



	DIN EN 60112 (VDE 0303-11)	
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	
<p>ICS 29.035.01</p> <p>Ersatz für DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2003-11 und DIN EN 60112 Ber 2 (VDE 0303-11 Ber 2):2004-02 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit</p> <p>Verfahren zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen (IEC 60112:2003 + A1:2009); Deutsche Fassung EN 60112:2003 + A1:2009</p> <p>Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials (IEC 60112:2003 + A1:2009); German version EN 60112:2003 + A1:2009</p> <p>Méthode de détermination des indices de résistance et de tenue au cheminement des matériaux isolants solides (CEI 60112:2003 + A1:2009); Version allemande EN 60112:2003 + A1:2009</p> <p style="text-align: right;">Gesamtumfang 25 Seiten</p> <p style="text-align: center;">DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE</p>		

DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2010-05

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2003-03-01 angenommene EN 60112 gilt zusammen mit der am 2009-10-01 angenommenen Änderung A1 als DIN-Norm ab 2010-05-01.

Daneben dürfen **DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2003-11** und **DIN EN 60112 Ber 2 (VDE 0303-11 Ber 2):2004-02** noch bis 2012-10-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60112/A1 (VDE 0303-11/A1):2009-03.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 183 „Bewertung und Qualifizierung von elektrischen Isolierstoffen und Isoliersystemen“ (AK 183.0.5 „Kriechwegbildung“) der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 112 „Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems“ 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.

Die Änderung 1:2009 wurde eingearbeitet und durch einen senkrechten Strich am linken Seitenrand im Text gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60112 (VDE 0303-11):2003-11** und **DIN EN 60112 Ber 2 (VDE 0303-11 Ber 2):2004-02** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die normativen Verweisungen wurden auf den aktuellen Stand gebracht;
- b) der Abschnitt 7.3 wurde gemäß des aktuellen Standes der Technik überarbeitet.

Frühere Ausgaben

DIN 53480: 1955x-10, 1964-07, 1972-10

DIN 53480 (VDE 0303-1): 1976-10

DIN IEC 60112 (VDE 0303-1): 1984-06

DIN EN 60112 (VDE 0303-11): 2003-11

DIN EN 60112 Ber 2 (VDE 0303-11 Ber 2): 2004-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60587:2007	IEC 60587:2007	DIN EN 60587 (VDE 0303-10):2008-03	VDE 0303-10
–	IEC Guide 104:1997	–	–
EN ISO 293:2005	ISO 293:2004	DIN EN ISO 293:2005-10	–
EN ISO 294-1:1998	ISO 294-1:1996	DIN EN ISO 294-1:1998-10	–
EN ISO 294-3:2003	ISO 294-3:2002	DIN EN ISO 294-3:2003-12	–
EN ISO 295:1998	ISO 295:1991	DIN EN ISO 295:1998-10	–
EN ISO 3167:2003	ISO 3167:2002	DIN EN ISO 3167:2003-12	–
–	IEC/TR 62062:2002	–	–
–	IEC/TR 62062 Cor 2:2002	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60587 (VDE 0303-10):2008-03, *Elektroisolierstoffe, die unter erschwerten Bedingungen eingesetzt werden – Prüfverfahren zur Bestimmung der Beständigkeit gegen Kriechwegbildung und Erosion (IEC 60587:2007); Deutsche Fassung EN 60587:2007*

DIN EN ISO 293:2005-10, *Kunststoffe – Formgepresste Probekörper aus Thermoplasten (ISO 293:2004); Deutsche Fassung EN ISO 293:2005*

DIN EN ISO 294-1:1998-10, *Kunststoffe – Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten – Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Herstellung von Vielzweckprobekörpern und Stäben (ISO 294-1:1996); Deutsche Fassung EN ISO 294-1:1998*

DIN EN ISO 294-3:2003-12, *Kunststoffe – Spritzgießen von Probekörpern aus Thermoplasten – Teil 3: Kleine Platten (ISO 294-3:2002); Deutsche Fassung EN ISO 294-3:2003*

DIN EN ISO 295:1998-10, *Kunststoffe – Pressen von Probekörpern aus duroplastischen Werkstoffen (ISO 295:1991); Deutsche Version EN ISO 295:1998*

DIN EN ISO 3167:2003-12, *Kunststoffe – Vielzweckprobekörper (ISO 3167:2002); Deutsche Fassung EN ISO 3167:2003*

– Leerseite –

Deutsche Fassung

Verfahren zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der
Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen
(IEC 60112:2003 + A1:2009)

Method for the determination of the proof and
the comparative tracking indices of solid
insulating materials
(IEC 60112:2003 + A1:2009)

Méthode de détermination des indices de
résistance et de tenue au cheminement des
matériaux isolants solides
(CEI 60112:2003 + A1:2009)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2003-03-01 und die A1 am 2009-10-01 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, Kroatien, 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: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Vorwort zu EN

Der Text des Schriftstücks 15E/209/FDIS, zukünftige 4. Ausgabe von IEC 60112, ausgearbeitet von dem SC 15E „Methods of test“ des IEC/TC 15 „Insulating materials“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2003-03-01 als EN 60112 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt HD 214 S2:1980.

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): 2003-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2006-03-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.
Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.
In dieser Norm ist Anhang ZA normativ und sind die Anhänge A und B informativ.
Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60112:2003 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelistete Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

IEC 60587 ANMERKUNG Harmonisiert als HD 380 S2:1987 (nicht modifiziert).

Vorwort zu A1

Der Text des Schriftstücks 112/116/CDV, zukünftige Änderung 1 zu IEC 60112:2003, ausgearbeitet von dem IEC/TC 112 „Evaluation and qualification of electrical insulating materials and systems“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2009-10-01 als Änderung A1 zu EN 60112:2003 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2010-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2012-10-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung 1:2009 zur Internationalen Norm IEC 60112:2003 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Inhalt

Vorwort zu EN	2
Vorwort zu A1	3
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen.....	5
3 Begriffe.....	5
4 Grundlage des Verfahrens.....	6
5 Probekörper	7
6 Konditionierung der Probekörper.....	7
6.1 Umgebungsbedingte Konditionierung.....	7
6.2 Oberflächenzustand der Probekörper.....	8
7 Prüfeinrichtung.....	8
7.1 Elektroden.....	8
7.2 Prüfkreis.....	8
7.3 Prüflösungen.....	9
7.4 Tropfengeber	9
7.5 Auflagefläche für Probekörper	10
7.6 Installation der Elektrodenanordnung	10
8 Zugrunde liegendes Prüfverfahren	10
8.1 Allgemeines	10
8.2 Vorbereitung	10
8.3 Prüfverfahren	11
9 Bestimmung der Erosion	11
10 Bestimmung der Prüfzahl der Kriechwegbildung (PTI).....	12
10.1 Verfahren	12
10.2 Prüfbericht.....	12
11 Bestimmung der Vergleichszahl der Kriechwegbildung (CTI)	13
11.1 Allgemeines	13
11.2 Bestimmung des 100-Tropfen-Punkts	13
11.3 Bestimmung der maximalen 50-Tropfen-Stehspannung	14
11.4 Prüfbericht.....	15
Anhang A (informativ) Liste von Faktoren, die von Produkt-Komitees berücksichtigt werden sollten.....	18
Anhang B (informativ) Auswahl des Elektrodenmaterials.....	19
Literaturhinweise	20
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	21
Bild 1 – Elektrode	16
Bild 2 – Anordnung Elektrode/Probekörper	16
Bild 3 – Typische Elektrodenanordnung und Probekörperhalterung (Beispiel)	16
Bild 4 – Prüfschaltung (Beispiel)	17

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt das Verfahren zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung an festen Isolierstoffen unter der Verwendung von Wechselfeldspannung fest, und zwar an Materialproben, die aus Bauteilen entnommen wurden, und an Materialplatten.

