanspruchungsbedingungen

6.3.1 Prüftemperatur

Die Prüftemperatur beträgt nach IEC 62739-1 (350 ± 3 °C) und nach IEC 62739-2 (450 ± 3 °C). Diese Prüftemperaturen sind so festgelegt, dass der Bereich, der als Basis für die mit der Tiefenschärfemethode gemessene Erosionstiefe dient, erosionsfrei bleibt und die unterschiedlichen metallischen Werkstoffe und Oberflächenbehandlungen, von denen die Erosionstiefe des Prüflings abhängt, berücksichtigt werden. Für jeden metallischen Werkstoff und jede Oberflächenbehandlung muss eine geeignete Prüfdauer festgelegt werden (siehe Anhang A).

ANMERKUNG Der thermische Beschleunigungsfaktor für die Erosion wird in Anhang D erläutert.

6.3.2 Rotationsgeschwindigkeit

Der Geschwindigkeitsunterschied zwischen der geschmolzenen Lotlegierung und dem in Rotation versetzten Prüfling berücksichtigt die Flussgeschwindigkeit des geschmolzenen Lots in der Wellenlöttausrüstung. Für alle Prüfverfahren ist eine Rotationsgeschwindigkeit von $100 \text{ U/min} \pm 3 \text{ U/min}$ festgelegt. Wenn die Rotationsgeschwindigkeit langsamer als der festgelegte Wert ist, dann ist die Flussgeschwindigkeit des geschmolzenen Lots geringer als im tatsächlichen Fertigungsprozess; daher gilt diese Bedingung nicht als eine Beschleunigungsbedingung für die Flussgeschwindigkeit des geschmolzenen Lots im Fertigungsprozess. Wenn die Rotationsgeschwindigkeit größer als der festgelegte Wert ist, beginnt das geschmolzene Lot zu rotieren und der relative Geschwindigkeitsunterschied zwischen dem geschmolzenen Lot und dem Prüfling wird klein; daher gilt auch diese Bedingung nicht als eine Beschleunigungsbedingung für die Flussgeschwindigkeit des geschmolzenen Lots im Fertigungsprozess.

ANMERKUNG Das Beispiel eines Prüfergebnisses ist in Bild A.3 dargestellt.

6.3.3 Biegebeanspruchung des Prüflings

Wenn die Rotationsprüfung bei 450 °C zu viel Zeit benötigt, ist eine weitere Beschleunigungsbedingung erforderlich. In der in IEC 62739-2 festgelegten Rotationsprüfung bei 450 °C mit um 2 mm gebogenem Prüfling wird dieser einer Biegebeanspruchung als zusätzlicher Beschleunigungsbedingung unterzogen. Eine 1-mm-Biegebeanspruchung reicht nicht aus, um die Erosionserzeugung zu beschleunigen (siehe Abschnitt A.2). Eine Biegebeanspruchung von mehr als 2 mm führt zu einer anhaltenden Verformung des Prüflings nach der Beanspruchungsentlastung, so dass die Erosionstiefenmessung nach der Schärfentiefemethode schwierig wird.

6.4 Schlacke

6.4.1 Schlackeerzeugung und Häufigkeit der Schlackeentfernung

Je höher die Prüftemperatur und je größer die Rotationsgeschwindigkeit ist, desto mehr Schlacke wird aufgrund der verstärkten Oxidation des geschmolzenen Lots erzeugt. Ein Vergleich zwischen der in der Rotationsprüfung bei 350 °C und der Rotationsprüfung bei 450 °C erzeugten Schlackemenge zeigt, dass in der Rotationsprüfung bei 450 °C mehr Schlacke erzeugt wird. Wenn die Schlacke aber alle 16 h entfernt wird, können beide Prüfungen ohne Probleme wie Brand oder Überlaufen durchgeführt werden.

Zur Verringerung der Schlackebildung ist eine Stickstoffatmosphäre geeignet. Eine Ausrüstungskonfiguration wie z. B. eine Sauerstoffpartialdruckeinstellung aber kann kompliziert sein. Sie wird nicht empfohlen, da die Prüfung mit der vorstehend angegebenen periodischen Schlackeentfernung durchgeführt werden kann.

