

DIN EN 61189-5-3

ICS 31.180

Teilweiser Ersatz für
DIN EN 61189-5:2007-05
Siehe Anwendungsbeginn

**Prüfverfahren für Elektromaterialien, Leiterplatten und andere
Verbindungsstrukturen und Baugruppen –
Teil 5-3: Allgemeine Prüfverfahren für Materialien und Baugruppen –
Lotpaste für bestückte Leiterplatten
(IEC 61189-5-3:2015);
Deutsche Fassung EN 61189-5-3:2015**

Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies –

Part 5-3: General test methods for materials and assemblies –

Soldering paste for printed board assemblies

(IEC 61189-5-3:2015);

German version EN 61189-5-3:2015

Méthodes d'essai pour les matériaux électriques, les cartes imprimées et autres structures d'interconnexion et ensembles –

Partie 5-3: Méthodes d'essai générales pour les matériaux et les assemblages –

Pâte de brasage pour les assemblages de cartes imprimées

(IEC 61189-5-3:2015);

Version allemande EN 61189-5-3:2015

Gesamtumfang 45 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2015-02-12 angenommene Europäische Norm als DIN-Norm ist 2015-11-01.

Für DIN EN 61189-5:2007-05 besteht eine Übergangsfrist bis 2018-02-12.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61189-5-3:2013-07.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 682 „Montageverfahren 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.

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.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

Die DIN EN 61189-5 wurde in die Teile DIN EN 61189-5-1, DIN EN 61189-5-2, DIN EN 61189-5-3, DIN EN 61189-5-4 und IEC 61189-5-5 aufgeteilt.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61189-5:2007-05 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Dieser Teil 5-3 der Reihe DIN EN 61189 behandelt Prüfverfahren für die Beständigkeit von Materialien oder Baugruppen für Leiterplatten, unabhängig vom jeweiligen Herstellungsverfahren.
- b) Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung grundlegend überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61189-5: 2007-05

Prüfverfahren für Elektromaterialien, Leiterplatten und andere
Verbindungsstrukturen und Baugruppen –
Teil 5-3: Allgemeine Prüfverfahren für Materialien und Baugruppen –
Lotpaste für bestückte Leiterplatten
(IEC 61189-5-3:2015)

Test methods for electrical materials, printed
boards and other interconnection structures and
assemblies –
Part 5-3: General test methods for materials and
assemblies –
Soldering paste for printed board assemblies
(IEC 61189-5-3:2015)

Méthodes d'essai pour les matériaux
électriques, les cartes imprimées et autres
structures d'interconnexion et ensembles –
Partie 5-3: Méthodes d'essai générales pour les
matériaux et les assemblages –
Pâte de brasage pour les assemblages de
cartes imprimées
(IEC 61189-5-3:2015)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2015-02-12 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, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

© 2015 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61189-5-3:2015 D

Vorwort

Der Text des des Dokuments 91/1211/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 61189-5-3, erarbeitet vom IEC/TC 91 „Electronics assembly technology“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 61189-5-3:2015 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): 2015-11-12
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2018-02-12

