

DIN EN 61189-3



ICS 31.180

Ersatz für
DIN EN 61189-3:2000-08
Siehe jedoch Beginn der
Gültigkeit

**Prüfverfahren für Elektromaterialien, Leiterplatten und andere
Verbindungsstrukturen und Baugruppen –
Teil 3: Prüfverfahren für Verbindungsstrukturen (Leiterplatten)
(IEC 61189-3:2007);
Deutsche Fassung EN 61189-3:2008**

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

Part 3: Test methods for interconnection structures (printed boards) (IEC 61189-3:2007);
German version EN 61189-3:2008

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

Partie 3: Méthodes d'essai des structures d'interconnexion (cartes imprimées)
(CEI 61189-3:2007);
Version allemande EN 61189-3:2008

Gesamtumfang 120 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2007-12-01 angenommene EN 61189-3 gilt als DIN-Norm ab 2008-06-01.

Daneben darf DIN EN 61189-3:2000-08 noch bis 2010-12-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61189-3/A2:2002-11.

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

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

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

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

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnietsnummer, 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 61189-3:2000-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufnahme der folgenden 25 neuen Prüfverfahren:
 - 6 V: Sichtprüfungen: 3V01, 3V02 und 3V03;
 - 7 D: Maßprüfungen: 3D03;
 - 8 C: Chemische Prüfverfahren: 3C02, 3C13 und 3C14;
 - 9 M: Mechanische Prüfverfahren: 3M01, 3M03, 3M04, 3M07 und 3M09;
 - 10 E: Elektrische Prüfverfahren: 3E03, 3E04, 3E05, 3E11, 3E12, 3E13, 3E16, 3E17 und 3E18;
 - 11 N: Umwelt-Prüfverfahren: 3N03, 3N07 und 3N12;
 - 12 X: Sonstige Prüfverfahren: 3X01.
- b) Streichung des Anhangs B „Umsetzungstabelle“, da die in Bezug genommenen Dokumente zurückgezogen wurden. Sollten diese Informationen benötigt werden, so ist auf EN 61189-3:1997 zu verweisen.
- c) Der neue allgemeine Titel der Reihe EN 61189 ist „Prüfverfahren für Elektromaterialien, Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen und Baugruppen“. Die Titel der bestehenden Normen dieser Reihe werden zum Zeitpunkt derer Überarbeitung angepasst.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61189-3: 1997-10, 2000-08

Prüfverfahren für Elektromaterialien, Leiterplatten und andere
Verbindungsstrukturen und Baugruppen –
Teil 3: Prüfverfahren für Verbindungsstrukturen (Leiterplatten)
(IEC 61189-3:2007)

Test methods for electrical materials, printed
boards and other interconnection structures and
assemblies –
Part 3: Test methods for interconnection
structures (printed boards)
(IEC 61189-3:2007)

Méthodes d'essai pour les matériaux
électriques, les cartes imprimées et autres
structures d'interconnexion et ensembles –
Partie 3: Méthodes d'essai des structures
d'interconnexion (cartes imprimées)
(CEI 61189-3:2007)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2007-12-01 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, Bulgarien, 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

© 2008 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61189-3:2008 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 91/698/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 61189-3, ausgearbeitet von dem IEC TC 91 „Electronics assembly technology“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2007-12-01 als EN 61189-3 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61189-3:1997 + A1:1999.

Die wesentlichen technischen Änderungen bezüglich EN 61189-3:1997 + A1:1999 betreffen die Aufnahme der folgenden 25 neuen Prüfverfahren:

- 6 V: Sichtprüfungen: 3V01, 3V02 und 3V03;
- 7 D: Maßprüfungen: 3D03;
- 8 C: Chemische Prüfverfahren: 3C02, 3C13 und 3C14;
- 9 M: Mechanische Prüfverfahren: 3M01, 3M03, 3M04, 3M07 und 3M09;
- 10 E: Elektrische Prüfverfahren: 3E03, 3E04, 3E05, 3E11, 3E12, 3E13, 3E16, 3E17 und 3E18;
- 11 N: Umwelt-Prüfverfahren: 3N03, 3N07 und 3N12;
- 12 X: Sonstige Prüfverfahren: 3X01.

EN 61189-3:2008 beinhaltet auch die Streichung des Anhangs B „Umsetzungstabelle“, da die in Bezug genommenen Dokumente zurückgezogen wurden. Sollten diese Informationen benötigt werden, so ist auf EN 61189-3:1997 zu verweisen.

Der neue allgemeine Titel der Reihe EN 61189 ist „Prüfverfahren für Elektromaterialien, Leiterplatten und andere Verbindungsstrukturen und Baugruppen“. Die Titel der bestehenden Normen dieser Reihe werden zum Zeitpunkt der Überarbeitung angepasst.

Diese Norm soll zusammen mit den folgenden Teilen angewandt werden:

Teil 1: Allgemeine Prüfverfahren und -methodik

Teil 2: Prüfverfahren für Materialien für Verbindungsstrukturen

Teil 5: Prüfverfahren für bestückte Leiterplatten

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

Diese Norm muss auch in Verbindung mit der Reihe EN 60068 „Umgebungseinflüsse“ angewendet 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): 2008-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2010-12-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61189-3:2007 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einführung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Genauigkeit, Präzision und Auflösung	7
4 Verzeichnis zugelassener Prüfverfahren	10
5 P: Verfahren zur Vorbereitung und Beanspruchung von Prüflingen	10
6 V: Sichtprüfungen	10
7 D: Maßprüfungen	13
8 C: Chemische Prüfverfahren	16
9 M: Mechanische Prüfverfahren	29
10 E: Elektrische Prüfverfahren	46
11 N: Umweltprüfverfahren	72
12 X: Sonstige Prüfverfahren	91
Anhang A (informativ) Praktische Beispiele	115
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	117
Bilder	
Bild 1 – Glühdraht	18
Bild 2 – Prüfvorrichtung	19
Bild 3a – Horizontale Prüflingslage – Flamme auf die Oberfläche gerichtet	22
Bild 3b – Horizontale Prüflingslage – Flamme auf die Kante gerichtet	23
Bild 3c – Vertikale Prüflingslage – untere Kante horizontal – Flamme auf die Kante gerichtet	23
Bild 3d – Vertikale Prüflingslage – untere Kante horizontal – Flamme auf die Oberfläche gerichtet	24
Bild 3e – Nadelflammenprüfung – Seitenansicht der zu prüfenden Leiterplatte und des Brenners	24
Bild 3 – Prüfung mit der Nadelflamme	24
Bild 4 – Flussmittel-Klassifizierung nach der Kupferspiegel-Prüfung	29
Bild 5a – Einspann- und Niederhaltesystem	31
Bild 5b – Einfach-Diagramm	31
Bild 5c – Mehrfach-Diagramm	31
Bild 5d – „Schlüsselloch“-Niederhalter	32
Bild 5 – Kupferstreifen für Abschälprüfung	32
Bild 6 – Wölbung	35
Bild 7 – Verwindung	35
Bild 8 – Prüfeinstellung zur Messung der Wölbung	36
Bild 9 – Einrichten des Prüflings zur Messung der Verwindung	36
Bild 10a – Einrichten des Prüflings für Schiedsprüfung der Verwindung bei parallel angehobenem Prüfling	37
Bild 10b – Einrichten des Prüflings für Schiedsprüfung der Verwindung unter Verwendung von Stützböcken unter den erhobenen Prüflingsecken	37

	Seite
Bild 10c – Einrichten des Prüflings für Schiedsprüfung der Verwindung	38
Bild 10 – Einrichten des Prüflings bei Schiedsprüfungen	38
Bild 11 – Messung der Wölbung.....	38
Bild 12 – Messung der Verwindung	38
Bild 13 – Messeinrichtung zur Bestimmung der Abschälkraft an flexiblen Leiterplatten	41
Bild 14 – Bleistifthalter	45
Bild 15a – Lage der Prüflinge	52
Bild 15b – Lage der Prüflinge	53
Bild 15 – Kombinationsprüfbild	53
Bild 16 – Druckvorlage für Prüfling	59
Bild 17 – Wirbelsandbad	62
Bild 18 – Möglicher Aufbau einer Prüfeinrichtung	65
Bild 19 – Schematische Darstellung eines ungestörten Diagramm-Bereiches	66
Bild 20 – Beispiel für eine Prüf-Wellenform	67
Bild 21 – Spannung der einfallenden Welle mit doppelter Verzögerung im Hohlleiter.....	67
Bild 22 – Einzelheiten des Prüflings	69
Bild 23 – Schaltbild zur Messung des Kontaktwiderstandes	70
Bild 24 – Tastenfeld-Kontaktbilder	72
Bild 25 – Einspannvorrichtung für Tauchlöt-Wärmeschockprüfung	79
Bild 26 – Graphische Darstellung des Temperaturzyklus zur Bestimmung der Feuchtebeständigkeit und des Isolationswiderstandes	90
Bild 27 – Prüfcoupon zur Bestimmung des Isolationswiderstandes (μm)	90
Bild 28 – Typisches Kamm-Bild	91
Bild 29 – Empfohlener Prüfling zur Prüfung von Merkmalen zur Oberflächenmontage.....	102
Bild 30 – Empfohlener Prüfling zur Prüfung von metallisierten Löchern	103
Bild 31 – Einrichtung zur Lötbarkeitsprüfung nach dem Drehtauchverfahren.....	105
Bild 32 – Wirksamkeit der Lotbenetzung von metallisierten Löchern.....	108
Bild 33 – Prüfling für Klebebandprüfung.....	114
Tabellen	
Tabelle 1 – Student'sche „t“-Verteilung	9
Tabelle 2 – Bevorzugte Abmessungen von Anschlussfläche, Loch und Zugdraht	42
Tabelle 3 – Widerstands-Messwerte	58
Tabelle 4 – Prüfkammer-Temperaturen für einen Zyklus	84
Tabelle 5 – Beschleunigte Alterung und Prüfanforderungen.....	103
Tabelle 6 – Höchstzulässige Verunreinigungen von Lotbädern	104

Einführung

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 Leiterplatten und Baugruppen, unabhängig vom jeweiligen Herstellverfahren.

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 50) 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 Leiterplatten und anderen Verbindungsstrukturen. 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 eingeteilt:

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 Gut-Schlecht-Kriterien.

Die Buchstaben-Zahlen-Kombinationen dienen zur Bezugnahme in den Einzelbestimmungen. So bedeutet „3D02“ das zweite Verfahren zur Maßprüfung, das in IEC 61189-3 beschrieben ist.

Kurz gesagt, bedeutet in diesem Beispiel die Ziffer 3 die Nummer des Teils der IEC-Norm (61189-3), D die Gruppe der Prüfverfahren und 02 die Nummer des Prüfverfahrens.

Eine Liste aller Prüfverfahren, die in dieser Norm enthalten sind, sowie jener Verfahren, die noch in Vorbereitung sind, ist in Anhang B beigelegt. Dieser Anhang wird neu herausgegeben, wenn neue Prüfverfahren eingeführt werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 61189 ist ein Katalog von Prüfverfahren, die methodische Verfahren und Prüfabläufe darstellen, die auf Materialien zur Herstellung von Verbindungsstrukturen (Leiterplatten) und Baugruppen 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 60051 (alle Teile), *Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories*

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

IEC 60068-2-20:1979, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test T: Soldering Amendment 2 (1987)*

IEC 60068-2-78, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60169-15, *Radio frequency connectors – Part 15: RF coaxial connectors with inner diameter of outer conductor 4,13 mm (0,163 in) with screw coupling – Characteristic impedance 50 Ohms (Type SMA)*

IEC 60454-1:1992, *Specifications for pressure-sensitive adhesive tapes for electrical purposes – Part 1: General requirements*

IEC 60454-3-1:1998, *Pressure-sensitive adhesive tapes for electrical purposes – Part 3-1: Specifications for individual materials – Sheet 1: PVC film tapes with pressure-sensitive adhesive*

IEC 60584-1, *Thermocouples – Part 1: Reference tables*

IEC 60695-11-5, *Fire hazard testing – Part 11-5: Test flames – Needle flame test method – Apparatus, confirmatory test arrangement and guidance*

IEC 61188-1-2:1988, *Printed boards and printed board assemblies – Design and use – Part 1-2: Generic requirements – Controlled impedance*

IEC 61189-1:1997, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 1: General test methods and methodology*

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, *Attachment materials for electronic assembly – Part 1-2: Requirements for solder pastes for high quality interconnections in electronic assembly*

IEC 62326-4:1996, *Printed boards – Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections – Sectional specification*

IEC 62326-4-1:1996, *Printed boards – Part 4: Rigid multilayer printed boards with interlayer connections – Sectional specification – Section 1: Capability Detail Specification – Performance levels A, B and C*

ISO 4046:1978, *Paper, board, pulp and related terms – Vocabulary* (zurückgezogen)¹⁾

¹⁾ ISO 4046 wurde zurückgezogen und ersetzt durch ISO 4046: Teile 1 bis 5.

