

DIN EN 61189-2



ICS 31.180

Ersatz für
DIN EN 61189-2:2001-03
Siehe jedoch Beginn der
Gültigkeit

**Prüfverfahren für Elektromaterialien, Leiterplatten und andere
Verbindungsstrukturen und Baugruppen –
Teil 2: Prüfverfahren für Materialien für Verbindungsstrukturen
(IEC 61189-2:2006);
Deutsche Fassung EN 61189-2:2006**

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

Part 2: Test methods for materials for interconnection structures (IEC 61189-2:2006);
German version EN 61189-2:2006

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

Partie 2: Méthodes d'essai des matériaux pour structures d'interconnexion
(CEI 61189-2:2006);
Version allemande EN 61189-2:2006

Gesamtumfang 128 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2006-09-01 angenommene EN 61189-2 gilt als DIN-Norm ab 2007-01-01.

Daneben darf DIN EN 61189-2:2001-03 noch bis 2009-09-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 61189-2/A2:2002-10.

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.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 61189-2:2001-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Aufnahme verschiedener neuer Prüfungen in den folgenden Kategorien:
 - C: Chemische Prüfverfahren
 - D: Maßprüfungen
 - E: Elektrische Prüfverfahren
 - M: Mechanische Prüfverfahren
 - N: Umweltprüfverfahren
 - X: Sonstige Prüfverfahren

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.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61189-2: 1997-10, 2001-03

– Leerseite –

Prüfverfahren für Elektromaterialien, Leiterplatten und andere
Verbindungsstrukturen und Baugruppen –
Teil 2: Prüfverfahren für Materialien für Verbindungsstrukturen
(IEC 61189-2:2006)

Test methods for electrical materials, printed
boards and other interconnection structures and
assemblies –
Part 2: Test methods for materials for
interconnection structures
(IEC 61189-2:2006)

Méthodes d'essais pour les matériaux
électriques, les cartes imprimées et autres
structures d'interconnexion et ensembles –
Partie 2: Méthodes d'essai des matériaux pour
structures d'interconnexion
(CEI 61189-2:2006)

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 61189-2:2006 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 91/564/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 61189-2, 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 61189-2 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61189-2:1997 + A1:2000.

Die wesentlichen technischen Änderungen gegenüber EN 61189-2:1997 + A1:2000 betreffen die Aufnahme verschiedener neuer Prüfungen in den folgenden Kategorien:

- C: Chemische Prüfverfahren
- D: Maßprüfungen
- E: Elektrische Prüfverfahren
- M: Mechanische Prüfverfahren
- N: Umweltprüfverfahren
- X: Sonstige Prüfverfahren

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 61189-2:2006 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einführung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Genauigkeit, Präzision und Auflösung	8
3.1 Genauigkeit	9
3.2 Präzision	9
3.3 Auflösung	10
3.4 Prüfbericht	10
3.5 Studentsche t -Verteilung	10
3.6 Empfohlene Unsicherheitsgrenzwerte	11
4 Verzeichnis zugelassener Prüfverfahren	12
5 P: Verfahren zur Vorbereitung und Beanspruchung von Prüflingen	12
5.1 Prüfung 2P01: Beanspruchung „Trockene Wärme“ (in Vorbereitung)	12
5.2 Prüfung 2P02: Belastung durch Schwimmen auf Lotbad (in Vorbereitung)	12
6 V: Sichtprüfungen	12
7 D: Maßprüfungen	12
7.1 Prüfung 2D01: Bestimmung der Dicke von Basismaterialien und starren Leiterplatten	12
8 C: Chemische Prüfverfahren	14
8.1 Prüfung 2C01: Beständigkeit von Basismaterialien gegen Natriumhydroxid	14
8.2 Prüfung 2C02: Gelierzeit von Prepreg-Materialien auf Epoxidharzbasis	15
8.3 Prüfung 2C03: Harzgehalt von Prepreg-Materialien über das Lackiergewicht	16
8.4 Prüfung 2C04: Flüchtige Anteile von Prepreg-Materialien	18
8.5 Prüfung 2C05: Blasenbildung bei Wärmeschock	20
8.6 Prüfung 2C06: Brennbarkeit, Brennprüfung von starren Materialien bei vertikaler Prüflingslage	22
8.7 Prüfung 2C07: Brennbarkeit, Brennprüfung von starren Materialien bei horizontaler Prüflingslage	26
8.8 Prüfung 2C08: Brennbarkeit von flexiblem Material	28
8.9 Prüfung 2C09: Schmelzviskosität von Prepreg-Materialien	32
8.10 Prüfung 2C10: Harzgehalt von Prepreg-Materialien mittels Sublimation	35
8.11 Prüfung 2C11: Schwächungseigenschaften von Laminaten für UV-Strahlung	36
8.12 Prüfung 2C12: Gesamt-Halogengehalt in Basismaterialien	37
9 M: Mechanische Prüfverfahren	41
9.1 Prüfung 2M01: Prüfverfahren für Wölbung und Verwindung	41
9.2 Prüfung 2M02: Wölbung/Verwindung nach Ätzen und Tempern	42
9.3 Prüfung 2M03: Aushärtungsfaktor von Basismaterialien mittels Differential-Scanning-Kalorimetrie (DSC) oder thermomechanischer Analyse (TMA)	44
9.4 Prüfung 2M04: Verwindung nach Tempern (in Vorbereitung)	46

	Seite
9.5 Prüfung 2M05: Abreißkraft	46
9.6 Prüfung 2M06: Abschälkraft nach Einwirkung von Lösemitteldampf	47
9.7 Prüfung 2M07: Abschälkraft nach Eintauchen in Lösemittel	50
9.8 Prüfung 2M08: Biegefestigkeit (in Vorbereitung)	51
9.9 Prüfung 2M09: Harzfluss von Prepreg-Materialien	51
9.10 Prüfung 2M10: Glasübergangstemperatur von Basismaterialien mittels Differential- Scanning-Kalorimetrie (DSC)	53
9.11 Prüfung 2M11: Bestimmung der Glasübergangstemperatur von Basismaterialien mittels thermomechanischer Analyse (TMA)	55
9.12 Prüfung 2M12: Oberflächenwelligkeit	58
9.13 Prüfung 2M13: Abschälkraft im Anlieferungszustand	59
9.14 Prüfung 2M14: Abschälkraft nach Wärmeschock	60
9.15 Prüfung 2M15: Abschälkraft nach trockener Wärme	63
9.16 Prüfung 2M16: Abschälkraft nach simulierter Metallisierung	65
9.17 Prüfung 2M17: Abschälkraft bei hoher Temperatur	66
9.18 Prüfung 2M18: Oberflächenbeschaffenheit (in Vorbereitung)	68
9.19 Prüfung 2M19: Stanzbarkeit (in Vorbereitung)	68
9.20 Prüfung 2M20: Biegefestigkeit	68
9.21 Prüfung 2M21: Ermüdung von flexiblen Laminaten durch Rollbeanspruchung	70
9.22 Prüfung 2M22: Gewicht der Kaschierung nach dem Laminieren	72
9.23 Prüfung 2M23: Rechtwinkligkeit von Zuschnitten	73
9.24 Prüfung 2M24: Thermischer Ausdehnungskoeffizient (in Vorbereitung)	74
9.25 Prüfung 2M25: Delaminierungszeit mittels thermomechanischer Analyse (TMA)	74
9.26 Prüfung 2M26: Bestimmung der normierten Verpressdicke von Prepreg-Materialien	76
9.27 Prüfung 2M27: Harzfließigenschaften von Deckfolien, Verbundfolien und Kleber- Gießfilmen zur Herstellung flexibler Leiterplatten	78
10 E: Elektrische Prüfverfahren	83
10.1 Prüfung 2E01: Oberflächen-Kriechwegbildung unter Feuchteeinwirkung (in Vorbereitung)	83
10.2 Prüfung 2E02: Elektrische Durchschlagfestigkeit von Basismaterialien parallel zu den Laminatlagen	83
10.3 Prüfung 2E03: Oberflächenwiderstand nach Lagerung in feuchter Wärme, konstant	85
10.4 Prüfung 2E04: Spezifischer Durchgangs- und spezifischer Oberflächenwiderstand	90
10.5 Prüfung 2E05: Permittivität und dielektrische Verluste (in Vorbereitung)	94
10.6 Prüfung 2E06: Spezifischer Durchgangs- und Oberflächenwiderstand, Dreielektroden- Verfahren (in Vorbereitung)	94
10.7 Prüfung 2E07: Spezifischer Durchgangs- und Oberflächenwiderstand bei erhöhter Temperatur (in Vorbereitung)	94
10.8 Prüfung 2E08: Oberflächenkorrosion	94
10.9 Prüfung 2E09: Vergleichszahl der Kriechwegbildung (CTI)	96
10.10 Prüfung 2E10: Permittivität und Verlustfaktor (in Vorbereitung)	100
10.11 Prüfung 2E11: Elektrische Durchschlagfestigkeit (in Vorbereitung)	100

	Seite
10.12 Prüfung 2E12: Widerstand der Kaschierung (in Vorbereitung).....	100
10.13 Prüfung 2E13: Kantenkorrosion (in Vorbereitung).....	100
10.14 Prüfung 2E14: Lichtbogen-Beständigkeit.....	100
10.15 Prüfung 2E15: Dielektrischer Durchschlag (in Vorbereitung)	105
10.16 Prüfung 2E16: Kontaktwiderstand von Drucktastenkontakten auf Leiterplatten (in Vorbereitung).....	105
10.17 Prüfung 2E17: Isolationswiderstand von Leiterplattenmaterialien	105
10.18 Prüfung 2E18: Schimmelbeständigkeit von Leiterplattenmaterialien.....	107
11 N: Umweltprüfverfahren	111
11.1 Prüfung 2N01: Measlingprüfung (überhitzter Wasserdampf)	111
11.2 Prüfung 2N02: Wasseraufnahme.....	111
12 X: Sonstige Prüfverfahren	112
12.1 Prüfung 2X02: Maßstabilität von Dünnlaminaten.....	112
Anhang A (informativ) Praktische Beispiele zur Abschätzung der Messunsicherheit.....	115
Anhang B (informativ) Umsetzungstabelle für Prüfverfahrens-Nummern	117
Anhang C (informativ) Labor-Formblatt (Formular).....	122
Anhang D (informativ) Labor-Formblatt (Formular).....	123
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	124

Bilder

Bild 1 – Messpunkte bei der Dickenmessung	13
Bild 2 – Lage der Prüflinge	19
Bild 3 – Wirbelsandbad.....	21
Bild 4 – Prüfvorrichtung	27
Bild 5 – V-Verfahren (Brennbarkeitsprüfung bei vertikaler Prüflingslage).....	31
Bild 6 – VTM-Verfahren (Brennbarkeitsprüfung bei vertikaler Prüflingslage für flexible Prüflinge).....	32
Bild 7 – Beispiel eines Schmelzviskositätsdiagramms eines Prepregs	34
Bild 8 – Entnahmestellen für die Prüflinge bei der Bestimmung des Harzgehaltes	35
Bild 9 – Absorption von Verbrennungsgasen in einem Verbrennungskolben.....	39
Bild 10 – Aufbau eines Ionen-Austausch-Chromatographen	40
Bild 11 – Prüfling zur Messung der Abschälkraft	49
Bild 12 – Differential-Scanning-Kalorimetrie (Charakteristische Übergangspunkte im Zusammenhang mit dem Glasübergang)	55
Bild 13 – Thermomechanische Analyse (Ausdehnungsmodus).....	57
Bild 14 – Leiterbild des Prüflings	70
Bild 15 – Üblicher Aufbau des Prüfgerätes	71
Bild 16 – Prüfling zur Bestimmung der normierten Prepreg-Dicke vor dem Laminieren	77
Bild 17 – Messpunkte auf dem Prüfling zur Bestimmung der normierten Prepreg-Dicke	77
Bild 18 – Prüfbilder zur Bestimmung des Harzflusses, Ausfüll-Verfahren	79
Bild 19 – Stanzbild zur Bestimmung des Harzflusses, Ausdrück-Verfahren.....	80