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61189-5-3:2015 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 60068-1:2013	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60068-1:2014 (nicht modifiziert).
IEC 60068-2-20	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60068-2-20.
IEC 61189-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61189-1.
IEC 61189-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61189-2.
IEC 61189-3	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61189-3.
IEC 61190-1-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61190-1-1.
IEC 61249-2-7	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61249-2-7.
IEC 62137:2004	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62137:2004 (nicht modifiziert).
ISO 9001	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 9001.
ISO 9455-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN ISO 9455-2.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Genauigkeit, Präzision und Auflösung	6
3.1 Allgemeines	6
3.2 Genauigkeit	6
3.3 Präzision	7
3.4 Auflösung	8
3.5 Prüfbericht	8
3.6 Student'sche t -Verteilung	8
3.7 Empfohlene Unsicherheits-Grenzwerte	9
4 X: Sonstige Prüfverfahren	10
4.1 Prüfung 5-3X01: Viskosität von Flussmittelpasten – T-Stab-Spindel-Verfahren	10
4.2 Prüfung 5-3X02: Ausbreitungsprüfung an extrahierten Lotflussmitteln, an Flussmittelpasten und Lotpasten	11
4.3 Prüfung 5-3X03: Viskosität von Lotpasten – T-Stab-Drehspindel-Verfahren (anwendbar für Viskositäten von 300 Pa · s bis 1 600 Pa · s)	14
4.4 Prüfung 5-3X04: Viskosität von Lotpasten – T-Stab-Spindel-Verfahren (anwendbar für Viskositäten bis 300 Pa · s)	15
4.5 Prüfung 5-3X05: Viskosität von Lotpasten – Spiral-Pump-Verfahren (anwendbar für Viskositäten von 300 Pa · s bis 1 600 Pa · s)	16
4.6 Prüfung 5-3X06: Viskosität von Lotpasten – Spiral-Pump-Verfahren (anwendbar für Viskositäten bis 300 Pa · s)	18
4.7 Prüfung 5-3X07: Lotpaste – Konturenstabilitätsprüfung	19
4.8 Prüfung 5-3X08: Lotpaste – Lotkugelprüfung	22
4.9 Prüfung 5-3X09: Haftungsprüfung an Lotpasten	25
4.10 Prüfung 5-3X10: Benetzungsprüfung an Lotpasten	27
4.11 Prüfung 5-3X11: Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Lotpulvern, Siebverfahren für die Pulver-Typen 1 bis 4	28
4.12 Prüfung 5-3X12: Messung der Partikelgrößenverteilung in Lotpulvern – Mikroskop-Verfahren	30
4.13 Prüfung 5-3X13: Partikelgrößenverteilung in Lotpulvern – Verfahren der optischen Bildanalyse	32
4.14 Prüfung 5-3X14: Bestimmung der Partikelgrößenverteilung in Lotpulvern – Laserbeugungsverfahren	34
4.15 Prüfung 5-3X15: Bestimmung der maximalen Partikelgröße in Lotpulvern	36
4.16 Prüfung 5-3X16: Metallgehalt von Lotpasten nach Massenanteilen	37
Anhang A (informativ) Typischer Vergleich der Partikelgrößenverteilungen zwischen dem Laserbeugungsverfahren und dem Siebverfahren	40
Literaturhinweise	41

Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	43
---	----

Bilder

Bild 1 – Konturenstabilitätsprüfung bei einer Schablonendicke von 0,20 mm	20
Bild 2 – Konturenstabilitätsprüfung bei einer Schablonendicke von 0,10 mm	20
Bild 3 – Auswertung der Lotkugelprüfung.....	24
Bild 4 – Beispiele für Lotbenetzung	28
Bild A.1 – Typischer Vergleich zwischen Laserbeugung und Siebung	40

Tabellen

Tabelle 1 – Student'sche t -Verteilung.....	9
Tabelle 2 – Typische Ausbreitungsflächen in mm ²	12
Tabelle 3 – Beispiel für einen Prüfbericht bei Einsatz einer Siebdruckschablone mit 0,2 mm Dicke	21
Tabelle 4 – Beispiel für einen Prüfbericht bei Einsatz einer Siebdruckschablone mit 0,1 mm Dicke	21
Tabelle 5 – Maschenweite der zu verwendenden Siebe.....	30
Tabelle 6 – Partikelgrößen-Anteile einer Stichprobe (Massenanteile in %) – Nennwerte.....	30
Tabelle 7 – Aufzeichnung der Partikelgrößenverteilung in Pulvern.....	30
Tabelle 8 – Aufzeichnung der Partikelgrößenverteilung in Pulvern.....	31
Tabelle 9 – Aufzeichnung der Partikelgrößenverteilung in Pulvern (optische Analyse).....	34
Tabelle 10 – Aufzeichnung der Partikelgrößenverteilung in Pulvern.....	36
Tabelle 11 – Annahme von Pulvern nach Partikelgröße	37
Tabelle 12 – Beispiel für einen Prüfbericht zu Lotpasten	39

Einleitung

IEC 61189 bezieht sich auf Prüfverfahren zur Bestimmung der Beständigkeit von Materialien oder Bauteilen für bestückte Leiterplatten, unabhängig vom jeweiligen Herstellungsverfahren.

Die Norm ist in einzelne Teile untergliedert, in denen Informationen für den Konstrukteur, den Prüfspezialisten oder den Techniker enthalten sind. Jeder Teil behandelt einen bestimmten Schwerpunkt. Die Verfahren sind nach ihrer Anwendung in Gruppen zusammengefasst und in der Reihenfolge ihrer Entwicklung und Freigabe nummeriert.