Weiterhin legt die Norm die Bestimmung der Erosion fest, soweit diese benötigt wird.

ANMERKUNG 1 Die Prüfzahl der Kriechwegbildung wird sowohl als Abnahmekriterium als auch als Instrument zur Qualitätskontrolle an Materialien und Formteilen herangezogen. Die Vergleichszahl der Kriechwegbildung wird hauptsächlich für die grundlegende Charakterisierung sowie zum Vergleich der Eigenschaften von Materialien verwendet.

Die Prüfergebnisse sind nicht ohne Weiteres zur Ermittlung von Kriechstrecken bei der Konstruktion elektrischer Geräte geeignet.

ANMERKUNG 2 Dieses Prüfverfahren ermöglicht eine Unterscheidung zwischen Materialien mit einem verhältnismäßig geringen und solchen mit mäßigem oder gutem Widerstand gegen Kriechwegbildung (letztere zur Anwendung in Betriebsmitteln, die für den Einsatz bei feuchten Umgebungsbedingungen geeignet sind). Für eine Einschätzung des Materialverhaltens bei Freilufteinsatz sind strengere und länger andauernde Prüfverfahren erforderlich, die die Verwendung höherer Spannungen und größerer Probekörper ermöglichen (vgl. den „inclined plain test“ nach IEC 60587). Andere Prüfverfahren – wie der „inclined plain test“ – können Materialien in einer anderen Reihenfolge gewichten als das in dieser Norm beschriebene Tropfenverfahren.

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 Guide 104:1997, *The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications*

ISO 293:1986, *Plastics – Compression moulding test specimens of thermoplastic materials*

ISO 294-1:1996, *Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials – Part 1: General principles, and moulding of multi-purpose and bar test specimens*

ISO 294-3:2002, *Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials – Part 3: Small plates*

ISO 295:1991, *Plastics – Compression moulding of test specimens of thermosetting materials*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Kriechwegbildung

fortschreitende Ausbildung leitender Pfade, die auf der Oberfläche und/oder im Inneren eines festen Isolierstoffes infolge von zusammenwirkenden Effekten durch elektrische Beanspruchung und elektrolytische Verunreinigung gebildet werden

3.2

Versagen durch Kriechwegbildung

Versagen der Isolierung infolge von Kriechwegbildung zwischen leitfähigen Körpern

ANMERKUNG In dem vorliegenden Prüfverfahren wird ein Versagen aufgrund von Kriechwegbildung durch das Ansprechen eines Überstromauslösers infolge eines Stromflusses von mindestens 0,5 A für mindestens 2 Sekunden über die zu prüfende Oberfläche und/oder durch den Probekörper angezeigt.

3.3

elektrische Erosion

Materialabtrag von Isolierstoff durch die Einwirkung elektrischer Entladungen

3.4

Lichtbogen in Luft

Funkenentladung zwischen den Elektroden über der Probekörperoberfläche

3.5

Vergleichszahl der Kriechwegbildung

CTI

numerischer Wert derjenigen maximalen Spannung, bei der fünf Probekörper der Prüffolge mit 50 Tropfen widerstehen, ohne dass ein Versagen durch Kriechwegbildung eintritt und ohne dass eine andauernde Flamme entsteht. Der CTI beinhaltet des Weiteren eine Angabe zum Materialverhalten bei Prüfung mit 100 Tropfen (siehe 11.4).

ANMERKUNG 1 Die Kriterien für den CTI können außerdem eine Angabe zum Grad der Erosion erfordern.

ANMERKUNG 2 Obgleich das Auftreten einer nicht andauernden Flamme in der Prüfung zulässig ist, ohne dass dies als Fehler gewertet wird, werden Materialien die gar keine Flammenentwicklung zeigen, bevorzugt, soweit andere Faktoren nicht als wichtiger betrachtet werden. Siehe auch [Anhang A](#).

3.6

andauernde Flamme

in Schiedsfällen eine solche, die mehr als 2 s brennt

3.7

Prüfzahl der Kriechwegbildung

PTI

numerischer Wert der Prüfspannung in Volt, bei der fünf Probekörper der Prüffolge von 50 Tropfen widerstehen, ohne dass ein Versagen durch Kriechwegbildung eintritt und ohne dass eine andauernde Flamme auftritt

ANMERKUNG Obgleich das Auftreten einer nicht andauernden Flamme in der Prüfung zulässig ist, ohne dass dies als Fehler gewertet wird, werden Materialien, die gar keine Flammenentwicklung zeigen, bevorzugt, soweit andere Faktoren nicht als wichtiger betrachtet werden. Siehe auch [Anhang A](#).

4 Grundlage des Verfahrens

Die obere Oberfläche des Probekörpers wird dergestalt befestigt, dass sie in einer ungefähr waagerechten Ebene liegt, und wird mittels zweier Elektroden einer elektrischen Beanspruchung unterworfen. Die Oberfläche zwischen den Elektroden wird einer Folge von Auftropfungen eines Elektrolyten solange unterworfen, bis entweder der Überstromauslöser anspricht oder bis eine andauernde Flamme erscheint oder die Prüffolge abgeschlossen ist.

Die einzelnen Prüfungen sind von kurzer Dauer (weniger als 1 h) mit bis zu 50 oder 100 Tropfen von ungefähr 20 mg Elektrolyt, die in Zeitintervallen von 30 s zwischen Platinelektroden (Abstand: 4 mm) auf die Oberfläche des Probekörpers fallen.

Während der Prüfung wird an die Elektroden eine Wechselspannung zwischen 100 V und 600 V angelegt.

Im Verlauf der Prüfung können die Probekörper erodieren oder erweichen und hierdurch den Elektroden ein Eindringen in diese ermöglichen. Die Bildung eines Loches durch den Probekörper hindurch während einer Prüfung muss zusammen mit der Tiefe des Lochs angegeben werden. Wiederholungsprüfungen unter Verwendung dickerer Probekörper (bis maximal 10 mm) sind zulässig.

ANMERKUNG Die Anzahl der Tropfen, die für die Verursachung eines Versagens durch Kriechwegbildung erforderlich ist, steigt normalerweise, wenn die angelegte Spannung vermindert wird. Unterhalb eines kritischen Wertes der angelegten Spannung tritt keine Kriechwegbildung mehr auf.

5 Probekörper

Jedwede annähernd flache Oberfläche ist zulässig, vorausgesetzt, dass die Fläche ausreichend ist, um sicherzustellen, dass während der Prüfung keine Flüssigkeit über den Rand des Probekörpers fließt.

ANMERKUNG 1 Flache Oberflächen von nicht weniger als 20 mm × 20 mm werden empfohlen, um die Wahrscheinlichkeit eines Verlusts von Elektrolyten über den Rand des Probekörpers zu verringern. Gleichwohl sind kleinere Abmessungen zulässig, z. B. Vielzweckprobekörper (15 mm × 15 mm) nach ISO 3167, soweit kein Elektrolytverlust erfolgt.

ANMERKUNG 2 Nach Möglichkeit sind separate Probekörper für jede Prüfung zu verwenden. Wenn mehrere Prüfungen an einer Probe durchgeführt werden, sollte dafür Sorge getragen werden, dass sichergestellt ist, dass die geprüften Stellen in einem hinreichenden Abstand zueinander liegen, so dass Spritzer oder Rauch von der geprüften Stelle die anderen zu prüfenden Bereiche nicht kontaminieren können.

Die Dicke der Probekörper muss 3 mm oder mehr betragen. Einzelne Materialproben dürfen gestapelt werden, um die geforderte Mindestdicke von 3 mm zu erreichen.