	Seite
Bild 20 – Standard-Pressstapel zur Herstellung der Prüflinge für Schiedsprüfungen	81
Bild 21 – Profile der Verpresszyklen zur Herstellung der Prüflinge für Schiedsprüfungen	82
Bild 22a – Abmessungen des Prüfbildes (siehe Tabelle 6)	87
Bild 22b – Prüfbild für die Bestimmung des spezifischen Durchgangs- und Oberflächen- widerstandes (Seite 1)	87
Bild 22c – Prüfbild für die Bestimmung des spezifischen Durchgangs- und Oberflächen- widerstandes (Seite 2)	88
Bild 22 – Messung des spezifischen Durchgangswiderstandes	89
Bild 23 – Messung des Oberflächenwiderstandes	89
Bild 24 – Elektrodenabmessungen zur Bestimmung des spezifischen Durchgangs- und des spezifischen Oberflächenwiderstandes	90
Bild 25 – Elektrodenanschlüsse zur Messung des spezifischen Durchgangswiderstandes	93
Bild 26 – Elektrodenanschlüsse zur Messung des spezifischen Oberflächenwiderstandes	93
Bild 27 – Ring- und Scheibenbild	95
Bild 28 – Kamm-Muster	96
Bild 29 – Elektrode	97
Bild 30 – Elektrodenanordnung	97
Bild 31 – Beispiel eines Prüfgerätes	98
Bild 32 – Beispiel einer Prüfschaltung	98
Bild 33 – Schaltung zur Bestimmung der Lichtbogen-Beständigkeit	102
Bild 34 – Anordnung der Wolframstahl-Stabelektroden zur Bestimmung der Lichtbogen- Beständigkeit	103
Bild 35 – Prüfling zur Messung des Isolationswiderstandes	105
Bild 36 – Lage der Prüflinge auf einer Originaltafel zur Bestimmung der Maßstabilität	112
Bild 37 – Lage der Markierungen auf dem Prüfling zur Bestimmung der Maßstabilität	113
 Tabellen	
Tabelle 1 – Studentsche t -Verteilung	11
Tabelle 2 – Beispiel für die Analysen-Bedingungen einer Ionen-Austausch-Chromatographie	40
Tabelle 3 – Abmessungen der Prüflinge	68
Tabelle 4 – Anzahl der Lagen je laminierten Prüfling als Funktion der Glasgewebedicke	76
Tabelle 5 – Reinigungsverfahren	83
Tabelle 6 – Abmessungen der Prüflinge (cm)	86
Tabelle 7 – Abmessungen des Prüfbildes	91
Tabelle 8 – Lichtbogen-Beständigkeit	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 für Materialien, die zur Herstellung von Verbindungsstrukturen (Leiterplatten) und elektronischen Baugruppen eingesetzt werden. 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 und 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 „2D01“ das erste Verfahren zur Maßprüfung, das in IEC 61189-2 beschrieben ist.

Kurz gesagt, bedeutet in diesem Beispiel die Zahl 2 die Nummer des Teils der IEC-Norm (61189-2), D die Gruppe der Prüfverfahren und 01 die laufende 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 beigefügt. 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 60068-1:1988, *Environmental testing – Part 1: General and guidance*

IEC 60068-2-2:1974, *Environmental testing – Part 2: Tests – Test B: Dry heat*

IEC 60068-2-78:2001, *Environmental testing – Part 2-78: Tests – Test Cab: Damp heat, steady state*

IEC 60093:1980, *Methods of test for volume resistivity and surface resistivity of solid electrical insulating materials*

IEC 60243-1:1998, *Electrical strength of insulating materials – Test methods: Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 61189-3:1997, *Test methods for electrical materials, interconnection structures and assemblies – Part 3: Test methods for interconnection structures (printed boards)*

ISO 3274:1996, *Geometrical Products Specifications (GPS) – Surface texture: Profile method – Nominal characteristics of contact (stylus) instruments*

ISO 9001:2000, *Quality management systems – Requirements*

ANSI/UL-94:1993, *Standard for tests for flammability of plastic materials for parts in devices and appliances*

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 in 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 für die 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 die Anforderungen nach ISO 9001:2000 erfüllen.

Die Eichung muss von einer offiziellen Stelle durchgeführt werden, die von einem nationalen oder internationalen Institut für Messstandardisierung 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 üblicherweise 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 (Abweichung $\pm$ 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 Fehleranteil, 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 gezählt werden:

- 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 Gesamtunsicherheit

U_s systematische Unsicherheit

U_r zufällige Unsicherheit

U_i 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.

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

Dabei ist:

U_r zufällige Unsicherheit

n Stichprobengröße

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

σ 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 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 Studentsche 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 – Studentsche *t*-Verteilung

Stichproben- größe	<i>t</i> -Wert 95 %	<i>t</i> -Wert 99 %		Stichproben- größe	<i>t</i> -Wert 95 %	<i>t</i> -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 Unsicherheitsgrenzwerte

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: $\pm 0,5 \%$
- 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) Relative Feuchte 30 % bis 75 %: $\pm 5 \%$ relative Feuchte

Metallisierungsdicke

- s) Rückstreu-Verfahren: $\pm 10 \%$
- 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, 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

5.1 Prüfung 2P01: Beanspruchung „Trockene Wärme“ (in Vorbereitung)

5.2 Prüfung 2P02: Belastung durch Schwimmen auf Lotbad (in Vorbereitung)

6 V: Sichtprüfungen

7 D: Maßprüfungen

7.1 Prüfung 2D01: Bestimmung der Dicke von Basismaterialien und starren Leiterplatten

7.1.1 Zweck

Dieses Prüfverfahren behandelt die Bestimmung der Dicke von kaschierten und unkaschierten Basismaterialien.

7.1.2 Prüflinge

Standard-Tafeln aus metallkaschierten oder unkaschierten Basismaterialien.

Zuschnitte aus metallkaschierten oder unkaschierten Basismaterialien.

7.1.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Es ist ein geeignetes Mikrometer mit einer Ablesegenauigkeit von 0,01 mm oder besser einzusetzen.

7.1.4 Durchführung

a) Allgemeine Bedingungen:

- Die Prüflinge sind so zwischen die beiden Messflächen des Mikrometers zu legen, dass die gesamte Stirnfläche der Messspindel vom Material ausgefüllt wird. Die Messspindel ist nun so langsam und vorsichtig auf den Prüfling abzusenken, dass auf seiner Oberfläche kein Eindruck entsteht.

- Während der Ablesung darf auf das Instrument oder das Material von Hand keinerlei Druck ausgeübt werden. Die Ablesung muss unmittelbar nach Stillstand des Messzeigers erfolgen. Es ist darauf zu achten, dass Parallaxenfehler und Vibrationen, die das Messergebnis signifikant beeinflussen können, vermieden werden.

b) Verfahren 1:

- Dieses Verfahren ist vorgesehen für die Dickenmessung von Tafeln metallkaschierter oder unkaschierter Basismaterialien.
- Der Prüfling ist in vertikaler oder horizontaler Lage zu halten.
- Die Dicke ist auf 0,01 mm genau im Bereich jeder der 4 Kanten an 2 Stellen zu messen, die mindestens 25 mm vom Rand entfernt sind, d. h. an 8 Stellen, und zusätzlich an 2 Stellen in der Mitte, also insgesamt an 10 Stellen, wie in Bild 1 dargestellt.
- Die Messung ist an jeder Stelle zweimal durchzuführen; aus beiden Werten ist der Mittelwert als Dicke für jede Stelle zu bestimmen.
- Bei automatischer Dickenprüfung ist die Messung fortlaufend in drei Messlinien parallel zur Tafellängsachse durchzuführen, wobei zwei Messlinien mindestens 25 mm von den Längskanten entfernt verlaufen und die dritte in der Nähe der Mittellinie verläuft.

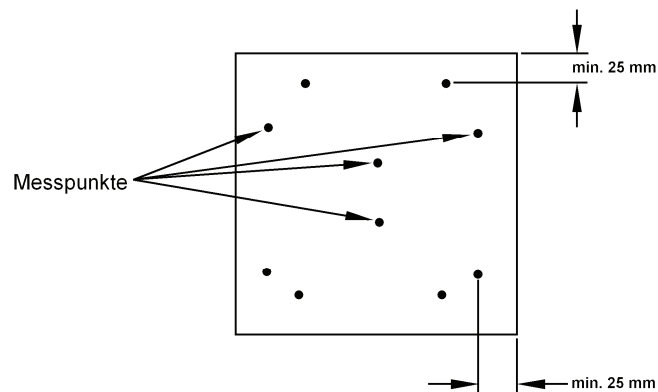


Bild 1 – Messpunkte bei der Dickenmessung

c) Verfahren 2:

- Dieses Verfahren ist für die Messung von Zuschnitten aus metallkaschierten oder unkaschierten Basismaterialien vorgesehen. Die Dicke der Prüflinge, die ebenfalls in vertikaler oder horizontaler Lage zu halten sind, ist an den Stellen zu bestimmen, die zwischen den interessierenden Parteien abgesprochen worden sind.

7.1.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- a) die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- b) das Prüfdatum;
- c) die Bezeichnung des geprüften Materials;
- d) eine Angabe, aus der hervorgeht, dass die Prüfung an metallkaschierten bzw. unkaschierten Basismaterialien im Anlieferungszustand durchgeführt worden ist;
- e) die gemessenen Dicken sowie die Nenndicke mit Toleranzangabe;
- f) Abweichungen von diesem Prüfverfahren;
- g) den Namen des Prüfers.

7.1.6 Zusätzliche Angaben

Der Einsatz eines gedämpften Mikrometers oder eines Instrumentes mit gesteuertem Vorschub der Messspindel ist von Vorteil.

8 C: Chemische Prüfverfahren

8.1 Prüfung 2C01: Beständigkeit von Basismaterialien gegen Natriumhydroxid

8.1.1 Zweck

Zweck dieser Prüfvorschrift ist es, ein Verfahren zur Bestimmung der Alkalien-Beständigkeit von Basismaterialien durch Einwirkung von Natronlauge festzulegen.

8.1.2 Prüflinge

- Die Prüflinge sind wenigstens 25 mm von der Kante entfernt aus dem Nutzen oder der Tafel herauszuschneiden.
- Die Prüflinge sind aus einer Stichprobe des metallkaschierten Basismaterials herzustellen, von der die Kaschierung nach einem geeigneten Verfahren der Fertigungspraxis vollständig abgeätzt worden ist.
- Länge und Breite der Prüflinge müssen (50 ± 2) mm betragen. Sie sind mit einer feinen Säge aus dem Material auszuschneiden, um glatte Kanten zu erhalten.
- Es sind mindestens drei Prüflinge zu prüfen.

8.1.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- ein geeigneter alkalienbeständiger Behälter mit einer für analytische Zwecke vorgesehenen Natriumhydroxid-Lösung, die auf einer Temperatur von (40 ± 2) °C und einer Konzentration von $(3 \pm 0,2)$ Gew.-% gehalten wird. Um sicherzustellen, dass die Konzentration innerhalb der angegebenen Grenzwerte bleibt, muss die Lösung täglich neu angesetzt werden. In 1 Liter Lösung dürfen nicht mehr als 50 Prüflinge geprüft werden.
- ein Gestell, durch das die Prüflinge im Behälter in aufrechter Stellung gehalten werden. Das Gestell muss so konstruiert sein, dass eine möglichst große Oberfläche der Prüflinge mit der Lösung in Berührung kommt.
- saubere, trockene Gaze-, Gewebe- oder Papiertücher zum Abwischen des Wassers von der Oberfläche der Prüflinge.
- eine Feinsäge zur Herstellung der Prüflinge.

8.1.4 Durchführung

Die Prüflinge sind nach Einbringen in das Gestell für die Dauer von $3 \text{ min} \pm 20 \text{ s}$ in die Natronlauge einzutau-chen.

Unmittelbar nach der Entnahme des Gestells aus der Lösung sind die Prüflinge unter fließendem Wasser mindestens 5 min zu spülen.

Auf der Oberfläche der Prüflinge verbleibendes Wasser ist mit einem sauberen, trockenen Gaze-, Gewebe- oder Papiertuch vollständig abzuwischen.

Unmittelbar danach ist eine Sichtprüfung auf Farbänderungen, Aufquellen, Blasenbildung und/oder Delami-nierung vorzunehmen.

8.1.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- das Prüfdatum;
- die Bezeichnung des geprüften Materials;

- d) eventuelle Veränderungen im Aussehen der Prüflingsoberfläche;
- e) Abweichungen von diesem Prüfverfahren.

8.1.6 Zusätzliche Angaben

Natronlauge ist ein stark alkalisches Medium, bei dessen Handhabung Vorsicht geboten ist. Augen- und Hautkontakt sind zu vermeiden. Das Tragen einer Schutzbrille und von chemisch beständigen Handschuhen ist erforderlich.

8.2 Prüfung 2C02: Gelierzeit von Prepreg-Materialien auf Epoxidharzbasis

8.2.1 Zweck

Zweck dieser Prüfvorschrift ist es, ein Verfahren zur Bestimmung der Gelierzeit von epoxidharz-imprägnierten Verstärkungsmaterialien – vorgehärtet bis zum B-Zustand – festzulegen, die bei der Herstellung von Laminaten und Leiterplatten eingesetzt werden.