In einigen Fällen sind Prüfverfahren, die von anderen Technischen Komitees (z. B. TC 104) entwickelt wurden, aus bestehenden IEC-Normen entnommen worden, um dem Anwender einen umfassenden Satz von Prüfverfahren an die Hand zu geben. Wenn dies der Fall ist, ist das bei dem speziellen Prüfverfahren vermerkt; wenn das Prüfverfahren bei der Wiedergabe geringfügig geändert wurde, sind die Absätze, in denen Änderungen vorgenommen wurden, gekennzeichnet.

Dieser Teil von IEC 61189 beschreibt Prüfverfahren zur Beurteilung der Beständigkeit von Materialien oder Bauteilen für bestückte Leiterplatten. Die Verfahren sind in sich geschlossen bei ausreichender Detaillierung und Beschreibung, um Einheitlichkeit und Reproduzierbarkeit in den Verfahren und der Prüfmethodik zu erreichen.

Die in dieser Norm aufgeführten Prüfungen sind nach folgendem Schema in Gruppen unterteilt:

- P: Verfahren zur Vorbereitung/Beanspruchung von Prüflingen,
- V: Sichtprüfungen,
- D: Maßprüfungen,
- C: chemische Prüfverfahren,
- M: mechanische Prüfverfahren,
- E: elektrische Prüfverfahren,
- N: Umweltprüfverfahren,
- X: sonstige Prüfverfahren.

Um eine Bezugnahme auf die Prüfungen zu erleichtern, die Stetigkeit der Darstellung zu erhalten und einer künftigen Erweiterung des Systems Rechnung zu tragen, wird jede Prüfung durch eine Zahl (zugeordnet in der Reihenfolge der Erarbeitung) gekennzeichnet, die dem vorangestellten Kennbuchstaben für die Gruppe (Gruppen-Code), zu der die Prüfung gehört, hinzugefügt wird.

Die Nummer des Prüfverfahrens hat keine Bedeutung hinsichtlich einer möglicherweise vorgesehenen Reihenfolge der Prüfungen; diese Verantwortung liegt bei der entsprechenden Spezifikation, die die durchzuführende Prüfung angibt. Die entsprechende Spezifikation beschreibt auch in den meisten Fällen Annahme-/Rückweisungskriterien.

Die Buchstaben-Zahlen-Kombinationen dienen zur Bezugnahme in den entsprechenden Spezifikationen. So bedeutet „5-3X01“ das erste chemische Prüfverfahren, das in IEC 61189-5-3 beschrieben ist.

Kurz gesagt bedeutet in diesem Beispiel die Zahl 5-3 die Nummer des Teils von IEC 61189, X die Gruppe der Prüfverfahren und 01 die Nummer des Prüfverfahrens.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61189 ist ein Katalog von Prüfverfahren, die methodische Verfahren und Prüfabläufe darstellen, die bei der Prüfung bestückter Leiterplatten angewandt werden können.

Dieser Teil von IEC 61189 behandelt Prüfverfahren für Lotpasten nach den bestehenden Normen IEC 61189-5 und IEC 61189-6. Darüber hinaus enthält er Prüfverfahren für Lotpasten für die Bleifreilötung.

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 61189-5, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 5: Test methods for printed board assemblies*

IEC 61189-6, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 6: Test methods for materials used in manufacturing electronic assemblies*

IEC 61190-1-2:2014, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for soldering pastes 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*

3 Genauigkeit, Präzision und Auflösung

3.1 Allgemeines

Alle Messvorgänge werden von Fehlern und Messunsicherheiten begleitet. Die nachstehend aufgeführten Informationen ermöglichen eine stichhaltige Abschätzung der Höhe des Fehlers und der Messunsicherheit, die berücksichtigt werden müssen.

Die Prüfdaten dienen mehreren Zwecken, wie

- Prozessüberwachung;
- Erhöhung des Vertrauens in die Qualitäts-Konformitätsprüfung;
- Vermittlung zwischen Abnehmer und Lieferant.

In jedem dieser Fälle ist es wesentlich, dass Vertrauen in die Prüfdaten gesetzt werden kann, und zwar hinsichtlich

- Genauigkeit: Eichung der Prüfgeräte und/oder des Prüfsystems;
- Präzision: Wiederholbarkeit und Unsicherheit der Messung;
- Auflösung: Eignung des Gerätes und/oder Systems zur Prüfung.