ANMERKUNG 3 Die CTI-Werte, die für Probekörper mit einer Dicke von weniger als 3 mm erhalten werden, sind nicht notwendigerweise mit den Werten dickerer Probekörper vergleichbar (wegen der höheren Wärmeableitung dünnerer Probekörper). Aus diesem Grund sind gestapelte Probekörper zulässig.

Die Probekörper müssen nominell glatte und untexturierte Oberflächen besitzen, die frei von Oberflächenfehlern wie Kratzern, Beschädigungen, Verunreinigungen usw. sind, soweit dies nicht in der jeweiligen Produktnorm anderweitig festgelegt ist. Falls möglich, müssen die Ergebnisse zusammen mit einer Aussage zur Beschreibung der Oberfläche des Probekörpers angegeben werden, weil verschiedene Charakteristika der Oberfläche zur Streuung der Ergebnisse beitragen können.

Für Prüfungen an Bauteilen von Produkten, bei denen es unmöglich ist, einen geeigneten Probekörper aus einem Bauteil eines Produktes zu entnehmen, dürfen Probekörper verwendet werden, die aus gepressten oder spritzgegossenen Platten entnommen wurden. In diesen Fällen sollte mit Sorgfalt gearbeitet werden, um sicherzustellen, dass sowohl das Bauteil als auch die Platte im gleichen Herstellungsprozess gefertigt sind, wo immer dies möglich ist. In Fällen, bei denen die Details des letzten Fertigungsprozesses unbekannt sind, können die durch ISO 293, ISO 294-1 und ISO 294-3 sowie ISO 295 gegebenen Verfahren geeignet sein.

ANMERKUNG 4 Die Anwendung unterschiedlicher Herstellungsbedingungen und/oder -prozesse kann zu unterschiedlichen Niveaus in Bezug auf das Verhalten bei der PTI- und CTI-Prüfung führen.

ANMERKUNG 5 Teile, die bei unterschiedlichen Fließrichtungen hergestellt wurden, können in entsprechender Weise unterschiedliche Niveaus in Bezug auf das Verhalten bei der PTI- und CTI-Prüfung zeigen.

In besonderen Fällen dürfen die Probekörper geschliffen werden, um eine glatte Oberfläche zu erhalten.

Wenn die Richtung der Elektroden in Bezug auf irgendeine Eigenschaft des Materials von Bedeutung ist, müssen Messungen in der Richtung dieser Eigenschaft und senkrecht dazu durchgeführt werden. Diejenige Richtung, die den kleineren CTI ergibt, muss angegeben werden, soweit nicht anderweitig festgelegt.

6 Konditionierung der Probekörper

6.1 Umgebungsbedingte Konditionierung

Soweit nicht anders festgelegt, müssen die Probekörper mindestens 24 h bei 23 °C ± 5 K, 50 % r.F. ± 10 % r.F., konditioniert werden.

6.2 Oberflächenzustand der Probekörper

Soweit nicht anders festgelegt,

- a) müssen die Prüfungen an sauberen Oberflächen durchgeführt werden;
- b) muss jede Reinigungsprozedur angegeben werden. Wo immer dies möglich ist, müssen die Einzelheiten zwischen Lieferanten und Abnehmer vereinbart werden.

ANMERKUNG Staub, Schmutz, Fingerabdrücke, Fett, Öl, Rückstände aus dem Verarbeitungswerkzeug oder andere Verunreinigungen können die Ergebnisse beeinflussen. Bei der Reinigung des Probekörpers sollte mit Sorgfalt gearbeitet werden, um Quellung, Erweichung, Verschleiß oder andere Beschädigungen des Materials zu vermeiden.

7 Prüfeinrichtung

7.1 Elektroden

Zwei Elektroden aus Platin mit einem Reinheitsgrad von mindestens 99 % müssen verwendet werden (siehe [Anhang B](#)). Die zwei Elektroden müssen einen rechteckigen Querschnitt von $(5 \pm 0,1) \text{ mm} \times (2 \pm 0,1) \text{ mm}$ aufweisen. Sie müssen auf der einen Seite ein meißelförmiges Ende mit einem Winkel von $30^\circ \pm 2^\circ$ besitzen (siehe [Bild 1](#)). Die scharfe Kante muss entfernt werden, um eine annähernd glatte Oberfläche mit einer Breite von 0,01 mm bis 0,1 mm herzustellen.

ANMERKUNG 1 Ein Mikroskop mit einem kalibrierten Okular hat sich zur Überprüfung der Enden-Oberfläche als geeignet erwiesen.

ANMERKUNG 2 Es wird empfohlen, dass nach der Durchführung einer Prüfung mechanische Hilfsmittel zur Aufarbeitung der Elektrodenform verwendet werden, um sicherzustellen, dass die Elektroden die geforderten Toleranzen einhalten, besonders in Bezug auf die Ecken und Kanten.

Zu Beginn der Prüfung müssen die Elektroden symmetrisch in einer vertikalen Ebene und mit gegenüberliegenden Elektrodenspitzen annähernd vertikal auf einer flachen, horizontalen Oberfläche des Probekörpers angeordnet werden. Der Gesamtwinkel zwischen den Elektroden beträgt $60^\circ \pm 5^\circ$ (siehe [Bild 2](#)). Ihr Abstand auf der Oberfläche des Probekörpers muss zu Beginn der Prüfung $4 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ betragen.

Zur Überprüfung des Elektrodenabstandes muss eine dünne metallische Abstandslehre verwendet werden. Die Elektroden müssen frei beweglich sein, und die Kraft, die zu Beginn des Versuchs von jeder Elektrode auf die Oberfläche des Probekörpers ausgeübt wird, muss $1,00 \text{ N} \pm 0,05 \text{ N}$ betragen. Die Gestaltung muss in einer Weise ausgeführt sein, dass davon ausgegangen werden kann, dass die Kraft während der Prüfung auf ihrem ursprünglichen Niveau verbleibt.

Eine typische Anordnung zum Aufsetzen der Elektroden auf den Probekörper ist in [Bild 3](#) wiedergegeben. Die Kraft muss in geeigneten Abständen auf Richtigkeit überprüft werden.

Wenn Prüfungen ausschließlich an Materialien durchgeführt werden, bei denen das Maß des Eindringens der Elektroden gering ist, darf die Elektrodskraft mit Federn erzeugt werden. Bei Allzweckgeräten sollte jedoch die Schwerkraft zur Krafterzeugung verwendet werden (siehe [Bild 3](#)).

ANMERKUNG 3 Bei den meisten, aber nicht bei allen Ausführungen von Geräten werden die Elektrodenspitzen einen Bogen beschreiben, und der Elektrodenabstand wird sich ändern, wenn die Elektroden sich aufgrund von Erweichung oder Erosion des Probekörpers bewegen. Die Größenordnung und Richtung der Abstandsänderung wird von den relativen Positionen der Elektroden-Drehpunkte und der Berührungspunkte zwischen Elektroden und Probekörper abhängen. Die Bedeutung dieser Änderungen wird vermutlich materialabhängig sein und ist nicht untersucht worden. Unterschiede im Aufbau könnten zur Vergrößerung der Abweichungen zwischen den Prüfgeräten Anlass geben.

7.2 Prüfkreis

Die Elektroden müssen mit einer im Wesentlichen sinusförmigen Spannung versorgt werden, die zwischen 100 V und 600 V bei einer Frequenz von 48 Hz bis 62 Hz eingestellt werden kann. Das Spannungsmessgerät

muss den wahren Effektivwert (true r.m.s.) anzeigen und darf einen maximalen Fehler von 1,5 % nicht überschreiten. Die Leistung der Quelle darf nicht weniger als 0,6 kVA betragen. Ein Beispiel einer geeigneten Schaltung ist in [Bild 4](#) wiedergegeben.