6.4.2 Vorgehensweise bei der Schlackeentfernung

Die Schlacke muss mit einem geeigneten Werkzeug (z. B. einer mit vielen Löchern versehenen Edelstahlkelle, wie in Bild 2 dargestellt) entfernt werden, nachdem der Rotationsmotor angehalten wurde. Der Bediener muss Vorsichtsmaßnahmen treffen wie z. B. hitzebeständige Handschuhe, um Verbrennungen aufgrund der hohen Temperatur zu vermeiden, eine Gesichtsmaske und eine staubdichte Brille zum Schutz vor Metallteilchen in der Luft. Die entfernte Schlacke sollte in einen verschließbaren Behälter gegeben werden, um Spritzer von Metallteilchen aus der entfernten Schlacke zu minimieren.



Bild 2 – Beispiel eines Werkzeugs zur Schlackeentfernung

6.4.3 Volumen des geschmolzenen Lots nach der Schlackeentfernung

Nach der Schlackeentfernung ist das Volumen des geschmolzenen Lots im Löttiegel zu prüfen, um die festgelegte Eintauchtiefe einzuhalten. Wenn das Volumen des geschmolzenen Lots zu gering ist, muss zusätzliches Lot entsprechend zugegeben werden.

6.5 Verfahren der Erosionstiefenmessung

6.5.1 Behandlung nach der Prüfung

Bei anhaftendem Lot ist der Prüfling vor der Messung für 10 min bei 20 °C zu erwärmen und abzuwischen oder mit Säure, z. B. verdünnter Salzsäure (5 %) zu reinigen.

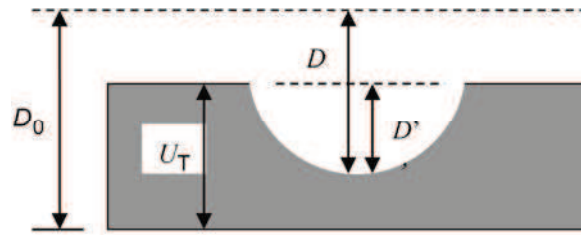
6.5.2 Lokale Erosionstiefe

6.5.2.1 Definition der Erosionstiefe

Eine allgemeine Definition der Erosionstiefe für kraterartige Formen ist festgelegt als

$$D = (D_0 - U_T) + D'$$

wie in Bild 3 dargestellt.



Legende

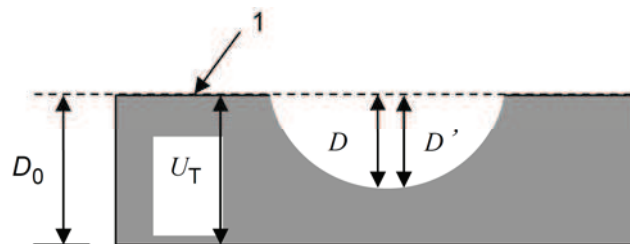
- D wahre Erosionstiefe
- D_0 Dicke des Prüflings vor der Prüfung
- U_T Dicke des Prüflings nach der Prüfung
- D' berechnete Erosionstiefe

Bild 3 – Schematische Darstellung der allgemeinen Definition der Erosionstiefe

6.5.2.2 Erosionstiefenmessung mit der Schärfentiefemethode

Bei den Prüfverfahren nach IEC 62739-1 und IEC 62739-2 ist der Prüfling relativ klein, so dass es schwierig ist, die Messung mit einem Tiefenmessgerät durchzuführen; daher wird ein optisches Verfahren angewandt. Es gibt verschiedene optische Verfahren (siehe Anhang B), von denen die Schärfentiefemethode mit optischem Mikroskop, das relativ kostengünstig erhältlich ist, zu verwenden ist.

Die Erosionstiefenmessung mit der Schärfentiefemethode beruht auf der Annahme, dass die Dicke des Prüflings nach der Prüfung unverändert bleibt und der erosionsfreie Bereich auf demselben Beobachtungsschirm betrachtet werden kann. Wie in Bild 4 dargestellt, ist D_0 gleich U_T und D gleich D' .



Legende

- 1 Basis für die Erosionstiefenmessung (0-Position)
- D wahre Erosionstiefe
- D_0 Dicke des Prüflings vor der Prüfung
- U_T Dicke des Prüflings nach der Prüfung
- D' berechnete Erosionstiefe

Bild 4 – Schematische Darstellung der Definition der mit der Schärfentiefemethode gemessenen Erosionstiefe

6.5.2.3 Darstellung der mit der Schärfentiefemethode gemessenen Erosionstiefe

Wenn eine genaue Messung erforderlich ist, ist die Dicke des Prüflings vor und nach der Prüfung zu messen und die Erosionstiefe nach der Definition in Bild 3 zu berechnen. Bei unveränderter Dicke des Prüflings vor und nach der Prüfung kann der Messwert von D' als Erosionstiefe nach der Definition in Bild 4 verwendet werden. In Bild 5 sind typische Beispiele einer lokalen Erosion dargestellt.