8.2.2 Prüflinge

Mehrere quadratische Stücke mit etwa 100 mm Kantenlänge oder Stücke einer anderen geeigneten Größe, aus denen sich etwa 1 g trockenes Harz ausdrücken lässt, sind an gleichmäßig über die Tafel- oder Rollenbreite verteilten Stellen unter Ausschluss eines 25 mm breiten Randbereiches – unabhängig davon, ob es sich um eine Schnitt- oder Webkante handelt – auszuschneiden.

8.2.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- a) eine Heizplatte, die auf einer Temperatur von $(170 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$ gehalten werden kann;
- b) eine Stoppuhr mit einer Genauigkeit von ± 1 s;
- c) angespitzte Holzstäbchen mit einem Durchmesser von etwa 3 mm;
- d) ein Messlöffel zum Abmessen von 0,3 g bis 0,4 g Harzpulver;
- e) ein Sieb mit 50 Maschen je inch^{N1}.

8.2.4 Durchführung

Das trockene Harz ist durch Falten oder Zusammendrücken aus dem Prepreg-Stück (B-Zustand) herauszuwalken. Möglicherweise in das Harzpulver gelangte Glasfasern sind durch Sieben auszusondern. Wenn das Prepreg-Material zu weich zum Herauswalken des trockenen Harzes ist, kann das Harz wahlweise durch Aufdrücken eines gefalteten Prepreg-Stapels auf die erhitzte Heizplatte und Ausdrücken des geschmolzenen Harzes gewonnen werden.

Möglicherweise in das Harzpulver gelangte Glasfasern sind durch Sieben auszusondern.

Die Heizplatte oder ein gleichwertiges Gerät ist auf 170 °C einzustellen. Es muss dann abgewartet werden, bis sich das Gerät auf dieser Temperatur stabilisiert hat.

Mit dem Messlöffel ist nun eine Harzmenge von 0,3 g bis 0,4 g aufzunehmen.

Diese trockene Harzmenge ist dann in Form eines kleinen Kegels an einer Stelle auf die Heizplatte aufzuschütten; im selben Augenblick muss die Stoppuhr gestartet werden. Wird das oben angegebene Alternativverfahren angewandt, muss die Stoppuhr in dem Augenblick gestartet werden, in dem der gefaltete Prepreg-Stapel auf die Heizplatte aufgedrückt wird.

^{N1} Nationale Fußnote: Die Einheit „inch“ ist ungültig; 1 inch = 25,4 mm.

Das Harz ist nun mit dem Holzstäbchen (Durchmesser etwa 3 mm) umzurühren, wobei das Stäbchen möglichst senkrecht zu halten ist und der Mitten- und Randbereich des geschmolzenen Harzes miteinander zu vermischen sind. Während des Rührens darf sich der Durchmesser des Schmelzbereiches nicht auf mehr als 25 mm ausdehnen.

In der Nähe des Gelierpunktes wird das Harz klebrig und bildet Fäden, wenn das Stäbchen aus der Schmelze gezogen wird. Der Gelierpunkt ist erreicht, wenn sich beim Herausziehen des Stäbchens aus der Schmelze keine Fäden mehr bilden und die Schmelze nicht mehr klebrig, aber noch elastisch ist. In diesem Augenblick wird die Stoppuhr gestoppt und die verstrichene Zeit als Gelierzeit in Sekunden abgelesen. Ist die Prüfung als Schiedsprüfung vorgesehen, sind drei separate Messungen durchzuführen; in diesem Fall ist der Mittelwert als Gelierzeit anzugeben.

8.2.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- a) die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- b) das Prüfdatum;
- c) die Bezeichnung des geprüften Materials;
- d) die gemessene Gelierzeit in s (Mittelwert);
- e) Abweichungen von diesem Prüfverfahren.

8.2.6 Zusätzliche Angaben

Die Bestimmung der Gelierzeit kann auch mit einem Rotationsviskosimeter an einer Harzprobe durchgeführt werden. In diesem Falle erhält man mehr Informationen über das Fließverhalten des Harzes. Wird dieses Verfahren angewandt, muss der dem Gelierpunkt entsprechende Viskositätswert durch Ermittlung eines funktionalen Zusammenhangs zwischen Viskosität und dem oben beschriebenen Prüfwert festgelegt werden.

8.3 Prüfung 2C03: Harzgehalt von Prepreg-Materialien über das Lackiergewicht

8.3.1 Zweck

Zweck dieser Prüfvorschrift ist es, ein Verfahren zur Bestimmung des Harzgehaltes von harz imprägnierten Verstärkungsmaterialien – vorgehärtet bis zum B-Zustand – festzulegen, wenn nur das Gewicht des unbeschichteten Verstärkungsmaterials bekannt ist. Dieses Verfahren ist sowohl auf organische als auch auf anorganische Verstärkungsmaterialien anwendbar.

8.3.2 Prüflinge

- a) Die Prüflinge sind wenigstens 25 mm von der Kante entfernt aus der Rolle oder der Tafel herauszuschneiden.
- b) Es sind 4 Prüflinge der Größe $(100 \pm 0,2)$ mm x $(100 \pm 0,2)$ mm in gleichem Abstand quer über die Breite der Geweberolle verteilt oder aus unterschiedlichen Tafelbereichen auszuschneiden.

8.3.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- a) eine Analysenwaage mit einer Genauigkeit von 0,001 g oder besser;
- b) ein Exsikkator (Stabilisierungskammer), in dem eine relative Feuchte von 25 % oder weniger bei Raumtemperatur aufrechterhalten werden kann.

8.3.4 Durchführung

8.3.4.1 Bestimmung des Gewichtes des Verstärkungsmaterials

Das Gewicht von 1 dm² Verstärkungsmaterial kann nach einem der beiden im Folgenden beschriebenen Verfahren ermittelt werden.

8.3.4.1.1 Verfahren 1

Das Gewicht des Verstärkungsmaterials ist aus der aktuellen Länge und Breite der Rolle und dem Rollengewicht nach folgender Formel zu bestimmen:

$$W_B = 10 \times \frac{W_R}{L \times D}$$

Dabei ist:

W_B Gewicht von 1 dm² Verstärkungsmaterial in g;

W_R Rollengewicht in kg;

L Rollenlänge in m;

D Rollenbreite in m.

8.3.4.1.2 Verfahren 2

Das Gewicht des Verstärkungsmaterials ist aus dem statistischen Mittelwert des Flächengewichtes oder dem charakteristischen Verstärkungsgewicht in g/m² nach folgender Beziehung zu ermitteln:

$$W_B = 0,01 W$$

Dabei ist:

W_B Gewicht von 1 dm² Verstärkungsmaterial in g;

W Gewicht von 1 m² Verstärkungsmaterial in g.

8.3.4.2 Bestimmung des Gesamtgewichtes des Prepregs

Es ist das aktuelle Gewicht des Verstärkungsmaterials am Rollenanfang zu bestimmen, indem die oben beschriebenen Verfahren angewandt werden.

Bei allen oben aufgeführten Verfahren wird ein vorhandenes Oberflächenfinish des Verstärkungsmaterials als Teil dieses Materials selbst angesehen.

Wenn das Prepreg-Material nicht innerhalb von 10 min nach der Herstellung geprüft wird, sind die Prüflinge zu trocknen.

Das Gesamtgewicht der 4 Prüflinge ist auf 0,001 g zu bestimmen.

8.3.4.3 Harzgehalt

Der Harzgehalt ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$C_R = \left(1 - \frac{W_B}{W_T} \right) \times 100$$

Dabei ist:

C_R Harzgehalt als Massenanteil in %;

W_B Flächengewicht des Verstärkungsmaterials in g/dm^2 ;

W_T Flächengewicht des Prepregs in g/dm^2 .

8.3.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- das Prüfdatum;
- die Bezeichnung des geprüften Materials;
- das Gewicht der Prepreg-Prüflinge auf 0,001 g und den Harzgehalt auf 0,1 %;
- Abweichungen von diesem Prüfverfahren.

8.3.6 Zusätzliche Angaben

Der flüchtige Anteil des Prepregs (ausgenommen Feuchtigkeit) wird bei Anwendung dieses Verfahrens als Teil des imprägnierten Materials betrachtet. Wenn verlangt wird, flüchtige Bestandteile auszuschließen, sollte der Prüfling hinreichend lange bei einer geeigneten Temperatur getempert werden.

Die Genauigkeit dieses Prüfverfahrens zur Bestimmung des Harzgehaltes ist in erster Linie abhängig von der Genauigkeit des Basisgewichtes des Verstärkungsmaterials.

Wenn der Prüfling größer als die Probenschale der Analysenwaage ist, kann bei der Gewichtsbestimmung von gelagertem Material die Wirkung der statischen Aufladung ein ernstes Problem darstellen.

Wenn Unterschiede über die Breite der Rolle überprüft werden sollen, können an jeder zu prüfenden Stelle 4 Prüflinge herausgeschnitten werden.

In den meisten Fällen ist der organische Anteil des Verstärkungsmaterials vernachlässigbar; bei Verstärkungsmaterialien, die einen wesentlichen Anteil an organischen Substanzen aufweisen (5 % oder mehr), und bei organischen Verstärkungsmaterialien, die einen bedeutenden Feuchtigkeitsgehalt aufweisen können, ist dieser Anteil jedoch zu berücksichtigen.

Die Bestimmung des Harzgehaltes durch Sublimation nach Prüfung 2C10 stellt ein genaueres Verfahren dar und ist daher für Schiedswecke einzusetzen.

8.4 Prüfung 2C04: Flüchtige Anteile von Prepreg-Materialien

8.4.1 Zweck

Zweck dieser Prüfvorschrift ist es, ein Verfahren zur Bestimmung der flüchtigen Anteile von harz imprägnierten und bis zum B-Zustand vorgehärteten Verstärkungsmaterialien festzulegen, die bei der Herstellung von Laminaten und Leiterplatten eingesetzt werden.

8.4.2 Prüflinge

Drei Prüflinge der Größe $(100 \pm 0,2) \text{ mm} \times (100 \pm 0,2) \text{ mm}$ sind längs einer Linie senkrecht zur Maschinenrichtung des Verstärkungsmaterials so herauszuschneiden, dass die Diagonalen der Prüflinge parallel zur Maschinenrichtung (Kettrichtung) und senkrecht dazu (Schussrichtung) verlaufen. Die Prüflinge müssen mindestens 25 mm von der Kante der Prepregtafel oder -rolle entfernt herausgeschnitten werden (siehe Bild 2). In eine Ecke jedes Prüflings ist ein Loch mit etwa 3 mm Durchmesser zu stanzen.

8.4.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- eine Analysenwaage mit einer Genauigkeit von 0,001 g oder besser;
- ein Umluftofen, der auf eine Temperatur bis zu 250 °C eingestellt werden kann, mit einem Regelbereich von ± 3 °C;
- ein Exsikkator (Stabilisierungskammer), in dem eine relative Feuchte von 25 % oder weniger bei Raumtemperatur aufrechterhalten werden kann;
- geeignete Metallhaken zum Aufhängen der Prüflinge.

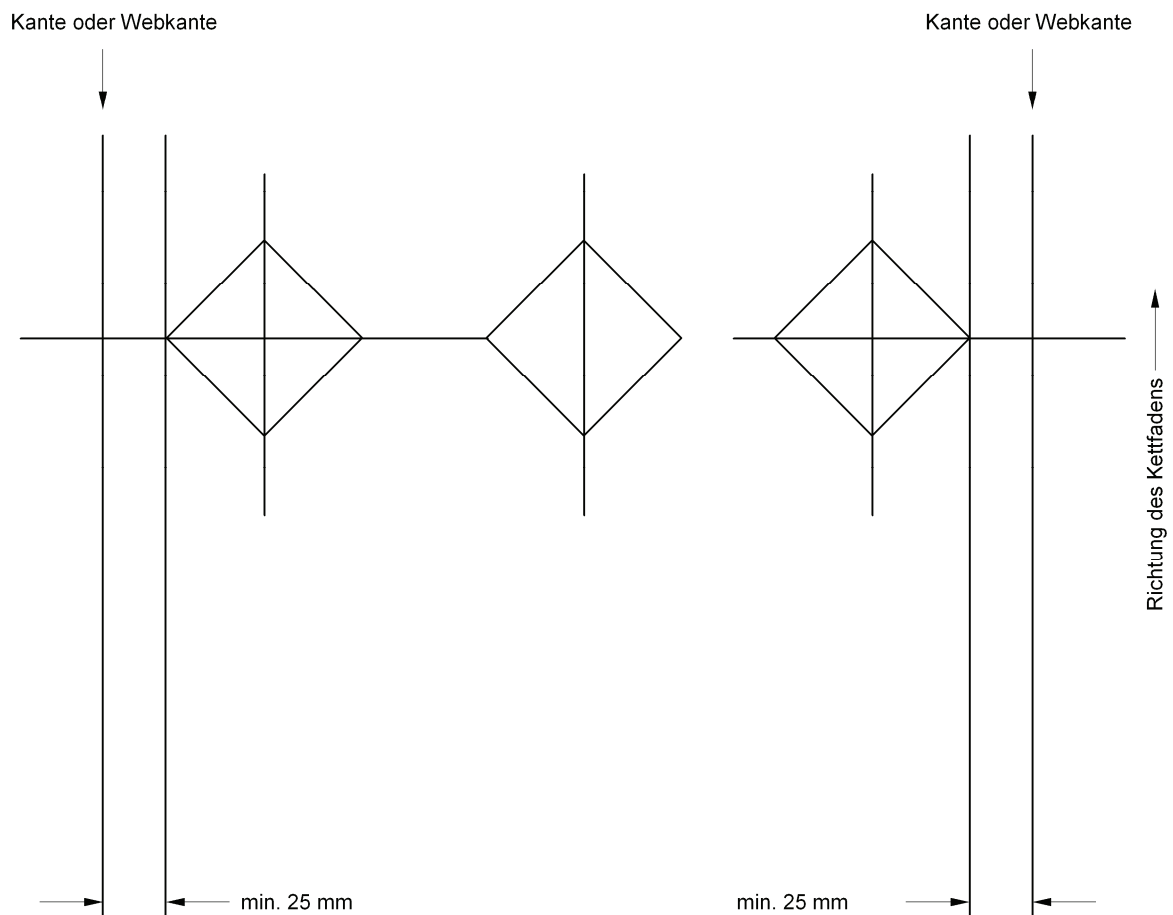


Bild 2 – Lage der Prüflinge

8.4.4 Durchführung

Jeder Prüfling ist zusammen mit einem Aufhängehaken auf 0,001 g zu wiegen; das Gewicht ist als M_1 zu registrieren.

