

DIN EN 61189-5



ICS 31.180

**Prüfverfahren für Elektromaterialien, Verbindungsstrukturen und Baugruppen –
Teil 5: Prüfverfahren für bestückte Leiterplatten (IEC 61189-5:2006);
Deutsche Fassung EN 61189-5:2006**

Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies –
Part 5: Test methods for printed board assemblies (IEC 61189-5:2006);
German version EN 61189-5:2006

Méthodes d'essais pour les matériaux électriques, les structures d'interconnexion et les ensembles –
Partie 5: Méthodes d'essais pour les cartes imprimées équipées (CEI 61189-5:2006);
Version allemande EN 61189-5:2006

Gesamtumfang 65 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2006-09-01 angenommene EN 61189-5 gilt als DIN-Norm ab 2007-05-01.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61189-5:2002-11.

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

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

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

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

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

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

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

Prüfverfahren für Elektromaterialien, Verbindungsstrukturen und Baugruppen –
Teil 5: Prüfverfahren für bestückte Leiterplatten
(IEC 61189-5:2006)

Test methods for electrical materials, interconnection
structures and assemblies –
Part 5: Test methods for printed board assemblies
(IEC 61189-5:2006)

Méthodes d'essais pour les matériaux électriques, les
structures d'interconnexion et les ensembles –
Partie 5: Méthodes d'essais pour les cartes
imprimées équipées
(CEI 61189-5:2006)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2006-09-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2006 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61189-5:2006 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 91/564/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 61189-5, ausgearbeitet von dem IEC TC 91 „Electronics assembly technology“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2006-09-01 als EN 61189-5 angenommen.

Diese Norm ist Teil einer Normenreihe und sollte im Zusammenhang mit anderen Teilen der gleichen Reihe, unter dem Haupttitel „*Prüfverfahren für Elektromaterialien, Verbindungsstrukturen und Baugruppen*“, verwendet werden:

Teil 1: Allgemeine Prüfverfahren und -methodik

Teil 2: Prüfverfahren für Materialien für Verbindungsstrukturen

Teil 3: Prüfverfahren für Verbindungsstrukturen (Leiterplatten)

Teil 4: Prüfverfahren für Montageeigenschaften elektronischer Bauelemente

Teil 5: Prüfverfahren für bestückte Leiterplatten

Teil 6: Prüfverfahren für Materialien, die bei der Herstellung elektronischer Baugruppen eingesetzt werden

Die Norm sollte ebenfalls im Zusammenhang mit EN 60068, „Umweltprüfungen“, gelesen werden.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2007-06-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2009-09-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61189-5:2006 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich und Zweck	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Genauigkeit, Präzision und Auflösung	6
3.1 Genauigkeit	7
3.2 Präzision	7
3.3 Auflösung	8
3.4 Prüfbericht	8
3.5 Student'sche t -Verteilung	9
3.6 Vorgeschlagene Unsicherheits-Grenzwerte	9
4 Verzeichnis zugelassener Prüfverfahren	10
5 P: Verfahren zur Vorbereitung und Beanspruchung von Prüflingen	10
5.1 Prüfung 5P01: Konstruktionsrichtlinie für Prüfleiterplatten	10
5.2 Prüfung 5P02: Standard-Montage für CSP/BGA-Bauformen	10
6 V: Sichtprüfungen (In Vorbereitung)	10
7 D: Maßprüfungen (In Vorbereitung)	10
8 C: Chemische Prüfverfahren	10
8.1 Prüfung 5C01: Korrosion durch Flussmittel	10
9 M: Mechanische Prüfverfahren	13
9.1 Prüfung 5M01: Prüfverfahren zum Abschälen von Anschlussflächen auf Prüfleiterplatten	13
10 E: Elektrische Prüfverfahren	13
10.1 Prüfung 5E01: Änderungen des Oberflächenwiderstandes durch Flussmittel	13
10.2 Prüfung 5E02: Oberflächenwiderstand (SIR) von Baugruppen	21
11 N: Umwelt-Prüfverfahren	29
11.1 Prüfung 5N01: Reflow-Lötbarkeits-Prüfung für Lötverbindungen	29
11.2 Prüfung 5N02: Beständigkeit von Prüfleiterplatten gegen Reflow-Löten	29
11.3 Prüfung 5N03: Lötbarkeits-Prüfung von Anschlussflächen auf Prüfleiterplatten	29
12 X: Sonstige Prüfverfahren	29
12.1 Prüfung 5X01: Bestimmung der Aktivität flüssiger Flussmittel, Verfahren mittels Benetzungswaage	29
12.2 Prüfung 5X02: Viskosität von Flussmittelpasten – T-Stab-Spindel-Verfahren	33
12.3 Prüfung 5X03: Ausbreitungsprüfung an flüssigen oder extrahierten Lotflussmitteln, an Lotpasten und extrahierten Flussmitteln aus Lotdrähten mit Flussmittelseele oder aus Lotvorformteilen	33
12.4 Prüfung 5X04: Viskosität von Lotpasten – T-Stab-Drehspindel-Verfahren (anwendbar für Viskositäten von 300 Pa s bis 1.600 Pa s)	37
12.5 Prüfung 5X05: Viskosität von Lotpasten – T-Stab-Spindel-Verfahren (anwendbar für Viskositäten bis 300 Pa s)	39
12.6 Prüfung 5X06: Viskosität von Lotpasten – Spiral-Pump-Verfahren (anwendbar für Viskositäten von 300 Pa s bis 1.600 Pa s)	42