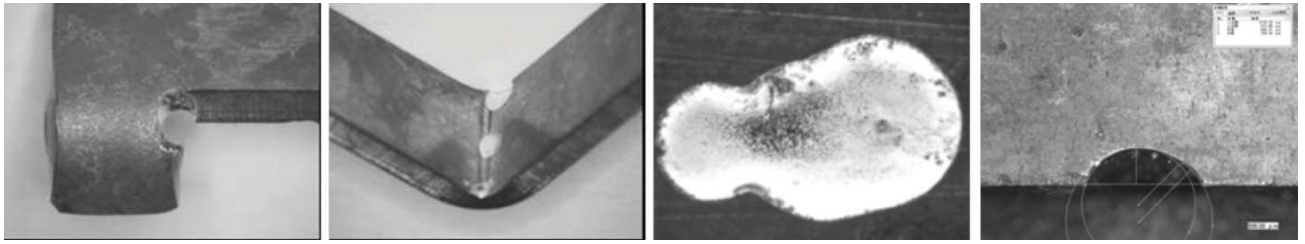
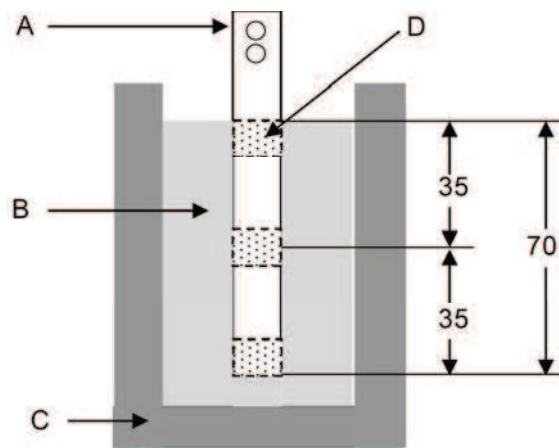


Bild 5 – Beispiele einer lokalen Erosion

6.5.2.4 Bewertungsbereich

Der Erosionszustand ist in Abhängigkeit von der Eintauchposition des Prüflings im Löttiegel unterschiedlich. Daher ist die Messung an jeweils 5 Punkten der 3 Bewertungsbereiche, wie in Bild 6 dargestellt, durchzuführen und statistisch zu analysieren. Für die vergleichende Bewertung darf der höchste Wert (die größte Tiefe) als repräsentativer Wert verwendet werden.

Maße in Millimeter



Legende

- A Prüfling
- B geschmolzenes Lot
- C Löttiegel
- D Bewertungsbereich (Wenn die Erosion in einem anderen als dem festgelegten Bereich auftritt, darf dieser Bereich für die Bewertung hinzugefügt werden.)

Bild 6 – Beispiel eines Bewertungsbereichs

6.5.3 Allgemeine (einheitliche) Erosionstiefe

6.5.3.1 Vorhandener erosionsfreier Bereich

Wenn auf demselben Beobachtungsschirm erosionsfreie Bereiche vorhanden sind, wie in Bild 7 dargestellt, kann die Erosionstiefe mit der Schärfentiefemethode nach 6.5.2 gemessen werden.

