

**DIN EN 50305
(VDE 0260-305)**
DIN

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.

VDE

ICS 29.060.20; 45.060.01

Einsprüche bis 2019-04-08

Entwurf

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 50305
 (VDE 0260-305):2003-03 und
DIN EN 50305 Berichtigung 1
 (VDE 0260-305
 Berichtigung 1):2008-02

**Bahnanwendungen –
 Kabel und Leitungen für Schienenfahrzeuge mit verbessertem Verhalten im
 Brandfall –
 Prüfverfahren;
 Deutsche und Englische Fassung pr**EN 50305:2018****

Railway applications –
 Railway rolling stock cables having special fire performance –
 Test methods;
 German and English version pr**EN 50305:2018**

Applications ferroviaires –
 Câbles pour matériel roulant ferroviaire ayant des performances particulières de comportement
 au feu –
 Méthodes d'essais;
 Version allemande et anglaise pr**EN 50305:2018**

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-02-08 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und
 Stellungnahme vorgelegt.

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

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-
 Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de,
 sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an dke@vde.com möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser
 Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für
 Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in
 DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten
 Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 93 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 50305:2018 „Bahnanwendungen – Kabel und Leitungen für Schienenfahrzeuge mit verbessertem Verhalten im Brandfall – Prüfverfahren“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und der Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung der prEN 50305:2018 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Das europäische Dokument prEN 50305:2018 „Railway applications – Railway rolling stock cables having special fire performance – Test methods“ wurde vom TC 20 „Electric cables“ des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet und von CENELEC den Nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen späteren „Schluss-Entwurf“ FprEN nur 8 Wochen beträgt und zum „Schluss-Entwurf“ FprEN keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der „Entwurf“ prEN als Deutscher Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der formellen Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 411.2 „Isolierte Starkstromleitungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten 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 50305 (VDE 0260-305):2003-03 und DIN EN 50305 Berichtigung 1 (VDE 0260-305 Berichtigung 1):2008-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die EN 50305 wurde um die neue Kabel- und Leitungsnorm EN 50382-1 ergänzt;
- b) der Abschnitt zur Langzeitalterungsprüfung wurde überarbeitet und an das gesamte Produktspektrum angepasst;
- c) die Anforderungen wurden genauer formuliert und enthalten zusätzliche Informationen für Prüflaboratorien;

- d) die Definition von halogenfrei in [Anhang F](#) und die Beschreibung der Elementaranalyse zur Bestimmung von Halogenen in [Anhang G](#) wurden von der Normenreihe EN 60306 in die **EN 50305** verschoben;
- e) redaktionelle Überarbeitung mit Aktualisierung der normativen Verweisungen.

Deutsche Fassung

Bahnanwendungen –
Kabel und Leitungen für Schienenfahrzeuge mit verbessertem Verhalten im
Brandfall –
Prüfverfahren

Railway applications –
Railway rolling stock cables having special
fire performance –
Test methods

Applications ferroviaires –
Câbles pour matériel roulant ferroviaire ayant des
performances particulières de comportement au feu –
Méthodes d'essais

Dieser Entwurf für eine Europäische Norm wird den CENELEC-Mitgliedern zur CENELEC-Umfrage vorgelegt.
CENELEC Termin: 2019-02-15

Er wurde von CLC/TC 20 erstellt.

Wenn aus diesem Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CENELEC-Mitglieder 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.

Dieser Entwurf für eine Europäische Norm wurde von CENELEC in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CENELEC-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

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

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Warnvermerk: Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm in Bezug genommen werden.



