

DIN EN 61189-5-3

ICS 31.180

Entwurf

Einsprüche bis 2013-09-01
Vorgesehen als
teilweiser Ersatz für
DIN EN 61189-5:2007-05

Prüfverfahren für Elektromaterialien, Verbindungsstrukturen und Baugruppen –**Teil 5-3: Prüfverfahren für bestückte Leiterplatten: Lotpaste (IEC 91/1071/CD:2012)**

Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies –
Part 5-3: Test methods for printed board assemblies: Soldering paste
(IEC 91/1071/CD:2012)

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2013-07-01 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de 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@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme 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 im DIN und VDE (Hausanschrift: 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 69 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Inhalt

	Seite
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Genauigkeit, Präzision und Auflösung	8
3.1 Genauigkeit	8
3.2 Präzision	8
3.3 Auflösung	9
3.4 Prüfbericht	9
3.5 Student'sche t -Verteilung	10
3.6 Vorgeschlagene Unsicherheits-Grenzwerte	10
4 Prüfung 5-3X04: Viskosität von Lotpasten – T-Stab-Spindel-Verfahren (anwendbar für Viskositäten von 300 Pa · s bis 1 600 Pa · s)	11
4.1.1 Zweck	11
4.1.2 Prüflinge	11
4.1.3 Einrichtung/Prüfgeräte	11
4.1.4 Durchführung	11
4.1.6 Zusätzliche Angaben	12
4.2 Prüfung 5-3X05: Viskosität von Lotpasten – T-Stab-Spindel-Verfahren (anwendbar für Viskositäten bis 300 Pa · s)	13
4.2.1 Zweck	13
4.2.2 Prüflinge	14
4.2.3 Einrichtung/Prüfgeräte	14
4.2.4 Durchführung	14
4.2.5 Auswertung	14
4.2.6 Zusätzliche Angaben	14
4.3 Prüfung 5-3X06: Viskosität von Lotpasten – Spiral-Pump-Verfahren (anwendbar für Viskositäten von 300 Pa · s bis 1 600 Pa · s)	15
4.3.1 Zweck	15
4.3.2 Prüflinge	15
4.3.3 Einrichtung/Prüfgeräte	15
4.3.4 Durchführung	15
4.3.5 Auswertung	15
4.3.6 Zusätzliche Angaben	16
4.3.7 Zweck	16
4.3.8 Prüflinge	16
4.3.9 Einrichtung/Prüfgeräte	16
4.3.10 Durchführung	16
4.3.11 Auswertung	17
4.3.12 Zusätzliche Angaben	17

	Seite
4.4 Prüfung 5-3X08: Lotpaste – Ausbreitungsprüfung.....	17
4.4.1 Zweck.....	17
4.4.2 Prüfling.....	17
4.4.3 Einrichtung/Prüfgeräte.....	17
4.4.4 Durchführung.....	17
4.4.5 Auswertung.....	19
4.5 Prüfung 5-3X09: Lotpaste – Lotkugel-Prüfung.....	21
4.5.1 Zweck.....	21
4.5.2 Prüfling.....	21
4.5.3 Einrichtung/Prüfgeräte.....	21
4.5.4 Durchführung.....	21
4.5.5 Auswertung.....	22
4.6 Prüfung 5-3X10: Haftungsprüfung an Lotpasten.....	23
4.6.1 Zweck.....	23
4.6.2 Verfahren A.....	23
4.6.3 Verfahren B.....	24
4.6.4 Bezugsquellen für die Prüfausrüstung.....	24
4.7 Prüfung 5-3X11: Benetzungs-Prüfung an Lotpasten.....	25
4.7.1 Zweck.....	25
4.7.2 Prüflinge.....	25
4.7.3 Einrichtung, Hilfsmittel und Prüfgeräte.....	25
4.7.4 Durchführung.....	25
4.7.5 Auswertung.....	25
5 X: Verschiedene Prüfverfahren.....	26
5.1 Prüfung 6X01: Bestimmung der Partikelgrößenverteilung im Lotpulver– Siebverfahren für Typen 1-4.....	26
5.1.1 Zweck.....	26
5.1.2 Prüfling.....	26
5.1.3 Einrichtung/Prüfgeräte.....	26
5.1.4 Durchführung.....	26
5.2 Prüfung 6X02: Partikelgrößenverteilung im Lotpulver – Messmikroskopverfahren.....	28
5.2.1 Zweck.....	28
5.2.2 Prüfling.....	28
5.2.3 Einrichtung/Prüfgeräte.....	28
5.2.4 Durchführung.....	28
5.3 Prüfung 6X03: Partikelgrößenverteilung im Lotpulver – Optisches Bildanalyseverfahren.....	29
5.3.1 Zweck.....	29
5.3.2 Prüfling.....	29
5.3.3 Einrichtung/Prüfgeräte.....	29