3.2 Genauigkeit

Das System, nach dem die regelmäßige Eichung der Prüfeinrichtung durchgeführt wird, muss in der Qualitätsdokumentation des Lieferanten oder der die Prüfung ausführenden Vertretung eindeutig festgelegt werden und sollte die Anforderungen nach ISO 9001 erfüllen.

Die Eichung muss von einer offiziellen Stelle durchgeführt werden, die von einem nationalen oder internationalen Institut für Mess-Standardisierung anerkannt ist. Es sollte eine ununterbrochene Eichreihe nach einer nationalen oder internationalen Norm vorliegen.

Wenn eine Eichung nach einer nationalen oder Internationalen Norm nicht möglich ist, können auch Ringversuchungsverfahren eingesetzt und dokumentiert werden, um das Vertrauen in die Messgenauigkeit zu erhöhen.

Die Eichintervalle sind normalerweise auf ein Jahr zu setzen. Ausrüstungen, deren Messwerte durchweg außerhalb der zulässigen Genauigkeitsgrenzen liegen, müssen verkürzten Eichintervallen unterworfen werden. Bei Ausrüstungen, deren Messwerte durchweg eindeutig innerhalb der zulässigen Grenzwerte liegen, darf mit verlängerten Eichintervallen gearbeitet werden.

Für alle Geräte müssen Aufzeichnungen über Eichungs- und Instandhaltungsverlauf geführt werden. In diesen Aufzeichnungen sollte auch die Unsicherheit der Eichtechnik (Abweichung $\pm$ in %) festgelegt sein, um Messunsicherheiten aufsummieren und bestimmen zu können.

Es ist auch ein Verfahren vorzusehen, nach dem vorzugehen ist, wenn ein Gerät nicht mehr innerhalb der Eichgrenzen arbeitet.

3.3 Präzision

Die Gesamtunsicherheit einer Messtechnik wird sowohl aus systematischen als auch aus zufälligen Unsicherheiten aufgebaut. Alle Fehlerabschätzungen müssen auf einem einzigen Vertrauensbereich beruhen, der mindestens 95 % betragen muss.

Die systematischen Unsicherheiten bilden üblicherweise den überwiegenden Anteil; sie umfassen alle Unsicherheiten, die nicht zu einer zufälligen Schwankung zu zählen sind. Zu ihnen gehören:

- Eichunsicherheiten;
- Fehler, die darauf beruhen, dass das Gerät unter anderen Bedingungen eingesetzt wird als jenen, unter denen die Eichung vorgenommen worden ist;
- Fehler in der Skaleneinteilung bei Analog-Messgeräten (Skalenformfehler).

Zufällige Unsicherheiten haben zahlreiche Ursachen, sie können aber aus wiederholten Messungen eines Standard-Parameters abgeleitet werden. Daher ist es nicht notwendig, die Einzelanteile zu isolieren. Zu diesen Unsicherheiten können gezählt werden:

- zufällige Schwankungen, die beispielsweise auf der Änderung einer Einflussgröße beruhen. Bezeichnend ist, dass Änderungen der Klimabedingungen die Wiederholbarkeit einer Messung verringern;
- Unzulänglichkeit im Unterscheidungsvermögen, wie z. B. das Einstellen eines Zeigers auf eine Einstellmarke oder die Interpolation zwischen Skalenstrichen auf einer Analogskala.

Häufung von Unsicherheiten: In den meisten Fällen kann eine geometrische Addition (Wurzel aus der Summe der Quadrate) der Unsicherheiten angewandt werden. Ein Interpolationsfehler wird üblicherweise getrennt addiert und kann als 20 % der Differenz zwischen den feinsten Skaleneinteilungen des Gerätes angenommen werden.

$$U_t = \pm \sqrt{(U_s^2 + U_r^2)} + U_i$$

Dabei ist

U_t die Gesamtunsicherheit;

U_s die systematische Unsicherheit;

U_r die zufällige Unsicherheit;

U_i der Interpolationsfehler.

Bestimmung der zufälligen Unsicherheiten: Eine zufällige Unsicherheit kann durch wiederholte Messungen des betrachteten Parameters und anschließende statistische Auswertung der Messdaten bestimmt werden. Bei dieser Technik wird angenommen, dass die Messdaten eine Normalverteilung (Gaußverteilung) zeigen.

$$U_r = \frac{t \times \sigma}{\sqrt{n}}$$

Dabei ist

- U_r die zufällige Unsicherheit;
- n die Stichprobengröße;
- t die Prozentpunkte der t -Verteilung, wie in Tabelle 1 angegeben;
- σ die Standardabweichung (σ_{n-1}).