Jeder Prüfling ist mit Hilfe des Metallhakens in den auf (163 ± 3) °C aufgeheizten Umluftofen zu hängen und dort (15 ± 1) min zu belassen; von dieser Beanspruchung ausgenommen sind Prüflinge aus nicht-modifiziertem Polyimid-Prepreg. Für diese Prepregs ist eine Beanspruchung von (225 ± 3) °C für (15 ± 1) min vorgeschrieben.

Danach ist jeder Prüfling zusammen mit dem zugehörigen Haken einzeln aus dem Ofen zu entnehmen und in einem Exsikkator auf Raumtemperatur abkühlen zu lassen. Innerhalb von 2 min nach der Entnahme des Prüflings aus dem Exsikkator ist er zusammen mit dem zugehörigen Haken erneut auf 0,001 g zu wiegen; das Gewicht wird als M_2 registriert.

Der flüchtige Anteil jedes Prüflings ist nach folgender Formel zu berechnen:

$$C_V = \frac{(M_1 - M_2)}{M_1} \cdot 100$$

Dabei ist:

C_V flüchtige Anteile in %;

M_1 Prüflings-Gewicht vor der Beanspruchung in g/100 cm²;

M_2 Prüflings-Gewicht nach der Beanspruchung in g/100 cm².

8.4.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- das Prüfdatum;
- die Bezeichnung des geprüften Materials;
- den Mittelwert der drei Werte für den flüchtigen Anteil in %;
- die Temperatur im Umluftofen;
- Abweichungen von diesem Prüfverfahren.

8.4.6 Zusätzliche Angaben

Die Ofentemperatur von 163 °C gilt nur für Epoxidharz und die Temperatur von 225 °C nur für nicht-modifiziertes Polyimidharz. Für andere Harzsysteme ist die Temperatur zwischen Abnehmer und Lieferant abzusprechen.

8.5 Prüfung 2C05: Blasenbildung bei Wärmeschock

8.5.1 Zweck

Bestimmung der Fähigkeit von kupferkaschierten Laminaten, definierte Wärmeschock-Behandlungen zur Simulation von Lötprozessen ohne Blasenbildung zu überstehen.

8.5.2 Prüflinge

- Die Prüflinge sind so aus dem Nutzen oder der Tafel auszuschneiden, dass sie wenigstens 25 mm von der Laminatkante entfernt sind.
- Der Prüfling muss die Größe eines Quadrats von (50 ± 5) mm Kantenlänge aufweisen und muss im ungeätzten Zustand vorliegen. Bei zweiseitig metall-kaschiertem Basismaterial ist jede Materialseite gesondert mit separaten Prüflingen zu prüfen. Für jede geprüfte Laminatseite sind drei Prüflinge erforderlich.

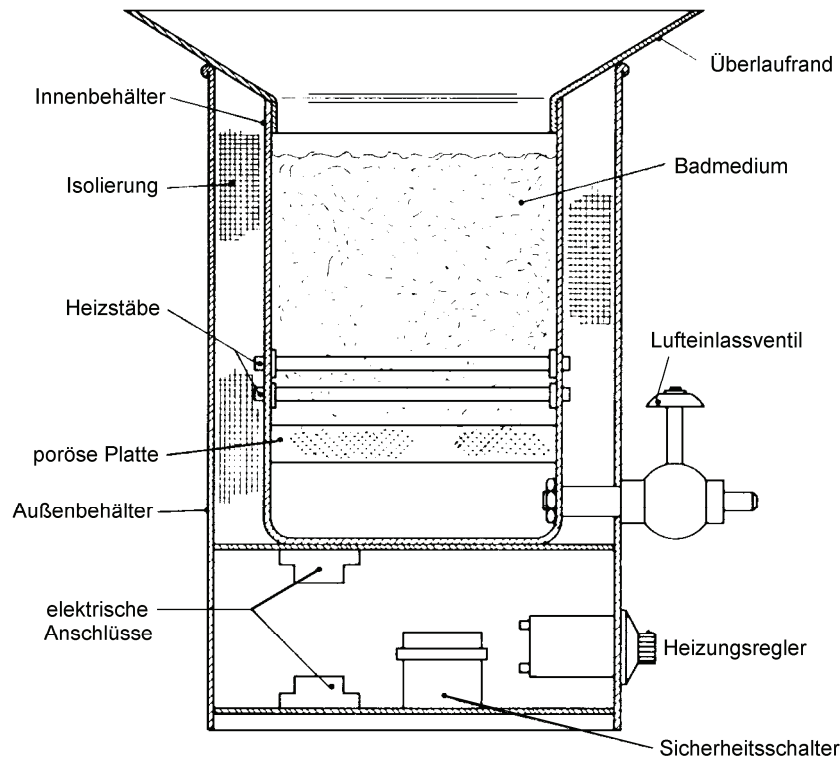
8.5.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Ein Bad, das eine der im Folgenden genannten Anforderungen erfüllt:

- ein Flüssigkeitsbad mit gut verrührtem Silikonöl oder einer gleichwertigen Flüssigkeit, die während der Prüfung auf (260^{+5}_0) °C gehalten wird. Dabei ist die Temperatur $(25 \pm 2,5)$ mm unterhalb der Badoberfläche zu messen.
- ein Wirbelsandbad (siehe Bild 3) geeigneter Konstruktion, das auf einer Temperatur von (260^{+5}_0) °C gehalten wird. Dabei ist die Temperatur an etwa der gleichen Stelle zu messen, die bei der Prüfung der Prüfling einnimmt.

c) ein geeignetes Lotbad mit einer Mindestdiefe von 40 mm. Bei Verwendung eines runden Lotbades darf der Durchmesser nicht kleiner als 120 mm sein; ein rechteckiges Lotbad darf nicht kleiner als 100 mm x 75 mm sein. Das Bad muss vor Luftzug geschützt werden. Die Lottemperatur ist während der Prüfung auf (260^{+5}_0) °C zu halten, wobei die Temperatur in einer Tiefe von $(25 \pm 2,5)$ mm unterhalb der Badoberfläche zu messen ist. Das Bad ist mit Lot der Zinn/Blei-Nennzusammensetzung 60/40 oder 63/37 zu füllen. Folgende Eigenschaften muss das Lot aufweisen:

- vollständige Erstarrung bei 183 °C;
- vollständige Verflüssigung bei 188 °C.



Arbeitsweise

Kleine Festkörperpartikel können durch Verwirbelung mit Hilfe eines Gas(Luft)-Stroms leicht einen Quasi-Flüssigkeitszustand annehmen. In dem oben gezeigten Bild ist der Querschnitt durch ein Wirbelsandbad schematisch dargestellt. Saubere trockene Luft mit einem gleichbleibenden Druck von etwa 2 N/cm^2 aus einer Pumpe oder einem Versorgungssystem wird durch ein Ventil in eine Kammer unterhalb eines Diffusors (poröse Platte) geführt. Die poröse Platte stellt die gleichförmige Verteilung der Luft über den gesamten Querschnitt des Bades sicher und fungiert gleichzeitig als Boden für die Sandfüllung.

Wird das Lufterlassventil langsam geöffnet, strömt die Luft zwischen den Sandkörnern hindurch, ohne dass die Sandkörner bewegt werden. Unter diesen Bedingungen ist der Druckabfall proportional der Durchflussrate der Luft. Bei weiterem Öffnen des Lufterlassventils verursacht der Luftwiderstand ein Auseinanderrücken der Teilchen, d. h., die gesamte Sandmenge des Bades hat sich sichtbar ausgedehnt. Das Sandbad verhält sich nun wie eine Flüssigkeit, man sagt, es ist verwirbelt. Das weitere Öffnen des Druckeinlassventils verursacht kein weiteres Anwachsen des Druckabfalls. Der Druckabfall bleibt vielmehr konstant auf einem Wert, entsprechend dem oberen Ende der Teilchensäule; dagegen wird die Bewegung des Wirbelsandbades turbulenter, wodurch es das Aussehen einer siedenden Flüssigkeit erhält. Der beste Wärmeübergang und die gleichmäßigste Temperaturverteilung werden bei diesem „Siedezustand“ des Sandbades erhalten.

Bild 3 – Wirbelsandbad

8.5.4 Durchführung

8.5.4.1 Verfahren bei Verwendung eines Flüssigkeitsbades

Der Prüfling ist waagrecht in einer Tiefe von $(25 \pm 2,5)$ mm in einer Halterung mit so geringer Wärmekapazität zu halten, dass die Badtemperatur durch Eintauchen dieser Halterung nicht unter 260 °C absinkt. Der Prüfling muss für die in der Einzelbestimmung angegebene Dauer vollständig in die Flüssigkeit eingetaucht und sofort nach der Entnahme aus dem Bad auf Blasenbildung und Delaminierung des Basismaterials untersucht werden.

8.5.4.2 Verfahren bei Verwendung eines Wirbelsandbades

Der Prüfling ist für die in der Einzelbestimmung angegebene Dauer hochkant, d. h. mit seiner Oberfläche senkrecht zur Badoberfläche, in das Bad einzutauchen und sofort nach der Entnahme aus dem Bad auf Blasenbildung und Delaminierung des Basismaterials zu untersuchen.

8.5.4.3 Verfahren bei Verwendung eines Lotbades

Der Prüfling ist für die in der Einzelbestimmung angegebene Dauer auf die Oberfläche des sauberen geschmolzenen Lotes aufzulegen und sofort nach der Entnahme aus dem Bad auf Blasenbildung und Delaminierung des Basismaterials zu untersuchen. Das Lotbad-Verfahren ist zu bevorzugen.

8.5.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- a) die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- b) das Prüfdatum;
- c) die Bezeichnung des geprüften Materials;
- d) das für den Wärmeschock eingesetzte Verfahren;
- e) die Dauer des Wärmeschocks;
- f) die Angabe, ob die Prüflinge Blasenbildung oder Delaminierungen zeigen; ein 5 mm breiter Randbereich bleibt bei dieser Beurteilung außer Betracht;
- g) Abweichungen von diesem Prüfverfahren.

8.5.6 Zusätzliche Angaben

Sicherheitsmaßnahmen: Hautkontakt mit dem geschmolzenen Lot ist zu vermeiden.

Die Reinigung der Oberfläche des geschmolzenen Lotes kann mit einem Laminatstreifen ohne Kaschierung leicht durchgeführt werden.

8.6 Prüfung 2C06: Brennbarkeit, Brennprüfung von starren Materialien bei vertikaler Prüflingslage

8.6.1 Zweck

Dieses Prüfverfahren ist vorgesehen als Labor-Qualitätsprüfung unter Verwendung einer Zündquelle geringer Energie. Die Ergebnisse dieser Prüfung sollten nicht zu dem Versuch herangezogen werden, das Verhalten des Materials bei einem Brand größeren Ausmaßes vorherzusagen.

Diese Prüfung sollte auf Materialien mit einer guten Widerstandsfähigkeit gegen Entzündung angewandt werden. Die Prüfung wird unter Verwendung einer kleinen Prüfflamme mit ähnlicher Wärmeleistung durchgeführt, wie sie bei tatsächlichen Brandherden vorliegt.