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

© 2018 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Projekt: 67186

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	6
Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Anwendung, Probennahme, Vorbereitung der Proben und Prüfbedingungen.....	9
4.1 Geeignete Prüfungen	9
4.2 Art der Prüfungen	9
4.3 Probennahme	9
4.4 Vorbereitung der Proben	9
4.5 Prüfbedingungen	9
4.5.1 Raumtemperatur.....	9
4.5.2 Zulässige Abweichungen der Temperaturwerte.....	9
4.5.3 Frequenz und Wellenform der Prüfwechselspannung	10
4.5.4 Vorkonditionierung	10
5 Mechanische Prüfungen.....	10
5.1 Kälte-Schlagprüfung	10
5.2 Abriebbeständigkeit.....	10
5.3 Weiterreiß-Widerstand.....	12
5.4 Geschmeidigkeit (nur zutreffend für Kabel und Leitungen nach EN 50306).....	12
5.5 Abisolierbarkeit und Haftung der Isolierhülle (nur zutreffend für Kabel und Leitungen nach EN 50306)	13
5.5.1 Abisolierbarkeit.....	13
5.5.2 Haftung	13
5.6 Dynamische Durchdringungsprüfung (nur zutreffend für Kabel und Leitungen nach EN 50306)	14
6 Elektrische Prüfungen	14
6.1 Leiterwiderstand	14
6.2 Spannungsprüfung an dem vollständigen Kabel oder der vollständigen Leitung	15
6.2.1 Kabel und Leitungen ohne metallene Lage.....	15
6.2.2 Kabel und Leitungen mit einer oder mehreren metallenen Lagen	15
6.3 Spannungsprüfung am Mantel	15
6.4 Isolationswiderstand	15
6.4.1 Prüfung bei Raumtemperatur	15
6.4.2 Prüfung bei erhöhter Temperatur	16
6.5 Durchlaufspannungsprüfung	16
6.5.1 Allgemeines	16
6.5.2 Verfahren.....	16

6.6	Oberflächenwiderstand	16
6.7	Gleichspannungsbeständigkeit	17
6.8	Durchschlagfestigkeit	18
7	Alterung und thermische Prüfungen	18
7.1	Verträglichkeit.....	18
7.2	Langzeitalterung.....	18
7.2.1	Allgemeines.....	18
7.2.2	Zusammenfassung des Prüfverfahrens	18
7.2.3	Gerät	19
7.2.4	Verfahren	19
7.3	Langzeitalterung von Mantel und Isolierung, wenn eine Wicklungsprüfung nicht möglich ist	22
7.4	Ozonbeständigkeit	22
7.4.1	Elektrische Prüfung	22
7.4.2	Nicht-elektrische Prüfung	22
7.5	Wärmedruckprüfung.....	24
7.6	Schrumpfungsprüfung an der Isolierhülle	24
7.7	Prüfung der Spannungsriß-Beständigkeit.....	24
7.7.1	Allgemeines.....	24
7.7.2	Vorbereitung der Proben.....	24
7.7.3	Bestimmung der Prüftemperatur für die thermische 168-h-Alterung	25
7.7.4	Prüfverfahren	25
8	Prüfungen in Flüssigkeiten einschließlich Wasser.....	26
8.1	Mineralöl- und Kraftstoffbeständigkeit.....	26
8.2	Säuren- und Laugenbeständigkeit	26
8.3	Wasseraufnahme des Mantels.....	26
9	Prüfungen des Brennverhaltens.....	26
9.1	Flammenausbreitung	26
9.1.1	Kabel und Leitungen mit einem Außendurchmesser größer als 6 mm und kleiner als 12 mm	26
9.1.2	Kabel und Leitungen mit einem Außendurchmesser kleiner als 6 mm	27
9.2	Toxizität	27
9.2.1	Allgemeines.....	27
9.2.2	Qualitative Analyse von Stickstoff und Schwefel mit geschmolzenem Natrium	27
9.2.3	Quantitative Analyse	28
9.2.4	Berechnung des Index	30
10	Verschiedene Prüfungen.....	30
10.1	Beständigkeit der Kennzeichnung.....	30
10.2	Blockieren von Adern	30
10.3	Bestimmung des Halogengehalts	31