	Seite
5.3.4 Durchführung.....	30
5.4 Prüfung 6X04: Partikelgrößenverteilung im Lotpulver – Laserdiffraktometrieverfahren	31
5.4.1 Zweck	31
5.4.2 Prüfling	31
5.4.3 Einrichtung/Prüfgeräte.....	31
5.4.4 Vorbereitung.....	32
5.5 Prüfung 6X05: Bestimmung der maximalen Lotpulverpartikelgröße.....	33
5.5.1 Zweck	33
5.5.2 Prüfling	33
5.5.3 Auswertung.....	34
5.6 Prüfung 6X06: Lotpastenmetallgehalt nach Gewicht	34
5.6.1 Zweck	34
5.6.2 Prüfling	34
5.6.3 Einrichtung/Prüfgeräte.....	34
5.6.4 Durchführung.....	34
Literaturhinweise.....	36
 Bilder	
Bild 1 – Ausbreitungsprüfung bei einer Schablonendicke von 0,20 mm	18
Bild 2 – Ausbreitungsprüfung bei einer Schablonendicke von 0,10 mm	19
Bild 3 – Auswertung der Lotkugelprüfung.....	22
Bild 4 – Beispiel für Lotbenetzung	26
 Tabellen	
Tabelle 1 – Student'sche t -Verteilung	10
Tabelle 2 – Beispiel für einen Prüfbericht zu einer Lotpaste	13
Tabelle 3 – Beispiel für einen Prüfbericht bei Einsatz einer Siebdruckschablone mit 0,2 mm Dicke	20
Tabelle 4 – Beispiel für einen Prüfbericht bei Einsatz einer Siebdruckschablone mit 0,1 mm Dicke	20
Tabelle 5 – Maschenweite	27
Tabelle 6 – Anteile von Partikelgrößen nach Gewichts % – Nennwerte	27
Tabelle 7 – Erfassung der Pulverpartikelgrößenverteilung	28
Tabelle 8 – Erfassung der Pulverpartikelgrößenverteilung	29
Tabelle 9 – Erfassung der Pulverpartikelgrößenverteilung (optische Analyse).....	31
Tabelle 10 – Erfassung der Pulverpartikelgrößenverteilung	33
Tabelle 11 – Akzeptanz von Pulvern nach Partikelgrößen.....	34

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 91/1071/CD:2012 „Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 5-3: Test methods for printed board assemblies: Soldering paste“ (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 „Montageverfahren für elektronische Baugruppen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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

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

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

Änderungen

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

- a) Die DIN EN 61189-5 wurde neu geordnet und in die Teile IEC 61189-5-1, IEC 61189-5-2, IEC 61189-5-3, IEC 61189-5-4 und IEC 61189-5-5 aufgeteilt.
- b) Alle Abschnitte wurden unter Berücksichtigung des gesamten Inhalts der vorherigen Ausgabe entsprechend den aktuellen Anforderungen an Form und Gestaltung grundlegend überarbeitet.

Prüfverfahren für Elektromaterialien, Verbindungsstrukturen und Baugruppen – Teil 5-3: Prüfverfahren für bestückte Leiterplatten: Lotpaste

Einleitung

IEC 61189 bezieht sich auf Prüfverfahren für die Robustheit von Materialien oder Baugruppen für Leiterplatten, unabhängig vom jeweiligen Herstellungsverfahren.

Die Norm ist in einzelne Teile unterteilt, in denen Informationen für den Konstrukteur, den Prüflingenieur oder den Techniker enthalten sind. Jeder Teil ist in eine spezifische Blickrichtung orientiert. 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 TCs (z. B. TC 104) entwickelt wurden, aus den bestehenden IEC-Normen reproduziert worden, um dem Leser 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 Reproduktion geringfügig geändert wurde, sind die Abschnitte, in denen Änderungen vorgenommen wurden, gekennzeichnet.

Dieser Teil von IEC 61189 enthält Prüfverfahren zur Beurteilung der Robustheit von Materialien oder Baugruppen für Leiterplatten. Die Verfahren sind in sich geschlossen bei ausreichender Detaillierung und Beschreibung, um Gleichmäßigkeit 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 ermöglichen, eine Gleichmäßigkeit der Darstellung zu erhalten und einer künftigen Erweiterung des Systems Rechnung zu tragen, wird jede Prüfung durch eine Zahl (zugeteilt 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 Einzelbestimmung, die die durchzuführende Prüfung angibt. Die Einzelbestimmung beschreibt auch in den meisten Fällen Annahme-/Rückweise-Kriterien.

Die Buchstaben-Zahlen-Kombinationen dienen zur Bezugnahme in den Einzelbestimmungen. So bedeutet „5C01“ das erste Chemische Prüfverfahren, das in IEC 61189-5 beschrieben ist.

Kurz gesagt bedeutet in diesem Beispiel die Zahl 5 die Nummer des Teils der IEC-Norm 61189, C 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.

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 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-20, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test T: Soldering*

IEC 61189-1, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 1: General test methods and methodology*

IEC 61189-3, *Test methods for electrical materials, printed boards and other interconnection structures and assemblies – Part 3: Test methods for interconnection structures (printed boards)*

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

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

IEC 61190-1-2:2002¹, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for solder 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*

IEC 61249-2-7, *Materials for printed boards and other interconnecting structures – Part 2-7: Reinforced base materials clad and unclad – Epoxide woven E-glass laminated sheet of defined flammability (vertical burning test), copper-clad*

IEC 62137:2004, *Environmental and endurance testing – Test methods for surface-mount boards of area array type packages FBGA, BGA, FLGA, LGA, SON and QFN*

ISO 5725-2, *Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results – Part 2: Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement method*

ISO 9001, *Quality management systems – Requirements*

ISO 9455-1, *Soft soldering fluxes – Test methods – Part 1: Determination of non-volatile matter, gravimetric method*

ISO 9455-2, *Soft soldering fluxes – Test methods – Part 2: Determination of non-volatile matter, ebulliometric method*

¹ Dieses Dokument wurde durch eine neue bilinguale Ausgabe (2008) ersetzt, zum Zweck dieser Norm wird jedoch die Ausgabe von 2002 zitiert.

3 Genauigkeit, Präzision und Auflösung

Alle Messvorgänge werden von Fehlern und Messunsicherheiten begleitet. Die unten 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 auf die Prüfdaten gesetzt werden kann, und zwar hinsichtlich:

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

3.1 Genauigkeit

Das System, nach dem die Routineeichung der Prüfeinrichtung durchgeführt wird, muss in der Qualitätsdokumentation des Lieferanten oder der die Prüfung ausführenden Vertretung eindeutig festgelegt werden und muss 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 Rundversuchs-Techniken 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 gut innerhalb der zulässigen Grenzen liegen, darf mit verlängerten Eichintervallen gearbeitet werden.