Die Zeitwerte, die bei dieser Prüfung gemessen werden, sind ein Maß für die Fähigkeit eines Materials zur Selbstverlöschung. Ein Zusammenhang mit anderen Eigenschaften, wie z. B. dem Sauerstoff-Index, ist nicht gegeben.

Materialien, die nach diesem Verfahren geprüft werden können, sind starre Trägermaterialien mit und ohne Oberflächenbeschichtung(en).

8.6.2 Prüflinge

Die Prüflinge sind aus einer Stichprobe des zu prüfenden metallkaschierten Basismaterials herzustellen. Die Kaschierung ist durch Ätzen nach einem Verfahren der Praxis vollständig zu entfernen.

Die streifenförmigen Prüflinge müssen eine Länge von (125 ± 5) mm und eine Breite von $(13 \pm 0,3)$ mm aufweisen. Die Kanten müssen geglättet werden. Die Ecken der Prüflinge müssen verrundet werden, wobei der Verrundungsradius höchstens 1,3 mm betragen darf. Die Dicke der Prüflinge wird die erhaltenen Ergebnisse beeinflussen.

Es sind mindestens 10 Prüflinge zu prüfen. Es werden jedoch normalerweise 20 Prüflinge hergestellt und konditioniert, um für den Fall gerüstet zu sein, dass beim Prüfen des ersten Prüflingssatzes Fehler auftreten.

8.6.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- Ein zugfreier Raum, eine Prüfkammer oder ein Prüfbehälter, die mit einer Öffnung zum Entweichen der Rauchgase versehen sind. Es kann auch ein Abzug verwendet werden, doch muss dessen Lüfter während der Prüfung abgeschaltet werden; er darf nur zwischen zwei Prüfungen zur Entfernung des Rauches eingeschaltet werden. Gedämpftes Licht ist vorteilhaft.
- Eine Zündquelle, bestehend aus einer blauen Flamme von (20 ± 2) mm Höhe, die mit einem Laborbrenner (Bunsen- oder Tirril-Brenner) mit 100 mm Rohrlänge und einem Rohr-Innendurchmesser von $(9,5 \pm 0,5)$ mm erzeugt wird. Das Rohr darf nicht mit einem Aufsatzstück, z. B. einem Stabilisierungsring, versehen sein.
- Eine Flasche mit technisch reinem Methangas, die zur Erzeugung eines gleichmäßigen Gasstroms mit einem geeigneten Reduzierventil und einem Flussmesser versehen ist. Wenn als Alternative zu Methan Erdgas verwendet wird, sollte es einen Heizwert von etwa 37 MJ/m^3 aufweisen. Damit lassen sich ähnliche Ergebnisse erzielen.
- Um die erforderliche Flamme zu erzeugen, sind die Gas- und Luftzufuhr so einzustellen, dass eine blaue Flamme mit gelber Spitze der festgelegten Höhe entsteht. Dann ist die Luftzufuhr so weit zu erhöhen, bis die gelbe Spitze gerade verschwunden ist. Die Flammenhöhe ist dann erneut zu messen und, wenn nötig, zu korrigieren.
- Die Prüfvorrichtung muss aus einem Ringstativ mit zwei Klammern oder einer ähnlichen Vorrichtung bestehen, an der die senkrechte Lage der Prüflinge eingestellt werden kann. Jeder Prüfling ist im Bereich der oberen 6 mm bei vertikal verlaufender Längsachse so in das Stativ einzuspannen, dass sich das untere Ende des Prüflings 10 mm über der Oberkante des Brennerrohrs und 300 mm über einer horizontal angeordneten Lage aus trockenem Seidenpapier (ein 50 mm x 50 mm großes Stück) befindet. Mit einer justierbaren beweglichen Halterung ist das Brennerrohr mittig unter einem Winkel von 5° unter das untere Ende des Prüflings zu positionieren, wobei der 10-mm-Abstand zwischen Prüfling und Brennerrohr während der Beflammung aufrechtzuerhalten ist.
- Eine Handstoppuhr mit einer Genauigkeit von 1 s oder besser.

8.6.4 Durchführung

Vor der Prüfung sind 10 Prüflinge gemäß den Bedingungen nach 5.3 der IEC 60068-1 vorzubehandeln, und zwar 48 h bei Schiedsmessungen und 24 h bei normalen Qualitäts-Konformitätsprüfungen. Diese Bedingungen sind:

- a) Temperatur zwischen 15 °C und 35 °C;
- b) relative Luftfeuchte zwischen 25 % und 75 %;
- c) Luftdruck zwischen 86 kPa und 106 kPa.

Schwankungen sind auf einem Minimum zu halten.

Die restlichen 10 Prüflinge sind 24 h in einem Umluftofen bei einer Temperatur von (125 ± 2) °C vorzubehandeln. Anschließend muss man die Prüflinge vor der Prüfung in einem Exsikkator auf Raumtemperatur abkühlen lassen.

Jeder Prüfling ist im Bereich der oberen 6 mm bei vertikal verlaufender Längsachse so in die Prüfvorrichtung einzuspannen, dass sich das untere Ende des Prüflings 10 mm über der Oberkante des Brennerrohrs und 300 mm über einer horizontal angeordneten Lage aus trockenem Seidenpapier (ein 50 mm x 50 mm großes Stück) befindet.

Der Brenner ist abseits vom Prüfling durch Regelung der Gas- und Luftzufuhr so einzustellen, dass eine blaue Flamme von (20 ± 2) mm Höhe mit gelber Spitze entsteht. Dann ist die Luftzufuhr so weit zu erhöhen, bis die gelbe Spitze gerade verschwunden ist. Die Flammenhöhe ist dann erneut zu messen und, wenn nötig, zu korrigieren.

Der Brenner ist dann mittig unter das untere Ende des Prüflings zu positionieren und dort 10 s zu belassen. Danach muss der Brenner mindestens 150 mm weit vom Prüfling entfernt und die Selbstverlöschungszeit des Prüflings gemessen werden. Diese Zeit ist definiert als die Dauer vom Wegziehen der Prüfflamme bis zu dem Zeitpunkt, an dem der Prüfling aufhört zu brennen. Die Brennzeiten sind in das in Anhang C dargestellte Labor-Formblatt einzutragen.

Wenn der Prüfling aufhört zu brennen, ist der Brenner sofort wieder in seine ursprüngliche Lage unter den Prüfling zu bringen. Nach 10 s muss die Prüfflamme erneut vom Prüfling entfernt und die Brenndauer erneut gemessen werden. Die Brennzeiten sind ebenfalls in das in Anhang C dargestellte Labor-Formblatt einzutragen.

Erlischt die Prüfflamme während einer Beflammung, muss sie sofort wieder entzündet und bis zur Gesamtzünddauer von 10 s unter dem Prüfling belassen werden. Während einer Beflammungsperiode von 10 s dürfen nicht mehr als drei Einzelbeflammungen stattfinden, anderenfalls kann das Material mit dieser Prüftechnik nicht beurteilt werden.

Wenn während der Beflammung geschmolzenes oder brennendes Material vom Prüfling abtropft, kann der Brenner bis 45° geneigt und auch geringfügig von den Schmalseiten (13 mm) des Prüflings weggezogen werden, damit kein Material in das Brennerrohr tropfen kann.

Wenn während der Beflammung geschmolzenes oder brennendes Material vom Prüfling abtropft oder der Prüfling teilweise abbrennt, muss der Brenner von Hand nachgeführt werden, um den 10-mm-Abstand zwischen der Unterkante des Prüflings und der Oberkante des Brennerrohrs während der Beflammung aufrechtzuerhalten. Abgeschmolzene Materialfäden werden nicht berücksichtigt, und die Flamme muss immer auf den größeren Teil des Prüflings einwirken. Auftretendes Abtropfen oder andere Feststellungen von Bedeutung sind in das in Anhang C dargestellte Labor-Formblatt einzutragen.

Entspricht die Summe der 10 Brennzeiten den Anforderungen der Einzelbestimmung, sind jedoch einzelne Brennzeiten größer als gefordert, ist ein weiterer Satz von 5 Prüflingen zu prüfen. Wenn dieser zweite Satz von Prüflingen allen Anforderungen entspricht, gilt die Prüfung als bestanden.

Überschreitet die Summe der 10 Brennzeiten eines Satzes von 5 Prüflingen den in der Einzelbestimmung festgelegten Wert um nicht mehr als 5 s, muss ein weiterer Satz von 5 Prüflingen geprüft werden. Wenn dann die Anforderungen für die Gesamtbrennzeit und die Einzelbrennzeiten erfüllt werden, gilt die Prüfung als bestanden.

8.6.5 Prüfbericht

Zusätzlich zu den allgemeinen Forderungen der Berichterstattung muss der Prüfbericht folgende Daten enthalten:

- a) die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- b) die Bezeichnung des geprüften Materials;
- c) das Prüfdatum;
- d) die Dicke der Prüflinge;
- e) die Brenndauer für jeden Prüfling nach der ersten Wegnahme der Prüfflamme;
- f) die Brenndauer für jeden Prüfling nach der zweiten Wegnahme der Prüfflamme;
- g) die Angabe, ob der Prüfling bis zur Einspannklemme abbrennt;
- h) die Angabe, ob vom Prüfling brennende Partikel abtropfen, die das darunterliegende Seidenpapier entzünden;
- i) Abweichungen von diesem Prüfverfahren;
- j) den Namen des Prüfers;
- k) den Verbrennungstyp. Flammende Verbrennung ist die Verbrennung des Prüflings in der Gasphase, verbunden mit Lichtemission. Glühende Verbrennung ist die Verbrennung des Prüflings ohne Flamme;
- l) die Ergebnisse.

8.6.6 Zusätzliche Angaben

Anhang C enthält einen Vorschlag für ein Formblatt zur Berichterstattung.

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

Alle Brenngase sollten – auch wenn sie es tatsächlich nicht sind – aus Sicherheitsgründen als toxisch angesehen werden.

Die Unsicherheit der Brennzeitmessung erweist sich, obwohl es eine variable Größe ist, als unpraktisch. Das Prüfergebnis stellt ein Merkmal dar; die Einstufung erfolgt in die Brennbarkeitsklasse FV-0, FV-1 usw.

Es wird allgemein angenommen, dass in der gesamten Industrie Trägermaterialien mit einer Nenndicke von 1,6 mm eingesetzt werden. Unterschiede in der Materialdicke beeinflussen jedoch das Prüfergebnis.

Die amerikanische Industrie (Spezifikation des Underwriter's Laboratory ANSI/UL-94) legt eine Breite des Prüflings zwischen 12,7 mm und 13,2 mm fest.

Die Prüflingsbreite von $(13 \pm 0,3)$ mm ist gewählt worden, da sie mit ANSI/UL-94 im Einklang steht.

Die Glätte der Prüflingskanten kann hinsichtlich der Güte der Prüflinge entscheidend sein. Es wird eine glatte Beschaffenheit empfohlen. Eine raue Beschaffenheit (z. B. eine unbearbeitete Oberfläche) 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.

Materialkombinationen können zu Ergebnissen führen, die sich von denen der Einzelmaterialien unterscheiden.

Ein Material, das in Verbindung mit einem unentzündbaren Substrat als FV-1 oder FV-2 eingestuft wird, kann als Einzelmaterial die Güte FV-0 zeigen (z. B. starres Polyimid-Glasgewebe verpresst mit kupferkaschiertem Invar). Ein als FV-0 eingestuftes Material kann in Kombination mit einer Oberflächenbeschichtung (z. B. Löt- abdeckung) auf FV-1 abgestuft werden.

8.7 Prüfung 2C07: Brennbarkeit, Brennprüfung von starren Materialien bei horizontaler Prüflingslage

8.7.1 Zweck

Dieses Prüfverfahren ist vorgesehen als Labor-Qualitätsprüfung unter Verwendung einer Zündquelle geringer Energie. Die Ergebnisse dieser Prüfung sollten nicht zu dem Versuch herangezogen werden, das Verhalten des Materials bei einem Brand größeren Ausmaßes vorherzusagen.

Diese Prüfung ist deutlich weniger streng als die ähnliche Prüfung mit vertikaler Prüflingslage und ist für Materialien mit einer begrenzten Widerstandsfähigkeit gegen Entzündung vorgesehen. Die Prüfung wird unter Verwendung einer kleinen Prüfflamme mit ähnlicher Wärmeleistung durchgeführt, wie sie bei tatsächlichen Brandherden vorliegt. Dieses Verfahren ist eindeutig für Flachbaugruppen in horizontaler Anordnung geeignet. Andererseits sollte hinreichend überprüft werden, ob dieses Verfahren angewendet werden kann.