ISO 9002:1994, *Quality systems – Model for quality assurance in production, installation and servicing* (zurückgezogen)

ISO 9453:2006, *Soft solder alloys – Chemical compositions and forms*

3 Genauigkeit, Präzision und Auflösung

Alle Messvorgänge werden von Fehlern und Unsicherheiten begleitet. Die unten aufgeführten Informationen ermöglichen eine stichhaltige Abschätzung der Höhe des Fehlers und der Unsicherheit, 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 4.11, ISO 9002, 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 („round robin“) eingesetzt und dokumentiert werden, um das Vertrauen in die Messgenauigkeit zu erhöhen.

Die Eichintervalle sind normalerweise auf ein Jahr zu setzen. Ausrüstungen, die durchweg außerhalb der zulässigen Genauigkeitsgrenzen angetroffen werden, müssen verkürzten Eichintervallen unterworfen werden. Bei Ausrüstungen, die durchweg gut innerhalb der zulässigen Grenzen angetroffen werden, darf mit verlängerten Eichintervallen gearbeitet werden.

Für jedes Gerät ist eine Aufzeichnung über Eichung und Instandhaltungsverlauf bereitzuhalten. In diesen Aufzeichnungen sollte auch die Unsicherheit der Eichtechnik ($\pm$ Abweichung als Prozentwert) 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 jene, unter denen die Eichung vorgenommen worden ist;
- Fehler in der Skaleneinteilung bei Analog-Messgeräten (Skalenformfehler).

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

- Zufällige Schwankungen, z. B. solche, die auf der Änderung einer Einflussgröße beruhen. Üblicherweise verringern Änderungen des Klimas die Wiederholbarkeit einer Messung;
- 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.

$$U_r = t \sigma / \sqrt{n}$$

Dabei ist

U_r die zufällige Unsicherheit

n die Stichprobengröße

t der Prozentpunkt der „t“-Verteilung (aus 3.5 oder aus statistischen Tabellen)

F die Standardabweichung (F_{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 besser) der Prüf-Grenzabweichung 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 entstehende 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. Es ist – wie in den praktischen Beispielen in Anhang A gezeigt wird – ausreichend, mit einer statistischen Sicherheit von 95 % zu arbeiten.

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	4,30	9,92		15	2,14	2,98
4	3,18	5,84		16	2,13	2,95
5	2,78	4,60		17	2,12	2,92
6	2,57	4,03		18	2,11	2,90
7	2,45	3,71		19	2,10	2,88
8	2,36	3,50		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	2,20	3,11		24	2,065	2,80
13	2,18	3,05		25	2,06	2,79

3.6 Empfohlene Unsicherheits-Grenzwerte

Folgende Zielwerte für die Unsicherheit werden empfohlen:

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

Widerstand

- e) Erde 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:	± 0,5 %
k) Masse 10 g bis 100 g:	± 1 %
l) Masse > 100 g:	± 2 %
m) Kraft:	± 0,5 %
o) Maße > 25 mm:	± 0,1 mm
p) Temperatur < 100 °C:	± 1,5 %
q) Temperatur > 100 °C:	± 3,5 %
r) rel. Feuchte 30 % bis 75 %:	± 5 % rel. Feuchte

Metallisierungsdicke

s) Rückstreu-Verfahren:	± 10 %
t) Mikroschliff:	± 2 µm
u) Ionische Verunreinigung:	± 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, vorgesehen und bildet, wo es anwendbar ist, 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

6 V: Sichtprüfungen

6.1 Prüfung 3V01: Sichtprüfung bei 3facher Vergrößerung

6.1.1 Zweck

Dieses Verfahren beschreibt die Vorgehensweise bei der Sichtprüfung von Materialien und fertiggestellten Leiterplatten, bei denen in der maßgebenden Rahmenspezifikation (SS) oder in der Kunden-Bauartspezifikation (CDS) 3fache Vergrößerung verlangt wird.

6.1.2 Prüflinge

Je nach Festlegung in der maßgebenden Rahmenspezifikation (SS) oder der Kunden-Bauartspezifikation (CDS) sind fertiggestellte Leiterplatten, Teile einer Leiterplatte oder Prüfcoupons zu verwenden.

6.1.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- a) ein optisches Vergrößerungsgerät, mit dem eine Betrachtung bei 3facher Vergrößerung möglich ist;
- b) ein optisches Vergrößerungsgerät für Schiedsuntersuchungen, mit dem eine Betrachtung bei 10facher Vergrößerung möglich ist.

6.1.4 Durchführung

- a) Das Prüfteil ist mit dem vorgesehenen Prüfgerät bei 3facher Vergrößerung auf die festgelegten Anforderungen sorgfältig zu untersuchen.
- b) Im Falle einer bei 3facher Vergrößerung zweifelhaften Beurteilung kann eine Schiedsuntersuchung bei 10facher Vergrößerung durchgeführt werden.

6.1.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- a) die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- b) das Prüfdatum;
- c) die Bezeichnung und Beschreibung der Prüflinge;
- d) die für die Prüfung verwendete Vergrößerung;
- e) die Vergrößerung einer Schiedsuntersuchung, falls eine solche durchgeführt wurde;
- f) die Ergebnisse der Auswertung, einschließlich nicht erfüllter Anforderungen, Fehlerarten und des Fehlerausmaßes, falls Fehler beobachtet werden;
- g) Abweichungen von diesem Prüfverfahren;
- h) den Namen des Prüfers.

6.1.6 Zusätzliche Angaben

Zusätzlich zu den festgelegten Anforderungen sind auch andere sachliche Hinweise auf unzulängliche und/oder unkorrekte Bedingungen aufzuzeichnen, wie z. B. das Vorliegen von Schmutz, Öl, Korrosionserscheinungen, Fingerabdrücken, Fremdstoffen etc.

6.2 Prüfung 3V02: Sichtprüfung bei 10facher Vergrößerung

6.2.1 Zweck

Dieses Verfahren beschreibt die Vorgehensweise bei der Sichtprüfung von Materialien und fertiggestellten Leiterplatten, bei denen in der maßgebenden Rahmenspezifikation (SS) oder in der Kunden-Bauartspezifikation (CDS) 10fache Vergrößerung verlangt wird.

6.2.2 Prüflinge

Je nach Festlegung in den Anforderungen sind fertiggestellte Leiterplatten oder Prüfcoupons zu verwenden.

6.2.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- a) ein optisches Vergrößerungsgerät, mit dem eine Betrachtung bei 10facher Vergrößerung möglich ist;
- b) ein optisches Vergrößerungsgerät für Schiedsuntersuchungen, mit dem eine Betrachtung bei 50facher Vergrößerung möglich ist.

6.2.4 Durchführung

Folgende Prüfschritte sind durchzuführen:

- a) Das Prüfteil ist mit dem vorgesehenen Prüfgerät bei 10facher Vergrößerung auf die festgelegten Anforderungen sorgfältig zu untersuchen.
- b) Im Falle einer bei 10facher Vergrößerung zweifelhaften Beurteilung kann eine Schiedsuntersuchung bei 50facher Vergrößerung durchgeführt werden.

6.2.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- a) die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- b) das Prüfdatum;
- c) die Bezeichnung und Beschreibung der Prüflinge;
- d) die für die Prüfung verwendete Vergrößerung;
- e) die Vergrößerung einer Schiedsuntersuchung, falls eine solche durchgeführt wurde;
- f) die Ergebnisse der Auswertung, einschließlich nicht erfüllter Anforderungen, Fehlerarten und des Fehlerausmaßes, falls Fehler beobachtet werden;
- g) Abweichungen von diesem Prüfverfahren;
- h) den Namen des Prüfers.

6.2.6 Zusätzliche Angaben

Zusätzlich zu den festgelegten Anforderungen sind auch andere sachliche Hinweise auf unzulängliche und/oder unkorrekte Bedingungen aufzuzeichnen, wie z. B. das Vorliegen von Schmutz, Öl, Korrosionserscheinungen, Fingerabdrücken, Fremdstoffen etc.

6.3 Prüfung 3V03: Sichtprüfung bei 250facher Vergrößerung

6.3.1 Zweck

Dieses Verfahren beschreibt die Vorgehensweise bei der Sichtprüfung von Materialien und fertiggestellten Leiterplatten, bei denen in der maßgebenden Rahmenspezifikation (SS) oder in der Kunden-Bauartspezifikation (CDS) 250fache Vergrößerung verlangt wird.

6.3.2 Prüflinge

Je nach Festlegung in den Anforderungen sind fertiggestellte Leiterplatten, Teile einer Leiterplatte oder Prüfcoupons zu verwenden.

6.3.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- a) ein optisches Vergrößerungsgerät, mit dem eine Betrachtung bei 250facher Vergrößerung möglich ist;
- b) ein optisches Vergrößerungsgerät für Schiedsuntersuchungen, mit dem eine Betrachtung bei mindestens doppelter Vergrößerung möglich ist.

ANMERKUNG Es ist Vorsicht geboten, bei dieser Vergrößerung Probleme nicht falsch zu interpretieren.

6.3.4 Durchführung

Folgende Prüfschritte sind durchzuführen:

- a) Das Prüfteil ist mit dem vorgesehenen Prüfgerät bei 250facher Vergrößerung auf die festgelegten Anforderungen sorgfältig zu untersuchen.
- b) Im Falle einer bei 250facher Vergrößerung zweifelhaften Beurteilung kann eine Schiedsuntersuchung bei mindestens doppelter Vergrößerung durchgeführt werden.

6.3.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- a) die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- b) das Prüfdatum;
- c) die Bezeichnung und Beschreibung der Prüflinge;
- d) die für die Prüfung verwendete Vergrößerung;
- e) die Vergrößerung einer Schiedsuntersuchung, falls eine solche durchgeführt wurde;
- f) die Ergebnisse der Auswertung, einschließlich nicht erfüllter Anforderungen, Fehlerarten und des Fehlerausmaßes, falls Fehler beobachtet werden;
- g) Abweichungen von diesem Prüfverfahren;
- i) den Namen des Prüfers.

6.3.6 Zusätzliche Angaben

Zusätzlich zu den festgelegten Anforderungen sind auch andere sachliche Hinweise auf unzulängliche und/oder unkorrekte Bedingungen aufzuzeichnen, wie z. B. das Vorliegen von Schmutz, Öl, Korrosionserscheinungen, Fingerabdrücken, Fremdsubstanzen etc.

6.4 Prüfung 3V04: Allgemeine Sichtprüfung (in Vorbereitung)

7 D: Maßprüfungen

7.1 Prüfung 3D01: Optische Messung (in Vorbereitung)

7.2 Prüfung 3D02: Leiterbreite und -abstand

7.2.1 Zweck

Zweck dieses Prüfverfahrens ist es, ein Verfahren zur Bestimmung der Leiterbreite und des Leiterabstandes auf Leiterplatten vorzugeben.

7.2.2 Prüflinge

Als Prüfling ist eine Leiterplatte mit einem geeigneten Leiterbild zu verwenden.

Falls zwischen Anwender und Lieferant die Verwendung von Prüfcoupons, wie sie in IEC 62326-4-1 festgelegt sind, vereinbart ist, ist die Messung an Prüfling F durchzuführen.

7.2.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

Ein beleuchtetes Okular, ein Mikroskop oder ein Projektor mit Okularmikrometer mit einer Ablesegenauigkeit von 0,01 mm oder besser.

7.2.4 Durchführung

Folgende Prüfschritte sind durchzuführen:

Die Leiterbreite und der Abstand zwischen Leitern sind nach der maßgebenden Einzelbestimmung an zufällig ausgewählten Stellen, einschließlich der Mitten und Randbereiche, bei Betrachtung senkrecht von oben zu

messen. Die Messwerte sind auf 0,01 mm genau zu protokollieren. Kantenfehler, wie Einkerbungen, Überstände und Späne, sind von der Messung auszuschließen.