Ein einstellbarer Widerstand muss ein Einstellen des Stroms zwischen den kurzgeschlossenen Elektroden auf $(1,0 \pm 0,1)$ A ermöglichen, und die von dem Spannungsmessgerät angezeigte Spannung darf um nicht mehr als 10 % abfallen, wenn dieser Strom fließt (siehe [Bild 4](#)). Das Messgerät, das zur Messung des Kurzschlussstromes verwendet wird, darf einen maximalen Fehler von ± 3 % nicht überschreiten.

Die Eingangs-Versorgungsspannung des Prüfgerätes muss hinreichend stabil sein.

Der Überstromauslöser muss ansprechen, wenn ein Strom mit einem wahren Effektivwert (true r.m.s.) von 0,50 A mit einer relativen Toleranz von ± 10 %, für 2,00 s mit einer relativen Toleranz von ± 10 % fortwährend fließt.

7.3 Prüflösungen

Prüflösung A:

Löse ungefähr 0,1 % (Massenprozent) Ammoniumchlorid (NH_4Cl), Qualität: „pro analysis“, mit einer Reinheit von nicht weniger als 99,8 % in destilliertem Wasser mit einer Leitfähigkeit von nicht mehr als 1 mS/m. Die fertige Lösung besitzt bei (23 ± 1) °C einen spezifischen Widerstand von $(3,95 \pm 0,05)$ Ωm .

ANMERKUNG Wähle die Menge des Ammoniumchlorids in der Weise, dass eine Lösung mit dem geforderten spezifischen Widerstand erzeugt wird.

Prüflösung B:

Löse ungefähr 0,1 % (Massenprozent) Ammoniumchlorid (NH_4Cl), Qualität: „pro analysis“, mit einer Reinheit von nicht weniger als 99,8 % sowie $0,5 \% \pm 0,002 \%$ (Massenprozent) Natrium-di-butyl-Naphtalin-Sulfonat in destilliertem Wasser mit einer Leitfähigkeit von nicht mehr als 1 mS/m. Die fertige Lösung besitzt bei (23 ± 1) °C einen spezifischen Widerstand von $(1,98 \pm 0,05)$ Ωm .

ANMERKUNG Wähle die Menge des Ammoniumchlorids in der Weise, dass eine Lösung mit dem geforderten spezifischen Widerstand erzeugt wird.

Normalerweise wird Prüflösung A verwendet. Wenn jedoch eine aggressivere Verunreinigung erforderlich ist, wird Prüflösung B empfohlen. Zur Kennzeichnung, dass Prüflösung B verwendet wurde, muss der CTI- oder PTI-Wert mit einem nachgesetzten Buchstaben „M“ angegeben werden.

7.4 Tropfengeber

Die Tropfen der Prüflösung müssen in Zeitintervallen von $30 \text{ s} \pm 5 \text{ s}$ auf die Oberfläche des Probekörpers fallen. Die Tropfen müssen mehr oder weniger mittig zwischen die Elektroden aus einer Höhe von $35 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ fallen.

Die Zeitdauer für das Fallen von 50 Tropfen auf den Probekörper muss $(24,5 \pm 2)$ min betragen.

Die Masse einer Folge von 50 Tropfen muss zwischen 0,997 g und 1,147 g liegen. Die Masse einer Folge von 20 Tropfen muss zwischen 0,380 g und 0,480 g liegen.

ANMERKUNG 1 Die Masse der Tropfen kann durch Wiegen mit einer geeigneten Laborwaage ermittelt werden.

Die Masse der Tropfen muss in geeigneten Zeitintervallen überprüft werden.

ANMERKUNG 2 Für die Prüflösung A hat sich ein Abschnitt eines dünnwandigen Stahlröhrchens (z. B. einer Injektionsnadel) mit einem Außendurchmesser zwischen 0,9 mm und 1,2 mm (abhängig vom Tropf-System) für die Spitze des

Tropfengebers als geeignet erwiesen. Für die Prüflösung B haben sich Röhrchen mit Außendurchmessern zwischen 0,9 mm und 3,45 mm für die in Verwendung befindlichen Tropf-Systeme als erforderlich erwiesen.

ANMERKUNG 3 Die Verwendung eines Tropfendetektors und/oder Tropfenzählers wird empfohlen, um doppelte Auftropfungen oder fehlende Auftropfungen zu ermitteln.

7.5 Auflagefläche für Probekörper

Als Auflage für den Probekörper während des Versuchs muss eine Glasplatte (oder Platten) mit einer Gesamtdicke von nicht weniger von 4 mm und in passender Größe verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Um das Problem der Reinigung des Proben-Auflagetisches zu vermeiden, wird empfohlen, einen entfernbaren gläsernen Mikroskop-Objektträger auf dem Proben-Auflagetisch unmittelbar unter den Probekörper zu legen.

ANMERKUNG 2 Das Anbringen metallisch leitender Folien rund um den Rand der Glasplatte hat sich zur Erkennung von Elektrolytverlust als nützlich erwiesen.

7.6 Installation der Elektrodenanordnung

Der Probekörper und dessen zugehörige Elektroden müssen innerhalb einer Umschließung in einem im Wesentlichen von Zugluft freien Raum montiert sein.

ANMERKUNG Um die Prüfkammer in vernünftiger Weise von Rauch freizuhalten, kann es für bestimmte Klassen von Materialien erforderlich sein, einen geringen Luftstrom über der Oberfläche des Probekörpers und zwischen den Elektroden zuzulassen. Eine Luftgeschwindigkeit in der Größenordnung von 0,2 m/s vor Beginn der Prüfung und, so weit als möglich, während der Prüfung hat sich als geeignet erwiesen. Die Luftgeschwindigkeit in anderen Bereichen der Prüfkammer darf wesentlich höher sein, um die Rauchentfernung zu unterstützen. Die Luftgeschwindigkeit kann mit einem in geeigneter Weise skalierten Hitzdraht-Anemometer gemessen werden.

Ein geeignetes Rauchabzugssystem muss bereitgestellt werden, um eine sichere Entlüftung der Prüfkammer nach dem Test zu ermöglichen.

8 Zugrunde liegendes Prüfverfahren

8.1 Allgemeines

Verhält sich das Material anisotrop, müssen die Versuche in der Richtung der jeweiligen Eigenschaften und senkrecht dazu durchgeführt werden. Als Ergebnisse müssen die Werte derjenigen Richtung, welche die niedrigeren Werte ergibt, verwendet werden, soweit dies nicht anders festgelegt ist.

Die Prüfung muss bei einer Umgebungstemperatur von (23 ± 5) °C durchgeführt werden.

Soweit nicht anders festgelegt, müssen die Prüfungen an Probekörpern ohne Verunreinigungen durchgeführt werden.

Das Ergebnis einer Prüfung, bei der ein Loch gebildet wurde, wird ohne Rücksicht auf die Dicke des Probekörpers als gültig betrachtet. Die Bildung eines Loches muss jedoch zusammen mit der Tiefe des Loches (das ist die Dicke des Probekörpers oder des Probekörperstapels) angegeben werden.

8.2 Vorbereitung

Reinige nach jeder Prüfung die Elektroden mit einem geeigneten Lösungsmittel und spüle diese danach mit deionisiertem Wasser. Stelle ihre Gestalt wieder her und spüle vor der nächsten Prüfung abschließend noch einmal, wenn dies erforderlich ist.

Stelle unmittelbar vor der Prüfung sicher (falls notwendig, durch Kühlung), dass die Temperatur der Elektroden hinreichend niedrig ist, so dass diese keinen schädlichen Einfluss auf die Eigenschaften des Probekörpers nehmen können.