Anhang A (informativ) Liste weiterer Prüfverfahren für Bahnleitungen und Schienenfahrzeuge	32
Anhang B (normativ) Verfahren zur Überprüfung der Wirksamkeit der Durchlaufspannungsprüfung (mit Bezug auf 6.5)	33
B.1 Zweck	33
B.2 Verfahren	33
B.2.1 Auswahl der Prüfmuster	33
B.2.2 Vorbereitung der Prüfmuster	33
B.2.3 Wirksamkeit des Durchlaufspannungspüfungs-Vorrichtung	34
B.2.4 Verfahren zur Überprüfung der Erholungszeit	34
Anhang C (informativ) Langzeitalterungsprüfung – Bedeutung und Anwendung	35
Anhang D (informativ) Veranschaulichung eines Arrhenius-Diagramms	36
Anhang E (normativ) Analyseverfahren zur Bestimmung der Toxizität	37
E.1 Kontinuierliche Analyse	37
E.1.1 Kohlenstoffoxide	37
E.1.2 Schwefelhaltige Werkstoffe – Bestimmung von Schwefeldioxid	38
E.1.2.1 Allgemeines	38
E.1.2.2 Geräte	38
E.1.2.3 Chemikalien	39
E.1.2.4 Lösung der Gase	39
E.1.2.5 Kolorimetrische Titrationsanalyse	39
E.1.3 Stickstoffhaltige Werkstoffe	40
E.1.3.1 Allgemeines	40
E.1.3.2 Bestimmung des Cyanwasserstoffs	40
E.2 Diskontinuierliche Analyse	41
E.2.1 Allgemeines	41
E.2.2 Bestimmung von Kohlenstoffoxid mit Infrarot-Analysegeräten	41
E.2.3 Bestimmung von Schwefeldioxiiden mit dem Detektorröhrchen	42
E.2.4 Bestimmung von Stickstoffoxiden mit dem Detektorröhrchen	42
E.2.5 Titration von Cyanwasserstoffen	42
Anhang F (normativ) Halogenfrei	43
F.1 Anforderungen an den extrudierten Werkstoff	43
F.1.1 Allgemeines	43
F.1.2 Typprüfung	43
F.1.3 Auswahlprüfung	43
F.2 Anforderungen an nicht extrudierten Werkstoff – Typ- und Auswahlprüfung	44
Anhang G (normativ) Nachweis von Halogenen – Elementaranalyse	45
G.1 Geräte	45
G.2 Werkstoffe	45
G.3 Verfahren	45

G.3.1 Natriumverschmelzung	45
G.3.2 Chlor und Brom	46
G.3.3 Fluor	46

Bilder

Bild 1 – Anordnung für die Abriebprüfung der Isolierhülle und des Mantels	11
Bild 2 – Gerät für die Prüfung der Geschmeidigkeit	13
Bild 3 – Einrichtung für die Haftungsprüfung	14
Bild 4 – Anordnung der Elektroden auf der Probe	17
Bild 5 – Vorgeschlagenes Verfahren für die Befestigung der Aderprobe am Dorn	21
Bild 6 – Klemmvorrichtung	23
Bild 7 – Flacher Kegelstumpf	25
Bild 8 – Schematische Darstellung der Geräte zur Produktion, zum Auffangen und zur Analyse von Gasen	29
Bild B.1 – Entfernung eines Segments der Isolierhülle	33
Bild B.2 – Position der Folienüberlappung	34
Bild – D.1	36

Tabellen

Tabelle 1 – Zulässige Abweichungen der Temperaturwerte	9
Tabelle 2 – Parameter für die Kälte-Schlagprüfung	10
Tabelle 3 – Anforderungen an die Wickelprüfung	20
Tabelle 4 – Anzahl der Kabel und Leitungen im Bündel	27
Tabelle 5 – Anzuwendende Bestimmungsverfahren	28
Tabelle 6 – CCz-Werte verschiedener Gase	30
Tabelle F.1 – Prüfverfahren, Messung, Anforderungen	43
Tabelle F.2 – Sequenzielles Prüfprogramm	44

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (prEN 50305:2018) wurde von der Arbeitsgruppe 12 „Bahnleitungen“ für das technische Komitee CENELEC TC 20 „Kabel und isolierte Leitungen“ als Teil des Gesamtprogramms der Arbeiten im Technischen Komitee CENELEC TC 9X „Elektrische und elektronische Anwendungen für Bahnen“ bearbeitet.