Die Zeitwerte, die bei dieser Prüfung gemessen werden, sind ein Maß für die Fähigkeit eines Materials zur Selbstverlöschung. Ein Zusammenhang mit anderen Eigenschaften, wie z. B. dem Sauerstoff-Index, ist nicht gegeben.

Materialien, die nach diesem Verfahren geprüft werden können, sind starre Trägermaterialien mit und ohne Oberflächenbeschichtung(en).

8.7.2 Prüflinge

Die Prüflinge sind aus einer Stichprobe des zu prüfenden metallkaschierten Materials herzustellen. Die Kaschierung ist durch Ätzen nach einem Verfahren der Praxis vollständig zu entfernen.

Die streifenförmigen Prüflinge müssen eine Länge von (125 ± 5) mm und eine Breite von $(13 \pm 0,3)$ mm aufweisen. Die Kanten müssen geglättet werden. Die Ecken müssen verrundet werden, wobei der Verrundungsradius höchstens 1,3 mm betragen darf. Die Dicke der Prüflinge wird die erhaltenen Ergebnisse beeinflussen.

$(25 \pm 0,5)$ mm von dem zu entzündenden Ende entfernt ist eine nicht-entfernbar Linie (z. B. durch Anreißen) senkrecht zur Längsachse des Prüflings aufzubringen.

Es sind mindestens 4 Prüflinge zu prüfen.

8.7.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- Ein zugfreier Raum, eine Prüfkammer oder ein Prüfbehälter, die mit einer Öffnung zum Entweichen der Rauchgase versehen sind. Es kann auch ein Abzug verwendet werden, doch muss dessen Lüfter während der Prüfung abgeschaltet werden; er darf nur zwischen zwei Prüfungen zur Entfernung des Rauches eingeschaltet werden. Gedämpftes Licht ist vorteilhaft.
- Eine Zündquelle, bestehend aus einer blauen Flamme von (25 ± 1) mm Höhe, die mit einem Laborbrenner (Bunsen- oder Tirril-Brenner) mit 100 mm Rohrlänge und einem Rohr-Innendurchmesser von $(9,5 \pm 0,5)$ mm erzeugt wird. Das Rohr darf nicht mit einem Aufsatzstück, z. B. einem Stabilisierungsring, versehen sein.
- Eine Flasche mit technisch reinem Methangas, die zur Erzeugung eines gleichmäßigen Gasstroms mit einem geeigneten Reduzierventil und einem Flussmesser versehen ist. Wenn als Alternative zu Methan Erdgas verwendet wird, sollte es einen Heizwert von etwa 37 MJ/m^3 aufweisen. Damit lassen sich ähnliche Ergebnisse erzielen.

Um die erforderliche Flamme zu erzeugen, sind Gas- und Luftzufuhr so einzustellen, dass eine blaue Flamme mit gelber Spitze der festgelegten Höhe entsteht. Dann ist die Luftzufuhr so weit zu erhöhen, bis die gelbe Spitze gerade verschwunden ist. Die Flammenhöhe ist dann erneut zu messen und, wenn nötig, zu korrigieren.

- d) Eine Prüfvorrichtung, bestehend aus einem Ringstativ mit zwei Klammern, mit der die horizontale Lage der Prüflinge eingestellt werden kann, und ein Drahtnetz. Damit ist der Prüfling so zu befestigen, dass seine Längsachse horizontal steht und seine Querachse um 45° gegen die Waagerechte geneigt ist.
- e) Ein Drahtnetz (Größe 100 mm x 100 mm mit 8 Maschen je cm aus einem Stahldraht mit 0,043 mm $\varnothing$) ist horizontal unter dem Prüfling einzuspannen. Eine justierbare bewegliche Halterung hält das Brennerrohr und die untere Längskante des Prüflings in derselben vertikalen Ebene, wobei das Brennerrohr 45° gegen die Horizontale geneigt ist.
- f) Eine Handstoppuhr mit einer Genauigkeit von ± 1 s oder besser.

8.7.4 Durchführung

Vor der Prüfung sind die Prüflinge gemäß den Bedingungen nach 5.3 der IEC 60068-1 vorzubehandeln, und zwar 48 h bei Schiedsmessungen und 24 h bei normalen Qualitäts-Konformitätsprüfungen. Diese Bedingungen sind:

- a) Temperatur zwischen 15°C und 35°C ;
- b) relative Luftfeuchte zwischen 25 % und 75 %;
- c) Luftdruck zwischen 86 kPa und 106 kPa.

Schwankungen sind auf einem Minimum zu halten.

Die Prüflinge müssen so in die Prüfvorrichtung eingespannt werden, dass der Abstand zwischen der unteren Prüflingskante und dem Drahtnetz 10 mm beträgt, wobei das freie Prüflingsende – wie in Bild 4 gezeigt – (13 ± 2) mm über die Kante des Netzes hinausragt.

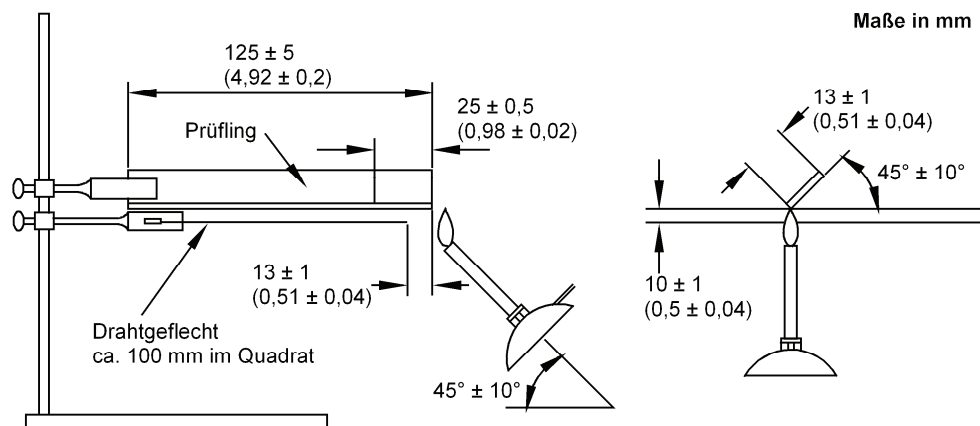


Bild 4 – Prüfvorrichtung

Der Brenner ist abseits vom Prüfling durch Regelung der Gas- und Luftzufuhr so einzustellen, dass eine blaue Flamme von (20 ± 2) mm Höhe mit gelber Spitze erzielt wird. Dann ist die Luftzufuhr so weit zu erhöhen, bis die gelbe Spitze gerade verschwunden ist. Die Flammenhöhe ist dann erneut zu messen und, wenn nötig, zu korrigieren.

Der Brenner ist dann so unter das freie Ende des Prüflings zu positionieren, dass ein Bereich von etwa 6,5 mm Länge von der Flamme überstrichen werden. Die Achse des Brennerrohres muss in derselben senkrechten Ebene liegen wie die untere horizontale Kante des Prüflings und in einem Winkel von $(45 \pm 5)^\circ$ gegen die Waagerechte geneigt sein. Seine Lage muss während der Beflammung unverändert bleiben.

Die Flamme muss 30 s auf den Prüfling einwirken und wird dann weggezogen. Die Brenndauer des Prüflings in s ist von dem Augenblick des Entferns der Flamme bis zum Erlöschen des Prüflings zu messen. Es ist ferner festzustellen, ob der Prüfling bis über die aufgebrachte Linie hinaus weiterbrennt.

Die Brennzeiten sowie andere Feststellungen sind in das in Anhang D dargestellte Labor-Formblatt einzutragen.

8.7.5 Prüfbericht

Zusätzlich zu den allgemeinen Forderungen der Berichterstattung muss der Prüfbericht folgende Daten enthalten:

- a) das Prüfverfahren;
- b) den Mittelwert der 4 Brennzeiten;
- c) die Bezeichnung und Beschreibung der Prüflinge;
- d) die Dicke der Prüflinge;
- e) die Angabe, ob einer der Prüflinge bis über die aufgebrachte Linie hinaus weiterbrennt;
- f) die Angabe, ob das Material schmilzt oder brennend abtropft;
- g) Abweichungen von diesem Prüfverfahren;
- h) den Namen des Prüfers.

8.7.6 Zusätzliche Angaben

Anhang D enthält einen Vorschlag für ein Formblatt zur Berichterstattung.

Mit der Brennbarkeitsprüfung sind offensichtliche Gefahren verbunden. Schulung des Prüfpersonals und Vertrautheit mit den Sicherheitsmaßnahmen im Labor sind von höchster Wichtigkeit. Alle Brenngase sollten – auch wenn sie es tatsächlich nicht sind – aus Sicherheitsgründen als toxisch angesehen werden.

Die Unsicherheit der Brennzeitmessung erweist sich, obwohl es eine variable Größe ist, als unpraktisch. Das Prüfergebn stellt ein Merkmal dar; die Einstufung erfolgt in die Brennbarkeitsklassen HB usw.

Es wird allgemein angenommen, dass in der gesamten Industrie Trägermaterialien mit einer Nenndicke von 1,6 mm eingesetzt werden. Unterschiede in der Materialdicke beeinflussen jedoch das Prüfergebnis.

Die amerikanische Industrie (Spezifikation des Underwriter's Laboratory ANSI/UL-94) legt eine Breite des Prüflings zwischen 12,7 mm und 13,2 mm fest.

Die Prüflingsbreite von $(13 \pm 0,3)$ mm ist gewählt worden, da sie mit ANSI/UL-94 im Einklang steht.

Die Glätte der Prüflingskanten kann hinsichtlich der Güte der Prüflinge entscheidend sein. Es wird eine glatte Beschaffenheit empfohlen. Eine raue Beschaffenheit (z. B. eine unbearbeitete Oberfläche) 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 Geräteebeurteilt werden.

8.8 Prüfung 2C08: Brennbarkeit von flexiblem Material

8.8.1 Zweck

Zweck dieses Prüfverfahrens ist es, die Brennbarkeit zu beurteilen und das Maß der Entflammbarkeit von dünnen Tafeln oder Folien mit einer Dicke unter 0,5 mm zu bestimmen.

Die Prüfung wird durchgeführt unter Verwendung einer kleinen Prüfflamme mit ähnlicher Wärmeleistung, wie sie durch zufällige Überhitzung eines einzelnen elektronischen Bauteils entsteht.

8.8.2 Prüflinge

8.8.2.1 Art des Prüflings

Es wird entweder ein Prüfling gewählt, wie in Bild 5 gezeigt (eben, rechteckig, verwendet beim V-Verfahren, Brennbarkeit bei senkrechter Prüflingslage) oder ein Prüfling nach Bild 6 (zylindrisch aufgewickelt, verwendet

beim VTM-Verfahren, Brennbarkeit bei senkrechter Prüflingslage für unverstärkte Lamine). Letzterer ist insbesondere für solche Fälle vorgesehen, in denen die Dicke der zu prüfenden Tafel geringer als 0,2 mm ist und in denen die Prüfergebnisse bei Verwendung des ersteren Prüflings aufgrund seiner geringen Dicke, der Verwindung oder Schrumpfung instabil sind.

8.8.2.2 Größe und Anzahl der Prüflinge

- a) Bild 5: Der Prüfling muss 13 mm breit und 125 mm lang sein bei unveränderter Materialdicke. Jeder Prüfsatz besteht aus 5 Einzelprüflingen, und für jede Prüfung sind 2 Prüfsätze erforderlich.
- b) Bild 6: Der Prüfling wird fest um einen Dorn mit 13 mm Durchmesser gewickelt, so dass ein 200 mm langer Zylinder entsteht. In 125 mm Abstand vom unteren Ende des Zylinders wird eine Markierung aufgebracht. Das obere Ende des Prüflings ist oberhalb der 125-mm-Marke innerhalb eines Bereiches von 75 mm Länge mit einem druckempfindlichen Klebeband zu sichern. Der Dorn ist dann zu entfernen.

Wenn das Material zu statischer Aufladung neigt, wodurch die Herstellung eines Zylinders erschwert wird, muss der Prüfling vor dem Aufwickeln in einem dafür vorgesehenen Gerät oder mit einem dafür vorgesehenen Material entladen werden.

Prüflinge aus unterschiedlich hergestellten Materialien können, obwohl sie sich um den Dorn wickeln und mit ihm verkleben lassen, ein unterschiedlich starkes Auffächern des unverklebten Endes zeigen, manche können sogar bis zur Bildung eines U-förmigen Endes auffächern. Diese verschiedenen Formen sind für die Prüfung akzeptierbar, solange sich das obere Prüflingsende zu einem Zylinder ausformen lässt.