Stelle die Freiheit von sichtbaren Verunreinigungen sicher und stelle des Weiteren sicher, dass die verwendete Lösung den Anforderungen hinsichtlich der Leitfähigkeit entspricht. Dies kann entweder durch regelmäßige Überprüfung der Lösung oder durch Messung unmittelbar vor der Prüfung erfolgen.

ANMERKUNG 1 Rückstände am Tropfengeber aus einer früheren Prüfung werden voraussichtlich zu einer Verunreinigung der Lösung führen, und ein Verdunsten der Lösung erhöht deren Konzentration. Beides kann zu niedrigeren als den wahren Werten führen. In diesen Fällen kann es ratsam sein, vor jeder Prüfung die Außenseite des Tropfengebers mechanisch und/oder mit einem Lösungsmittel zu reinigen und die Innenseite mit der den Anforderungen entsprechenden Lösung zu durchspülen. Das Durchspülen mit 10 bis 20 Tropfen (abhängig von dem Zeitraum zwischen den Prüfungen) entfernt normalerweise jede nicht den Anforderungen entsprechende Flüssigkeit.

In Schiedsfällen muss die für die Elektroden und den Tropfengeber verwendete Reinigungsprozedur zwischen Kunden und Lieferanten abgestimmt werden.

Setze den Probekörper mit der zu prüfenden Oberfläche nach oben und in waagerechter Lage auf den Probekörper-Auflagetisch. Stelle die relative Höhe des Probekörpers und der Elektrodenanordnung so ein, dass beim Absenken der Elektroden auf den Probekörper die richtige Orientierung der Elektroden mit einem Abstand von $4 \text{ mm} \pm 0,1 \text{ mm}$ erhalten wird. Stelle sicher, dass deren meißelförmige Enden über die volle Breite und mit der geforderten Kraft in Kontakt mit der Oberfläche des Probekörpers stehen.

ANMERKUNG 2 Bei visueller Durchführung dieser Überprüfung kann es hilfreich sein, eine Lichtquelle hinter den Elektroden zu platzieren.

Stelle die Prüfspannung auf den geforderten Wert ein, der ein ganzzahliges Vielfaches von 25 V sein muss, und stelle die Parameter des Prüfkreises dergestalt ein, dass der Kurzschlussstrom innerhalb der erlaubten Toleranz liegt.

8.3 Prüfverfahren

Aktiviere das Tropfengeber-System so, dass Tropfen auf die zu prüfende Oberfläche fallen, und setze die Prüfung so lange fort, bis einer der folgenden Fälle eintritt:

- a) der Überstromauslöser spricht an;
- b) eine andauernde Flamme tritt auf;
- c) mindestens 25 s sind vergangen, nachdem der fünfzigste (hundertste) Tropfen gefallen ist, ohne dass a) oder b) eingetreten sind.

ANMERKUNG Wenn keine Anforderung hinsichtlich der Bestimmung der Erosion gegeben ist, dürfen die 100-Tropfen-Prüfungen vor den 50-Tropfen-Prüfungen durchgeführt werden.

Nach Beendigung der Prüfung ist die Kammer zu belüften, um schädliche Dämpfe zu entfernen. Anschließend können die Probekörper entnommen werden.

9 Bestimmung der Erosion

Wenn erforderlich, müssen die Probekörper, die bei dem 50-Tropfen-Wert nicht versagt haben, von sämtlichen Ablagerungen oder lose anhaftenden Zersetzungsprodukten gereinigt werden und auf die Messfläche einer Tiefenlehre gelegt werden. Die maximale Tiefe der Erosion (gemessen in Millimetern) eines jeden Probekörpers muss mit einer Genauigkeit von 0,1 mm bestimmt werden, und zwar unter Verwendung eines Messfühlers mit einem nominellen Durchmesser von 1,0 mm, der ein halbkugelförmiges Ende besitzt. Das Ergebnis ist der Maximalwert der fünf gemessenen Werte.

Erosionstiefen, die kleiner als 1 mm sind, werden mit $< 1 \text{ mm}$ angegeben.

Bei Prüfungen nach Abschnitt 10 muss die Erosion, soweit benötigt, an denjenigen Probekörpern gemessen werden, die den 50 Tropfen bei der festgelegten Spannung widerstanden haben.

Bei Prüfungen nach [Abschnitt 11](#) muss die Erosion, soweit benötigt, an denjenigen Probekörpern gemessen werden, die bei der höchsten 50-Tropfen-Spannung geprüft wurden.

10 Bestimmung der Prüfzahl der Kriechwegbildung (PTI)

10.1 Verfahren

In Fällen, in denen durch IEC-Normen für Anforderungen an Materialien oder elektrische Geräte oder durch andere Normen lediglich eine Bestimmung der Prüfzahl der Kriechwegbildung gefordert wird, müssen 50-Tropfen-Prüfungen in Übereinstimmung mit [Abschnitt 8](#) durchgeführt werden, jedoch nur bei einer einzigen festgelegten Spannung. Die geforderte Anzahl von Probekörpern soll der Prüffolge bis mindestens 25 s, nachdem der fünfzigste Tropfen gefallen ist, widerstehen, und zwar ohne Versagen durch Kriechwegbildung und ohne das Auftreten einer andauernden Flamme.

Das Ansprechen des Überstromauslösers in Folge von Lichtbögen in Luft gilt nicht als Versagen durch Kriechwegbildung.

ANMERKUNG Die empfohlene Anzahl von Probekörpern ist 5.

Die Prüfzahl der Kriechwegbildung muss ein ganzzahliges Vielfaches von 25 V sein.

10.2 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss die folgenden Angaben enthalten:

1. Kennzeichnung des geprüften Materials und die Einzelheiten zu jedweder Konditionierung.
2. Dicke des Probekörpers und die Anzahl der verwendeten Lagen, um diese Dicke zu erreichen.
3. Beschaffenheit der Oberfläche des Probekörpers, wenn nicht die originale Oberfläche geprüft wurde:
 - 3.1 Einzelheiten zu jedem Reinigungsprozess;
 - 3.2 Einzelheiten zu jedem Bearbeitungsprozess, z. B. Schleifen;
 - 3.3 Einzelheiten zu jeder Beschichtung auf der geprüften Oberfläche.
4. Zustand der Oberfläche vor der Prüfung in Bezug auf Oberflächenfehler, z. B. Kratzer, Flecken, Verunreinigungen usw.
5. Das für die Elektroden und den Tropfengeber verwendete Reinigungsverfahren.
6. Soweit die Messungen nicht in einem im Wesentlichen von Zugluft freien Raum durchgeführt wurden, muss über die ungefähre Luftgeschwindigkeit berichtet werden.
7. Orientierung der Elektroden in Bezug auf alle bekannten Merkmale des Materials.
8. Angabe über das Ergebnis der Prüfung zur Bestimmung der Prüfzahl der Kriechwegbildung, wenn keine Anforderung zur Bestimmung der Erosion existiert:

„Bestanden“ oder „Nicht bestanden“ bei der festgelegten Spannung; wenn Lösung B verwendet wurde, mit einer Kennzeichnung der Art der Lösung.

BEISPIEL „Bestanden PTI 175“ oder „Nicht bestanden PTI 175 M“

Wenn eine Angabe zur Erosion erforderlich ist, muss das Ergebnis wie folgt angegeben werden:

„Bestanden“ oder „Nicht bestanden“ bei der festgelegten Spannung; wenn Lösung B verwendet wurde, mit einer Kennzeichnung der Art der Lösung und Angabe der maximalen Erosion.

BEISPIEL „Nicht Bestanden PTI 250 – 3“ oder „Bestanden PTI 250 M – 3“

Wenn die Erosion nicht angegeben werden kann, weil der Probekörper sich entzündete, muss dies angegeben werden.