Dieses Dokument ist derzeit zur Umfrage eingereicht.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene angekündigt werden muss (doa): dor + 6 Monate
- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): dor + 12 Monate
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): dor + 36 Monate (bei der Abstimmung zu bestätigen oder zu ändern)

Dieses Dokument wird EN 50305:2002 ersetzen.

prEN 50305:2018 enthält die folgenden wesentlichen technischen Änderungen gegenüber EN 50305:2002:

- EN 50305 wurde um die neue Kabel- und Leitungsnorm EN 50382-1 ergänzt;
- Der Abschnitt zur Langzeitalterungsprüfung wurde verbessert und an das gesamte Produktspektrum angepasst;
- Die Anforderungen wurden genauer formuliert und enthalten zusätzliche Informationen für Prüflaboratorien;
- Die Definition von halogenfrei in Anhang F und die Beschreibung der Elementaranalyse zur Bestimmung von Halogenen in Anhang G wurden von der Produktnorm (EN 60306-Reihe) in EN 50305 verschoben.

Einleitung

Die Bahnindustrie befasst sich im Allgemeinen mit dem Transport von Menschen und Gütern. Daher ist es erforderlich, ein hohes Sicherheitsniveau zu erzielen, auch wenn Fehler auftreten, die, aus welchen Gründen auch immer, mit einem Brand einhergehen und den Bahnbetrieb beeinträchtigen können.

Von daher gesehen ist es notwendig, für die Verwendung in Bahnbereichen Kabel und Leitungen vorzusehen, die bei Beschädigung von Kabeln und Leitungen durch einen Brand die Gefahr für Reisende minimieren, unabhängig davon, ob der Brand durch äußere Einwirkung oder innerhalb des elektrischen Systems verursacht wird.

In den Europäischen Normen EN 50264, EN 50306 und EN 50382-1 werden Kabel und Leitungen beschrieben, die im Falle eines Brandes das Risiko für Reisende einschränken und die Sicherheit der Bahnen allgemein verbessern. Sie umfassen Kabel und Leitungen auf der Basis halogenfreier Werkstoffe für die Verwendung in Schienenfahrzeugen.

Eine separate Europäische Norm, EN 50264, umfasst Kabel und Leitungen für ähnliche Anwendungen mit Nennspannungen bis 3,6/6 kV mit einer Leitertemperatur von 90 °C, aber mit Standard- und mittleren Wanddicken von Isolierung und Mantel, und sieht einen maximalen Leiterquerschnitt von 400 mm² vor.

Eine separate Europäische Norm, EN 50382-1, umfasst Kabel und Leitungen für ähnliche Anwendungen mit Nennspannungen bis 3,6/6 kV mit einer Leitertemperatur von 120 °C und 150 °C und sieht einen maximalen Leiterquerschnitt von 400 mm² vor.

EN 50306 umfasst eine Reihe von Kabeln und Leitungen mit und ohne Ummantelung und mit reduzierten Isolierwanddicken und ist eingeschränkt auf eine Nennspannung von 300 V gegen Erde und einen maximalen Leiternennquerschnitt von 2,5 mm².

Diese Norm EN 50305 beschreibt spezielle Prüfverfahren, die für Kabel und Leitungen nach EN 50264, EN 50306 und EN 50382-1 gelten.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument legt besondere Prüfverfahren für Kabel und Leitungen und die dazugehörigen Isolier- und Mantelwerkstoffe fest, die für die Verwendung in Schienenfahrzeugen bestimmt sind. Diese Kabel und Leitungen sind in den verschiedenen Teilen von EN 50264, EN 50306 und **EN 50382-1** genormt.