Für jedes Gerät ist eine Aufzeichnung über Eichungs- und Instandhaltungsverlauf bereitzustellen. In diesen Aufzeichnungen sollte auch die Unsicherheit der Eichtechnik ($\pm$ -Abweichung 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.

3.2 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 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 notwendig, die Einzelanteile zu isolieren. Zu diesen Unsicherheiten können gezählt werden:

- Zufällige Schwankungen, z. B. solche, die auf der Änderung einer Einflussgröße beruhen. Bezeichnend ist, dass Änderungen des Klimas 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 gezeigt,

σ die Standardabweichung (σ_{n-1}).

3.3 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).

3.4 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.

3.5 Student'sche t -Verteilung

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

Tabelle 1 – Student'sche t -Verteilung

Stichprobengröße	t -Wert 95 %	t -Wert 99 %		Stichprobengröße	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

3.6 Vorgeschlagene 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. Feuchte 30 % bis 75 %: $\pm 5 \%$

Metallisierungsdicke

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

4 Prüfung 5-3X04: Viskosität von Lotpasten – T-Stab-Spindel-Verfahren (anwendbar für Viskositäten von 300 Pa · s bis 1 600 Pa · s)

4.1.1 Zweck

Mit diesem Prüfverfahren wird ein Standardverfahren zur Bestimmung der Viskosität von Lotpasten im Bereich von 300 Pa · s bis 1 600 Pa · s festgelegt.

4.1.2 Prüflinge

Die zu prüfende Paste muss vor der Prüfung mindestens 24 h bei $(25 \pm 1) ^\circ\text{C}$ stabilisiert werden. Das verwendete Pastenvolumen muss zur Füllung eines Prüfbehälters mit einem Mindestdurchmesser von 5 cm und einer Mindestdiefe von 5 cm ausreichen.

4.1.3 Einrichtung/Prüfgeräte

Die verwendete Einrichtung muss aus einem Spindel-Viskosimeter (Brookfield RVT² oder einem gleichwertigen anderen Gerät) auf einem Ständer mit Vor- und Rücklauf-Schraubspindel-Vorschub und einem Diagramm-Schreiber bestehen. Für diese Prüfungen ist mit einer TF-Spindel bei 5 Umdrehungen/min zu arbeiten. Es können auch andere Einrichtungen verwendet werden, vorausgesetzt, die Ergebnisse können nach gegenseitiger Absprache empirisch in Korrelation mit der im Folgenden beschriebenen Prüfung gebracht werden. Vom Anwender oder Lieferanten können zusätzliche Scher-Geschwindigkeiten unter der Voraussetzung festgelegt werden, dass die Datenlage auf den unten genannten Festlegungen basiert.

4.1.4 Durchführung

4.1.4.1 Vorbereitung

- a) Der(Die) angelieferte(n) Behälter sind zu öffnen, innenliegende Abdeckungen zu entfernen und die am Deckel, den Innenabdeckungen und den Behälterwänden anhaftende Paste abzukratzen; diese Paste ist der eigentlichen Paste im Behälter hinzuzufügen.
- b) Die Paste ist zur Homogenisierung mit einem Spatel 1 min bis 2 min lang vorsichtig umzurühren, wobei darauf zu achten ist, dass keine Luft mit eingerührt wird.
- c) Wenn notwendig, ist die Paste vorsichtig ohne Einbringen von Luft in den Prüfbehälter mit dem festgelegten Fassungsvermögen einzufüllen. Es ist zu beachten, dass, wenn der Anlieferungsbehälter die Volumen- und Größenanforderungen erfüllt, ein gesonderter Prüfbehälter nicht notwendig ist.

² Brookfield RVT² ist der Handelsname eines von der Fa. Brookfield Engineering Laboratories Inc. gelieferten Gerätes. Diese Angabe dient der Arbeitserleichterung des Anwenders dieser Norm und ist nicht als Billigung von IEC für das genannte Gerät anzusehen. Es können auch gleichwertige andere Geräte eingesetzt werden, wenn erkennbar ist, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

- d) Der Prüfbehälter muss bei einer konstanten Umgebungstemperatur von $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$ gelagert werden. Die Lotpaste muss zum Erreichen des Temperatur- und rheologischen Gleichgewichts mindestens 2 h ruhig gehalten werden. Für frisch angesetzte Produkte, weiterhin für Produkte, die eine besondere Einstellung mit einem Verdünner erfordern (mehr als 0,5 Gew.-%), oder für Produkte, die aufgrund ihrer rheologischen Eigenschaften einen längeren Zeitraum zur Stabilisierung benötigen, ist die Stabilisierungszeit auf 4 h oder entsprechend der zwischen Anwender und Lieferant getroffenen Vereinbarung zu erhöhen.
- e) Der untere Stopp des Schraubspindel-Vorschubs ist so einzustellen, dass die T-Spindel auf einer Höhe von 2,8 cm unter der Oberfläche der Lotpaste im Prüfbehälter positioniert ist. Weiterhin muss der untere Stopp der Spindel mindestens 1 cm über dem Behälterboden liegen. Der obere Stopp ist so zu setzen, dass die Spindel auf einer Höhe von 0,3 cm unter der Oberfläche der Lotpaste liegt.

4.1.4.2 Prüfung

Die Spindel ist in die Lotpaste einzutauchen; die Messdaten sind über 10 min (5 Zyklen) aufzuzeichnen. Die Temperatur der Lotpaste muss während der Prüfung auf $(25 \pm 0,25) ^\circ\text{C}$ gehalten werden.

4.1.5 Auswertung

Die Viskosität wird ausgedrückt durch den Wert, der aus dem Mittelwert der Kurvenmaxima und -minima der letzten zwei Zyklen berechnet wird. Wenn der Mittelwert für die ersten beiden Zyklen mehr als 10 % höher als der der beiden letzten Zyklen ist, ist die Prüfung ungültig. Es wird damit eine zusätzliche Zeitspanne zum Erreichen des Gleichgewichts erforderlich. Die Messdaten sind aufzuzeichnen und in eine Tabelle, wie in Tabelle 2 dargestellt, einzutragen.