Wenn sich ein Loch durch den Probekörper entwickelt hat, muss dessen Bildung zusammen mit dessen Tiefe (Dicke des Probekörpers) angegeben werden.

Wenn Prüfungen in Folge von Lichtbögen in Luft ungültig sind, muss dies angegeben werden.

11 Bestimmung der Vergleichszahl der Kriechwegbildung (CTI)

11.1 Allgemeines

Die Bestimmung der Vergleichszahl der Kriechwegbildung erfordert die Bestimmung der maximalen Spannung, bei der fünf Probekörper der Prüffolge von 50 Tropfen ohne Versagen widerstehen, sowie des Weiteren, ob der Probekörper bei einer um 25 V unter dem maximalen 50-Tropfen-Wert liegenden Spannung 100 Tropfen widersteht. Ist das nicht der Fall, muss die maximale Spannung ermittelt werden, bei der der Probekörper 100 Tropfen widersteht.

ANMERKUNG 1 Der Wortlaut der vorhergehenden Ausgabe dieser Norm ließ darauf schließen, dass die Bestimmung der maximal bestandenen 50-Tropfen-Stehspannung vor jeder 100-Tropfen-Bestimmung erfolgen musste.

ANMERKUNG 2 Es wird anerkannt, dass die Prüfkosten durch die Bestimmung der 100-Tropfen-Stehspannung vor der 50-Tropfen-Stehspannung reduziert werden können, und daher wird dieses Verfahren in dieser Norm empfohlen.

11.2 Bestimmung des 100-Tropfen-Punkts

Setze die Spannung unter Anwendung des in [Abschnitt 8](#) beschriebenen Grundverfahrens auf einen gewählten Wert und führe die Prüfung durch, bis mindestens 25 s vergangen sind, nachdem der hundertste Tropfen gefallen ist, oder bis zu einem davor liegenden Versagen.

Wenn das Materialverhalten unbekannt ist, wird empfohlen, mit einer Spannung von 350 V zu beginnen.

Wenn der Überstromauslöser infolge des Auftretens eines Lichtbogens in Luft über dem Probekörper anspricht, ist die Prüfung ungültig. Wiederhole die Durchführung der Prüfung bei der gleichen Spannung unter Verwendung eines neuen Probekörpers oder an einer anderen Stelle, und zwar nach Reinigung des Prüfgerätes usw. und gemäß dem in [Abschnitt 8](#) beschriebenen Verfahren. Tritt der gleiche Vorfall ein, wiederhole die Prüfung bei fortschreitend immer niedrigeren Spannungen, bis ein gültiges Versagen oder ein gültiges Bestehen eintritt.

ANMERKUNG 1 Bei einigen Materialien kann es unmöglich sein, den CTI zu bestimmen, weil kein gültiges Versagen erreicht werden kann, nämlich bei dem charakteristischen Verhalten eines unmittelbaren Übergangs vom Bestehen der Prüffolge bei einer Spannung zum Zeigen von Lichtbögen in Luft bei der nächsthöheren Spannung.

Wenn der Überstromauslöser durch das Fließen eines übermäßig hohen Stromes über die Oberfläche des Probekörpers anspricht oder wenn eine andauernde Flamme auftritt, hat der Probekörper die Prüfung bei dieser Spannung nicht bestanden. Wiederhole die Prüfung an einer neuen Stelle/an einem neuen Probekörper mit einer geringeren Prüfspannung, und zwar nach Reinigung des Gerätes usw., wie in [Abschnitt 8](#) beschrieben.

Wenn nichts des oben Beschriebenen eintritt und mindestens 25 s nach dem Fallen des hundertsten Tropfens vergangen sind, ohne dass der Überstromauslöser angesprochen hat, ist die Prüfung gültig und der Probekörper wird als bestanden betrachtet. Wiederhole die Prüfung an neuen Stellen/Probekörpern bei fortschreitend immer höheren Spannungen, bis diejenige maximale Spannung ermittelt ist, bei der kein Versagen während der Prüffolge auftritt (das ist bis zu mindestens 25 s, nachdem der hundertste Tropfen bei den ersten fünf Prüfungen bei dieser Spannung gefallen ist). Fünf unterschiedliche Probekörper oder fünf Stellen einer Platte dürfen für die Prüfung verwendet werden (nach Reinigung des Prüfgerätes und Befolgung des in [Abschnitt 8](#) beschriebenen Verfahrens).

Wenn ein Loch durch den Probekörper auftritt, dann gib das Ergebnis unter dem Vermerk, dass ein Loch gebildet wurde, und unter Angabe der Tiefe des Loches (das ist die Dicke des Probekörpers oder des Stapels) an. Setze die Prüfung wie oben beschrieben fort.

ANMERKUNG Wenn ein Loch während der Prüfung gebildet wird, dürfen die weiteren Prüfungen an dickeren Probekörpern (bis zu einer maximalen Dicke von 10 mm) erfolgen, um zusätzliche Informationen zu gewinnen, und zwar nach Reinigung des Prüfgerätes, wie in [Abschnitt 8](#) beschrieben.

Wenn die Eigenschaften des Probekörpers unbekannt sind, muss die Erhöhung der Prüfspannung bei Spannungen über 400 V auf 50 V je Prüfung beschränkt werden.

Protokolliere als 100-Tropfen Ergebnis die maximale Spannung, bei der fünf Probekörper der 100-Tropfen-Folge ohne Versagen widerstanden.

Fahre mit der Bestimmung der maximalen 50-Tropfen-Stehspannung fort.

11.3 Bestimmung der maximalen 50-Tropfen-Stehspannung

Durch Folgerung aus den 100-Tropfen-Daten wiederhole die Prüfung bei einer geeigneten Prüfspannung, und zwar unter Verwendung neuer Stellen/Probekörper, und bestimme, ob der Probekörper der Prüfung für die Folge bis mindestens 25 Sekunden, nachdem der letzte Tropfen gefallen ist, widersteht.

Wenn das Überstromrelais infolge des Auftretens eines Lichtbogens in Luft über dem Probekörper anspricht, ist die Prüfung ungültig. Wiederhole die Durchführung der Prüfung bei der gleichen Spannung unter Verwendung eines neuen Probekörpers oder an einer anderen Stelle, und zwar nach Reinigung des Prüfgerätes und gemäß dem in [Abschnitt 8](#) beschriebenen Verfahrens. Tritt der gleiche Vorfall ein, wiederhole die Prüfung bei fortschreitend immer niedrigeren Spannungen, bis ein gültiges Versagen oder ein gültiges Bestehen eintritt (siehe [11.4](#)).

ANMERKUNG 1 Bei einigen Materialien kann es unmöglich sein, den CTI zu bestimmen, weil kein gültiges Versagen erreicht werden kann, nämlich bei dem charakteristischen Verhalten eines unmittelbaren Übergangs vom Bestehen der Prüffolge bei einer Spannung zum Zeigen von Lichtbögen in Luft bei der nächsthöheren Spannung.

Wenn das Überstromrelais durch das Fließen eines übermäßig hohen Stromes über die Oberfläche des Probekörpers anspricht oder wenn eine andauernde Flamme auftritt, hat der Probekörper die Prüfung bei dieser Spannung nicht bestanden. Wiederhole die Prüfung an einer neuen Stelle/an einem neuen Probekörper mit einer geringeren Prüfspannung, und zwar nach Reinigung des Gerätes usw., wie in [Abschnitt 8](#) beschrieben.

Wenn nichts des oben Beschriebenen eintritt und mindestens 25 s nach dem Fallen des hundertsten Tropfens vergangen sind, ohne dass das Überstromrelais angesprochen hat, ist die Prüfung gültig, und der Probekörper wird als bestanden betrachtet.