Weitere Prüfverfahren für Kabel und Leitungen für Schienenfahrzeuge und ihre Isolier- und Mantelwerkstoffe sind in **Anhang A** aufgeführt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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).

EN 50264-1, *Bahnanwendungen – Starkstrom- und Steuerleitungen für Schienenfahrzeuge mit verbessertem Verhalten im Brandfall – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 50306-1, *Bahnanwendungen – Kabel und Leitungen für Schienenfahrzeuge mit verbessertem Verhalten im Brandfall – Reduzierte Isolierwanddicken – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 50382-1, *Bahnanwendungen – Hochtemperaturkabel und -leitungen für Schienenfahrzeuge mit verbessertem Verhalten im Brandfall – Teil 1: Allgemeine Anforderungen*

EN 60228, *Leiter für Kabel und isolierte Leitungen*

EN 60332-3-24, *Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall – Teil 3-24: Prüfung der vertikalen Flammenausbreitung von vertikal angeordneten Bündeln von Kabeln und isolierten Leitungen – Prüfmethode C*

EN 60216-1, *Elektroisoliertstoffe – Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens – Teil 1: Warmlagerungsverfahren und Auswertung von Prüfergebnissen*

EN 60332-3-25, *Prüfungen an Kabeln, isolierten Leitungen und Glasfaserkabeln im Brandfall – Teil 3-25: Prüfung der Flammenausbreitung von vertikal angeordneten Bündeln von Kabeln und isolierten Leitungen – Prüfmethode D*

EN 60754-1, *Prüfung der bei der Verbrennung der Werkstoffe von Kabeln und isolierten Leitungen entstehenden Gase – Teil 1: Bestimmung des Gehaltes an Halogenwasserstoffsäure*

EN 60811 (alle Teile), *Allgemeine Prüfungen für Isolier- und Mantelwerkstoffe für Kabel und isolierte Leitungen*^{N1}

EN 62230, *Kabel und isolierte Leitungen – Durchlaufspannungsprüfung*

ISO 6349, *Gas analysis - Preparation of calibration gas mixtures – Permeation method*

ISO 8458-2, *Steel wire for mechanical springs – Part 2: Patented cold-drawn non-alloy steel wire*

^{N1} Nationale Fußnote: Korrekter englischer Titel lautet „Electric and optical fibre cables“, die entsprechende deutsche Übersetzung lautet „Kabel, isolierte Leitungen und Glasfaserkabel“.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach EN 50264-1, EN 50306-1 and EN 50382-1.

ISO und IEC stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- IEC Electropedia verfügbar unter <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online Browsing Platform verfügbar unter <http://www.iso.org/obp>

4 Anwendung, Probennahme, Vorbereitung der Proben und Prüfbedingungen

4.1 Geeignete Prüfungen

Für jede Kabel- und Leitungsbauart sind in den Aufbaunormen geeignete Prüfverfahren festgelegt.

4.2 Art der Prüfungen

Die Art der Prüfungen ist in den allgemeinen Anforderungen der Aufbaunormen festgelegt.

4.3 Probennahme

Die Größe und die Anzahl der für jede Prüfung zu entnehmenden Proben sind in dieser Norm oder in den Aufbaunormen festgelegt.

4.4 Vorbereitung der Proben

Die Herstellung der Proben muss nach den Festlegungen des jeweiligen Prüfverfahrens dieser Norm bzw. nach den Aufbaunormen erfolgen.

ANMERKUNG Es wird darauf aufmerksam gemacht, dass einige der Isoliersysteme, die für Bahnleitungen verwendet werden, zusammengesetzt sind (aus mehreren Lagen bestehen). Für diese Fälle sind spezielle Vorbereitungstechniken und Anforderungen in den einzelnen Aufbaunormen festgelegt.

4.5 Prüfbedingungen

4.5.1 Raumtemperatur

Die Prüfungen müssen bei Raumtemperatur im Bereich von 5 °C bis 35 °C durchgeführt werden, sofern in den einzelnen Prüfverfahren nichts anderes festgelegt ist.