4.1.6 Zusätzliche Angaben

Bezugsquellen für Prüfeinrichtungen: Die unten aufgeführten Bezugsquellen für die Messeinrichtung repräsentieren nur diejenigen, die zur Zeit in der Industrie bekannt sind. Bei Bekanntwerden weiterer Bezugsquellen können diese hinzugefügt werden.

Spindel-Viskosimeter: Brookfield Engineering Laboratories, Inc., 240 Cushing Street Stoughton, MA 02072 (617) 344-44310³

³ Diese Angabe dient der Arbeitserleichterung des Anwenders dieser Norm und ist nicht als Billigung von IEC für das genannte Gerät anzusehen. Es können auch gleichwertige andere Geräte eingesetzt werden, wenn erkennbar ist, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

Tabelle 2 – Beispiel für einen Prüfbericht zu einer Lotpaste

In den oberen Teil des Prüfberichtes sind die zutreffenden Angaben einzutragen. Der Bericht ist dann durch Eintragen der Prüfergebnisse bzw. der Prüfanmerkungen in die betreffenden Fenster zu vervollständigen.

___ Zweck der Prüfung: _____ QPL Identifikations-Nummer: _____
 ___ Qualifikation _____ Hersteller-Kennzeichen: _____
 ___ Qualitäts-Konformität nach Los _____ Los-Nr. des Herstellers: _____
 ___ Qualitäts-Konformität nach Zeit _____ Herstell-Datum: _____
 ___ Haltbarkeitsverlängerung _____ Verarbeiten bis (Original-Angabe): _____
 ___ Gebrauchstauglichkeit _____ Verarbeiten bis (nach erneuter Prüfg.): _____
 Datum der Prüfung _____ abgeschlossen am: _____
 Gesamt-Ergebnis: ___ Annahme ___ Rückweisg.
 Prüfer: _____ Gegenzeichnung: _____

Prüfung	Aktuelle Anforderung des Abnehmers	Prüfergebnis	P/F*	Prüfer, Prüfdatum
Material				
Visuelle Prüfung				
Metall-Gehalt				
Viskosität				
Lotkugeln				
Ausbreitung				
Legierung				
Flussmittel				
Partikelgröße d. Pulvers				
% im oberen Sieb				
% im nächsten Sieb				
% im unteren Sieb				
% im Untersatz				
Max. Partikelgröße				
Partikelform				
Klebrigkeit				
Benetzung				
* P/F = ANNAHME/RÜCKWEISUNG; P ist einzutragen, wenn die Prüfergebnisse innerhalb der Grenzwerte der aktuellen Anforderungen liegen; andernfalls ist F einzutragen.				

4.2 Prüfung 5-3X05: Viskosität von Lotpasten – T-Stab-Spindel-Verfahren (anwendbar für Viskositäten bis 300 Pa · s)

4.2.1 Zweck

Mit diesem Prüfverfahren wird ein Standardverfahren zur Bestimmung der Viskosität von Lotpasten festgelegt; das Verfahren ist anwendbar bei Viskositäten bis 300 Pa · s.

4.2.2 Prüflinge

Die zu prüfende Paste muss vor der Prüfung mindestens 24 h bei $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ stabilisiert werden. Das verwendete Pastenvolumen muss zur Füllung eines Prüfbehälters mit mindestens 5 cm Durchmesser und einer Tiefe von mindestens 5 cm ausreichen.

4.2.3 Einrichtung/Prüfgeräte

Die verwendete Einrichtung muss aus einem Spindel-Viskosimeter (Brookfield Typ RVTD⁴ oder ein gleichwertiges anderes Gerät) auf einem Ständer mit Schraubspindel-Vorschub und einem Diagramm-Schreiber bestehen. Für diese Prüfungen ist mit einer TC-Spindel bei 5 Umdrehungen/min zu arbeiten. Es können auch andere Einrichtungen verwendet werden, vorausgesetzt, die Ergebnisse können nach gegenseitiger Absprache empirisch in Korrelation mit der im Folgenden beschriebenen Prüfung gebracht werden. Vom Anwender oder Lieferanten können zusätzliche Scher-Geschwindigkeiten unter der Voraussetzung festgelegt werden, dass die Datenlage auf den unten beschriebenen Festlegungen basiert.

4.2.4 Durchführung

4.2.4.1 Vorbereitung

- Der (die) angelieferte(n) Behälter sind zu öffnen, innenliegende Abdeckungen zu entfernen und die am Deckel, den Innenabdeckungen und den Behälterwänden anhaftende Paste abzukratzen; diese Paste ist der eigentlichen Paste im Behälter hinzufügen.
- Die Paste ist zur Homogenisierung mit einem Spatel 1 min bis 2 min lang vorsichtig umzurühren, wobei darauf zu achten ist, dass keine Luft mit eingerührt wird.
- Wenn notwendig, ist die Paste vorsichtig ohne Einbringen von Luft in den Prüfbehälter mit dem festgelegten Fassungsvermögen einzufüllen. Es ist zu beachten dass, wenn der Anlieferungsbehälter die Volumen- und Größenanforderungen erfüllt, ein gesonderter Prüfbehälter nicht notwendig ist.
- ANMERKUNG Wenn der angelieferte Behälter die Anforderungen an Rauminhalt und Abmessung erfüllt, ist ein eigener Prüfbehälter nicht erforderlich.
- Der Prüfbehälter muss bei einer konstanten Umgebungstemperatur von $(25 \pm 0,25)^\circ\text{C}$ gelagert werden.
- Nach Erreichen der Temperatur von $(25 \pm 0,25)^\circ\text{C}$ muss die Lotpaste umgerührt und dann innerhalb von 20 min geprüft werden, um das Absetzen des Metallpulvers zu minimieren. Während dieser Zeit verbleibt die Paste bei 25°C .