3.4 Auflösung

Es ist von höchster Wichtigkeit, dass die verwendete Prüfeinrichtung eine hinreichende Auflösung aufweist. Die eingesetzten Messsysteme sollten eine Auflösung von 10 % (oder weniger) der Prüfgrenzabweichung besitzen.

Es wird eingeräumt, dass bei einigen Techniken eine physikalische Begrenzung der Auflösung gegeben ist (z. B. optische Auflösung).

3.5 Prüfbericht

Zusätzlich zu den Anforderungen, die in den Prüfnormen festgelegt sind, muss der Prüfbericht folgende Angaben enthalten:

- a) verwendetes Prüfverfahren;
- b) Identität der Stichprobe(n);
- c) Prüfgeräte;
- d) festgelegte Grenzwerte;
- e) Abschätzung der Messunsicherheit und daraus resultierende Arbeitsgrenzen der Prüfung;
- f) detaillierte Prüfergebnisse;
- g) Prüfdatum und Unterschrift des Bearbeiters.

3.6 Student'sche t -Verteilung

In Tabelle 1 sind Werte des t -Faktors für eine statistische Sicherheit von 95 % und von 99 % als Funktion der Anzahl der Messwerte angegeben.

Tabelle 1 – Student'sche t -Verteilung

Stichproben- größe	t -Wert 95 %	t -Wert 99 %		Stichproben- größe	t -Wert 95 %	t -Wert 99 %
2	12,7	63,7		14	2,16	3,01
3	4,3	9,92		15	2,14	2,98
4	3,18	5,84		16	2,13	2,95
5	2,78	4,6		17	2,12	2,92
6	2,57	4,03		18	2,11	2,9
7	2,45	3,71		19	2,1	2,88
8	2,36	3,5		20	2,09	2,86
9	2,31	3,36		21	2,08	2,83
10	2,26	3,25		22	2,075	2,82
11	2,23	3,17		23	2,07	2,81
12	2,2	3,11		24	2,065	2,8
13	2,18	3,05		25	2,06	2,79

3.7 Empfohlene Unsicherheits-Grenzwerte

Folgende Zielwerte für die Unsicherheit werden empfohlen:

- a) Spannung < 1 kV: $\pm 1,5 \%$
- b) Spannung > 1 kV: $\pm 2,5 \%$
- c) Strom < 20 A: $\pm 1,5 \%$
- d) Strom > 20 A: $\pm 2,5 \%$

Widerstand

- e) Erdung und Durchgang: $\pm 10 \%$
- f) Isolation: $\pm 10 \%$
- g) Frequenz: $\pm 0,2 \%$

Zeit

- h) Intervall < 60 s: $\pm 1 \text{ s}$
- i) Intervall > 60 s: $\pm 2 \%$
- j) Masse < 10 g: $\pm 0,5 \%$
- k) Masse 10 g bis 100 g: $\pm 1 \%$
- l) Masse > 100 g: $\pm 2 \%$
- m) Kraft: $\pm 2 \%$
- n) Maße < 25 mm: $\pm 0,5 \%$
- o) Maße > 25 mm: $\pm 0,1 \text{ mm}$
- p) Temperatur < 100 °C: $\pm 1,5 \%$
- q) Temperatur > 100 °C: $\pm 3,5 \%$
- r) rel. Luftfeuchte 30 % bis 75 %: $\pm 5 \%$

Metallisierungsdicke

- s) Rückstreuverfahren: $\pm 10 \%$
- t) Mikroschliff: $\pm 2 \mu\text{m}$
- u) Ionische Verunreinigung: $\pm 10 \%$

4 X: Sonstige Prüfverfahren

4.1 Prüfung 5-3X01: Viskosität von Flussmittelpasten – T-Stab-Spindel-Verfahren

4.1.1 Zweck

Dieses Prüfverfahren ist zur Bestimmung der Viskosität von Flussmittelpasten vorgesehen.

4.1.2 Prüflinge

Der Prüfling muss aus einer Menge Flussmittelpaste bestehen, die hinreichend groß ist, um einen Behälter mit einem Mindestdurchmesser von 4 cm und einer Mindestdiefe von etwa 10 cm zu füllen.