	Seite
12.7 Prüfung 5X07: Viskosität von Lotpasten – Spiral-Pump-Verfahren (anwendbar für Viskositäten bis 300 Pa s)	44
12.8 Prüfung 5X08: Lotpaste – Ausbreitungsprüfung	46
12.9 Prüfung 5X09: Lotpaste – Lotkugel-Prüfung	50
12.10 Prüfung 5X10: Haftungsprüfung an Lotpasten	52
12.11 Prüfung 5X11: Benetzungs-Prüfung an Lotpasten	54
12.12 Prüfung 5X12: Haftvermögen von Flussmittel-Rückständen nach dem Trocknen	55
12.13 Prüfung 5X13: Spritzen von Lotdraht mit Flussmittelseele	57
12.14 Prüfung 5X14: Lotausbreitungsprüfung	59
Literaturhinweise	61
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	62

Bilder

Bild 1 – Prüfbild zur Bestimmung des Oberflächenwiderstandes	13
Bild 2 – Aufbau bei Verwendung von Steckverbindern	16
Bild 3 – Lage der Prüflinge in der Prüfkammer	17
Bild 4 – Prüfling zu Prüfverfahren 5E02	22
Bild 5 – Coupon zur Widerstandsüberprüfung	23
Bild 6 – Coupon zur Widerstandsüberprüfung mit Schutzabdeckung	23
Bild 7 – Lage der Prüflinge in Bezug auf den Luftstrom in der Klimakammer	24
Bild 8 – Benetzungswaage – Prüfgerät	31
Bild 9 – Benetzungswaage – Messkurve	32
Bild 10 – Ausbreitungsprüfung bei einer Schablonendicke von 0,20 mm	47
Bild 11 – Ausbreitungsprüfung bei einer Schablonendicke von 0,10 mm	48
Bild 12 – Auswertung der Lotkugel-Prüfung	51
Bild 13 – Beispiele für Lotbenetzung	55
Bild 14 – Prüfvorrichtung der Spritzprüfung	58

Tabellen

Tabelle 1 – Student'sche t -Verteilung	9
Tabelle 2 – Prüfcoupons für die Bestimmung des Oberflächenisolationswiderstandes (SIR)	15
Tabelle 3 – Qualifikations-Prüfbericht	20
Tabelle 4 – Vorgeschlagene Prüfbedingungen	26
Tabelle 5 – Typische Ausbreitungsflächen in mm ²	35
Tabelle 6 – Beispiel für einen Prüfbericht zu einer Lotpaste	39
Tabelle 7 – Beispiel für einen Prüfbericht zu einer Lotpaste	41
Tabelle 8 – Beispiel für einen Prüfbericht zu einer Lotpaste	43
Tabelle 9 – Beispiel für einen Prüfbericht zu einer Lotpaste	45
Tabelle 10 – Beispiel für einen Prüfbericht bei Einsatz einer Siebdruckschablone mit 0,2 mm Dicke	49
Tabelle 11 – Beispiel für einen Prüfbericht bei Einsatz einer Siebdruckschablone mit 0,1 mm Dicke	49

Einleitung

IEC 61189 bezieht sich sowohl auf Prüfverfahren für Leiterplatten und daraus hergestellte Baugruppen als auch auf Prüfverfahren für die eingesetzten Materialien oder auf Verfahren zur Bestimmung der Widerstandsfähigkeit von Bauteilen, unabhängig vom jeweiligen Herstellungsverfahren.

Die Norm ist in einzelne Teile unterteilt, in denen Informationen für den Konstrukteur, den Prüfsingenieur 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 von Baugruppen aus 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.

Eine Liste aller Prüfverfahren, die in dieser Norm enthalten sind, auch jener, die sich in Vorbereitung befinden, ist im Anhang B gegeben. Dieser Anhang wird immer dann erneut aufgelegt, wenn neue Prüfungen eingeführt werden.

1 Anwendungsbereich und Zweck

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

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

IEC 60068-2-20, *Environmental testing – Part 2-20: 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, 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 61190-1-2:2002, *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*

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:

- Verwendetes Prüfverfahren;
- Identität der Stichprobe(n);
- Prüfgeräte;
- festgelegte Grenzwerte;
- Abschätzung der Messunsicherheit und daraus resultierende Arbeitsgrenzen der Prüfung;
- detaillierte Prüfergebnisse;
- 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

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

3.6 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 Verzeichnis zugelassener Prüfverfahren

Diese Norm liefert spezifische Prüfverfahren, die sehr ausführlich dargestellt sind, um eine Arbeitsweise mit einem Minimum an Querverweisen auf andere spezifische Verfahren zu gestatten. Bei den Verfahren ist die Anwendung von allgemeinen Beanspruchungen durch Verweise auf andere Normen, z. B. auf IEC 61189-1 und IEC 60068-1, geregelt und bildet, wenn zutreffend, einen zwingend vorgeschriebenen Teil der Prüfnorm.

Jedes Verfahren hat einen eigenen Titel, eine eigene Nummer und einen eigenen Ausgabestand, um eine Modernisierung und Verbesserung der Verfahren zu ermöglichen, da sich die Industrieanforderungen ändern oder eine neue Methodik erforderlich machen. Die Verfahren sind in Prüfverfahrens-Gruppen und Einzelprüfungen organisiert.

5 P: Verfahren zur Vorbereitung und Beanspruchung von Prüflingen

5.1 Prüfung 5P01: Konstruktionsrichtlinie für Prüfleiterplatten

Bezüglich der Einzelheiten zu diesem Prüfverfahren siehe IEC 62137:2004, A.4. Die dort genannten Anforderungen sind verbindlich, wenn auf Prüfung 5P01 verwiesen wird.