4.2.4.2 Prüfung

Man setzt den Lotpastenbehälter unter die Spindel des Prüfgerätes. Wenn die Spindel in die Lotpaste eindringt, sind die Messdaten aufzuzeichnen.

4.2.5 Auswertung

Die Viskosität wird aus den aufgezeichneten Werten berechnet, nachdem der Stab der Spindel in Kontakt mit der Oberfläche der Lotpaste gekommen ist. Die Messdaten sind aufzuzeichnen und in eine Tabelle, wie in Tabelle 2 dargestellt, einzutragen.

4.2.6 Zusätzliche Angaben

Bezugsquellen für Prüfeinrichtungen: Die unten aufgeführten Bezugsquellen für die Messeinrichtung repräsentieren nur diejenigen, die zur Zeit in der Industrie bekannt sind. Bei Bekanntwerden weiterer Bezugsquellen können diese hinzugefügt werden.

⁴ Brookfield RVTD ist der Handelsname eines von der Fa. Brookfield Engineering Laboratories Inc. gelieferten Gerätes. Diese Angabe dient der Arbeitserleichterung des Anwenders dieser Norm und ist nicht als Billigung von IEC für das genannte Gerät anzusehen. Es können auch gleichwertige andere Geräte eingesetzt werden, wenn erkennbar ist, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

Spindel-Viskosimeter Equipment Brookfield Laboratories, Inc. 240 Cushing Street Stoughton, MA 02072 (617) 344-4310⁵

4.3 Prüfung 5-3X06: Viskosität von Lotpasten – Spiral-Pump-Verfahren (anwendbar für Viskositäten von 300 Pa · s bis 1 600 Pa · s)

4.3.1 Zweck

Mit diesem Prüfverfahren wird ein Standardverfahren zur Bestimmung der Viskosität von Lotpasten im Bereich von 300 Pa · s bis 1 600 Pa · s festgelegt.

4.3.2 Prüflinge

Die zu prüfende Paste muss vor der Prüfung mindestens 24 h bei $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ stabilisiert werden. Das verwendete Pastenvolumen muss zur Füllung des Viskosimetergefäßes bis etwa 60 % seiner Tiefe ausreichen.

4.3.3 Einrichtung/Prüfgeräte

Die verwendete Einrichtung muss aus einem Spiral-Pump-Viskosimeter (Malcom-, Brookfield-Viskosimeter oder Rheometer mit Spiraladapter-Zubehör oder ein gleichwertiges anderes Gerät) bestehen. Die Rotationsgeschwindigkeit des Gerätes ist auf 10 Umdrehungen/min einzustellen. Es können auch andere Einrichtungen verwendet werden, vorausgesetzt, die Ergebnisse können empirisch in Korrelation mit den Vorgaben einer gegenseitigen Absprache gebracht werden. Zusätzliche Scher-Geschwindigkeiten können vom Anwender oder Lieferanten festgelegt werden.

4.3.4 Durchführung

4.3.4.1 Vorbereitung

- Der(Die) angelieferte(n) Behälter sind zu öffnen, innenliegende Abdeckungen zu entfernen und die am Deckel, den Innenabdeckungen und den Behälterwänden anhaftende Paste abzukratzen; diese Paste ist der eigentlichen Paste im Behälter hinzuzufügen.
- Die Paste ist zur Homogenisierung mit einem Spatel 1 min bis 2 min lang vorsichtig umzurühren, wobei darauf zu achten ist, dass keine Luft mit eingerührt wird.
- Es ist eine ausreichende Pastenmenge in das Viskosimetergefäß zu übertragen, um dieses bis etwa 60 % seiner Tiefe zu füllen. Man bringt dann das Viskosimetergefäß in die temperaturgeregelte Aufnahmekammer des Viskosimeters ein, wo man es bei $(25 \pm 0,25)^\circ\text{C}$ 15 min lang stabilisieren lässt.

4.3.4.2 Prüfung

- Man taucht den Gerätesensor entsprechend den Anweisungen des Geräteherstellers in die Paste. Die Lotpaste sollte dabei nicht die Auslassöffnung der Pumpe überdecken.
- Man schaltet den Diagramm-Schreiber ein und stellt das Gerät auf eine spezielle Scher-Geschwindigkeit ein. Eine Ablesung ist dann vorzunehmen, wenn das Ausgangssignal wenigstens 1 min stabil geblieben ist. Wenn mit zusätzlichen Scher-Geschwindigkeiten gemessen werden soll, ist die Geschwindigkeit entsprechend einzustellen und die Messung, wie oben beschrieben, zu wiederholen.
- Die mit Einzelschergeschwindigkeit gemessene Viskosität ist aufzuzeichnen. Nach gegenseitiger Absprache zwischen Anwender und Lieferant ist die Messung mit Mehrfach-Schergeschwindigkeiten durchzuführen, um den Scher-Empfindlichkeitsfaktor der Lotpaste zu bestimmen.

4.3.5 Auswertung

Die Daten sind aufzuzeichnen und in eine Tabelle, wie in Tabelle 2 dargestellt, einzutragen.

⁵ Diese Angabe dient der Arbeitserleichterung des Anwenders dieser Norm und ist nicht als Billigung von IEC für das genannte Gerät anzusehen. Es können auch gleichwertige andere Geräte eingesetzt werden, wenn erkennbar ist, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

4.3.6 Zusätzliche Angaben

Bezugsquellen für Prüfeinrichtungen: Die unten aufgeführten Bezugsquellen für die Messeinrichtung repräsentieren nur diejenigen, die zur Zeit in der Industrie bekannt sind. Bei Bekanntwerden weiterer Bezugsquellen können diese hinzugefügt werden.