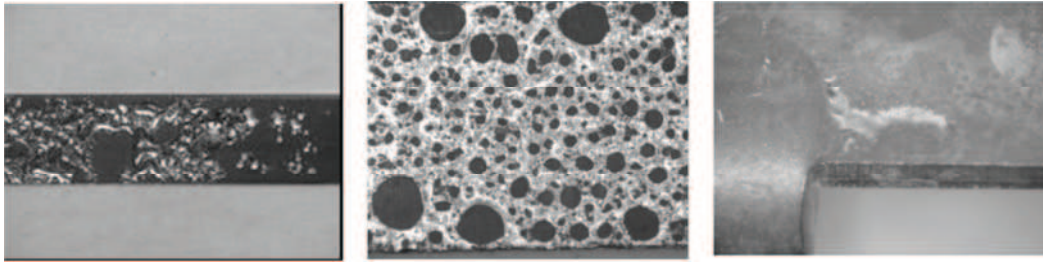


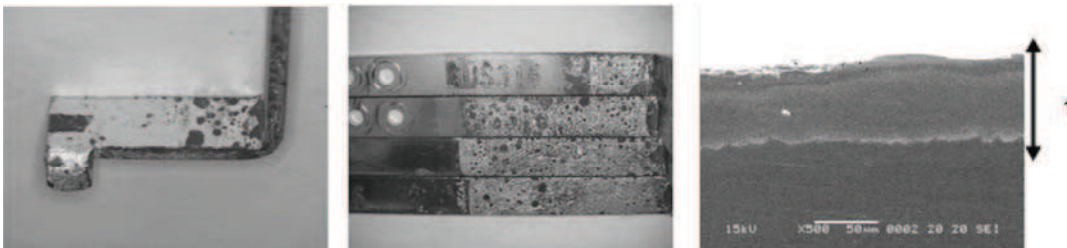
Bild 7 – Beispiele mit erosionsfreiem Bereich

6.5.3.2 Fehlender erosionsfreier Bereich

Wenn eine allgemeine Erosion ohne naheliegende erosionsfreie Bereiche auftritt, wie in Bild 8 dargestellt, wird die Erosionstiefe als die Differenz zwischen der Prüflingsdicke vor und der Prüflingsdicke nach der Prüfung definiert. Die Prüflingsdicke kann mit dem zweidimensionalen Messverfahren auf eine der folgenden Weisen gemessen werden:

- Der Prüfling wird in der Seitenansicht gemessen oder
- der Querschnitt des Prüflings (geschliffen und poliert) wird gemessen; nur nach der Prüfung.

ANMERKUNG Das Beispiel eines Gerätes zur zweidimensionalen Messung ist in Tabelle B.2 angegeben.



Legende

- 1 Einwirkungsbereich

Bild 8 – Beispiele ohne erosionsfreien Bereich und Querschnittsbeispiel

6.5.4 Beurteilung

Bei stärkerer Einwirkung wird eine größere Erosionstiefe festgestellt. Dieses Prüfverfahren ist nicht zur Gut-Schlecht-Beurteilung vorgesehen, sondern zur Schätzung eines angemessenen Instandhaltungszyklus und der Lebensdauer von Komponenten durch einen relativen Vergleich, so dass Unfälle infolge der Beispielpunkte nach Tabelle 1, wie z. B. das Austreten von geschmolzenem Lot oder Brand, vermieden werden.

ANMERKUNG Sofern erforderlich, kann die maximale Erosionstiefe nach der in IEC 62739-1, Anhang B, erläuterten Methode ermittelt werden.

7 Überblick der Prüfverfahren

7.1 Prüfverfahren

Ein Überblick der Prüfverfahren wird in 7.2 bzw. 7.3 gegeben.

7.2 Metallischer Werkstoff ohne Oberflächenbehandlung

7.2.1 Allgemeines

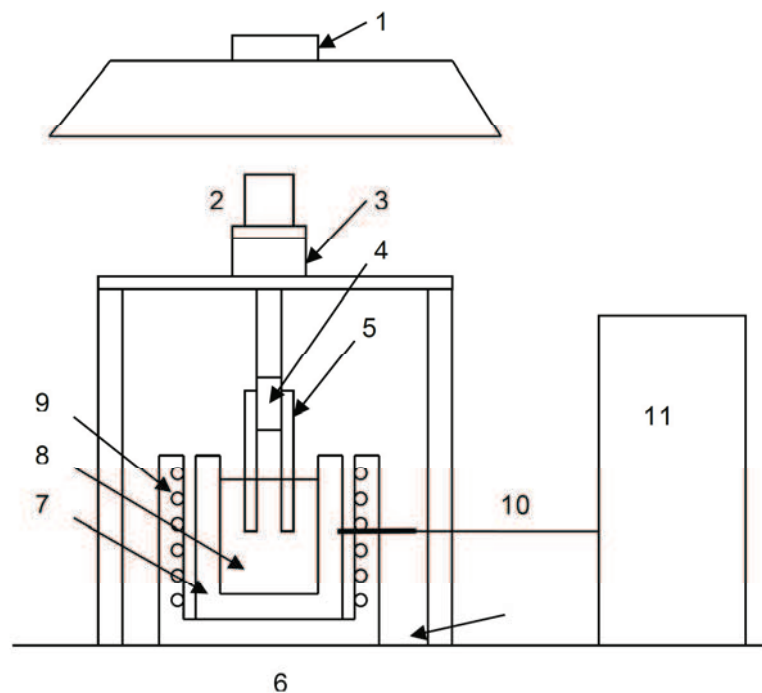
Mit der Erosionsprüfung für metallische Werkstoffe ohne Oberflächenbehandlung soll der Erosionsgrad bestimmt werden, indem die Tiefe der in der Rotationsprüfung bei 350 °C erzeugten und beschleunigten Erosion gemessen wird. Die Oberflächenschicht des Prüflings, z. B. auf nichtrostendem Stahl gebildete Oxidschicht, kann durch das im tatsächlichen Fertigungsprozess verwendete Flussmittel chemisch entfernt werden, wodurch die Erosionsgeschwindigkeit beeinflusst wird. Daher ist bei der Prüfung des Prüflings ohne Oberflächenbehandlung (siehe Abschnitt C.1) das in Tabelle 4 festgelegte Flussmittel zu verwenden.