7.2.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- a) die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- b) das Prüfdatum;
- c) die Bezeichnung und Beschreibung des Prüflings;
- d) die gemessene Leiterbreite und den gemessenen Leiterabstand;
- e) die Nummer der Lage;
- f) die Anzahl der Messungen;
- g) den Größt- und Kleinstwert der gemessenen Leiterbreiten und -abstände;
- h) den Mittelwert der Leiterbreiten und -abstände;
- i) Abweichungen von diesem Prüfverfahren;
- j) den Namen des Prüfers.

7.2.6 Zusätzliche Angaben

Keine.

7.3 Prüfung 3D03: Automatische optische Prüfung (AOI)

7.3.1 Zweck

Die AOI ist ein integriertes System zur automatischen visuellen Prüfung von Leiterplatten, Leiterplatten-Innenlagen und Leiterplatten-Druckvorlagen sowie zum Fehlernachweis an diesen Teilen. Auf dem Markt sind Soft- und Hardware-Systeme erhältlich, mit denen exakte Prüfungen bei hohem Durchsatz möglich sind.

Die AOI wird durchgeführt zur Sicherstellung, dass eine Leiterplatte den Kundenanforderungen entspricht. Mittels AOI lässt sich eine Reihe von Fehlertypen nachweisen (wie in 7.3.6 aufgeführt), und sie kann als selektives Prüfverfahren (100 %) oder gemäß einem Stichprobenplan eingesetzt werden.

Der Vergleichsstandard für den AOI-Nachweis kann physikalischer Art sein („Goldene Leiterplatte“ oder Druckvorlage) oder theoretischer Art (Konstruktionsvorschriften oder CAD-Daten).

Die prinzipielle Arbeitsweise einer AOI-Ausrüstung ist die Bewertung oder der Vergleich von Daten des geprüften Gegenstandes gegenüber dem Vergleichsstandard. Die Ausrüstung arbeitet entweder nach dem Prinzip „Lichtreflexion“ oder verwendet die Fluoreszenz von Substraten, wenn sie einer Laserlicht-Bestrahlung ausgesetzt werden.

7.3.2 Prüflinge

Als Prüflinge dienen Fertigungs-Druckvorlagen, Leiterplatten oder Innenlagen.

7.3.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- a) Eine automatisch arbeitende Maschine, die in der Lage ist, eine Fläche von 500 mm x 700 mm zu untersuchen, und die mit Raster-Abtasttechnik arbeitet. Die Auflösung der Maschine muss 4-mal größer sein als die zu untersuchenden Merkmalgrößen.
- b) Lichtsensoren und Aufzeichnungsmechanismen, die in der Lage sein müssen, Unterschiede der Merkmale, wie sie in die Maschine einprogrammiert wurden, zu bestimmen, um nicht übereinstimmende Merkmal-Größen von Leiterplatten, Druckvorlagen usw. identifizieren zu können.

7.3.4 Durchführung

Für neue und für Wiederholungs-Aufgaben ist die Durchführung unterschiedlich.

7.3.4.1 Durchführung neuer Aufgaben

Die AOI-Maschine erfordert zunächst die Durchführung einer Lernphase, gefolgt von einer Prüfphase.

7.3.4.1.1 Lernphase

Während der Lernphase erhält die AOI-Maschine Kenntnis über die für die Prüfphase notwendigen Parameter. Typische Parameter sind:

- Prüffläche;
- nicht zu prüfende Flächen;
- Mindest-Leiterbreite;
- Mindest-Leiterabstand.

Die AOI-Maschine verwendet diese Daten zur Erstellung einer Datendatei zum Vergleich bei der Prüfphase. Die Daten können von einer „Goldenen Leiterplatte“ oder von CAD-Daten übernommen werden.

Eine Datenbank sollte aufbewahrt werden, um Wiederholungsaufgaben/-aufträge beschleunigt abwickeln zu können.

7.3.4.1.2 Prüfphase

Während der Prüfphase benutzt die AOI-Maschine die erlernten Daten zur Durchführung der Prüfung an dem Prüfgegenstand. Nachgewiesene Fehler können markiert oder als X-Y-Koordinaten aufgezeichnet werden.

Nachgewiesene Fehler sollten anschließend vom Prüfer bestätigt werden.

7.3.4.2 Wiederholungsaufgaben

Zunächst sind die aus der früheren Aufgabe erlernten Daten aus der Datenbank in die Maschine zu laden. Dann ist nach dem in 7.3.4.1.1 beschriebenen Verfahren vorzugehen.

7.3.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- a) die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- b) das Prüfdatum;
- c) die Bezeichnung und Beschreibung der Prüflinge;
- d) die Einzelheiten der nachgewiesenen Fehler;
- e) eine statistische Analyse der Fehler-Daten (nach Vereinbarung);
- f) die Angabe des AOI-Gerätes, wenn die AOI-Prüfung als Unterauftrag vergeben wurde;
- g) den Namen des Prüfers.

7.3.6 Zusätzliche Angaben

Die AOI-Maschine sollte folgende Fehler nachweisen können:

- a) Konstruktive Fehler
 - Schaltungsunterbrechung;
 - Verletzung der Leiterbreite;

- Verletzung des Leiterabstandes;
 - verstreutes Kupfer;
 - Nadellöcher.
- b) Vergleichsfehler
- Kurzschlüsse;
 - fehlende Leiter;
 - fehlende Abstände;
 - fehlerhafte Lötanschlüsse (fehlerhafte Anzahl der ankommenden Leiterbahnen);
 - Freizätzungen in Potential- und Erdungslagen;
 - Mehrfachfehler der Leiterbreite;
 - Kurzschlüsse zwischen getrennten Ebenen.
- c) Außenlagenfehler
- Restring-Fehler;
 - Restringunterbrechung;
 - fehlende Löcher;
 - verengte Leiter.
- d) Allgemeines
- fehlerhafte Abmessungen.

7.4 Prüfung 3D04: Allgemeine Maßprüfung (in Vorbereitung)

8 C: Chemische Prüfverfahren

8.1 Prüfung 3C01: Brennbarkeit von starren Leiterplatten nach Abätzen der metallischen Oberflächen (in Vorbereitung)

8.2 Prüfung 3C02: Brennbarkeit von starren Leiterplatten nach dem Glühdrahtverfahren

8.2.1 Zweck

Zweck dieses Prüfverfahrens ist es, die Wirkung eines glühenden Drahtes unter besonderen Bedingungen auf eine Leiterplatte zu ermitteln.

Die Intensität dieser Zündquelle ist ähnlich wie die eines einzelnen im Fehlerfall überhitzten oder glühenden elektronischen Bauteils.

Die bei dieser Prüfung gemessenen Zeiten sind ein Indiz für die Fähigkeit von Leiterplatten zur Selbstverlöschung. Die Herstellung einer Korrelation mit anderen Materialeigenschaften, wie z. B. den Sauerstoff-Index, ist nicht möglich.

Materialien, die für die Prüfung nach dieser Technik geeignet sind, sind Teil von starren Leiterplatten.

8.2.2 Prüflinge

Als Prüfling ist eine Serien-Leiterplatte zu verwenden oder eine Testplatte, die hinsichtlich der folgenden Kriterien repräsentativ für eine Serien-Leiterplatte sein muss:

- a) Basismaterial(ien);
- b) Oberflächen-Beschichtung(en);
- c) Plattentyp (z. B. Mehrlagenleiterplatte, einseitige Leiterplatte etc.);

- d) Größe ²⁾;
- e) Konstruktion;
- f) Oberflächenbereich;
- g) Dicke;
- h) Metallverteilung.

Es sind mindestens 5 Prüflinge zu verwenden.

8.2.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- a) Als Glühdraht ist ein Ni/Cr-Draht (80 %/20 %) mit einem Durchmesser von 4 mm zu verwenden, der zu einer Schleife ausgeformt wird (s. Bild 1). Dabei ist darauf zu achten, dass an der Spitze der Schleife keine feinen Risse entstehen.
- b) Zur Messung der Temperatur des Glühdrahtes ist ein umschlossenes Feindraht-Thermoelement aus einem NiCr- und einem NiAl-Draht mit einem Gesamtdurchmesser von 0,5 mm und einem innerhalb der Umhüllung liegenden Lötspunkt zu verwenden.
- c) Die Umhüllung muss aus einem Metall bestehen, das bis zu einer Temperatur von mindestens 960 °C beständig ist. Das Thermoelement wird in ein Sackloch mit 0,6 mm Durchmesser in die Spitze des Glühdrahtes eingebracht, wie in der Detailzeichnung Z von Bild 1 dargestellt. Die Thermospannungen müssen die Angaben in IEC 60584-1 erfüllen; die in dieser Publikation angegebene Charakteristik verläuft praktisch linear. Die kalte Lötstelle ist in schmelzendes Eis zu tauchen, wenn nicht eine zuverlässige Vergleichstemperatur durch ein anderes Mittel zur Verfügung steht.
- d) Das Instrument zur Messung der Thermospannung sollte auf 1 % genau sein (d. h., es sollte der Klasse 0,5 nach IEC 60051 entsprechen).
- e) Der Glühdraht wird elektrisch erhitzt. Der zur Erhitzung der Spitze auf eine Temperatur von 960 °C erforderliche Strom liegt zwischen 120 A und 150 A.
- f) Das Prüfgerät muss so konzipiert sein, dass der Glühdraht in einer Horizontalebene gehalten wird und eine Kraft zwischen 0,8 N und 1,2 N auf den Prüfling ausübt. Die Kraft ist auf diesem Wert zu halten, während Glühdraht und Prüfling über eine Strecke von mindestens 7 mm horizontal gegeneinander bewegt werden.
- g) Unter den Prüfling ist eine Holzplatte zu legen, die mit einem Seidenpapier nach ISO 4046, 6.86, abgedeckt wird.
- h) Ein Beispiel eines Prüfgerätes ist in Bild 2 dargestellt.

8.2.4 Durchführung

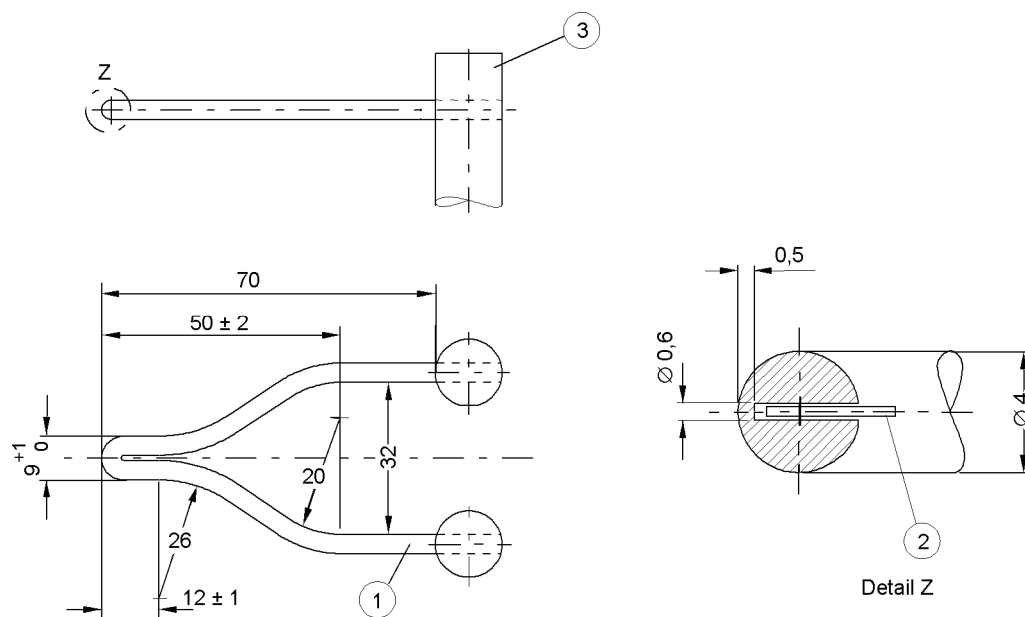
Folgende Prüfschritte sind durchzuführen:

- a) Die Prüflinge sind 24 h bei (124 ± 2) °C in einem Umluftofen vorzubehandeln und anschließend zur Stabilisierung 4 h in einem Exsikkator über wasserfreiem Calciumchlorid bei Raumtemperatur zu lagern.
- b) In der Einzelbestimmung muss die Lage der Prüflinge festgelegt sein, wenn eine andere als eine vertikale Positionierung erfolgen soll.
- c) Das Thermoelement ist bei einer Temperatur von 960 °C zu eichen. Die Standard Eichung erfolgt in der Weise, dass auf die Oberseite der Spitze des Glühdrahtes ein Stück Silberfolie (Reinheit 99,8 %, Größe 2 mm², Dicke 0,6 mm) aufgelegt wird. Der Glühdraht ist dann bei wachsender Stromstärke zu erhitzen; die Temperatur von 960 °C ist erreicht, wenn das Silber schmilzt.
- d) Die Eichung sollte nach 5 Messläufen wiederholt werden, um Änderungen des Thermoelementes und der Lötstelle zu kompensieren.