Ausrüstung: Spiral-Pump-Viskosimeter⁶;

Brookfield Engineering Laboratories, Inc., 240 Cushing Street Stoughton, MA 02072 (617) 344-44310;

Malcom Instruments Corp. 26226 Industrial Blvd., Hayward, CA 94545, (510) 293-0580, (510) 293-0584.

Der Scher-Empfindlichkeitsfaktor ist definiert als der absolute Wert der Neigung der graphischen Darstellung des Logarithmus der Viskosität gegen den Logarithmus der Umdrehungszahl/min.

Prüfung 5-3X07: Viskosität von Lotpasten – Spiral-Pump-Verfahren (anwendbar für Viskositäten bis 300 Pa · s)

4.3.7 Zweck

Mit diesem Prüfverfahren wird ein Standardverfahren zur Bestimmung der Viskosität von Lotpasten bis 300 Pa · s festgelegt.

4.3.8 Prüflinge

Die zu prüfende Paste muss vor der Prüfung mindestens 24 h bei $(25 \pm 1)^\circ\text{C}$ stabilisiert werden. Das verwendete Pastenvolumen muss zur Füllung des Viskosimetergefäßes bis etwa 60 % seiner Tiefe ausreichen.

4.3.9 Einrichtung/Prüfgeräte

Die verwendete Einrichtung muss aus einem Spiral-Pump-Viskosimeter (Malcom- oder Brookfield-Viskosimeter oder Rheometer mit Spiraladapter-Zubehör⁷ oder ein gleichwertiges anderes Gerät) bestehen. Die Rotationsgeschwindigkeit des Gerätes ist auf 10 Umdrehungen/min einzustellen. Es können auch andere Einrichtungen verwendet werden, vorausgesetzt, die Ergebnisse können empirisch in Korrelation mit den Vorgaben einer gegenseitigen Absprache gebracht werden. Zusätzliche Scher-Geschwindigkeiten können vom Anwender oder Lieferanten festgelegt werden.

4.3.10 Durchführung

4.3.10.1 Vorbereitung

- Der(Die) angelieferte(n) Behälter sind zu öffnen, innenliegende Abdeckungen zu entfernen und die am Deckel, den Innenabdeckungen und den Behälterwänden anhaftende Paste abzukratzen; diese Paste ist der eigentlichen Paste im Behälter hinzuzufügen.
- Die Paste ist zur Homogenisierung mit einem Spatel 1 min bis 2 min lang vorsichtig umzurühren, wobei darauf zu achten ist, dass keine Luft mit eingerührt wird.
- Es ist eine ausreichende Pastenmenge in das Viskosimetergefäß zu übertragen, um dieses bis etwa 60 % seiner Tiefe zu füllen. Man bringt dann das Viskosimetergefäß in die temperaturgeregelte Aufnahmekammer des Viskosimeters ein, wo man es bei $(25 \pm 0,25)^\circ\text{C}$ 15 min lang stabilisieren lässt.

⁶ Diese Angabe dient der Arbeitserleichterung des Anwenders dieser Norm und ist nicht als Billigung von IEC für das genannte Gerät anzusehen. Es können auch gleichwertige andere Geräte eingesetzt werden, wenn erkennbar ist, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

⁷ Diese Angabe dient der Arbeitserleichterung des Anwenders dieser Norm und ist nicht als Billigung von IEC für das genannte Gerät anzusehen. Es können auch gleichwertige andere Geräte eingesetzt werden, wenn erkennbar ist, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

4.3.10.2 Prüfung

- a) Man taucht den Gerätesensor entsprechend den Anweisungen des Geräteherstellers in die Paste. Die Lotpaste sollte dabei nicht die Auslassöffnung der Pumpe überdecken.
- b) Man schaltet den Diagramm-Schreibers ein und stellt das Gerät auf eine spezielle Scher-Geschwindigkeit ein. Eine Ablesung ist dann vorzunehmen, wenn das Ausgangssignal wenigstens 1 min stabil geblieben ist.

4.3.11 Auswertung

Die Daten sind aufzuzeichnen und in Tabelle 2 einzutragen.

4.3.12 Zusätzliche Angaben

Bezugsquellen für Prüfeinrichtungen: Die unten aufgeführten Bezugsquellen für die Messeinrichtung repräsentieren nur diejenigen, die zur Zeit in der Industrie bekannt sind. Anwender dieses Prüfverfahrens werden aufgefordert, die Namen weiterer Bezugsquellen bei Bekanntwerden zur Verfügung zu stellen, so dass diese Liste so aktuell wie möglich gehalten werden kann.

Ausrüstung: Spiral-Pump-Viskosimeter⁸;

Brookfield Engineering Laboratories, Inc., 240 Cushing Street Stoughton, MA 02072 (617) 344-44310;

Malcom Instruments Corp. 26226 Industrial Blvd., Hayward, CA 94545, (510) 293-0580, (510) 293-0584.

4.4 Prüfung 5-3X08: Lotpaste – Ausbreitungsprüfung

4.4.1 Zweck

Mit diesem Prüfverfahren wird die vertikale und horizontale Ausbreitung von Lotpasten ermittelt.

4.4.2 Prüfling

Es wird unter Verwendung eines sauberen Mattglas-Mikroskopier-Objektträgers der Abmessung 7,6 cm × 2,5 cm und einer Mindestdicke von 1 mm ein Standardprüfling hergestellt. Es kann auch ein gleichwertiges Aluminiumoxid- oder Epoxid-Glashartgewebe-Substrat verwendet werden.

4.4.3 Einrichtung/Prüfgeräte

- a) Schablonen,
- b) Schablonen-Bilder (wie in den Bildern 1 und 2 der IEC 61190-1-2 dargestellt),
- c) Stahlrakel (Rasierklänge),
- d) Ofen,
- e) Mikroskop.