5.2 Prüfung 5P02: Standard-Montage für CSP/BGA-Bauformen

Bezüglich der Einzelheiten zu diesem Prüfverfahren siehe IEC 62137:2004, Anhang B. Die dort genannten Anforderungen sind verbindlich, wenn auf Prüfung 5P02 verwiesen wird.

6 V: Sichtprüfungen (In Vorbereitung)

7 D: Maßprüfungen (In Vorbereitung)

8 C: Chemische Prüfverfahren

8.1 Prüfung 5C01: Korrosion durch Flussmittel

8.1.1 Zweck

Dieses Prüfverfahren ist vorgesehen, die korrosiven Eigenschaften von Flussmittelmückständen unter extremen Umgebungsbedingungen zu bestimmen. Ein Lot-Pellet wird zusammen mit dem Prüf-Flussmittel auf eine metallische Prüfplatte aufgeschmolzen. Das Lot wird dann den vorgeschriebenen Feuchtebedingungen ausgesetzt und die resultierende Korrosion, falls vorhanden, visuell beurteilt.

8.1.2 Prüfling

Mindestens 0,035 g Flussmittel-Feststoffanteil, 1 g Lotpaste, 1 g Lotdraht oder 1 g Lot-Vorformteile mit einem gleichartigen Feststoffanteil. Flussmittel-Feststoffanteile sind definiert als der Rückstand, der sich bei der Bestimmung des Feststoffanteils in Flussmitteln nach IEC 61189-6, Prüfverfahren 6C03, ergibt. Lösemittel müssen in einem Chemie-Abzug aus dem Prüfling ausgetrieben werden.

8.1.3 Prüfgeräte und Reagenzien

- a) Ein Gefäß zur Lotaufnahme;
- b) eine Klimakammer, in der eine Temperatur von $(50 \pm 2)^\circ\text{C}$ und eine relative Feuchte von $(95 \pm 2) \%$ eingestellt werden kann;
- c) ein Umluft-Trockenofen;
- d) ein Mikroskop mit mindestens 20facher Vergrößerung;
- e) Chemikalien:
Alle Chemikalien müssen chemisch rein sein (hochrein, ohne Verunreinigung); das verwendete Wasser muss destilliert oder deionisiert sein.
Ammonium-Persulfat, Schwefelsäure, Entfettungsmittel, wie Aceton oder Petrolether;
- f) eine Analysenwaage mit einer Genauigkeit von 0,001g;
- g) ein Kupferblech mit einer Dicke von $(0,50 \pm 0,05)$ mm und einer Reinheit von 99 %.

8.1.4 Durchführung

8.1.4.1 Chemikalien

- a) Ammonium-Persulfat-Lösung (25%ig (Massen-%) in 0,5%iger (Vol.-%) Schwefelsäure). Es werden 250 g Ammonium-Persulfat in Wasser aufgelöst und vorsichtig 5 ml Schwefelsäure (Dichte $1,84 \text{ g/cm}^3$) hinzugefügt. Das Ganze wird vermischt, gekühlt, auf 1 l verdünnt und wiederum vermischt. Die Lösung sollte frisch angesetzt werden.
- b) Schwefelsäure (5%ig (Vol.-%)). Zu 400 ml Wasser werden vorsichtig 50 ml Schwefelsäure (Dichte $1,84 \text{ g/cm}^3$) hinzugefügt. Das Ganze wird vermischt, gekühlt, auf 1 l verdünnt und wiederum vermischt.

8.1.4.2 Herstellen der Prüfbleche

- a) Für jede Prüfung ist ein 50 mm x 50 mm großes Stück aus dem Kupferblech herauszuschneiden.
- b) In der Mitte jedes Prüfbleches ist eine 3 mm tiefe kreisrunde Vertiefung durch Eindrücken des Bleches mit einer Stahlkugel mit einem Durchmesser von 20 mm in ein Loch der Unterlage mit 25 mm Durchmesser auszuformen, so dass in dem Blech ein Näpfchen entsteht.
- c) Eine Ecke jedes Prüfbleches wird hochgebogen, um danach die Handhabung mit einer Zange zu erleichtern.

8.1.4.3 Vorbehandlung der Prüfbleche

Unmittelbar vor Durchführung der Prüfung sind die Prüfbleche unter Verwendung einer sauberen Zange für die Handhabung wie folgt vorzubehandeln:

- a) Entfetten mit einem geeigneten neutralen organischen Lösungsmittel, wie Aceton oder Petrolether;
- b) eintauchen in 5%ige (Vol.-%) Schwefelsäure bei $(65 \pm 5)^\circ\text{C}$ für 1 min, um den Anlauffilm zu entfernen;
- c) eintauchen in eine Lösung von 25%igem (Massen-%) Ammonium-Persulfat (0,5 %ige (Vol.-%) Schwefelsäure) bei $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ für 1 min, um die Oberfläche gleichmäßig anzuätzen;
- d) waschen in fließendem Leitungswasser für maximal 5 s;
- e) eintauchen in 5%ige (Vol.-%) Schwefelsäure bei $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ für 1 min;
- f) waschen für 5 s in fließendem Leitungswasser, dann gründlich spülen in deionisiertem Wasser;
- g) spülen mit Aceton;
- h) in sauberer Luft trocknen lassen;
- i) das Prüfblech ist so bald wie möglich der Prüfung zu unterziehen oder bis zu 1 h in einem geschlossenen Behälter zu lagern.