Wenn durch den Probekörper kein Loch gebildet wurde, dann wiederhole die Prüfung an neuen Stellen/Probekörpern und bei fortschreitend immer höheren Spannungen, bis die maximale Spannung ermittelt ist, bei der kein Versagen während der Prüffolge auftritt (das ist bis zu mindestens 25 s, nachdem der fünfzigste Tropfen bei den ersten fünf Prüfungen bei dieser Spannung gefallen ist). Fünf unterschiedliche Probekörper oder fünf Stellen einer Platte dürfen für die Prüfung verwendet werden (nach Reinigung des Prüfgerätes und Befolgung des in [Abschnitt 8](#) beschriebenen Verfahrens).

Wenn ein Loch durch den Probekörper auftritt, dann protokolliere das Ergebnis unter der Angabe, dass ein Loch gebildet wurde, und unter Angabe der Tiefe des Loches (das ist die Dicke des Probekörpers oder des Stapels). Setze die Prüfung wie oben beschrieben fort.

ANMERKUNG 2 Wenn ein Loch während der Prüfung gebildet wird, dürfen die weiteren Prüfungen an dickeren Probekörpern (bis zu einer maximalen Dicke von 10 mm) erfolgen, um zusätzliche Informationen zu gewinnen, und zwar nach Reinigung des Prüfgerätes, wie in [Abschnitt 8](#) beschrieben.

Die Ergebnisse von Prüfungen, bei denen ein Loch gebildet wurde, werden unabhängig von der Dicke des Probekörpers als gültig betrachtet. Die Bildung des Loches muss jedoch zusammen mit der Tiefe des Loches (das ist die Dicke des Probekörpers oder des Stapels) angegeben werden.

Protokolliere die maximale Spannung, bei der fünf Probekörper der 50-Tropfen-Folge ohne Versagen widerstanden, als 50-Tropfen-Ergebnis.

11.4 Prüfbericht

Der Prüfbericht muss die folgenden Angaben enthalten:

1. Kennzeichnung des geprüften Materials und die Einzelheiten zu jedweder Konditionierung.
2. Dicke des Probekörpers und die Anzahl der verwendeten Lagen, um diese Dicke zu erreichen.
3. Beschaffenheit der Oberfläche des Probekörpers, wenn nicht die originale Oberfläche geprüft wurde:
 - 3.1 Einzelheiten zu jedem Reinigungsprozess;
 - 3.2 Einzelheiten zu jedem Bearbeitungsprozess, z. B. Schleifen;
 - 3.3 Einzelheiten zu jeder Beschichtung auf der geprüften Oberfläche.
4. Zustand der Oberfläche vor der Prüfung in Bezug auf Oberflächenfehler, z. B. Kratzer, Flecken, Verunreinigungen usw.
5. Das für die Elektroden und den Tropfengeber verwendete Reinigungsverfahren.
6. Soweit die Messungen nicht in einem im Wesentlichen von Zugluft freien Raum durchgeführt wurden, muss über die ungefähre Luftgeschwindigkeit berichtet werden.
7. Orientierung der Elektroden in Bezug auf alle bekannten Merkmale des Materials.
8. Angabe über das Ergebnis der Prüfung zur Bestimmung der Vergleichszahl der Kriechwegbildung, wenn keine Anforderung zur Bestimmung der Erosion existiert:
 - CTI, der numerische Wert der maximalen 50-Tropfen-Spannung, der in fünf aufeinanderfolgenden Prüfungen erhalten wurde (der numerische Wert der maximalen 100-Tropfen-Spannung, der in fünf aufeinanderfolgenden Prüfungen erhalten wurde, wenn dieser mehr als 25 V unter dem maximalen 50-Tropfen-Wert liegt), wenn erforderlich mit nachfolgendem Buchstaben „M“, um anzuzeigen, dass Lösung B verwendet wurde.

BEISPIEL „CTI 175“ oder „CTI 175 M“ oder „CTI 400(350) M“

Wenn eine Angabe der Erosion erforderlich ist, muss das Ergebnis wie folgt angegeben werden:

- CTI, der numerische Wert der maximalen 50-Tropfen-Spannung, der in fünf aufeinanderfolgenden Prüfungen erhalten wurde (der numerische Wert der maximalen 100-Tropfen-Spannung, der in fünf aufeinanderfolgenden Prüfungen erhalten wurde, wenn dieser mehr als 25 V unter dem maximalen 50-Tropfen-Wert liegt), wenn erforderlich mit nachfolgendem Buchstaben „M“, um anzuzeigen, dass Lösung B verwendet wurde – die maximale Tiefe in mm.

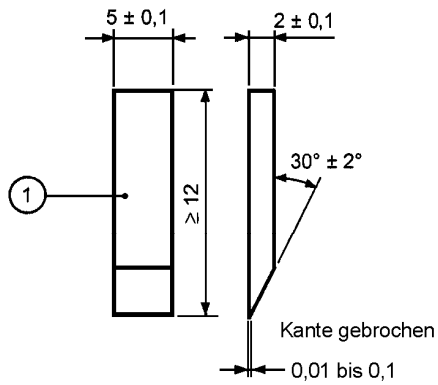
BEISPIEL „CTI 275 – 1,2“, „CTI 375 M – 3,4“ oder „CTI 400(350) M – 3,4“

Wenn aus irgendwelchen Gründen (wie starke Entzündung) die Erosion nicht angegeben werden kann, muss dies angegeben werden.

Wenn sich ein Loch durch den Probekörper gebildet hat, muss dies zusammen mit dessen Tiefe (Dicke des Probekörpers) angegeben werden.

Wenn Prüfungen in Folge von Lichtbögen in Luft ungültig sind, muss dies angegeben werden.

Maße in Millimeter

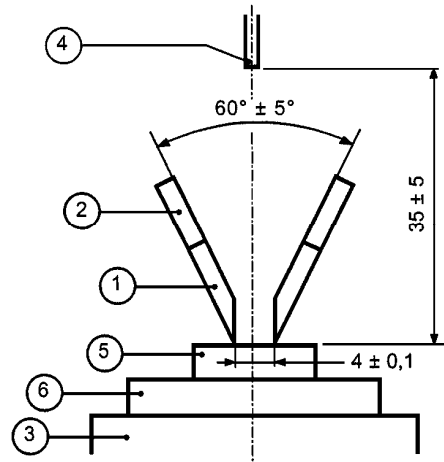


Legende

- 1 Platinelektrode
- 3 Tisch
- 5 Probekörper

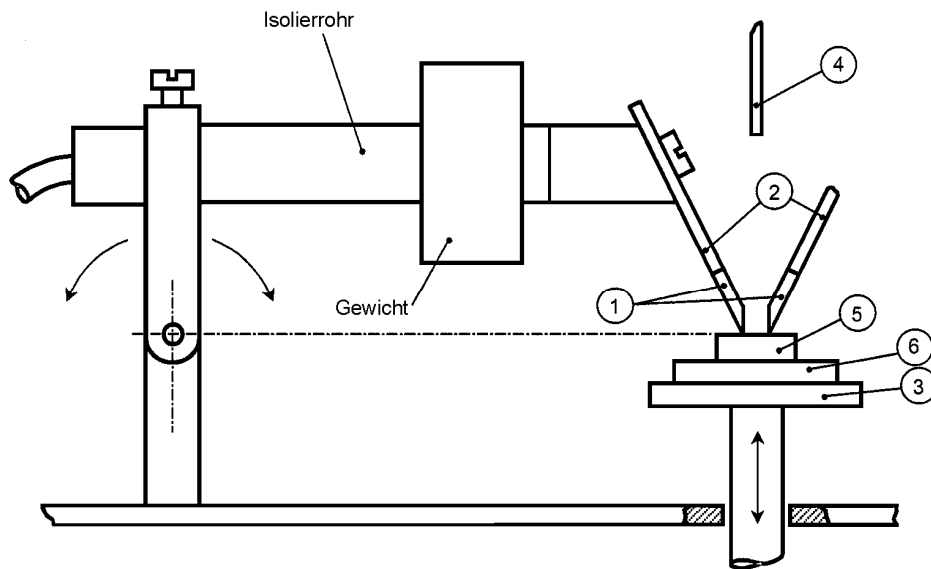
Bild 1 – Elektrode

Maße in Millimeter



- 2 Messingverlängerung (optional)
- 4 Spitze des Tropfengebers
- 6 Gläserne Auflagefläche für Probekörper