8.8.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

- a) Prüfkammer: Es ist ein allseitig geschlossener Laborabzug mit einem wärmebeständigen Glasfenster zu verwenden, durch das der Prüfablauf beobachtet werden kann. Der Ventilator des Abzugs ist während der Prüfung abzuschalten, zwischen zwei Prüfungen kann er jedoch zur Absaugung des Rauches eingeschaltet werden.
- b) Prüflingshalter: In der Prüfkammer muss eine Einspannvorrichtung bereitstehen, in die der Prüfling in senkrechter Lage etwa im Bereich der senkrechten Achse der Prüfkammer befestigt werden kann.
- c) Laborbrenner und Gasquelle: Es ist ein Bunsen- oder Tirill-Brenner mit 100 mm Rohrlänge und einem Rohr-Innendurchmesser von 9,5 mm zu verwenden. Die Gaszufuhr ist auf gleichmäßigen Gasfluss einzustellen und zu messen. Als Standardgas ist technisches Methangas einzusetzen. Ersatzweise kann auch Erdgas mit einem Heizwert von 37 MJ/m³ verwendet werden.
- d) Zeitmesser: Eine Stoppuhr oder ein anderes geeignetes Zeitmessgerät mit einer Genauigkeit von mindestens 1,0 s;
- e) Baumwolltücher: Eine Anzahl von trockenen, saugfähigen und 100 % medizinischen Baumwolltüchern mit einer normalen Dicke von 6 mm, geschnitten auf eine Größe von 50 mm x 50 mm;
- f) Exsikkator: Eine Trocknungskammer mit wasserfreiem Calciumchlorid oder einem anderen Trocknungsmittel, in der eine Atmosphäre mit weniger als 30 % relativer Luftfeuchte bei 23 °C erhalten werden kann;
- g) Klimaraum oder eine Klimakammer, die auf einer Temperatur von (23 ± 2) °C und einer relativen Luftfeuchte von (50 ± 5) % gehalten werden kann;
- h) Umluftofen, in dem eine Temperatur von (70 ± 2) °C gehalten werden kann;
- i) Dorn zur Vorbereitung der Prüflinge, hergestellt aus einem Stab mit 12,7 mm Durchmesser;
- j) ein dünnes Stahlbandmaß oder eine Schablone zur Messung der Flammenhöhe;
- k) Ätzsystem zum vollständigen Abätzen der Metallkaschierung;
- l) Schneidvorrichtung, wie z. B. eine Schere oder ein gleichwertiges Schneidgerät;
- m) Klebeband mit druckempfindlichem Kleber.

8.8.4 Durchführung

8.8.4.1 Vorbereitung der Prüflinge

Bei metallkaschierten Laminaten ist zunächst die Kaschierung mit Hilfe eines industriellen Standardverfahrens vollständig abzuätzen. Unkaschierte Lamine werden im jeweils vorliegenden Zustand geprüft. Die Prüflinge werden nach 8.8.2.2 aus dem Material herausgeschnitten und vorbereitet.

8.8.4.2 Beanspruchung

- Vor Prüfbeginn ist ein Prüfsatz (5 Prüflinge) 48 h, wie in 8.8.3 g) angegeben, zu beanspruchen.
- Der zweite Prüfsatz (ebenfalls 5 Prüflinge) ist vor Prüfbeginn 168 h, wie in 8.8.3 h) angegeben, zu beanspruchen und dann in dem in 8.8.3 f) beschriebenen Exsikkator mindestens 4 h auf Raumtemperatur abkühlen zu lassen.
- Nachdem die Prüflinge dem Exsikkator entnommen worden sind, sind sie innerhalb von 30 Minuten zu prüfen.
- Alle Prüfungen sind im Laborklima bei 15 °C bis 35 °C und 45 % bis 75 % relativer Luftfeuchte durchzuführen.

8.8.4.3 Befestigen der Prüflinge

- Der Prüfling ist im Bereich seiner oberen 6 mm so in der Halterung zu befestigen, dass seine Längsachse senkrecht ausgerichtet ist und sich sein unteres Ende 300 mm oberhalb eines horizontal ausgebreiteten trockenen und saugfähigen medizinischen Baumwolltuches, wie in 8.8.3 e) angegeben, befindet.
- Falls das VTM-Verfahren angewandt wird, sollte zur Befestigung des Prüflings eine schwere Federklammer verwendet werden, damit das obere Ende des aufgewickelten Prüflings geschlossen bleibt; nur so wird ein Kamineffekt bei der Prüfung verhindert.

8.8.4.4 Einstellen der Prüf Flamme

Der Brenner ist so einzustellen, dass eine blaue, 20 mm hohe Flamme entsteht. Um diese Flamme zu erzeugen, sind die Gas- und Luftzufuhr des Brenners so einzustellen, dass eine 20 mm hohe blaue Flamme mit gelber Spitze entsteht. Dann ist die Luftzufuhr so weit zu erhöhen, bis die gelbe Spitze gerade verschwindet. Die Höhe der Flamme ist nun erneut zu messen und, wenn nötig, zu korrigieren.

8.8.4.5 Durchführung der Prüfung nach Bild 5

- Die Flamme ist mittig unter der Unterkante des Prüflings so zu positionieren, dass die Oberkante des Brenners sich 10 mm unter der Unterkante des Prüflings befindet, und in dieser Position 10 s zu belassen, wobei je nach Änderung der Länge oder der Lage des Prüflings der Brenner nachzuführen ist. Wenn während der Beflammung geschmolzenes oder brennendes Material abtropft, ist der Brenner bis auf 45° zu neigen und so weit vom Prüfling wegzuziehen, dass kein Material in das Brennerrohr tropft. Dabei ist der 10-mm-Abstand zwischen der Mitte der Brenneroberkante und dem verbleibenden Teil des Prüflings beizubehalten, wobei Fäden von geschmolzenem Material nicht berücksichtigt werden. Sofort nach der Beflammung des Prüflings über 10 s ist der Brenner mindestens 150 mm weit vom Prüfling zu entfernen und gleichzeitig die Messung der Nachbrenndauer t_1 in Sekunden zu starten. Die Zeit t_1 ist aufzuzeichnen.
- Wenn das Nachbrennen des Prüflings verlöscht, ist der Brenner sofort wieder für weitere 10 s unter den Prüfling zu setzen, wobei ein Abstand von 10 mm von dem verbleibenden Prüfling einzuhalten ist und der Brenner von abtropfendem Material freizuhalten ist. Nach dieser Beflammung des Prüflings ist der Brenner mindestens 150 mm weit vom Prüfling zu entfernen und gleichzeitig die Messung der Nachbrenndauer t_2 und der Nachglühzeit t_3 zu starten. Die Zeiten t_2 und t_3 sind aufzuzeichnen.

8.8.4.6 Durchführung der Prüfung nach Bild 6

- Die Flamme ist mittig unter der Unterkante des ungewickelten Prüflings so zu positionieren, dass die Oberkante des Brenners sich 10 mm unter der Unterkante des Prüflings befindet, und in dieser Position 3 s zu belassen, wobei je nach Änderung der Länge oder der Lage des Prüflings der Brenner nachzuführen ist.
- Bei Prüflingen, die an ihrem unteren Ende nicht überlappen und am oberen festgeklammerten Ende aufgehängt sind, muss die Flamme in Richtung der Längsachse des Prüflings einwirken.
- Wenn während der Beflammung geschmolzenes oder brennendes Material abtropft, ist der Brenner bis auf 45° zu neigen und so weit vom Prüfling wegzuziehen, dass kein Material in das Brennerrohr tropft. Dabei ist der 10-mm-Abstand zwischen der Mitte der Brenneroberkante und dem verbleibenden Teil des Prüflings beizubehalten, wobei Fäden von geschmolzenem Material nicht berücksichtigt werden. Sofort nach der Beflammung des Prüflings über 3 s ist der Brenner mindestens 150 mm weit vom Prüfling zu entfernen und gleichzeitig die Messung der Nachbrenndauer t_1 in Sekunden zu starten. Die Zeit t_1 ist aufzuzeichnen.
- Wenn das Nachbrennen des Prüflings verlöscht, ist der Brenner sofort wieder für weitere 3 s unter den Prüfling zu setzen, wobei ein Abstand von 10 mm von dem verbleibenden Prüfling einzuhalten ist und der Brenner von abtropfendem Material freizuhalten ist. Nach dieser Beflammung des Prüflings ist der Brenner mindestens 150 mm weit vom Prüfling zu entfernen und gleichzeitig die Messung der Nachbrenndauer t_2 und der Nachglühzeit t_3 zu starten. Die Zeiten t_2 und t_3 sind aufzuzeichnen.

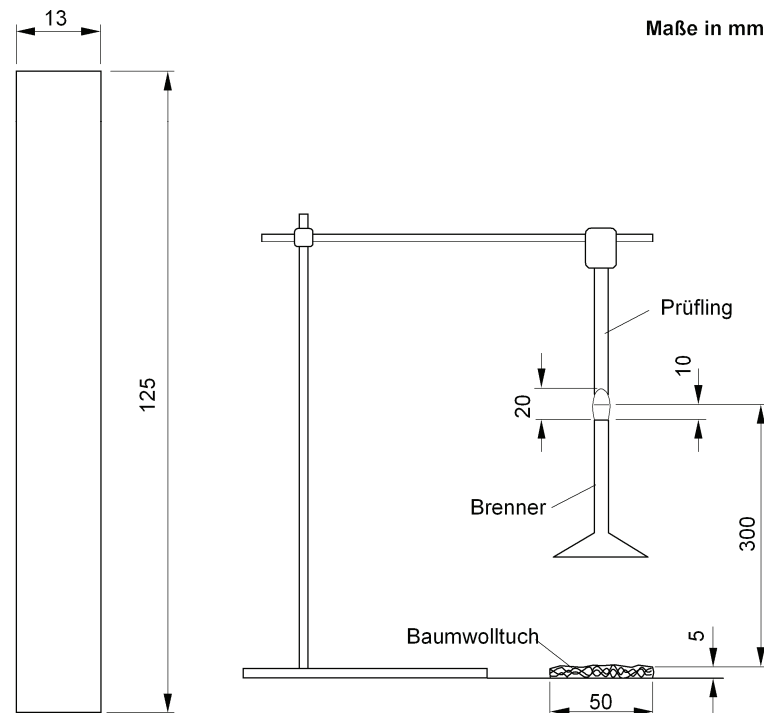


Bild 5 – V-Verfahren (Brennbarkeitsprüfung bei vertikaler Prüflingslage)

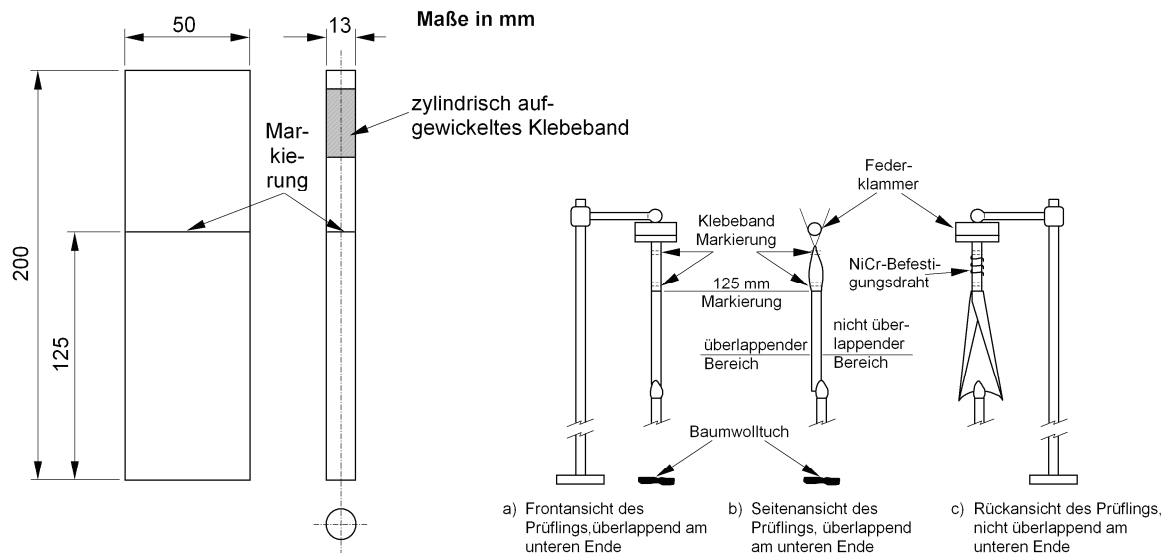


Bild 6 – VTM-Verfahren (Brennbarkeitsprüfung bei vertikaler Prüflingslage für flexible Prüflinge)

8.8.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- das verwendete Verfahren;
- die Bezeichnung der Prüflinge;
- die Nachbrenndauer t_1 nach der ersten Beflammung;
- die Nachbrenndauer t_2 nach der zweiten Beflammung;
- die Nachglühdauer t_3 nach der zweiten Beflammung;
- die Angabe, ob der Prüfling bis zur Einspannklammer abbrennt oder nicht (Bild 5);
- die Angabe, ob der Prüfling bis zur 125-mm-Marke abbrennt oder nicht;
- die Angabe, ob vom Prüfling brennende Partikel abtropfen, die das darunterliegende Seidenpapier entzünden;
- Prüfdatum;
- den Namen des Prüfers.