4.4.4 Durchführung

4.4.4.1 Vorbereitung

- a) Die Prüflinge sind mit Hilfe der zutreffenden in Bild 1 und Bild 2 der IEC 61190-1-2 dargestellten Schablonenbilder herzustellen. Man bringt für jedes Schablonenbild die Lotpaste auf zwei Substrate auf. Die gedruckten Bilder müssen eine gleichmäßige Dicke aufweisen, wobei keine Lotpartikel in Bereiche

⁸ Diese Angabe dient der Arbeitserleichterung des Anwenders dieser Norm und ist nicht als Billigung von IEC für das genannte Gerät anzusehen. Es können auch gleichwertige andere Geräte eingesetzt werden, wenn erkennbar ist, dass sie zu den gleichen Ergebnissen führen.

außerhalb der Anschlussflächen gelangen dürfen. Lieferant und Anwender sollten das gleiche Druckverfahren einsetzen (s. Bilder 10 und 11).

- b) Einer der Prüflinge ist mit Prüfling Nr. 1 zu kennzeichnen, der andere mit Prüfling Nr. 2.; er muss ebenfalls nach 12.8.4.1 a) hergestellt werden.

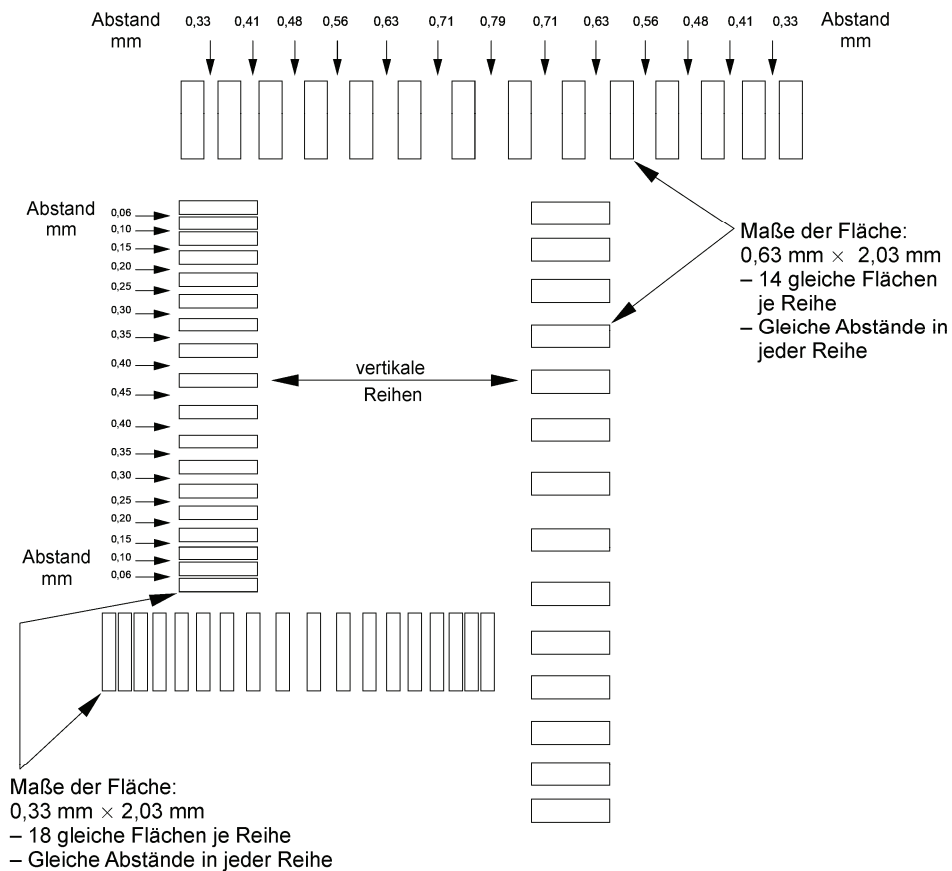


Bild 1 – Ausbreitungsprüfung bei einer Schablonendicke von 0,20 mm

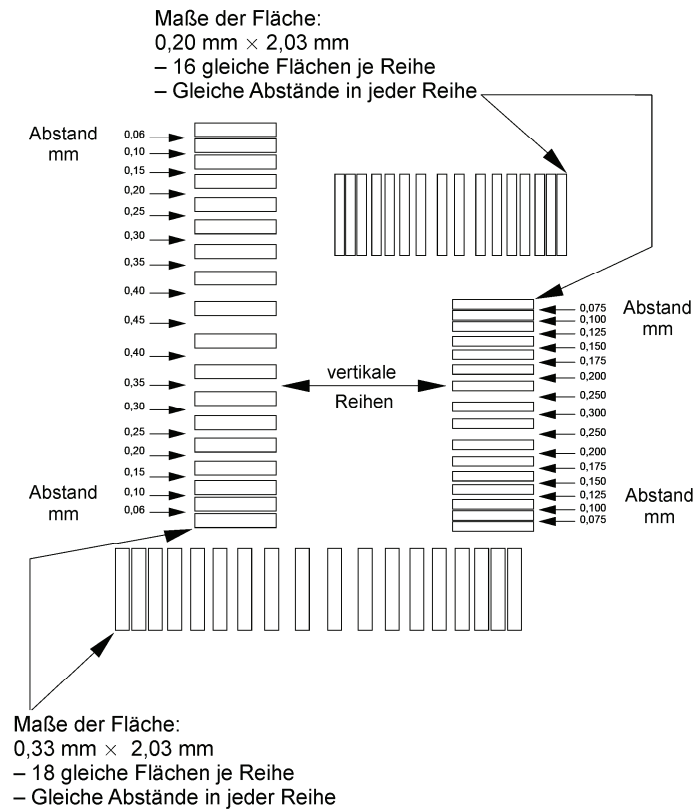


Bild 2 – Ausbreitungsprüfung bei einer Schablonendicke von 0,10 mm

4.4.4.2 Prüfung

- Die Prüflinge müssen 10 min bis 20 min bei einer Temperatur von $(25 \pm 5)^\circ\text{C}$ und einer relativen Luftfeuchte von $(50 \pm 10) \%$ gelagert werden. Danach ist die Ausbreitung der Lotpaste für Prüfling Nr. 1 zu prüfen.
- Der Prüfling Nr. 2 nach 12.8.4.1 muss 10 min bis 15 min lang auf $(150 \pm 10)^\circ\text{C}$ erwärmt und dann auf Umgebungstemperatur abgekühlt werden. Danach ist die Ausbreitung der Lotpaste zu prüfen.