²⁾ Testplatten mit einer Größe von 150 mm x 150 mm können als groß genug angesehen werden, um auch größere Serien-Leiterplatten zu repräsentieren. Kleinere Serien-Leiterplatten sollten in ihrer aktuellen Größe geprüft werden.

- e) Es ist dafür zu sorgen, dass das Thermoelement der infolge der thermischen Verlängerung verursachten Bewegung der Glühdrahtspitze folgen kann.
- f) Der Prüfling ist so zu befestigen, dass der Wärmeverlust durch das Prüfgestell möglichst gering gehalten wird.
- g) Die Glühdrahtspitze ist auf einen Teil des Prüflings aufzubringen, der im normalen Einsatz wahrscheinlich einer thermischen Belastung unterworfen ist, und/oder dort, wo der Prüfling den größten Anteil von Basismaterial und Oberflächenbeschichtung(en) zeigt. Die Glühdrahtspitze ist mindestens 15 mm unter der Oberkante des Prüflings anzusetzen. Der Glühdraht ist dann auf eine der bevorzugten, in der Bauart-Spezifikation angegebenen Temperaturen elektrisch zu erhitzen. Diese Temperatur ist mit dem geeichten Thermoelement zu messen. Es ist dafür zu sorgen, dass vor Prüfbeginn Temperatur und Heizstrom über eine Zeitdauer von mindestens 60 s stabil sind und dass während dieser Zeit oder während der Eichphase der Prüfling nicht durch die Wärmestrahlung beeinflusst wird (z. B. durch Einhaltung einer angemessenen Entfernung oder durch Zwischenstellen einer Abschirmung).
- h) Die Glühdrahtspitze ist nun über eine Zeitspanne von (30 ± 1) s in Kontakt mit dem Prüfling zu bringen oder für eine Zeitspanne, wie in der maßgebenden Bauart-Spezifikation angegeben. Der Heizstrom ist während dieser Zeit konstant zu halten. Danach sind Glühdraht und Prüfling langsam zu trennen, wobei eine weitere Erwärmung des Prüflings und Luftbewegungen, die die Prüfergebnisse beeinflussen könnten, zu vermeiden sind.
- i) Es ist notwendig, vor jeder Prüfung oder jeder Eichung Prüflingsreste von vorangegangenen Prüfungen von der Glühdrahtspitze zu entfernen (mittels Bürsten).

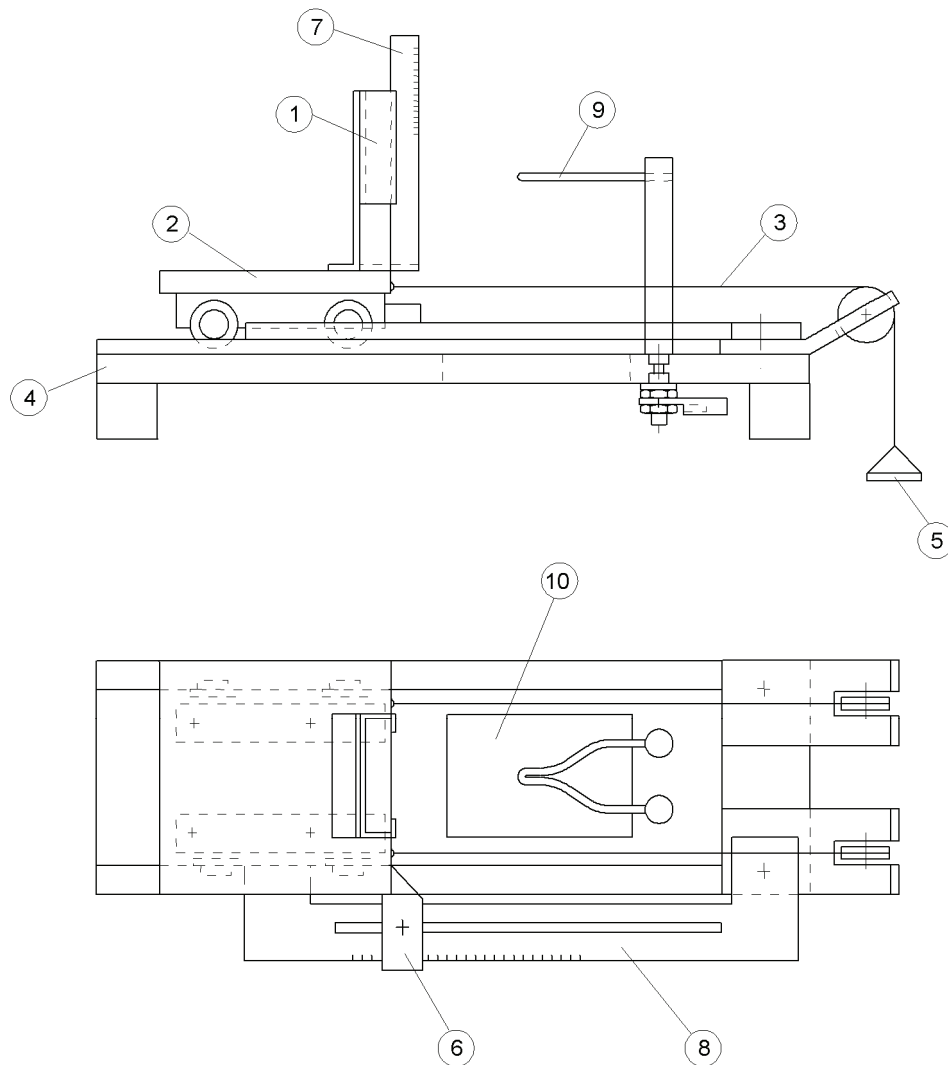
Maße in Millimeter



Legende

- 1 Glühdraht, hart verlötet mit Teil 3
- 2 Thermoelement
- 3 Haltestange für Glühdraht

Bild 1 – Glühdraht



Legende

- | | | | |
|---|------------------------|----|--|
| 1 | Positionierungsklammer | 6 | Anschlag |
| 2 | Wagen | 7 | Skala zur Messung der Flammenhöhe |
| 3 | Zugseil | 8 | Skala zur Messung des Durchdringungsweges |
| 4 | Grundplatte | 9 | Glühdraht (Bild 1) |
| 5 | Gewicht | 10 | Durchbruch in der Grundplatte, durch den Partikel vom Prüfling hindurchfallen können |

Bild 2 – Prüfvorrichtung

8.2.5 Prüfbericht

Zusätzlich zu den allgemeinen Anforderungen für Berichterstattung muss der Prüfbericht enthalten:

- die Zahl der Prüflinge, wenn von 5 abweichend;
- die Zeitdauer zwischen dem Beginn der Applikation der Glühdrahtspitze auf den Prüfling und dem Zeitpunkt, an dem der Prüfling oder das darunter liegende Seidenpapier brennen;
- die Zeitdauer zwischen dem Beginn der Applikation der Glühdrahtspitze auf den Prüfling und dem Zeitpunkt, an dem die Flamme während oder nach der Applikation der Glühdrahtspitze verlöscht;

- d) die maximale Höhe einer Flamme; die Flammenhöhe ist der senkrechte Abstand zwischen der Oberkante des Glühdrahtes bei Applikation auf den Prüfling und der sichtbaren Spitze der Flamme. Eine hohe Flamme, die bei der Entzündung erzeugt wird und ungefähr 1 s dauert, zählt nicht;
- e) die Angabe, ob der Prüfling brennt oder glüht und ob er oder das Seidenpapier vollständig verbrannt ist;
- f) die Angabe, ob der brennende oder glühende Prüfling und/oder das brennende oder glühende Seidenpapier innerhalb 30 s nach dem Entfernen der Glühdrahtspitze vom Prüfling verlöschen.

8.2.6 Zusätzliche Angaben

- a) Mit der Brennbarkeitsprüfung sind offensichtliche Gefahren verbunden. Schulung des Prüfpersonals und Vertrautheit mit den Sicherheitsmaßnahmen im Labor sind von höchster Wichtigkeit. Jeglicher Verbrennungsabfall sollte als giftig angesehen werden, aus Sicherheitsgründen auch dann, wenn er tatsächlich nicht giftig ist.
- b) Brennbarkeitsprüfungen in kleinem Maßstab, wie hier beschrieben, liefern ein Indiz für das Verhalten des geprüften Materials. Das Gesamt-Brennverhalten von Geräten, in welche die Leiterplatten eingebaut sind, kann nur auf der Ebene einer Geräteprüfung beurteilt werden.
- c) In die Prüfverfahren, die sich bei den Technischen Komitees von IEC in Entwicklung befinden, ist auch der Einsatz eines Kegel-Kalorimeters zur Bestimmung des Gesamt-Brennverhaltens der Materialien einbezogen.

8.3 Prüfung 3C03: Brennbarkeit von starren Leiterplatten, Prüfung mit der Nadelflamme

8.3.1 Zweck

Der Zweck der Prüfung ist die Bestimmung des Brennverhaltens einer Leiterplatte bei Einwirkung einer Nadelflamme unter festgelegten Bedingungen.

Die Intensität der Zündquelle ist ähnlich wie die eines zufällig überhitzten oder brennenden elektronischen Bauteils.

Die Zeitwerte, die bei dieser Prüfung gemessen werden, sind ein Maß für die Fähigkeit einer Leiterplatte zur Selbstverlöschung. Ein Zusammenhang mit anderen Eigenschaften der Materialien, wie z. B. dem Sauerstoffindex, ist nicht gegeben.

8.3.2 Prüfling

Als Prüfling ist eine Serienleiterplatte oder eine Prüfplatte zu verwenden, die hinsichtlich der folgenden Parameter repräsentativ für die Serienleiterplatte ist:

- Basismaterial(ien);
- Oberflächenbeschichtung(en);
- Plattentyp (z. B. Mehrlagenleiterplatte, einseitige Leiterplatte usw.);
- Größe;
- Konstruktion;
- Größe der Oberfläche;
- Dicke;
- Metallverteilung.

Prüfplatten der Größe 150 mm x 150 mm können als hinreichend groß zur Repräsentation größerer Serienleiterplatten angesehen werden. Kleinere Serienleiterplatten sollten in ihrer tatsächlichen Größe geprüft werden.

Es sind mindestens 5 Prüflinge zu prüfen.

8.3.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen.

- a) ein Raum oder eine Kammer zur Durchführung der Prüfung mit hinreichend großen Abmessungen, um sicherzustellen, dass die Prüfung in einer möglichst zugfreien Atmosphäre erfolgt, aber eine für eine normale Verbrennung hinreichende Sauerstoffzufuhr vorliegt. Gedämpftes Licht ist vorteilhaft;
- b) ein Brenner zur Erzeugung der Prüf Flamme, der aus einem mindestens 35 mm langen Röhrchen mit einem Innendurchmesser von $(0,5 \pm 0,1)$ mm und einem Außendurchmesser von höchstens 0,9 mm besteht. Der Brenner ist an einem beweglichen Gestell zu befestigen;
- c) Butangas mit einer Mindestreinheit von 95 % zur Versorgung des Brenners. Dem Brennerrohr darf keine Luft zugeführt werden. Es kann auch Propangas verwendet werden, Butangas ist jedoch als Vergleichsgas einzusetzen. Der Brenner ist in vertikaler Stellung so einzustellen, dass eine Flamme von (12 ± 1) mm Höhe entsteht (siehe Bild 3);
- d) eine Holzplatte, die unter den Prüfling zu legen ist. Die Platte ist mit Seidenpapier nach 6.86 in ISO 4046 abzudecken. Der Abstand zwischen dem unteren Rand des Prüflings und dem Seidenpapier muss (200 ± 5) mm betragen;
- e) eine Handstoppuhr mit einer Genauigkeit von $\pm 0,5$ s oder besser;
- f) ein Umluftofen, in dem eine Temperatur von (125 ± 5) °C erreicht werden kann;
- g) ein Trockenschrank, in dem eine Luftfeuchte von 20 % oder weniger erzeugt werden kann.