8.9 Prüfung 2C09: Schmelzviskosität von Prepreg-Materialien

8.9.1 Zweck

Dieses Prüfverfahren behandelt die Bestimmung der isothermen Schmelzviskosität von Prepregs bei erhöhten Temperaturen unter Verwendung eines Kegel-Platte-Rotationsviskosimeters.

8.9.2 Prüflinge

Die Prüflinge müssen mindestens 25 mm von der Besäumungs- oder Webkante des Prepregs entfernt ausgeschnitten werden.

Die Prüflinge sind aus einer Stichprobe des zu prüfenden Prepreg-Materials herzustellen, indem etwa 200 mm x 300 mm große Stücke herausgeschnitten werden, aus denen das Harz durch Falten und Zerdücken des Prepregs vom Verstärkungsmaterial getrennt und in einem Plastikbeutel gesammelt wird. Eventuell vorhandene Glasfasern sind durch Sieben mit einem Drahtsieb mit einer Maschenweite von 0,5 mm auszusondern. Von diesem Harzpulver sind (200 ± 20) mg mit einem kleinen Messlöffel zu entnehmen.

Ein einziger Prüfling sollte zur Prüfung ausreichen.

8.9.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- a) Ein Platte-Kegel-Rotationsviskosimeter mit einer heizbaren Platte und einstellbarer Umdrehungsgeschwindigkeit

Kegel-Material: Rostfreier Stahl, Typ X12CrNiS18

Kegel-Durchmesser: $(20 \pm 0,5)$ mm

Kegel-Höhe: 2 mm

Kegel-Winkel: 2°

Kegel-Oberfläche: Rauigkeit $R = (6,3 \pm 0,1)$ μm

Abstand zwischen Kegel und Platte:

- Bei einem Federsystem muss der Kegel die Oberfläche der Platte berühren; er kann um (2 ± 1) mm mit Federkraft angehoben werden.
- Bei einem festen System darf der Kegel die Oberfläche der Platte nicht berühren. Der Abstand zwischen Kegel und Platte muss während der Messungen konstant bleiben; er ist zwischen Abnehmer und Lieferant auszuhandeln.

- b) Ein an das Viskosimeter angepasster X-Y-Bandschreiber

Der Nullpunkt von je Schreiber und Viskosimeter müssen übereinstimmen. Die Justierung ist bei rotierendem, nicht auf der Platte aufsitzendem Kegel vorzunehmen.

Die Umdrehungsgeschwindigkeit des Kegels ist an die Breite des Diagramms anzupassen.

Wenn die Gesamt-Schreiberbreite 250 mm beträgt, muss die Breite des aufgenommenen Diagramms zwischen 50 mm und 100 mm liegen.

Für die festgelegten Kegel entspricht eine Diagrammbreite von 1 mm bei den verschiedenen Umdrehungsgeschwindigkeiten den folgenden Viskositätswerten:

Umdrehungsgeschwindigkeit	Viskositätsfaktor
r/min	Pa s
<	2,048
12	1,024
24	0,512
48	0,256

- c) ein Messlöffel für etwa 200 mg Harzpulver;
d) ein Drahtsieb mit 0,5 mm Maschenweite;
e) eine Stoppuhr;
f) ein Lineal mit mm-Teilung (Gesamtlänge 30 cm);
g) Plastikbeutel hinreichender Größe zur Aufnahme der Prepreg-Stichprobe.

8.9.4 Durchführung

Die Oberflächentemperatur der Viskosimeterplatte ist auf $(140 \pm 0,3)$ °C einzuregeln. Auf dieser Temperatur ist die Viskosimeterplatte mindestens 30 min vorzuheizen. Der Messkegel, der nicht erhitzt wurde, ist auf die vorgewärmte Platte abzusenken und $2 \text{ min} \pm 10 \text{ s}$ in Kontakt mit der Platte zu belassen. Anschließend wird der Kegel abgehoben und innerhalb von 5 s die Harzprobe mittig unter den Kegel auf die Platte gegeben.

Sobald der größte Teil der Harzprobe auf die Platte gebracht und die Umdrehungsgeschwindigkeit eingestellt ist, werden die Rotation des Viskosimeters und die Stoppuhr gestartet. Der Schreibkopf des Schreibers wird auf das Schreiberpapier abgesenkt und der Papiervorschub mit einer Geschwindigkeit von 20 mm/min eingeschaltet.

(30 ± 3) s nachdem das Harz auf die vorgewärmte Platte gegeben worden ist, ist der Kegel in das geschmolzene Harz einzutauchen.

Das Viskositäts-Zeit-Diagramm wird automatisch aufgenommen. Die Messung ist beendet, wenn nach der Stabilisierung der Kurve der Punkt der größten Auslenkung überschritten worden ist (siehe Bild 7).

Der Kegel wird nun von der Platte abgehoben und die Rotation abgeschaltet.

Um das Diagramm auszuwerten, ist das Diagrammpapier aus dem X-Y-Schreiber zu entnehmen, der Abstand zwischen der Zeit-Basislinie und dem Minimum der Kurve mit dem Lineal auszumessen und dieser Wert mit dem der gewählten Umdrehungsgeschwindigkeit entsprechenden Viskositätsfaktor (8.9.3) zu multiplizieren. Das sich ergebende Produkt ist die Schmelzviskosität in Pa s.

8.9.5 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss enthalten:

- die Nummer des Prüfverfahrens und den Ausgabestand;
- die Bezeichnung der geprüften Prepreg-Stichprobe;
- das Prüfdatum;
- die Bezeichnung und Beschreibung der Harzpulver-Proben;
- den Abstand zwischen Platte und Kegel bei festem System;
- die Umdrehungszahl des Kegels;
- die Schmelzviskosität;
- Abweichungen von den festgelegten Parametern (z. B. Plattentemperatur oder Kegeltyp).

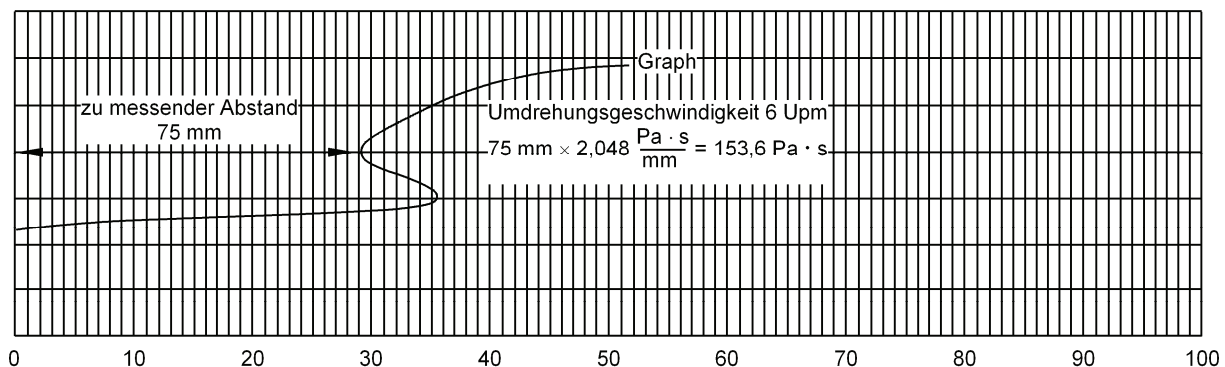


Bild 7 – Beispiel eines Schmelzviskositätsdiagramms eines Prepregs

8.9.6 Zusätzliche Angaben

Da verschiedene Kegel kleine Unterschiede in ihrer Geometrie aufweisen können, ist es notwendig, jeden zu verwendenden Kegel mit dem Viskosimeter zu eichen. Dies kann

- entweder vom Hersteller, der die entsprechenden Eichfaktoren liefert
- oder vom Anwender mit Hilfe eines zugelassenen Eichöls

durchgeführt werden.

Zur Reinigung des Kegels und der Heizplatte werden folgende Schritte empfohlen:

- Grobreinigung mit einem Bronze-Schaber;
- danach eine Feinreinigung mit einem geeigneten Lösemittel.

8.10 Prüfung 2C10: Harzgehalt von Prepreg-Materialien mittels Sublimation

8.10.1 Zweck

Zweck dieses Prüfverfahrens ist die Bestimmung des Harzgehaltes von harz imprägniertem Glasgewebe – vorgehärtet bis zum B-Zustand –, das als Klebelage zur Herstellung von Basismaterialien und Leiterplatten eingesetzt wird, mit Hilfe der Sublimationsmethode.

8.10.2 Prüflinge

Jeder Prüfling besteht aus 3 quadratischen Prepregstücken mit (100 ± 10) mm Kantenlänge, die längs einer Geraden senkrecht zur Kettrichtung des Gewebes so aus der Tafel herausgeschnitten werden, dass ihre Diagonalen senkrecht zu den Kett- bzw. Schussfäden verlaufen. Eines der Quadrate ist in der Mitte der Tafel zwischen beiden Web- bzw. Besäumungskanten, die beiden anderen links und rechts davon zu entnehmen, und zwar so, dass ihre äußeren Ecken (50 ± 25) mm von der jeweiligen Kante entfernt sind (siehe Bild 8).

Alle losen Partikel und vorstehenden Fasern sind von den Teilen zu entfernen.

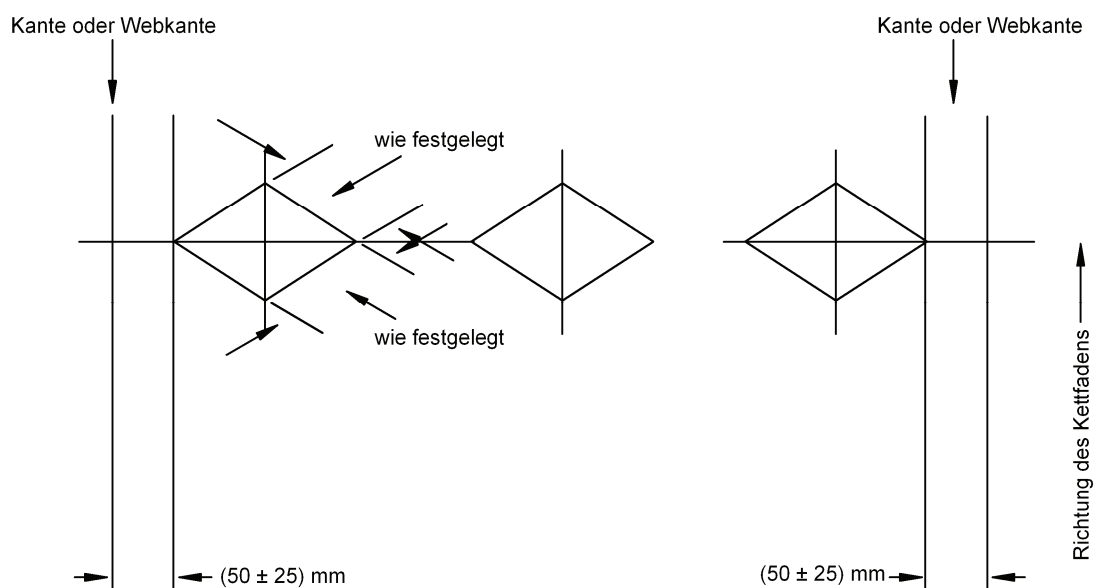


Bild 8 – Entnahmestellen für die Prüflinge bei der Bestimmung des Harzgehaltes

8.10.3 Prüfgeräte und Hilfsmittel

Folgende Prüfgeräte und Hilfsmittel sind einzusetzen:

- eine Analysenwaage mit einer Genauigkeit von 0,001 g;
- ein Muffelofen, in dem eine Temperatur zwischen 550 °C und 800 °C eingestellt werden kann; der Ofen muss unter einer Abzugshaube aufgestellt werden;
- ein Keramiktiegel hinreichender Größe zur Aufnahme des Prüflings;
- eine Stabilisierungskammer (Trocknungs-Exsikkator), in der eine relative Luftfeuchte von weniger als 20 % bei Raumtemperatur eingestellt werden kann.

8.10.4 Durchführung

Bei Schiedsmessungen ist der Tiegel in dem Muffelofen 15 min bei einer Temperatur zwischen 550 °C und 800 °C zu erhitzen. Anschließend lässt man den Tiegel in einem Exsikkator auf Raumtemperatur abkühlen und wiegt ihn auf 0,001 g genau (M_1). Bei normalen Konformitätsprüfungen kann der Tiegel ohne vorheriges Erhitzen auf 0,001 g genau ausgewogen werden.