4.1.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

- a) Viskosimeter auf einem Stativ mit Schraubspindel-Vorschub und einer T-C-Spindel (Brookfield-Gerät vom Typ RVT¹ oder ein ähnliches Gerät).
- b) Wasserbad, das auf einer Temperatur von $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ gehalten werden kann.
- c) Stoppuhr.
- d) Spatel.

4.1.4 Durchführung

4.1.4.1 Prüfung

- a) Der Behälter mit der Flussmittelpaste ist in ein Wasserbad mit einer Temperatur von $(25 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ einzubringen.
- b) Wenn die Paste das thermische Gleichgewicht mit dem Wasserbad erreicht hat, ist der Behälter mittig unter die Spindel des Viskosimeters zu stellen.
- c) Das Brookfield-Gerät ist nun mit 5 U/min zu starten und das Schraubspindel-Stativ auf Absenken zu stellen.
- d) Der Messwert ist 2 min, nachdem die Spindel die Oberfläche der Paste durchdrungen hat, aufzuzeichnen. Es ist darauf achten, dass die Spindel nicht den Boden des Behälters berührt.
- e) Die Spindel ist dann aus der Flussmittelpaste herauszuziehen. Mit einem Spatel ist danach das Flussmittel 15 s bis 20 s kräftig aufzurühren und die Viskosität erneut zu messen.

4.1.4.2 Angabe der Ergebnisse

Die Viskositäten werden aus den Messwerten berechnet, die 2 min nach dem Eindringen der Spindel in die Flussmittelpaste aufgezeichnet wurden. Es sollten sowohl die Werte der aufgerührten als auch die der nicht aufgerührten Paste angegeben werden.

¹⁾ Brookfield RVT¹ ist der Handelsname eines von der Firma Brookfield Engineering Laboratories Inc. vertriebenen Gerätes. Diese Angabe dient der Arbeitserleichterung des Anwenders dieser Norm und ist nicht als Anerkennung des genannten Gerätes durch die IEC zu verstehen. Es können auch gleichwertige andere Geräte eingesetzt werden, wenn nachgewiesen werden kann, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

4.1.5 Sicherheitshinweise

Für alle bei dieser Prüfung verwendeten Chemikalien sind die in den Sicherheitsdatenblättern (MSDS) angegebenen Sicherheitsmaßnahmen zu beachten.

4.2 Prüfung 5-3X02: Ausbreitungsprüfung an extrahierten Lotflussmitteln, an Flussmittelpasten und Lotpasten

4.2.1 Zweck

Mit diesem Prüfverfahren erhält man Hinweise über die Aktivität von Lotpasten. Es werden zwei Verfahren zur Auswahl gestellt.

Mit Verfahren A wird die Fläche der Lotausbreitung gemessen.

Mit Verfahren B wird das Ausbreitungsverhältnis des Lotes gemessen.

4.2.2 Verfahren A

4.2.2.1 Prüflinge

- a) Für extrahierte Lotflussmittel sind mindestens 10 ml zu verwenden, die in einen sauberen Glasbehälter gefüllt werden.
- b) Für Pastenflussmittel und Lotpasten-Flussmittel sind mindestens 10 ml des verdünnten Flussmittels (35 %) zu verwenden.

4.2.2.2 Prüfgeräte und Reagenzien

- a) Fünf Coupons aus 0,25 mm dickem 70/30-Messing mit einer Größe von etwa 40 mm × 75 mm.
- b) Entfettete sehr feine Stahlwolle (z. B. Typ Nr. 00).
- c) Lotdraht aus Sn63Pb37A oder Sn96,5Ag3Cu0,5 oder einer anderen zwischen Anwender und Lieferant vereinbarten Lotlegierung nach IEC 61190-1-3 mit einem Durchmesser von 1,5 mm.
- d) Ein Lotgefäß mit einer Tiefe von mindestens 25 mm und einem Fassungsvermögen von mindestens 2 kg Lot.