8.3.4 Durchführung

Folgende Prüfschritte sind durchzuführen:

- a) Die Prüflinge sind 24 h in einem Umluftofen bei (125 ± 5) °C vorzubehandeln. Dann belässt man die Prüflinge zur Stabilisierung 4 h in einem Exsikkator über wasserfreiem Calciumchlorid bei Raumtemperatur.
- b) In der maßgebenden Einzelbestimmung sind die Lage des Prüflings und die Stelle der Beflammung (z. B. Oberfläche, Kante) festzulegen. Die Stellung des Prüflings (z. B. horizontal oder vertikal) sollte der vorgesehenen Lage der bestückten Leiterplatte im Einsatzfall entsprechen.
- c) Wird eine Oberflächen-Beflammung vorgenommen, muss die Einwirkung der Flamme – falls es die Größe des Prüflings erlaubt – mindestens 10 mm von der nächsten Kante entfernt erfolgen, um Kanteneffekte so gering wie möglich zu halten.
- d) Wird eine Kantenbeflammung vorgenommen, muss die Einwirkung der Flamme – falls es die Größe des Prüflings erlaubt – mindestens 10 mm von der nächsten Ecke entfernt erfolgen.
- e) Der Brenner ist unter einem Winkel von 45° zu befestigen, so dass vom Prüfling abtropfendes Material frei auf das darunter liegende Seidenpapier fallen kann.
- f) Ist die vorgesehene Betriebslage der Leiterplatte nicht bekannt oder wechselnd, sind die Prüflinge in folgender Lage zu prüfen:
- g) Kantenbeflammung: Die untere Kante ist waagerecht zu halten, der Prüfling um etwa 80° zu neigen. Die Flamme muss auf die untere Kante des Prüflings einwirken.
- h) Der Brenner ist abseits vom Prüfling zu entzünden und die Flamme auf (12 ± 2) mm Höhe einzustellen. Danach wird der Brenner so in die oben beschriebene Lage gebracht, dass der Prüfling ungefähr 2 mm in die Flamme eintaucht. Dazu ist ein senkrechter Abstand zwischen der Brennerspitze und der zu prüfenden Oberfläche oder Kante von 8 mm bis 10 mm einzustellen. Bei der Beflammung einer senkrechten Oberfläche ist ein waagerechter Abstand von etwa 5 mm erforderlich.
- i) In der Bauartspezifikation ist die anzuwendende Prüfschärfe festzulegen.
- j) Vorzugsweise sind die in Abschnitt 5 der IEC 60695-2-2 festgelegten Beflammungszeiten anzuwenden. Diese Prüfschärfen sind: 5 s – 10 s – 20 s – 30 s – 60 s – 120 s.

8.3.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- a) die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- b) das Prüfdatum;
- c) die Bezeichnung und Beschreibung der Prüflinge;

- d) die Anzahl der Prüflinge, wenn von 5 abweichend;
- e) die Lage der Prüflinge;
- f) den Ort der Beflammung;
- g) die Dauer der Beflammung;
- h) für jeden Prüfling die Angabe, ob vom Prüfling Flammteile und/oder brennende oder glühende Partikel herabfallen und ob Funken in die Umgebung oder auf das unter dem Prüfling befindliche Seidenpapier sprühen;
- i) für jeden Prüfling die Angabe, ob Brennen oder Glühen am Ende der Beflammung auftritt;
- j) für jeden Prüfling die Angabe, ob die Brenndauer unter 30 s liegt;
- k) Abweichungen von diesem Prüfverfahren;
- l) den Namen des Prüfers.

8.3.6 Zusätzliche Angaben

Mit der Brennbarkeitsprüfung sind offensichtliche Gefahren verbunden. Schulung des Prüfpersonals und Vertrautheit mit den Sicherheitsmaßnahmen im Labor sind von höchster Wichtigkeit.

Die Glätte der Prüflingskanten kann für die Güte der Prüflinge entscheidend sein. Es wird eine glatte Beschaffenheit empfohlen. Eine raue Beschaffenheit (z. B. nicht geglättet) wird – bedingt durch die größere Angriffsfläche für die Flamme – die Güte des Prüflings merklich herabsetzen.

Brennbarkeitsprüfungen im kleinen Maßstab, wie die hier beschriebene Prüfung, dienen als Indikator für das Verhalten des geprüften Materials. Das Brennverhalten von Geräten, in denen Leiterplatten verarbeitet sind, kann in seiner Gesamtheit nur durch Prüfung auf Geräteebeane beurteilt werden.

Die in den Spezifikationen, die auf dieses Prüfverfahren verweisen, festzulegenden detaillierten Anforderungen sollten auf den Angaben in Abschnitt 12 der IEC 60695-11-5 beruhen.

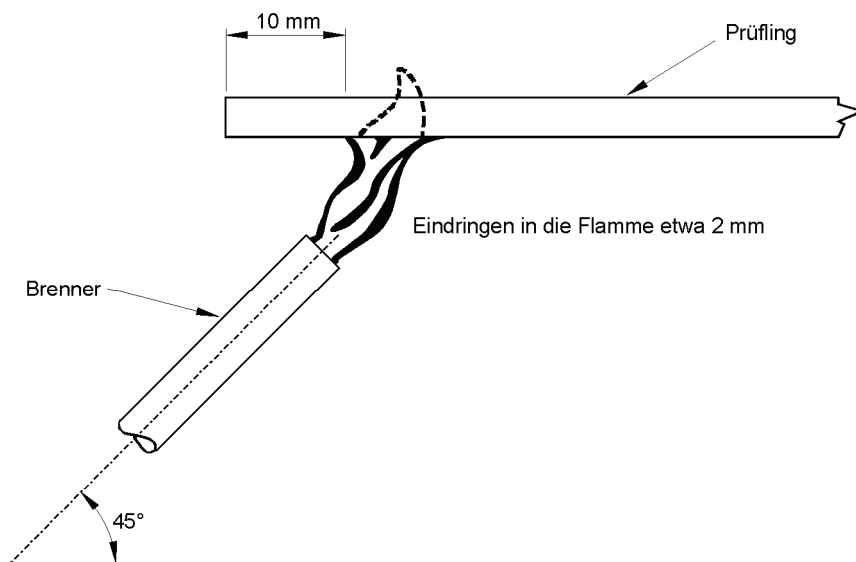


Bild 3a – Horizontale Prüflingslage – Flamme auf die Oberfläche gerichtet

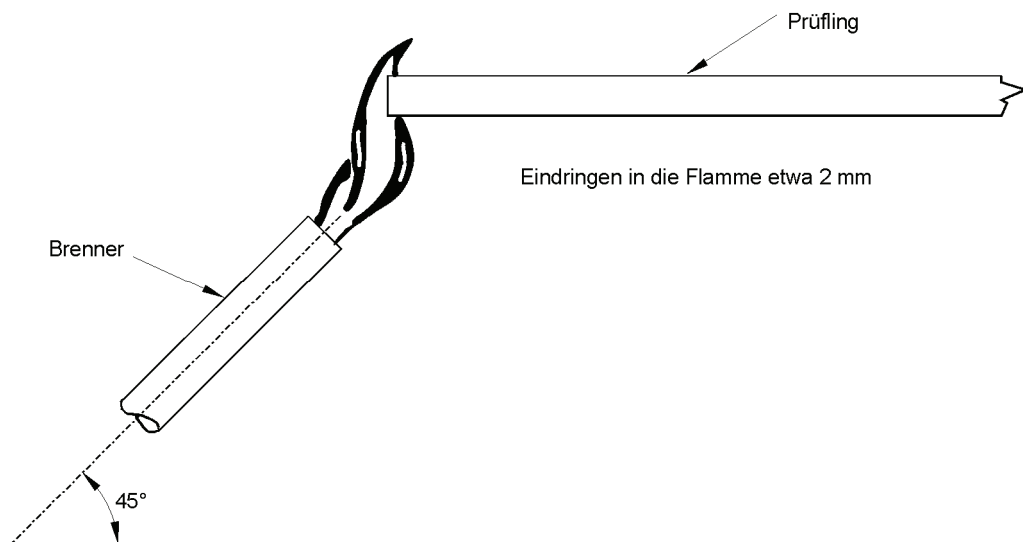


Bild 3b – Horizontale Prüflingslage – Flamme auf die Kante gerichtet

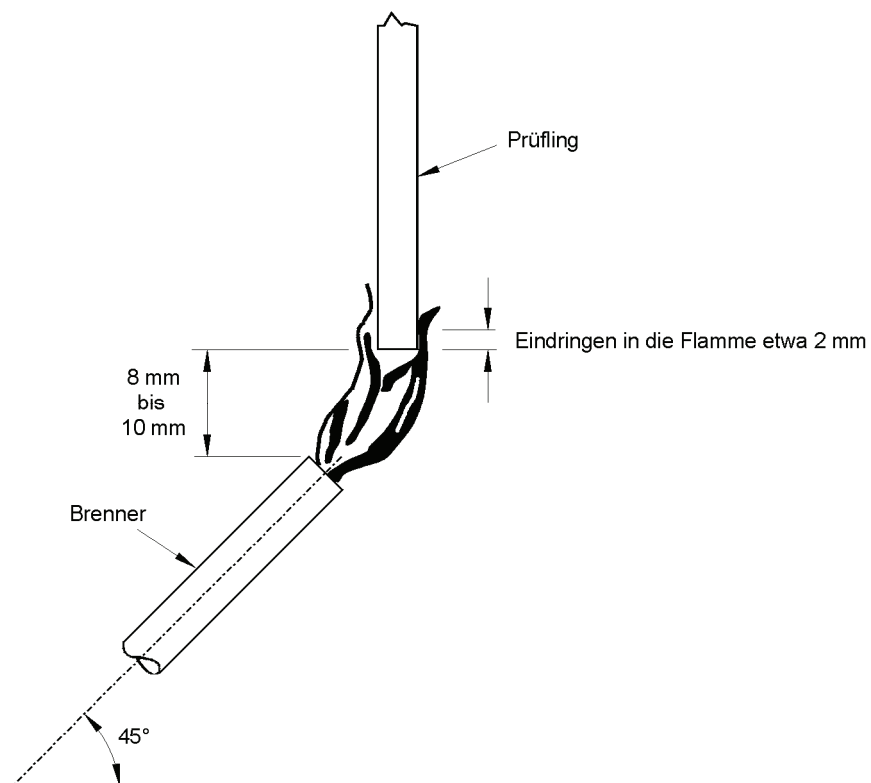


Bild 3c – Vertikale Prüflingslage – untere Kante horizontal – Flamme auf die Kante gerichtet

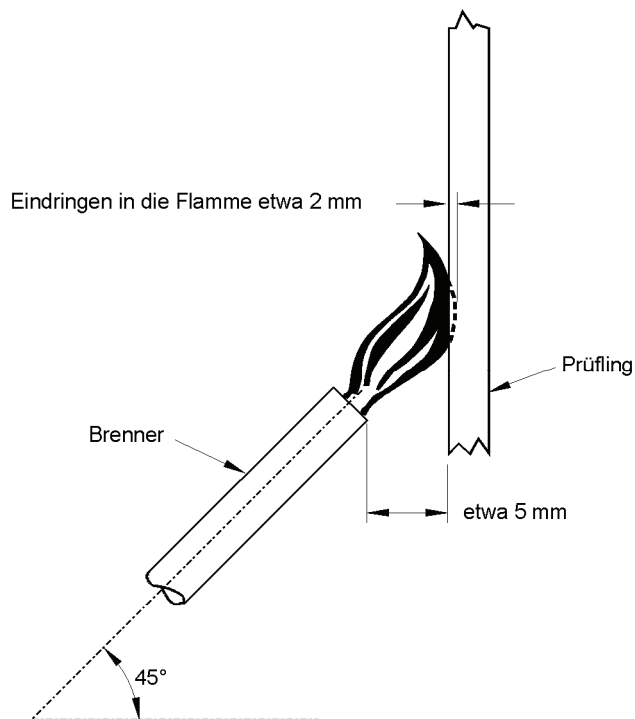


Bild 3d – Vertikale Prüflingslage – untere Kante horizontal – Flamme auf die Oberfläche gerichtet