8.1.4.4 Vorbereitung des Prüflots

- a) Für jede Prüfung ist ein Probe von $(1 \pm 0,05)$ g Lot abzuwiegen und in die Mitte der Vertiefung des Prüfbleches einzulegen.

- b) Die Lotprobe ist mit einem geeigneten neutralen organischen Lösungsmittel, wie z. B. Aceton oder Petrolether, zu entfetten.
- c) Das Lot kann in Form von Pellets vorliegen oder bei Lotdraht als enge Spirale geformt werden.

8.1.4.5 Prüfung

- a) Das Lotgefäß wird in der Weise erhitzt, dass man bei den Lotlegierungen Sn63Pb37 und Sn60Pb40 die Temperatur des Lotbades auf $(235 \pm 5)^\circ\text{C}$ stabilisiert. Für andere Lotlegierungen kann die Temperatur des Lotbades etwa 40°C höher als die Schmelztemperatur der Legierung gewählt werden.
- b) Bei Flüssig-Flussmitteln sind 0,035 g des Flussmittel-Feststoffanteils in die Vertiefung des Prüfbleches einzubringen. Eine Lotprobe ist hinzuzufügen.
- c) Von Lotpasten, Lotdraht oder Lot-Vorformteilen mit Flussmittelseele werden jeweils 1 g in die Vertiefung des Prüfbleches eingebracht.
- d) Mit Hilfe einer Zange ist jedes Prüfblech auf die Oberfläche des geschmolzenen Lotes aufzulegen.
- e) Das Prüfblech muss so lange in Kontakt mit der Lotoberfläche bleiben, bis die Lotprobe in der Vertiefung des Prüfbleches schmilzt. Dann muss das Prüfblech noch (5 ± 1) s auf dem Lotbad verbleiben.
- f) Das Prüfblech ist für die nachfolgenden Untersuchungen bei Feuchtebeanspruchung sorgfältig bei 20facher Vergrößerung zu untersuchen. Die Beobachtungen, insbesondere Verfärbungen, sind aufzuzeichnen.
- g) Danach ist das Prüfblech auf $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ für (30 ± 2) min vorzuwärmen.
- h) Die Klimakammer wird auf eine Temperatur von $(40 \pm 1)^\circ\text{C}$ und eine relative Feuchte von $(93 \pm 2)\%$ eingestellt.
- i) Die Prüfbleche werden dann senkrecht (und voneinander getrennt) in der Klimakammer aufgehängt.
- j) Dieser Beanspruchung sind die Prüfbleche 72 h (3 Tage) auszusetzen. Flussmittel vom Typ M (mäßig aktiv) und vom Typ H (hoch aktiv) können sowohl im gereinigten als auch im ungereinigten Zustand geprüft werden.

8.1.4.6 Auswertung

Vor der Klimalagerung sind die Prüfbleche sorgfältig zu untersuchen. Verfärbungen sind aufzuzeichnen.

Nach der maßgebenden Beanspruchungsdauer sind die Prüfbleche der Klimakammer zu entnehmen, mit 20facher Vergrößerung zu untersuchen und die Ergebnisse mit den Beobachtungen vor der Beanspruchung zu vergleichen.

Korrosion wird wie folgt beschrieben:

- Ausblühungen in den Grenzbereichen von Flussmittel-Rückstand und Kupferoberfläche oder in Rückständen oder an flussmittelfreien Stellen innerhalb der Rückstände.
- Einzelne weiße oder farbige Flecken in den Flussmittel-Rückständen.

Eine anfängliche Änderung der Farbe, die entstehen kann, wenn das Prüfblech beim Lötvorgang erhitzt wird, ist außer Acht zu lassen; jedoch ist die anschließende Entstehung grün-blauer Verfärbungen des Kupferbleches mit Bildung von Vertiefungen als Korrosion zu betrachten.

8.1.5 Zusätzliche Angaben

8.1.5.1 Definition von Korrosion

Für die Zwecke dieses Prüfverfahrens gilt folgende Festlegung für den Begriff der Korrosion: „Eine chemische Reaktion zwischen Kupfer, Lot und den Bestandteilen der Flussmittel-Rückstände, die nach dem Löten und während der Beanspruchung durch die oben genannten Umgebungsbedingungen stattfindet“.

Farbfotos vor und nach der Prüfung sind nützliche Hilfsmittel zur Feststellung von Korrosion.

8.1.5.2 Sicherheit

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

9 M: Mechanische Prüfverfahren

9.1 Prüfung 5M01: Prüfverfahren zum Abschälen von Anschlussflächen auf Prüfleiterplatten

Bezüglich der Einzelheiten zu diesem Prüfverfahren siehe IEC 62137:2004, A.3. Die dort genannten Anforderungen sind verbindlich, wenn auf Prüfung 5M01 verwiesen wird.

10 E: Elektrische Prüfverfahren

10.1 Prüfung 5E01: Änderungen des Oberflächenwiderstandes durch Flussmittel

10.1.1 Zweck

Dieses Prüfverfahren ist zur Charakterisierung von Flussmitteln vorgesehen, indem der Abfall des elektrischen Isolationswiderstands an Prüflingen aus starren Leiterplatten nach Einwirkung eines bestimmten Flussmittels bestimmt wird. Diese Prüfung wird bei hoher Luftfeuchte und unter Wärmebeanspruchung durchgeführt.