4.2.2.3 Vorbereitung der Prüflinge

- a) Die fünf Messing-Coupons sind mit Stahlwolle zu reinigen.
- b) Die Messing-Coupons sind zu glätten, indem die gegenüberliegenden Seiten des Coupons umgebogen werden. Dazu sollten die beiden Biegungen parallel zu den Kanten der Metallrolle verlaufen, auf die die Messingfolie bei Lieferung aufgerollt war, um den Prüfling zu versteifen und zu glätten.
- c) Es ist ein 30 mm langes Stück eines festen Lotdrahtes abzuschneiden.
- d) Dieses Lotdrahtstück wird auf einen Dorn mit 3 mm Durchmesser gewickelt.
- e) Der Lotdrahtwickel ist dann zur Herstellung von Lotformteilen in einzelne Ringe zu zerschneiden.

4.2.2.4 Prüfung

- a) Die Lötbadtemperatur ist auf $(260 \pm 3)^\circ\text{C}$ bei Sn60Pb40 oder auf $(255 \pm 3)^\circ\text{C}$ bei Sn96,5Ag3Cu0,5 oder auf $(35 \pm 3)^\circ\text{C}$ über der Verflüssigungstemperatur bei jeder anderen zwischen Anwender und Lieferant vereinbarten Lotlegierung zu halten.
- b) Das vorgeformte Lotstück ist in die Mitte des Prüflings zu legen.
- c) Ein Tropfen Flussmittel (0,05 ml) ist in die Mitte des vorgeformten Lotstückes auf den Prüfling aufzubringen.
- d) Dann legt man den Coupon vorsichtig auf die Oberfläche des Lötbad 15 s lang auf.

- e) Dann nimmt man den Coupon in horizontaler Lage vom Lötbad ab, legt ihn auf eine flache Oberfläche und lässt das anhaftende Lot ungestört erstarren.
- f) Alle Flussmittel-Rückstände sind mit einem geeigneten Lösungsmittel zu entfernen.

4.2.2.5 Auswertung

Die Lot-Ausbreitungsfläche ist durch Vergleich mit Kreisen (vorgezeichnet), deren Flächen von ähnlicher Größe sind wie die in Tabelle 2 angegebenen, zu messen. Der Mittelwert der Ausbreitung aller fünf geprüften Prüflinge ist anzugeben. Die Messdaten sind aufzuzeichnen und in einen Prüfbericht nach Tabelle 12 einzutragen.

Tabelle 2 dient als Hilfsmittel zur Flächenbestimmung in mm².

Tabelle 2 – Typische Ausbreitungsflächen in mm²

Durchmesser mm	Fläche mm ²
10,00	78,54
10,70	90,00
11,28	100,00

4.2.3 Verfahren B

4.2.3.1 Prüflinge

- a) Es können Flussmittel aus verschiedenen Produkten untersucht werden, wie Lotpasten und Flussmittelpasten.
- b) Lotdraht aus Sn63Pb37 oder Sn96,5Ag3Cu0,5 oder einer anderen zwischen Anwender und Lieferant vereinbarten Lotlegierung nach IEC 61190-1-3 muss auf einen zylinderförmigen Stab mit einem Durchmesser von 3,3 mm gewickelt werden.

4.2.3.2 Prüfgeräte und Reagenzien

- a) Lötbad: ein Lötbad mit einer Tiefe von mindestens 30 mm und 100 mm × 150 mm oder größer in Breite und Länge, ausgestattet mit einer Temperaturregelung bis zu einer Temperatur von (50 ± 2) °C oberhalb der Verflüssigungstemperatur des geprüften Lotes.
- b) Trockner: ein Luft-Konvektionsofen mit einer Temperaturregelung, die bis zu einer Temperatur von (150 ± 3) °C reicht und die diese Temperatur auch aufrechterhalten kann.
- c) Zange oder ein anderes geeignetes Werkzeug, mit dem der Prüfling vom Lötbad abgehoben werden kann;
- d) Schaber, mit dem die Oxidhaut auf dem Lötbad leicht entfernt werden kann.
- e) Spatel.
- f) Metallschablone mit einer Dicke von 2,5 mm und einer Öffnung von 6 mm Durchmesser.
- g) Messschraube, mit dem auf 0,001 mm genau gemessen werden kann.
- h) Mikrospritze oder eine Mikropipette, mit der 0,05 ml abgemessen werden können.
- i) Allgemeine Experimentiergeräte: Ganzglasgeräte.
- j) Schleifpapier (wasserfest).
- k) Alkohol: Ethylalkohol (analysenrein).
- l) Isopropanol (analysenrein).
- m) Wasch-Lösungsmittel: ein geeignetes Lösungsmittel zum Entfernen von Flussmittelresten nach dem Löten.