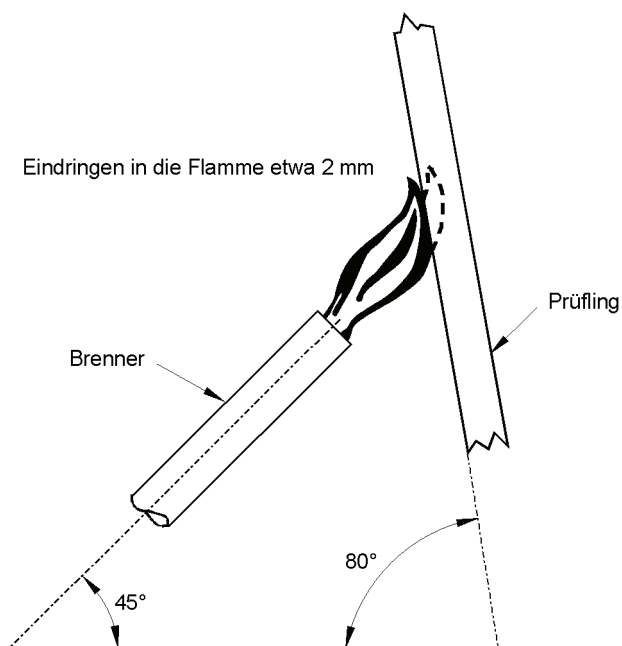


Bild 3e – Nadelflammenprüfung – Seitenansicht der zu prüfenden Leiterplatte und des Brenners

Bild 3 – Prüfung mit der Nadelflamme

- 8.4 Prüfung 3C04: Beständigkeit gegen Löse- und Flussmittel** (in Vorbereitung)
- 8.5 Prüfung 3C05: Elektrolytische Korrosion an starren und Dünnschicht-Leiterplatten** (in Vorbereitung)
- 8.6 Prüfung 3C06: Brennbarkeit von starren Leiterplatten nach dem Glühdrahtverfahren** (in Vorbereitung)
- 8.7 Prüfung 3C07: Brennbarkeit von starren Leiterplatten bei Prüfung mit der Nadelflamme** (in Vorbereitung)
- 8.8 Prüfung 3C08: Brennprüfung bei vertikaler Prüflingslage** (in Vorbereitung)
- 8.9 Prüfung 3C09: Wasseraufnahme** (in Vorbereitung)
- 8.10 Prüfung 3C10: Organische Oberflächenverunreinigungen (Innenraum)** (in Vorbereitung)
- 8.11 Prüfung 3C11: Spezifischer Widerstand von Lösemittlextrakten (ionische Verunreinigungen)** (in Vorbereitung)
- 8.12 Prüfung 3C12: Organische Oberflächenverunreinigungen (IR-Prüfung)** (in Vorbereitung)
- 8.13 Prüfung 3C13: Ionen-Analyse von Leiterplatten – Ionenchromatographie-Verfahren**

8.13.1 Zweck

Dieses Prüfverfahren ist zur Messung des Ausmaßes von anionischen Verunreinigungen auf der Oberfläche von Leiterplatten mit Hilfe der Ionenchromatographie vorgesehen.

8.13.2 Prüflinge

Drei Leiterplatten (PWB) zur Extraktion.

8.13.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- a) Ein Ionenchromatograph. Das System besteht aus einer Pumpe, einer Anionen-Kolonne und einem Leitfähigkeitsmessgerät. Ein gut arbeitendes System sollte eine Genauigkeit von 50^{-9} ^{N1)} oder weniger aufweisen. Die Ausrüstung und die chemischen Hilfsmittel sollten nach den Anweisungen des Herstellers aufgebaut und festgelegt werden.
- b) Ein erhitztes Wasserbad, in dem eine Temperatur von (80 ± 5) °C aufrechterhalten werden kann.
- c) Es sind saubere, in der Wärme verschweißbare Beutel mit weniger als 250^{-9} ^{N2)} extrahierbarer ionischer Verunreinigung zu verwenden (festzulegen ist der Reinheitsgrad oder die Artikel-Nr. des Herstellers).
- d) Reinraum-Vinyl-Handschuhe (Cl-Gehalt $< 3^{-6}$ ^{N3)}).
- e) Hochreines deionisiertes Wasser (spez. Widerstand: 18,3 MΩcm; Chlorid-Gehalt: $< 50^{-9}$ ^{N4)}).

^{N1)} Nationale Fußnote: Die Angabe ist falsch; korrekt ist: Nachweisgrenze: 50×10^{-9} (ppb).

^{N2)} Nationale Fußnote: Die Angabe ist falsch; korrekt ist: 250×10^{-9} (ppb).

^{N3)} Nationale Fußnote: Die Angabe ist falsch; korrekt ist: $< 3 \times 10^{-6}$ (3 ppm).

^{N4)} Nationale Fußnote: Die Angabe ist falsch; korrekt ist: $< 50 \times 10^{-9}$ (50 ppb).

- f) Hochreine Chemikalien zur Durchführung der Ionen-Chromatographie.
- g) Isopropanol in Elektronik-Qualität.

8.13.4 Durchführung

Folgende Prüfschritte sind durchzuführen:

8.13.4.1 Extraktion

- a) Die Fläche der PWB ist zu ermitteln. Die allgemeine Regel für die Oberflächengröße lautet: Länge x Breite x 2.
- b) Bei der Handhabung der zu prüfenden Teile sind saubere Handschuhe zu tragen. Die Prüflinge sind in den Extraktionsbeutel einzubringen.
- c) Zur Extraktion sind Isopropanol/H₂O-Lösungen im Verhältnis 75 %/25 % herzustellen.
- d) 100 ml bis 250 ml Extraktionslösung sind in den Extraktionsbeutel zu füllen (eine hinreichende Menge, um die Leiterplatte zu bedecken).
- e) Der Extraktionsbeutel ist heiß zu versiegeln und 1 h in einem Wasserbad mit einer Temperatur von 80 °C zu halten (in den Beutel ist eine kleine Öffnung zu schneiden).
- f) Nach der Extraktion ist das Volumen der Lösung zu bestimmen.
- g) Zur Kontrolle ist eine unbearbeitete PWB vorzubereiten.

8.13.4.2 Analyse der Standard- und Prüflings-Lösung

- a) Die Lösung ist in einen Ionenchromatographen (IC) zu injizieren. Die Konzentrationen der Inhaltsstoffe sind aus bekannten Vergleichsstandards zu berechnen.
- b) Die von den chemischen Substanzen im IC erhaltenen Werte werden in ppb (⁻⁹ N⁵) ausgedrückt.
- c) Die Standards sollten entsprechend den Anweisungen des Herstellers verwendet werden (Chlorid-Gehalte von 100⁻⁹ N⁶) werden empfohlen).
- d) Um unterschiedliche Leiterplattengrößen vergleichen zu können, müssen bei der Berechnung die Oberflächengröße und die Verdampfung berücksichtigt werden.

$$\mu\text{g}/\text{cm}^2 = \frac{(\text{ppb} - \text{Wert aus dem IC}/1000) \times (\text{Endvolumen}/\text{Ausgangsvolumen})}{\text{Oberflächengröße} (\text{cm}^2)}$$

8.13.5 Zusätzliche Angaben

Keine.

8.13.6 Bezugsschriftstücke

IPC-TP-1043 „Cleaning and Cleanliness Test Program, Phase III, Water Soluble Fluxes, Part 1: B-Z4, Interactions of Water Soluble Fluxes with Metal/Substrates“, October 1992.

IPC-TP-1044 „Cleaning and Cleanliness Test Program, Phase III, Water Soluble Fluxes, Part 2: B-36, Comparison to Phase 1 Rosin Benchmark“, September 1992.

N⁵) Nationale Fußnote: Die Angabe (⁻⁹) ist falsch; korrekt ist: 10⁻⁹.

N⁶) Nationale Fußnote: Die Angabe ist falsch; korrekt ist: 100 x 10⁻⁹ (ppb).

8.14 Prüfung 3C14: Durch Flussmittel verursachte Korrosion (Kupferspiegel-Verfahren)

8.14.1 Zweck

Dieses Prüfverfahren ist zur Bestimmung der Ätzwirkung konzipiert, die ein Flussmittel (falls vorhanden) auf einen auf einer Glasplatte im Vakuum aufgedampften Kupferspiegel ausübt.

8.14.2 Prüflinge

Mindestens 100 ml flüssiges Flussmittel, ein repräsentativer Behälter mit Lötpaste, verflüssigtes Lötpasten-Flussmittel, extrahiertes Flussmittel aus Lot-Vorformteilen oder extrahiertes Flussmittel aus Lötdraht mit Flussmittelsee.

8.14.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel/Reagenzien

- a) 0,5 l Standard-Kolophonium-Flussmittel nach Absprache zwischen Abnehmer und Lieferant zu Kontrollzwecken;
- b) 0,5 l chemisch reines (99 %) Isopropanol;
- c) ein Vakuum-Bedampfungs-System oder ein anderes Mittel zur Herstellung von Prüfplatten aus Glas mit einer Kupferspiegel-Beschichtung, wie sie in diesem Prüfverfahren beschrieben wird;
- d) 0,5 l einer chemisch reinen 0,5%igen Lösung von Ethylendiamintetraessigsäure (EDTA);
- e) 0,5 l chemisch reines Ethanol oder Methanol;
- f) eine 100-ml-Medizinflasche mit Tropfer;
- g) eine Prüfkammer, in der eine Temperatur von $(23 \pm 2) ^\circ\text{C}$ und eine relative Luftfeuchte von $(50 \pm 5) \%$ erreicht werden kann;
- h) Objektträger aus Glas;
- i) ein Messgerät zur Bestimmung der relativen Luftfeuchte mit einer Genauigkeit von $\pm 2 \%$ oder besser zur kontinuierlichen Überwachung des Prüfraums. Das Messgerät sollte periodisch geeicht werden.

8.14.4 Durchführung

Folgende Prüfschritte sind durchzuführen:

8.14.4.1 Vorbereitung

8.14.4.1.1 Herstellung des Standard-Kontrollflussmittels

35 g Kolophonium sind in 100 ml chemisch reinem (99 %) Isopropanol aufzulösen und gut zu verrühren.

8.14.4.1.2 Vorbereitung der Klimakammer

Wenn Säure- oder Salzlösungen zur Erzeugung der Luftfeuchte verwendet werden, muss die Prüfkammer mindesten 48 h vor Einbringen der Kupferspiegel-Prüflinge vorbereitet werden, um sicherzustellen, dass die Luftfeuchte den geforderten Wert von $(50 \pm 5) \%$ erreicht hat.

8.14.4.1.3 Herstellung der Prüfplatte mit dem Kupferspiegel

- a) Auf eine flache klare polierte Glasscheibe ist im Vakuum ein Kupferfilm aufzudampfen.
- b) Es ist eine gleichmäßige Dicke von etwa 50 nm herzustellen. Dabei ist sicherzustellen, dass der Spiegel für senkrecht einfallendes Licht der Nennwellenlänge von 500 nm noch eine Durchlässigkeit von $(10 \pm 5) \%$ aufweist. Dies kann mit einem geeigneten photoelektrischen Spektralphotometer überprüft werden. Es können auch handelsübliche Kupferspiegel, die die oben genannten Festlegungen erfüllen, verwendet werden (s. 8.14.6.2).
- c) Der Oxidation des Kupferspiegels ist durch Lagerung in einem geschlossenen Behälter, der vorher mit Stickstoff ausgespült worden ist, vorzubeugen.

- d) Unmittelbar vor der Prüfung ist der Kupferspiegel in eine EDTA-Lösung mit 5 g/l zum Entfernen von Kupferoxiden einzutauchen. Spiegel, die in nicht oxidierender Atmosphäre gelagert worden sind, brauchen vor der Prüfung nicht mit EDTA-Lösung gereinigt zu werden.
- e) Der Spiegel ist dann unter fließendem Wasser sorgfältig abzuspülen, danach in sauberes Ethanol oder Methanol zu tauchen und schließlich mit sauberer ölfreier Pressluft zu trocknen.
- f) Vor Prüfbeginn ist der Spiegel sorgfältig zu überprüfen. Er darf nicht oxidiert sein.