10.1.2 Verfahren A

10.1.2.1 Prüflinge

- a) Kammbilder: Als Prüfbild für die Prüflinge ist das in Bild 1 dargestellte Prüfbild zu verwenden. Der einzelne Kamm weist eine Leiterbreite von 0,4 mm bei einem Leiterabstand von 0,2 mm auf. Der Prüfling hat eine Gesamtgröße von 100 mm x 95 mm. Das Leiterbild muss eine ungeschützte blanke Kupferoberfläche aufweisen.

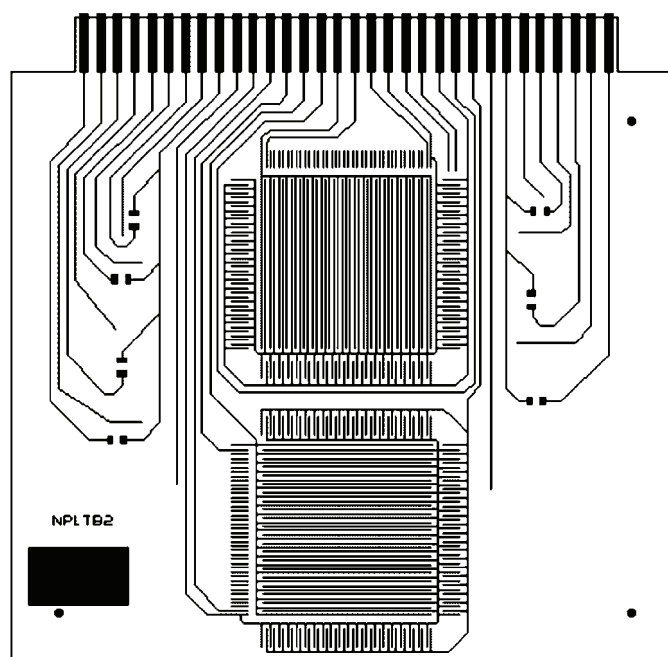


Bild 1 – Prüfbild zur Bestimmung des Oberflächenwiderstandes

- b) Laminat: Als Laminat-Material ist für diese Prüfung ein Epoxid-Glashartgewebe nach IEC 61249-2-7 zu verwenden.

10.1.2.2 Prüfgeräte

- a) Eine Klimakammer, in der eine Temperatur von $(90 \pm 2)^\circ\text{C}$ und eine relative Feuchte von $(95 \pm 3) \%$ eingestellt werden kann. Die Innenwände der Kammer sollten aus rostfreiem Stahl hergestellt sein; außerdem sollte die Kammer gut isoliert sein. Temperatur- und Feuchtemessung sollten mit Hilfe von Messführlern, wie z. B. Trocken- und Feuchtraum-Kolbenthermometer oder Festkörper-Sensoren, vorgenommen werden. Während der Prüfung sind die Temperatur- und Feuchtwerte der Klimakammer aufzuzeichnen, vornehmlich mit eigenen Prüfsensoren.
- b) Das Messsystem muss aus einem Messgerät bestehen, mit dem Oberflächenwiderstände (SIR) im Bereich von wenigstens $10^6 \Omega$ bis $10^{12} \Omega$ gemessen werden können, einer Spannungsquelle für Prüf- und Vorspannung, die eine variable Gleichspannung zwischen 5 V und 100 V mit einem Fehler von $\pm 2 \%$ liefern kann, und einem Lastwiderstand von $1 \text{ M}\Omega$.

Ein Prüflings-Auswahlsystem, mit dem jeweils einzelne zu messende Prüfbilder zur Prüfung angewählt werden können. Das System muss auch in jedem Strompfad einen $1\text{-M}\Omega$ -Widerstand zur Strombegrenzung aufweisen.

Die Toleranz des gesamten Messsystems darf bis zu einem Widerstandswert von $10^{10} \Omega \pm 5 \%$ betragen, bei Werten zwischen $10^{10} \Omega$ und $10^{11} \Omega \pm 10 \%$ und bei Werten über $10^{11} \Omega \pm 20 \%$.

Das Messsystem muss überprüft werden, indem der Prüfling innerhalb der Klimakammer bei Umgebungsbedingungen durch einen Widerstands-Prüfcoupon ersetzt wird.

- c) Drei 2000-ml-Bechergläser;
- d) ein Abzug;
- e) eine Metallzange;
- f) eine weiche Bürste mit Naturborsten;
- g) deionisiertes oder destilliertes Wasser (empfohlener spezifischer Widerstand mindestens $2 \text{ M}\Omega\text{cm}$);
- h) ein Trockenofen, in dem eine Temperatur von mindestens 50°C aufrechterhalten werden kann.

10.1.2.3 Prüfbedingungen

- a) Flussmittel mit mehr als 1 Gew.-% organischer Säuren als Aktivator, wie z. B. Adipinsäure, die sich merklich erst bei 85°C verflüchtigen, und Flussmittel mit weniger als 5 Gew.-% Kolophonium- oder modifiziertem Kolophonium-Harz sollten bei $40^\circ\text{C}/93 \%$ relativer Luftfeuchte geprüft werden. Flussmittel mit mehr als 0,1 Gew.-% ionischer Halogenide sollten bei $85^\circ\text{C}/85 \%$ relativer Luftfeuchte geprüft werden.
- b) Die Prüfdauer darf nicht weniger als 72 h betragen.
- c) Prüfspannungen: Die Prüfung sollte bei einem Spannungsgefälle von 25 V/mm durchgeführt werden (das entspricht 5 V bei Verwendung des vorgeschlagenen Prüfcoupons).