Bild 2 – Anordnung Elektrode/Probekörper



Legende

- 1 Platinelektrode
- 2 Messingverlängerung (optional)
- 3 Tisch
- 4 Spitze des Tropfengebers
- 5 Probekörper
- 6 Gläserne Auflagefläche für Probekörper

Bild 3 – Typische Elektrodenanordnung und Probekörperhalterung (Beispiel)

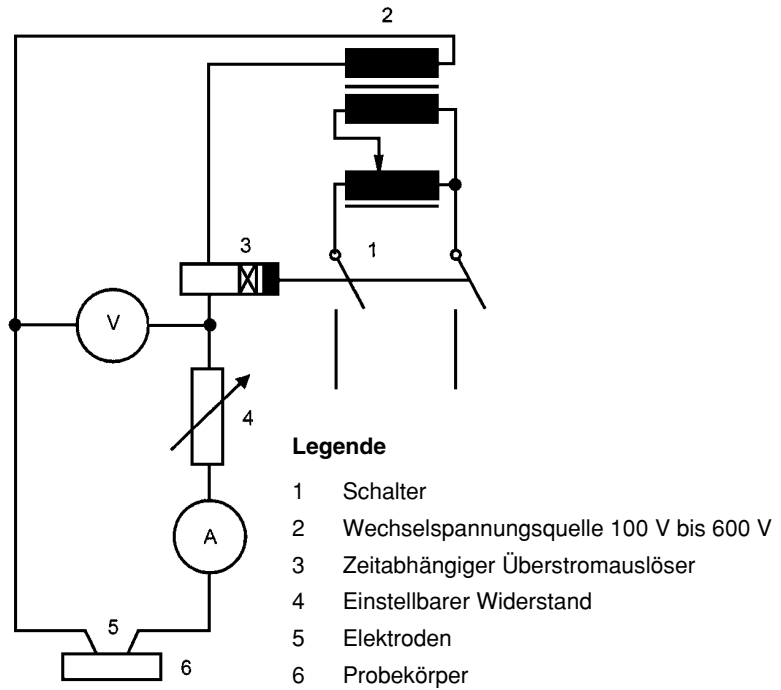


Bild 4 – Prüfschaltung (Beispiel)

Anhang A (informativ)

Liste von Faktoren, die von Produkt-Komitees berücksichtigt werden sollten

Das Verfahren kann verwendet werden, wie veröffentlicht, jedoch gibt es verschiedene Gebiete, auf denen sich Produkt-Komitees wünschen könnten, ihre Einflussmöglichkeiten auszuüben:

1. Ob die Oberfläche von Probekörpern mit rauer Oberfläche durch Bearbeitung, wie z. B. Schleifen, geglättet werden darf ([Abschnitt 5](#)).
2. Oberflächenzustand des Probekörpers ([6.2](#)): sauber, gesäubert oder anders.
3. Form eines jeden erlaubten Reinigungsprozesses ([6.2](#)).
4. Art des zu verwendenden Elektrolyten (Lösung A oder B, [7.3](#)).
5. Ob es nötig ist, irgendwelche besonderen Anweisungen zu erteilen, die das Verfahren zur Reinigung des Prüfgeräts zwischen den Prüfungen betreffen ([Abschnitt 8](#)).
6. Wenn das Material anisotrop ist, werden, soweit nicht anders festgelegt, gewöhnlich Ergebnisse von derjenigen Richtung angegeben, die die geringeren Werte ergibt ([8.1](#)).
7. Anzahl der Probekörper, die in Prüfzahl-Prüfungen verwendet werden soll: normalerweise fünf, jedoch kann eine andere Anzahl bevorzugt werden ([10.2](#)).
8. Die erforderliche Prüfzahl-Prüfspannung.
9. Ob die Prüfzahl-Prüfung eine Anforderung für eine minimale 100-Tropfen-Spannung enthalten soll.
10. Ob die Bestimmung der Erosionstiefe erforderlich ist, und wenn das der Fall ist, ob Grenzwerte festzulegen sind ([Abschnitt 9](#)).
11. Ob aufgrund bestimmter Erfordernisse die Kriterien für ein erlaubtes Entzünden für die gedachte Anwendung nicht geeignet sind. In jenen Fällen sollten alternative Prüfverfahren entwickelt/verwendet werden.

Anhang B (informativ)

Auswahl des Elektrodenmaterials

B.1 Für die Bestimmung der Vergleichszahl und der Prüfzahl der Kriechstrombildung wurden Platinelektroden gewählt, weil Platin das inerteste Material ist, das allgemein verfügbar ist. Es zeigt die geringsten Wechselwirkungen mit den verwendeten Elektrolyten und Isolierstoffen und ermöglicht, dass die Eigenschaften des in der Prüfung befindlichen Isolierstoffs der wesentliche Faktor bei der Ermittlung der Vergleichszahl/Prüfzahl der Kriechwegbildung sind.

B.2 Um die Betriebsmittel und Isoliersysteme, die in elektrischen Geräten verwendet werden, zu simulieren und um die Kosten für die Elektroden zu senken, werden mitunter Materialien wie Kupfer, Messing, rostfreier Stahl, Gold oder Silber anstelle von Platin verwendet, und zwar zur Bewertung der Besonderheiten bei der Kriechwegbildung dieser besonderen Kombinationen von Elektrodenmetall und Isolierstoff. Diese Elektrodenmetalle zeigen Wechselwirkungen in unterschiedlicher Größenordnung sowohl mit den verwendeten Elektrolyten als auch mit den Isolierstoffen und beeinflussen hierdurch die Ergebnisse. Die Ergebnisse von Prüfungen, die mit Alternativen zu Platinelektroden ermittelt wurden, erfüllen nicht die Anforderungen als Vergleichszahl oder Prüfzahl der Kriechwegbildung.

Literaturhinweise

IEC 60587:1984, *Test methods for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions*

ANMERKUNG Harmonisiert als HD 380 S2:1987 (nicht modifiziert).

IEC/TR 62062:2002, *Results of the Round Robin series of tests to evaluate proposed amendments to IEC 60112*

ISO 3167:2002, *Plastics – Multipurpose test specimens*

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

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).

ANMERKUNG Wenn internationale Publikationen durch gemeinsame Abänderungen geändert wurden, durch (mod.) angegeben, gelten die entsprechenden EN/HD.

Publikation	Jahr	Titel	EN/HD	Jahr
IEC Guide 104	1997	The preparation of safety publications and the use of basic safety publications and group safety publications	—	—
ISO 293	1986	Plastics – Compression moulding of test specimens of thermoplastic materials	—	—
ISO 294-1	1996	Plastics – Injection moulding of test specimens of thermoplastic materials Part 1: General principles, and moulding of multipurpose and bar test specimens	—	—
ISO 294-3	2002	Part 3: Small plates	—	—
ISO 295	1991	Plastics – Compression moulding of test specimens of thermosetting materials	—	—