7.2.2 Rotationsprüfung bei 350 °C

Die Rotationsprüfung bei 350 °C ist zur Erosionsbewertung metallischer Werkstoffe ohne Oberflächenbehandlung anzuwenden. Wie in Bild 9 dargestellt, wird der Prüfling am Rotationsblock befestigt, dann in das geschmolzene Lot bei 350 °C ± 3 °C eingetaucht und mit einer Geschwindigkeit von 100 U/min ± 3 U/min rotiert. Anschließend wird die Tiefe der in der Prüfung erzeugten Erosion gemessen. In Tabelle 4 ist ein Überblick der Prüfbedingungen angegeben.

Zur Erleichterung der Erosionserzeugung (siehe Abschnitt C.1) wird der Prüfling für wenige Sekunden in Flussmittel getaucht, dann wird überschüssiges Flussmittel entfernt und der Prüfling wird anschließend für 5 min bis 10 min zum Trocknen in die Luft gehalten.

Einzelheiten des Prüfverfahrens sind IEC 62739-1 zu entnehmen.



Legende

1	Abluftleitung	7	Löttiegel
2	Rotationseinheit	8	geschmolzenes Lot
3	Rotationsmotor	9	Heizelement/Heizung
4	Rotationsblock	10	Temperatursensor
5	Prüfling	11	Steuereinheit
6	Lotbehälter-Einheit		

Bild 9 – Konfigurationsbeispiel einer Prüfausrüstung

Tabelle 4 – Prüfbedingungen für die Rotationsprüfung bei 350 °C

Prüfbedingungen	Festlegung
Zusammensetzung der Prüflotlegierung	Sn96,5Ag3Cu,5 nach IEC 61190-1-3 ist zu verwenden, wenn in Einzelnormen nicht anders festgelegt.
Prüfflussmittel	Es sind Kolophoniumflussmittel mit einem Massenanteil von 0,2 % Halogenid zu verwenden. Es sind die in IEC 60068-2-20:2008, Anhang B, angegebenen Werkstoffe zu verwenden.
Temperatur des geschmolzenen Lots (an der Messstelle)	350 °C ± 3 °C (Die Temperatur wird in einer Tiefe von 35 mm bis 40 mm von der Oberfläche des geschmolzenen Lots und in einem Abstand von 20 mm bis 30 mm vom Prüfling gemessen.)
Rotationsgeschwindigkeit des Prüflings	100 U/min ± 3 U/min
Rotationsradius des Prüflings	6 mm bis 8 mm (vom Zentrum des Rotationsblocks zur Außenkante des Prüflings)
Eintauchtiefe des Prüflings	65 mm bis 70 mm (von der Oberfläche des geschmolzenen Lots zur Unterkante des Prüflings)
Prüfdauer	Eine geeignete Prüfdauer muss zuvor festgelegt werden.
Häufigkeit der Schlacke-entfernung	Mindestens einmal alle 16 h

7.3 Metallischer Werkstoff mit Oberflächenbehandlung

7.3.1 Prüfverfahren

Mit der Erosionsprüfung für metallische Werkstoffe mit Oberflächenbehandlung soll der Erosionsgrad bestimmt werden, indem die Tiefe der in der Rotationsprüfung bei 450 °C oder, falls eine weitere Beschleunigung erforderlich ist, in der Rotationsprüfung bei 450 °C mit um 2 mm gebogenem Prüfling erzeugten und beschleunigten Erosion gemessen wird.