10.1.2.4 Probenvorbereitung

Für jedes flüssige Flussmittel müssen 3 Prüfcoupons geprüft werden, die im gereinigten Zustand vorliegen müssen, wobei die Reinigung nach d) erfolgen muss (siehe Tabelle 2, Stichproben-Gruppe A). Werden flüssige Flussmittel geprüft, bei denen die Prüflinge im ungereinigtem Zustand belassen werden sollen, sind sechs Prüfcoupons erforderlich. Bei drei ungereinigten Prüfcoupons muss die wellengelötete Seite unten liegen (Tabelle 2, Stichproben-Gruppe B), bei den drei anderen muss sie oben liegen (Tabelle 2, Stichprobengruppe C).

- a) Bei Lötpasten-Coupons muss die reflow-gelötete Seite oben liegen und entweder gereinigt (Tabelle 2, Stichproben-Gruppe D) oder nicht gereinigt sein (Tabelle 2, Stichproben-Gruppe E). Zusätzlich müssen mindestens 2 unbearbeitete Kontroll-Coupons für Vergleichszwecke vorgesehen werden (Tabelle 2, Stichproben-Gruppe F).
- b) Eine positive, dauerhafte Kennzeichnung der Prüflinge, durch welche die Prüflinge nicht verunreinigt werden, ist von höchster Wichtigkeit (z. B. eine Vibrationsgravur).

- c) Die Prüflinge sind visuell auf offensichtliche Fehler zu untersuchen. Sind Zweifel an der Gesamtqualität des Prüflings angezeigt, sollte der Prüfling ausgesondert werden.

Tabelle 2 – Prüfcoupons für die Bestimmung des Oberflächenisolationswiderstandes (SIR)

Stichprobengruppe	Flussmittel/Lot	Reinigung	Anzahl der Coupons
A	Ja	ja	3
B	Ja	Nein	3
C	Ja	Nein	3
D	Ja	Ja	3
E	Ja	Nein	2
F	Nein	Nein	2

- d) Die Prüflinge sind mit deionisiertem oder destilliertem Wasser zu reinigen und mit einer weichen Bürste mit Naturborsten mindestens 30 s lang zu bürsten. Danach sind die Prüflinge mit deionisiertem oder destilliertem Wasser gründlich abzusprühen. Die gereinigten Flächen sind schließlich mit frischem Isopropanol zu spülen.
- e) Alternativ zu diesem Reinigungsverfahren können die Prüflinge in einem Prüfgerät zur Bestimmung der ionischen Verunreinigungen, das 75 % Isopropanol und 25 % deionisiertes Wasser enthält, gereinigt werden; man lässt die Lösung einwirken, bis alle Ionen entfernt sind.
- f) Während der weiteren Probenvorbereitung sind die Prüflinge nur an den Ecken anzufassen; oder es sind Gummihandschuhe zu verwenden, durch die die Prüflinge nicht wieder verunreinigt werden.
- g) Werden die Platten vor der weiteren Prüfung aufbewahrt, müssen sie in saubere Beutel oder Behälter eingebracht werden; die Beutel sind dicht zu verschließen (keine Warmversiegelung vornehmen).

10.1.2.5 Lotpaste

- a) Die Lotpaste ist im Siebdruckverfahren auf das Kammbild mit Hilfe einer 0,15 mm dicken Schablone aufzutragen. Die Schablone muss eine Reihe von kreisrunden Löchern mit einem Durchmesser von 0,4 mm oder von quadratischen Löchern aufweisen, die zu den Leiterbahnen des Kammbildes passen. Die Positionierung der Schablone muss in der Weise erfolgen, dass die Lotpaste exakt auf die Leiterbahnen aufgebracht wird und keine Brückenbildung zwischen benachbarten Leiterzügen entsteht. Es müssen mindestens 6 Schablonen-Öffnungen für jeden Leiterzug des Kammbildes vorliegen.
- b) Die Prüflinge müssen nun unter Anwendung des vom Lieferanten empfohlenen Temperaturprofils den Reflow-Lötprozess durchlaufen.

10.1.2.6 Reinigung der Prüflinge

- a) Nach Einwirkung von Flussmittel und Lot sind die Prüflinge, die im ungereinigten Zustand geprüft werden sollen, nach 10.1.2.8 und 10.1.2.9 zu beurteilen.
- b) Nach Einwirkung von Flussmittel und Lot sind die Prüflinge, die im gereinigten Zustand geprüft werden sollen, unter Anwendung eines der unten aufgeführten Verfahren zu reinigen. Die Reinigungsparameter müssen im Qualifikations-Prüfbericht (Tabelle 3) aufgezeichnet werden.
- c) Die zu reinigenden Prüflinge müssen mit einem geeigneten umweltverträglichen Lösemittel oder einem wässrigen Reinigungsmittel gereinigt werden. Dabei ist vorzugsweise eine handelsübliche Durchlauf- oder Korbreinigungsanlage einzusetzen. Wenn diese nicht verfügbar sind, muss der folgende Labor-Reinigungsprozess durchgeführt werden.
- d) Drei Prüflinge müssen nach dem Löten gereinigt werden (innerhalb 30 min oder weniger). Für die Lösemittel-Reinigung oder Reinigung mit wässrigen Reinigungsmitteln werden drei 2000-ml-Bechergläser, die jeweils 1000 ml Lösung enthalten, benötigt, wobei ein Becherglas zur Vorreinigung dient und die beiden anderen zur Spülung verwendet werden. Jeder Prüfling muss in jedem Becherglas 1 min lang behandelt werden. Im Falle eines wässrigen Reinigungsmittels muss ein Becherglas das Reinigungsmittel enthalten und die beiden anderen deionisiertes Wasser zur Spülung. Wenn das

Reinigungsverfahren abgeschlossen ist, sind die Prüflinge 2 h lang bei 50 °C zu trocknen. Danach sind die Prüflinge, wie in 10.1.2.8 und 10.1.2.9 ausgeführt, zu prüfen.