8.14.4.2 Prüfung

- a) Die Prüfplatte mit dem Kupferspiegel ist mit der Spiegelseite nach oben auf eine ebene Oberfläche (s. Bild 4) zu legen und jederzeit vor Staub und Schmutz zu schützen.
- b) Auf jede Prüfplatte mit Kupferspiegel ist ein Tropfen des Prüfflussmittels oder des zu prüfenden Extraktes (etwa 0,05 ml) aufzubringen. Dabei darf der Tropfer die Prüfplatte nicht berühren. Für jede Prüfung sind mindestens drei Prüfplatten vorzusehen. Die Anzahl der Prüfungen muss in der Einzelbestimmung festgelegt sein.
- c) Die Lötpaste ist unmittelbar auf den Spiegel aufzutragen, ohne dabei über den Spiegel zu kratzen, und zwar in einer Menge, die hinreichend für eine Fläche mit etwa 8 mm Durchmesser bei einer Dicke von 0,5 mm ist. (Es hat sich herausgestellt, dass für die meisten Flussmittel signifikante Unterschiede in der aufgetragenen Menge nur einen geringen Einfluss auf das Prüfergebnis haben.)
- d) Es ist auch sofort ein Tropfen des Standard-Kontrollflussmittels neben das Prüfflussmittel aufzubringen, wobei darauf zu achten ist, dass sich die Tropfen nicht berühren.
- e) Die Prüfplatten sind $(24 \pm 0,5)$ h in horizontaler Lage in einer staubfreien Prüfkammer bei einer Temperatur von (23 ± 2) °C und einer relativen Luftfeuchte von (50 ± 5) % zu lagern.
- f) Danach sind die Prüfplatten aus der Prüfkammer herauszunehmen und die beiden Flussmittel-Applikationen durch Tauchen in sauberes Isopropanol zu entfernen.

8.14.4.3 Beurteilung

- Jede Prüfplatte ist sorgfältig auf Verschwinden des Kupfers oder Verfärbungen zu untersuchen.
- Wenn an irgendeiner Stelle der Kupferfilm vollständig verschwunden ist, was am Erkennen des Hintergrundes durch das Glas hindurch festgestellt werden kann, hat das Prüfflussmittel die Prüfung nicht bestanden und ist in die Kategorie L einzustufen. Bei vollständigem Verschwinden des Kupfers nur um den Umfang des Flussmitteltropfens herum ist das Flussmittel in die Kategorie M einzustufen, bei vollständigem Verschwinden des Kupfers dagegen in die Kategorie H.
- Wenn das Kontrollflussmittel die Prüfung nicht besteht, ist die gesamte Prüfung mit neuen Kupferspiegel-Platten zu wiederholen.
- Verfärbungen des Kupferfilms, die auf eine Oberflächenreaktion oder nur auf eine örtliche Verminderung der Kupferfilmdicke zurückzuführen sind, sind nicht als Fehler anzusehen.
- Einige Chemikalien, wie freie Halogene, stärkere organische und anorganische Säuren und freie Amine, können Fehlstellen des Kupferspiegels verursachen.

8.14.5 Anmerkungen

8.14.5.1 Sicherheitsangaben

Es sind alle in den Material-Sicherheitsdatenblättern (MSDS) für die in diese Prüfung einbezogenen Chemikalien angegebenen Sicherheitsmaßnahmen zu beachten.

8.14.5.2 Bezugsquellen für Kupferspiegel

- EMF Corp., 239 Cherry St., Ithaca, NY 14850, 800-456-7070;
- H.L.Clausing, Inc., 8038 Monticello Ave., Skokie, IL 60076, 847-676-0330

8.14.6 Zusätzliche Angaben

Keine.

8.14.7 Bezugsdokumente

ASTM E104, Maintaining constant relative humidity by means of aqueous solutions.

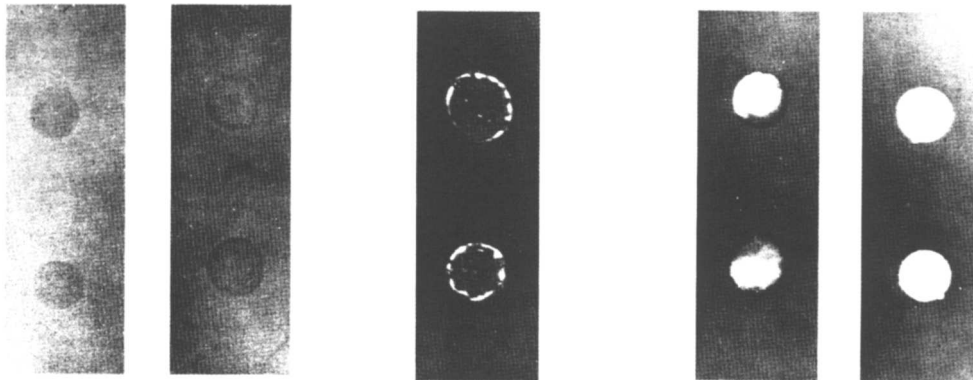


Bild 4 – Flussmittel-Klassifizierung nach der Kupferspiegel-Prüfung

9 M: Mechanische Prüfverfahren

9.1 Prüfung 3M01: Abschälkraft im Normalklima

9.1.1 Zweck

Zweck dieses Prüfverfahrens ist es, die Abschälkraft von Leitern im Anlieferungszustand zu bestimmen. Das Verfahren ist nur auf äußere Kaschierungen anwendbar, die durch Folien-Laminationsprozesse aufgebracht worden sind, und nur nach Maßgabe der Kunden-Abnahmerichtlinien und/oder der Kundenbestellung. (Anmerkung: Andere Prüfungen der Abschälkraft werden am laminierten Leiterplattenmaterial durchgeführt.)

9.1.2 Prüflinge

Als Prüflinge sind Einzelprüflinge (ITS) (Prüfcoupons) zu verwenden. Jeder Coupon muss 4 Streifen enthalten, die parallel zur X- und Y-Achse der maßgebenden Leiterplatte verlaufen müssen, wie in Bild 5 dargestellt. Für jede Seite der Leiterplatte mit Folienlamination ist ein Coupon erforderlich. Die Coupons sind auf einer Serienleiterplatte vorzusehen und müssen zusammen mit der maßgebenden Leiterplatte unter denselben Bedingungen hergestellt werden.

9.1.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- a) Eine Zugprüfmaschine: Eine standardmäßig geeichte Zugprüfmaschine, ausgestattet mit einer Niedriglast-Messzelle, mit der Lasten von 45 N gemessen werden können, einem mindestens 450 mm langen Draht oder einer Kette mit geringer Masse sowie einer Befestigungsklammer, deren Massen bei der Berechnung berücksichtigt werden. Die Spannbacken der Befestigungsklammer müssen die gesamte Breite des abzuziehenden Streifens überdecken. Es kann jede Ausrüstung oder jedes Gerät, das die beschriebene Genauigkeit, Präzision und Reproduzierbarkeit aufweist, verwendet werden.
- b) Ein geeigneter Niederhalter, in der Ausführung gleichwertig mit dem in Bild 5a dargestellten Niederhalte-System.
- c) Für Qualifizierungs-Prüfungen muss das Prüfgerät mit einem Aufzeichnungssystem ausgestattet sein.

9.1.4 Durchführung

Folgende Prüfschritte sind durchzuführen:

- a) Die Prüflinge (Coupons) sind auf dem Fertigungs-Zuschnitt so anzuordnen, dass die Abziehstreifen auf jedem ausgeschnittenen Coupon in beiden Richtungen verlaufen und das Kupfer von der Rückseite des Prüflings vollständig entfernt (abgeätzt) werden kann.
- b) Für eine Konformitätsprüfung sind zwei Streifen je Prüfling (Coupon) abzuziehen, für eine Qualifizierungsprüfung vier.
- c) Die Prüflinge sind parallel zu den Glasgewebefäden aus dem Zuschnitt auszuschneiden. Ein 25 mm breiter Randbereich ist von der Prüfung auszuschließen. Die Prüflinge können so geschnitten werden, dass eine Einzelprüfung erleichtert wird. Dünne Prüflinge müssen durch Verkleben mit einem starren Aluminiumblech oder einem ähnlichen Träger verstärkt werden; sie können auch mit einer „Schlüsselloch“-Vorrichtung (Bild 5d) geprüft werden. Im Falle einer Schiedsbeurteilung ist nur ein verstärkter Prüfling zu verwenden.
- d) Jedem Prüfling ist eine Identifikations-Nummer zuzuordnen, die relative Lage auf dem Zuschnitt ist aufzuzeichnen.
- e) Der Kupferstreifen ist an einem Ende über einen kleinen Bereich abzuziehen.
- f) Dieses Streifenende ist an einer Klemme zu befestigen. Der Verbindungsdraht von der Klemme zur Zugprüfmaschine muss frei hängen, damit der Streifen vertikal innerhalb $\pm 5^\circ$ zur Senkrechten abgezogen werden kann.
- g) Der Prüfling (Coupon) ist in der Niederhalte-Vorrichtung so zu befestigen, dass eine unbehinderte senkrechte Zugbelastung ausgeübt werden kann. Das freie Ende des Kupferstreifens sollte sich zu Beginn der Prüfung in senkrechter Lage befinden.
- h) An der Zugprüfmaschine ist das Gewicht von Verbindungsdraht und Klemme zu kompensieren.
- i) Dann ist die Zugprüfmaschine zu starten und $(30 \pm 10)^0$ s lang eine vertikal gerichtete Kraft mit einer Geschwindigkeit von 50 mm/min aufzubringen, bis eine Abschälstrecke von 25 mm erreicht ist oder der Metallstreifen reißt. Wenn nicht die Gesamtbreite des Streifens abgeschält wird, ist das Ergebnis zu verwerfen und ein anderer Streifen zu prüfen.
- j) Die an der Zugprüfmaschine sich einstellende mittlere Last ist für jeden Streifen abzulesen und aufzuzeichnen (Bild 5b und Bild 5c), wobei die zugeordnete Identifikations-Nummer hinzuzufügen ist.

9.1.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- a) die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- b) das Prüfdatum;
- c) die Bezeichnung und Beschreibung der Prüflinge;
- d) die aktuelle durchschnittliche Last für jeden Prüfling/jede Prüfung zusammen mit der vom Anwender festgelegten Identifikations-Nummer;
- e) Abweichungen von diesem Prüfverfahren;
- f) das Ergebnis der Beurteilung, einschließlich der nicht erfüllten Anforderungen sowie der Fehlerarten und des Fehlerausmaßes, falls Fehler vorliegen;
- g) Name des Prüfers.

9.1.6 Zusätzliche Angaben

- a) Reißen der Kupferstreifen kann durch eine starke Haftung oder durch sprödes Kupfer verursacht werden. Das Reißen des Streifens oberhalb des Normwertes deutet auf eine stärkere Haftung hin. In diesem Falle sollte die beim Reißen erreichte Abschälkraft anstelle des Mindestwertes aufgezeichnet werden. Im Prüfbericht ist anzugeben, dass der erreichte Wert größer als der Normwert ist.
- b) Der Zustand des Trägermaterials des abgezogenen Streifens kann nach Beendigung der Abschälprüfung ebenfalls beurteilt werden.