7.3.2 Rotationsprüfung bei 450 °C

Die Rotationsprüfung bei 450 °C ist zur Erosionsbewertung metallischer Werkstoffe mit Oberflächenbehandlung anzuwenden. Wie in Bild 9 dargestellt, wird der Prüfling am Rotationsblock befestigt, dann in das geschmolzene Lot bei 450 °C ± 3 °C eingetaucht und mit einer Geschwindigkeit von 100 U/min ± 3 U/min rotiert. Anschließend wird die Tiefe der in der Prüfung erzeugten Erosion gemessen. In Tabelle 5 ist ein Überblick der Prüfbedingungen angegeben.

Einzelheiten des Prüfverfahrens sind IEC 62739-2 zu entnehmen.

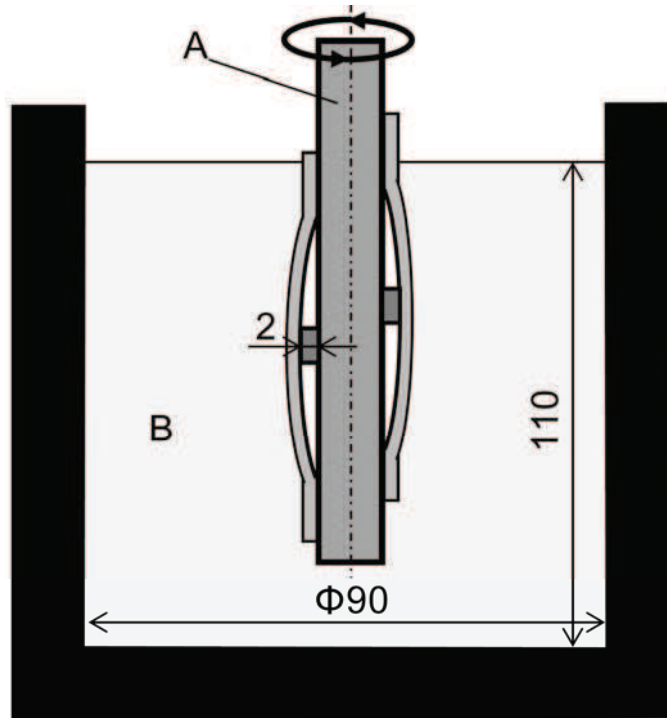
Tabelle 5 – Prüfbedingungen für die Rotationsprüfung bei 450 °C

Prüfbedingungen	Festlegung
Zusammensetzung der Prüflotlegierung	Sn96,5Ag3Cu,5 nach IEC 61190-1-3 ist zu verwenden, wenn in Einzelnormen nicht anders festgelegt.
Temperatur des geschmolzenen Lots (an der Messstelle)	450 °C ± 3 °C (Die Temperatur wird in einer Tiefe von 35 mm bis 40 mm von der Oberfläche des geschmolzenen Lots und in einem Abstand von 20 mm bis 30 mm vom Prüfling gemessen.)
Rotationsgeschwindigkeit des Prüflings	100 U/min ± 3 U/min
Rotationsradius des Prüflings	6 mm bis 8 mm (vom Zentrum des Rotationsblocks zur Außenkante des Prüflings)
Eintauchtiefe des Prüflings	65 mm bis 70 mm (von der Oberfläche des geschmolzenen Lots zur Unterkante des Prüflings)
Prüfdauer	Eine geeignete Prüfdauer muss zuvor festgelegt werden.
Häufigkeit der Schlacke-entfernung	Mindestens einmal alle 16 h

7.3.3 Rotationsprüfung bei 450 °C mit um 2 mm gebogenem Prüfling

Wenn die Rotationsprüfung bei 450 °C für die Erzeugung einer Erosion, die uneingeschränkt beurteilt werden kann, zu lange dauert, so dass eine weitere Beschleunigung erforderlich ist, ist der Prüfling zusätzlich um 2 mm zu biegen, wie in Bild 10 dargestellt.

Einzelheiten des Prüfverfahrens sind IEC 62739-2 zu entnehmen.



Legende

- A Rotationswelle
- B geschmolzenes Lot

Bild 10 – Konfigurationsbeispiel einer Prüfausrüstung für die Rotationsprüfung bei 450 °C mit um 2 mm gebogenem Prüfling