10.1.2.7 Vorbereitung der Prüflinge für die Klimakammer

Alle Kämme sind visuell zu untersuchen; Kämme mit Brückenbildung zwischen Leiterbahnen sind auszusondern. Zum Verlöten von teflonisierten Drähten mit den Anschlussstellen der Prüflinge ist wasserklares Kolophonium (Farbqualität des Kolophoniums) zu verwenden. Es darf nicht versucht werden, die Flussmittel-Rückstände zu entfernen. Anstelle von Lötverbindungen können auch Steckverbindungen verwendet werden; diese werden jedoch nicht empfohlen. Bei Meinungsverschiedenheiten sind Prüflinge mit angelöteten Anschlussdrähten als Schiedsverfahren zu verwenden.

10.1.2.8 Steckersystem bei Messungen von Hochohm-Widerständen

- a) Vor dem Verbinden der Prüflinge mit dem Messsystem muss jeder Kabelstrang innerhalb der Feuchtkammer bei Umgebungsbedingungen mit dem Widerstands-Prüfcoupon verbunden und eine Messung vorgenommen werden. Kabel, bei denen der Messwert nicht innerhalb der Toleranz des Gesamt-Messsystems liegt ($\pm 5\%$ bis zu einem Widerstand von $10^{10} \Omega$, $\pm 10\%$ bei Widerständen zwischen $10^{10} \Omega$ und $10^{11} \Omega$ und $\pm 20\%$ bei Widerständen über $10^{11} \Omega$), müssen nachgearbeitet oder ersetzt werden (s. Bild 2).

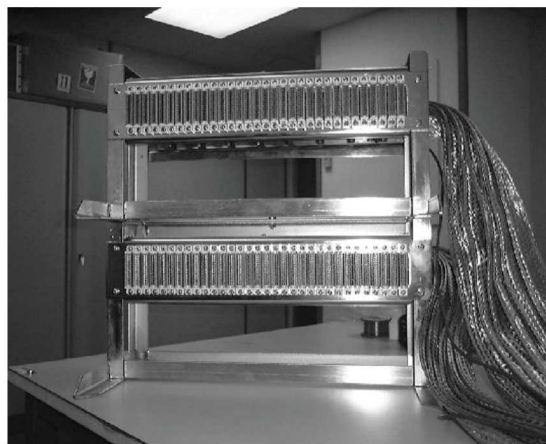


Bild 2 – Aufbau bei Verwendung von Steckverbindern

- b) Die Prüflinge sind in der Klimakammer in senkrechter Lage zu platzieren, und zwar so, dass der Luftstrom in der Kammer parallel zur Plattenoberfläche verläuft, wie in Bild 3 dargestellt. Unabhängig von der zu prüfenden Flussmittel-Type ist die Kammer auf eine der folgenden Bedingungen einzustellen (s. 10.1.2.3): Die Temperatur ist auf $(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und die relative Luftfeuchte auf 20 % einzustellen. Zur Stabilisierung der Kammerbedingungen belässt man die Kammer 3 h bei dieser Temperatur. Für Prüflinge „ungereinigt“ wird die Kammertemperatur auf $(40 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und die relative Luftfeuchte auf 20 % eingestellt. Zur Stabilisierung der Kammerbedingungen belässt man die Kammer wieder 3 h bei dieser Temperatur. Dann wird die relative Luftfeuchte langsam über einen Zeitraum von mindestens 15 min auf einen Wert von $(85 \pm 2) \%$ oder $(93 \pm 2) \%$ angehoben. Vor dem Anlegen der Vorspannung bei Beginn der Prüfung belässt man die Prüflinge zum Erreichen des Gleichgewichts mindestens 1 h bei diesen Bedingungen.

Luftstrom in der Kammer

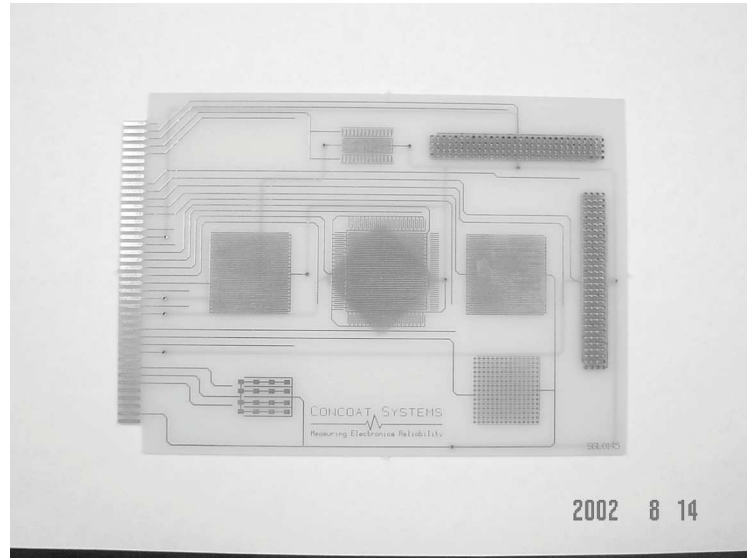


Bild 3 – Lage der Prüflinge in der Prüfkammer

- c) Man verbindet nun die Gleichspannungsquelle (5 V bis 50 V) mit den Prüfpunkten der Prüflinge und legt die Vorspannung an alle Prüflinge an.