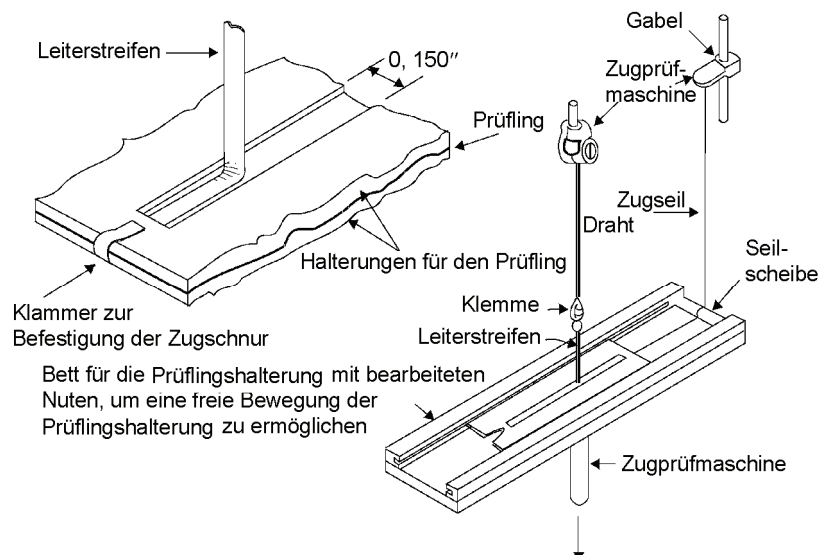


Bild 5a – Einspann- und Niederhaltesystem

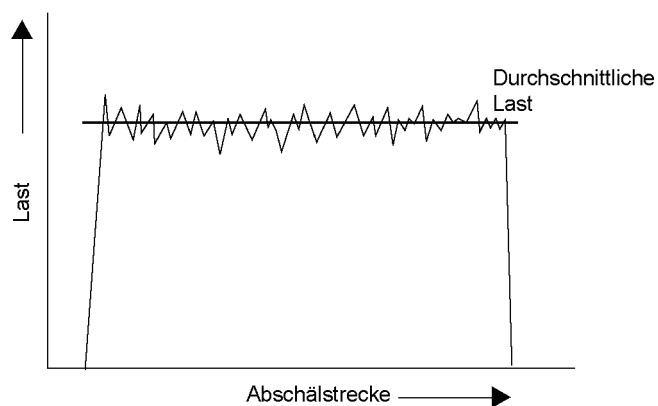


Bild 5b – Einfach-Diagramm

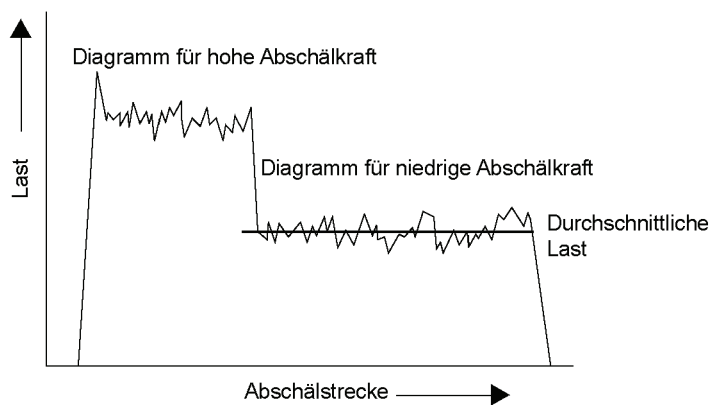


Bild 5c – Mehrfach-Diagramm

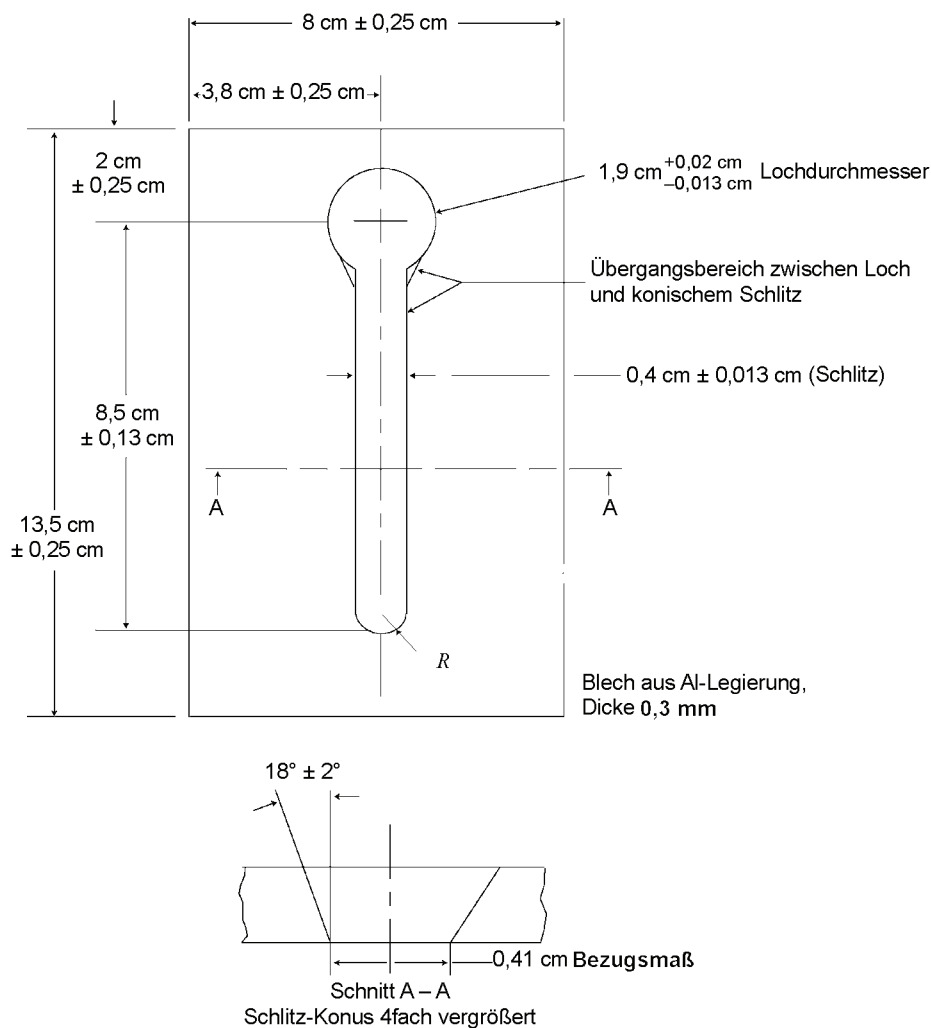


Bild 5d – „Schlüsselloch“-Niederhalter

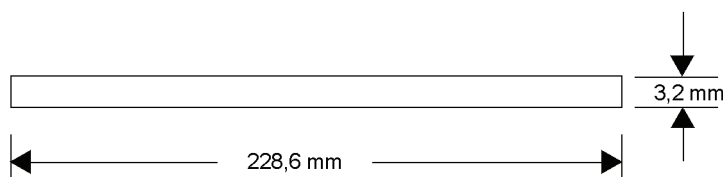


Bild 5 – Kupferstreifen für Abschälprüfung

9.2 Prüfung 3M02: Abschälkraft bei erhöhter Temperatur (in Vorbereitung)

9.3 Prüfung 3M03: Ausreißkraft von Lochmetallisierungen mit und ohne Anschlussflächen

9.3.1 Zweck

Dieses Prüfverfahren ist bestimmt zur Prüfung der Haftfestigkeit oder Ausreißkraft der Metallisierung von durchmetallisierten Anschlusslöchern während der Fertigung, bei der Nacharbeit und auch bei der Reparatur. Die 5 Prüfzyklen sind zur Simulation der ersten Lötung, der Bauteilplatzierung in der Fertigung und des späteren Bauteilaustauschs zu Reparaturzwecken am Gerät vorgesehen.

9.3.2 Prüflinge

Ein Standard-Prüfling (Coupon) oder eine Leiterplatte mit durchmetallisierten Löchern, die zur Bauteilmontage benutzt werden können. Der Durchmesser der zu prüfenden Löcher darf nicht kleiner sein als der von Löchern, die normalerweise zur Lochmontage von Bauteilen verwendet werden. Verbindungslöcher oder andere kleine Löcher, die normalerweise nur als reine Verbindungen anzusehen sind, dürfen für diese Prüfung nicht verwendet werden.

ANMERKUNG Bei dieser Prüfung handelt es sich um eine zerstörende Prüfung.

Die Anzahl der zu prüfenden Löcher muss in der Einzelbestimmung festgelegt sein.

9.3.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- a) Ein regelbarer 60-W-Lötkolben;
- b) Verzinnter Kupferdraht. Der Durchmesser der Prüfdrähte muss 0,25 mm bis 0,70 mm kleiner sein als der der Prüflöcher.
- c) Lot Sn60Pb40 oder Sn63Pb37 nach ISO 9453.
- d) Kraftmessgerät: Zugprüfmaschine, mit der bei einer Zuggeschwindigkeit von 50 mm/min gearbeitet werden kann und eine Messung von Kräften bis 100 N möglich ist.

9.3.4 Durchführung

Folgende Prüfschritte sind durchzuführen:

- a) Wenn Leiterzüge mit der Anschlussfläche und/oder dem metallisierten zu prüfenden Loch verbunden sind, sind diese Leiterzüge höchstens 6 mm von der Anschlussfläche entfernt abzuschneiden. Dabei ist darauf zu achten, dass die Haftung der Anschlussfläche oder der Lochmetallisierung nicht beeinträchtigt werden.
- b) Die Prüfdrähte, die zum Anbringen an die Klemmvorrichtung der Zugprüfmaschine hinreichend lang sein müssen, sind in die metallisierten Prüflöcher einzuführen und je nach Festlegung maschinell oder von Hand einzulöten. Die Drähte dürfen nicht umgebogen werden.
- c) Nach diesem Anfangs-Lötprozess muss der Draht 5-mal aus- und in dasselbe Loch von Hand wieder eingelötet werden. Während eines solchen Zyklus ist der Draht vollständig aus dem Loch herauszuziehen. Wenn derselbe Draht wieder eingelötet wird, ist er vor dem erneuten Einführen in das Loch und dem erneuten Anlöten auf Raumtemperatur abkühlen zu lassen. Für jeden Einlötprozess kann auch ein neuer Draht verwendet werden.
 - Es ist mit dem 60-W-Lötkolben bei einer Spannung zu arbeiten, die zur Erzielung einer Temperatur an der Lötkolbenspitze von 232 °C bis 260 °C ausreicht.
 - Der Lötkolben ist beim Ein- und Auslöten an den Draht zu führen, wobei der Draht senkrecht stehen muss. Der Lötkolben darf die Anschlussfläche um das Loch berühren, jedoch ohne Druck, und eine längere Berührungsdauer sollte vermieden werden, um Schädigungen der zu prüfenden Lochmetallisierung gering zu halten. Zur Durchführung des Ein- und Auslötens sollte der Lötkolben nur so lange wie nötig an den Draht gehalten werden. (Anmerkung: Es wird empfohlen, die Lötarbeiten dieser Prüfung nur von Prüfpersonal ausführen zu lassen, das für Lötarbeiten und Löt-Nacharbeit geschult und/oder geprüft worden ist.)
- d) Nach dem 5. Zyklus ist der Prüfling an der Zugklammer der Zugprüfmaschine zu befestigen.
- e) Der Draht ist auf der Leiterbildseite der Leiterplatte einer Zugbelastung bei einer Geschwindigkeit von 50 mm/min auszusetzen. Es muss folgende Formel erfüllt werden:

$$\frac{4 L}{\pi(D_2^2 - D_1^2)} \geq 14 \text{ N/mm}^2$$

Dabei ist

D_1 der Lochdurchmesser

D_2 der Durchmesser der Anschlussfläche

L die Last

Die Kraft ist senkrecht zur Hauptoberfläche der Anschlussfläche so lange aufzubringen, bis die erforderliche Last erreicht ist oder der Draht reißt.

9.3.5 Auswertung

Es gilt als Fehler, wenn:

- a) eine Lochmetallisierung zusammen mit dem angelöteten Draht gelockert wird, unabhängig davon, ob die Anschlussfläche gelockert wird oder nicht;
- b) eine Anschlussfläche um das Loch herum gelockert wird.

Reißen oder Herausziehen des Drahtes sind nicht als Fehler zu werten. Ein herausgezogener Draht ist jedoch erneut einzulöten und erneut zu prüfen (Zugbelastung).

9.3.6 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- a) die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- b) Abweichungen von diesem Prüfverfahren;
- c) die Bezeichnung und Beschreibung des Prüflings;
- d) die zur Prüfung verwendeten Loch- und Draht-Abmessungen;
- e) die ermittelte Ausreißkraft;
- f) die Ergebnisse der Auswertung, einschließlich der Fehlerarten und des Fehlerausmaßes, falls Fehler auftreten;
- g) das Prüfdatum;
- h) den Namen des Prüfers.

9.3.7 Zusätzliche Angaben

Es sollte beachtet werden, dass die Prüfergebnisse, bedingt durch die Fertigkeit des Prüfers, der die für die Prüfung erforderlichen Ein- und Auslötarbeiten vornimmt, stark schwanken können.

9.4 Prüfung 3M04: Ebenheit von Laminaten und Leiterplatten (Wölbung und Verwindung)

9.4.1 Zweck

Es werden vier Verfahren zur Bestimmung der Ebenheit von fertiggestellten starren Leiterplatten, d. h. einseitigen, zweiseitigen und Mehrlagen-Leiterplatten, sowie den starren Abschnitten von starr-flexiblen Leiterplatten, aufgeführt.

9.4.2 Definitionen

9.4.2.1 Wölbung

Die Wölbung ist dargestellt in Bild 6.