4.4.5 Auswertung

Es sind die Anschlussflächen-Abstände, die durch die Lotpaste überbrückt worden sind, mit einem geeigneten Prüfkennzeichen in Tabelle 3 bzw. Tabelle 4 einzutragen.

Tabelle 3 – Beispiel für einen Prüfbericht bei Einsatz einer Siebdruckschablone mit 0,2 mm Dicke

Siebdruckschablone (0,2 mm dick)					
Größe der Anschlussfläche: 0,63 mm × 2,03 mm			Größe der Anschlussfläche: 0,33 mm × 2,03 mm		
Leiterabstand mm	waagerecht	senkrecht	Leiterabstand mm	waagerecht	senkrecht
0,79			0,45		
0,71			0,40		
0,63			0,35		
0,56			0,30		
0,48			0,25		
0,41			0,20		
0,33			0,15		
			0,10		
			0,08		

Tabelle 4 – Beispiel für einen Prüfbericht bei Einsatz einer Siebdruckschablone mit 0,1 mm Dicke

Siebdruckschablone (0,1 mm dick)					
Größe der Anschlussfläche: 0,33 × 2,03 mm			Größe der Anschlussfläche: 0,2 × 2,03 mm		
Leiterabstand mm	waagerecht	senkrecht	Leiterabstand mm	waagerecht	senkrecht
0,45			0,30		
0,40			0,25		
0,35			0,20		
0,30			0,175		
0,25			0,15		
0,20			0,125		
0,15			0,10		
0,10			0,075		
0,08					

4.5 Prüfung 5-3X09: Lotpaste – Lotkugel-Prüfung

4.5.1 Zweck

Diese Prüfung wird durchgeführt, um die Reflow-Eigenschaften einer Lotpaste zu bestimmen. Es wird dabei die Fähigkeit der vorlegierten Lotpartikel in der Paste bestimmt, unter definierten Prüfbedingungen auf einem nicht-benetzbaren Substrat zu Kugeln zu verschmelzen.

4.5.2 Prüfling

Der Prüfling besteht aus einem Mattglas-Objektträger für Mikroskopie, einem Aluminium-Substrat oder einer Leiterplatte aus Epoxid-Glashartgewebe mit einer Dicke von 0,60 mm bis 0,80 mm, einer Länge von mindestens 76 mm und einer Breite von mindestens 25 mm.

4.5.3 Einrichtung/Prüfgeräte

- a) Metall-Schablonen:
 - Schablone für Lotpaste mit Lotpulver vom Typ 1-4 nach IEC 61190-1-2: Größe der Schablone 76 mm × 25 mm × 0,2 mm, versehen mit mindestens 3 runden Löchern mit einem Durchmesser von 6,5 mm und einem Mindest-Mittenabstand von 10 mm;
 - Schablone für Lotpaste mit Lotpulver vom Typ 5-6 nach IEC 61190-1-2: Größe der Schablone 76 mm × 25 mm × 0,1 mm, versehen mit mindestens 3 runden Löchern mit einem Durchmesser von 1,5 mm und einem Mindest-Mittenabstand von 10 mm;
- b) ein Spatel;
- c) ein mit einem geeigneten Lot gefülltes Lotbad der Mindestgröße 100 mm × 100 mm × 75 mm, in dem eine Temperatur, die 25 °C oberhalb der Schmelztemperatur der zu beurteilenden Lotpaste liegt, aufrechterhalten werden kann;
- d) eine flache Heizplatte;
- e) ein Thermometer zur Bestimmung der Oberflächentemperatur;
- f) eine Lupe mit einer 10- bis 20-fachen Vergrößerung.

4.5.4 Durchführung

4.5.4.1 Vorbereitung

- a) Das Lotbad oder die Heizplatte ist auf eine Temperatur von (25 ± 3) °C oberhalb der Schmelztemperatur der Lotlegierung aufzuheizen.
- b) Mit einem Spatel wird die Lotpaste durch Rühren per Hand homogenisiert.
- c) Die Paste ist auf eine gleichmäßige Temperatur von (25 ± 2) °C zu bringen.
- d) Es sind zwei Prüflinge mit entweder einer oder beiden der oben beschriebenen Schablonen vorzubereiten. Die Lotpaste sollte mit dem Spatel in die Löcher gedrückt und eingeebnet werden.

4.5.4.2 Prüfbedingungen

- a) Einer der Prüflinge ist innerhalb von (15 ± 5) min nach Aufbringen der Lotpaste zu prüfen.
- b) Der zweite Prüfling ist $4 \text{ h} \pm 15 \text{ min}$ nach Aufbringen der Lotpaste zu prüfen. Die 4-stündige Lagerung erfolgt bei einer Temperatur von (25 ± 3) °C und einer relativen Luftfeuchte von (50 ± 10) %.

4.5.4.3 Vorbereitung der Heiz-Einrichtung

- a) Die Oberfläche des Lotbades wird mit einem Schaber gereinigt.
- b) Alle Fremdmaterialien werden von der Oberfläche der Heizplatte entfernt, um eine einwandfreie Temperaturregelung sicherzustellen.