10.1.2.9 Messungen

Die Messungen müssen an den Prüflingen in 20-min-Abständen durchgeführt werden, während sie sich in der Prüfkammer unter den Prüfbedingungen hinsichtlich Temperatur und relativer Luftfeuchte befinden. Um diese Messungen vorzunehmen, sind die Prüflinge von der Gleichspannungsquelle für die Vorspannung (5 V bis 50 V) zu trennen und mit der Prüf-Gleichspannung von 5 V zu verbinden.

10.1.2.10 Beurteilung

- Die Werte für den Isolationswiderstand jedes Kammbildes müssen oberhalb $1 \times 10^8 \Omega$ liegen. Wenn die Werte für den Kontroll-Coupon unterhalb $1 \times 10^9 \Omega$ liegen, muss ein neuer Satz von Prüflingen erstellt und die gesamte Prüfung wiederholt werden. Jeder Grund für das Streichen eines Wertes (Kratzer, Kondensatbildung, überbrückte Leiterbahnen, versetzte Messpunkte usw.) ist aufzuzeichnen.
- Alle Prüflinge müssen unter einem Mikroskop bei 10- bis 30facher Vergrößerung unter Anwendung von Hintergrund-Beleuchtung innerhalb von 24 h nach Abschluss der Prüfung untersucht werden. Wenn die Prüflinge länger aufbewahrt werden sollen, müssen sie in einen Behälter eingebracht werden, der keine Verunreinigungen absondert, und in einem Exsikkator gelagert werden. Alle Prüflinge sind innerhalb von 7 Tagen zu beurteilen. Zusätzlich ist zu überprüfen, ob Dendritenwachstum stattgefunden hat, das auf Kondenswasserbildung in der Klimakammer zurückzuführen ist (s. 10.1.4).
- Werden die Ergebnisse von mehr als 2 Kammbildern für eine bestimmte Beanspruchung zurückgewiesen, muss die Prüfung wiederholt werden.
- Die Qualifizierung des Flussmittels ist in ein Formblatt nach Tabelle 3 einzutragen.

10.1.3 Verfahren B

10.1.3.1 Prüflinge

- a) Kammbilder: Es ist das in Bild 12a von IEC 61189-3 dargestellte Coupon-Prüfbild (Prüfbild J, das aus vier Kammbildern je Coupon besteht) zu verwenden. Der einzelne Kamm, dargestellt in Bild 12a des Prüfverfahrens 3E08, weist eine Leiterbreite von 0,4 mm und einen Leiterabstand von 0,5 mm auf. Das Leiterbild des Prüflings muss eine blanke Kupferoberfläche aufweisen.
- b) Lamine: Als Laminat-Material ist für diese Prüfung ein Epoxid-Glashartgewebe nach IEC 61249-2-7 zu verwenden.

10.1.3.2 Prüfgeräte

- a) Eine Klimakammer, in der eine Temperatur von (25^{+10}_{-2}) °C bis wenigstens (85 ± 2) °C und eine relative Luftfeuchte von (85 ± 2) % eingestellt und die Prüfbedingungen aufgezeichnet werden können;
- b) eine Spannungsquelle, die eine stehende Vorspannung von 45 V bis 50 V bei einer Toleranz von ± 10 % liefern kann;
- c) ein Widerstandsmessgerät, mit dem hohe Widerstände ($10^{12} \Omega$) mit einer Prüfspannung von 100 V gemessen werden können, oder ein Amperemeter, das in Verbindung mit einer Gleichspannung von 100 V Ströme von 10^{-10} A zu messen gestattet;
- d) drei 2000-ml-Bechergläser;
- e) ein Abzug;
- f) eine Metallzange;
- g) eine weiche Bürste mit Naturborsten;
- h) deionisiertes oder destilliertes Wasser (empfohlener spezifischer Widerstand mindestens $2 \text{ M}\Omega^{\text{N1}}$);
- i) ein Trockenofen, in dem eine Temperatur von mindestens 50 °C aufrechterhalten werden kann.

10.1.3.3 Prüfbedingungen

Alle Flussmittel werden nach einer Lagerung über 168 h bei einer Temperatur von (85 ± 2) °C und einer relativen Luftfeuchte von (85 ± 2) % geprüft.

10.1.3.4 Prüflingsvorbereitung

Aufbringen des Flussmittels und Löten.

10.1.3.4.1 Flüssige Flussmittel und Flussmittel-Extrakte

Das Kammbild ist mit einer dünnen Schicht des zu prüfenden flüssigen Flussmittels oder Flussmittel-Extraktes zu beschichten.

Die Prüflinge sind einem Lötprozess zu unterziehen, indem sie mit dem flussmittelbehafteten Kammbild nach unten (4 ± 1) s auf ein Lotbad von 245 °C bis 260 °C gelegt werden oder über eine Lotwelle von 245 °C bis 260 °C mit nach unten gerichtetem Kammbild bei einer Transportgeschwindigkeit, die einer Lotkontaktdauer von (3 ± 1) s entspricht, geführt werden. Bei Flussmitteln, bei denen die Prüflinge in ungereinigtem Zustand geprüft werden sollen, ist ein zweiter Satz von Kammbildern mit Flussmittel zu versehen und mit oben liegendem Kammbild auf einem Lotbad aufschwimmen zu lassen oder mit oben liegendem Kammbild über eine Lotwelle zu führen.

^{N1)} Nationale Fußnote: Die Einheit muss lauten: $\text{M}\Omega\text{cm}$.