4.5.2 Zulässige Abweichungen der Temperaturwerte

Die zulässigen Abweichungen der Temperaturwerte sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1 – Zulässige Abweichungen der Temperaturwerte

Festgelegte Temperatur (T) °C	Zulässige Abweichung °C
$-40 \leq T \leq 0$	± 2
$0 < T \leq 50$	Nach dem betreffenden Abschnitt
$50 < T \leq 150$	± 2
$T > 150$	± 3

4.5.3 Frequenz und Wellenform der Prüfwechselspannung

Sofern nichts anderes festgelegt ist, muss die Prüfwechselspannung eine Frequenz zwischen 49 Hz und 61 Hz haben, annähernd sinusförmig sein, und das Verhältnis zwischen der Spitzenspannung und dem Effektivwert muss $\sqrt{2}$ mit einer Grenzabweichung von $\pm 7\%$, betragen.

Die angegebenen Werte sind Effektivwerte.

4.5.4 Vorkonditionierung

Sofern nichts anderes festgelegt ist, müssen die Prüfungen nach mindestens 16 h nach der Extrusion oder ggf. der Vernetzung der Isolier- oder der Mantelmischung durchgeführt werden.

5 Mechanische Prüfungen

5.1 Kälte-Schlagprüfung

Die Kälte-Schlagprüfung muss nach [EN 60811-506:2012](#), 8.5, durchgeführt werden; jedoch müssen die Masse des Hammers, die dazwischen liegende Probe und die Fallhöhe der Tabelle 2 entsprechen.

Tabelle 2 – Parameter für die Kälte-Schlagprüfung

Durchmesser der Leitung (D) mm	Masse des Hammers g	Masse der dazwischen liegenden Probe g	Fallhöhe mm
$D \leq 15$	1 000	200	100
$15 < D \leq 25$	1 500	200	150
$D > 25$	2 000	200	200

Die innere und die äußere Oberfläche des Mantels bzw. der Isolierhülle von Kabeln und Leitungen ohne Mantel muss dann bei normalem oder korrigiertem Sehvermögen ohne Vergrößerung untersucht werden. Die Isolierhülle von Kabeln und Leitungen mit Mantel muss nur von außen untersucht werden.

5.2 Abriebbeständigkeit

Die Prüfung muss bei einer Temperatur von $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ mit einem Gerät, ähnlich wie in [Bild 1](#) gezeigt, durchgeführt werden.

Die Schneide muss entweder aus einer in einer geeigneten Halterung befestigten polierten Federstahlnadel mit einem Durchmesser von $(0,45 \pm 0,01)$ mm aus dem Werkstoff nach ISO 8458-2 ([Bild 1 b](#)) oder aus einer zur Leitungsachse im Winkel von 90° befestigten rechteckigen Stahlklinge ([Bild 1 a](#)) bestehen. Der Rahmen muss so angeordnet werden, dass die Schneide auf der Oberfläche der Ader, des Kabels oder der Leitung aufliegt und über eine Strecke von 10 mm bis 20 mm über die Oberfläche mit einer Frequenz von (55 ± 5) Zyklen je Minute reibt. Das Gerät muss mit einem Zählwerk ausgerüstet sein, das automatisch anhält, sobald die Schneide den Leiter oder den elektrischen Schirm berührt.

Bei Kabeln und Leitungen mit einem Durchmesser ≤ 6 mm muss die Nadel verwendet werden, bei Kabeln und Leitungen mit einem Durchmesser > 6 mm, sofern in den Aufbaunormen nichts anderes festgelegt ist, die Stahlklinge.

Die Belastung der Schneide muss in den Aufbaunormen festgelegt sein.

Die Probe muss aus einer/einem 0,75 m langen Ader, Kabel oder Leitung bestehen.

Die Probe muss mit Hilfe von zwei Klemmen sicher auf der Platte gehalten werden.

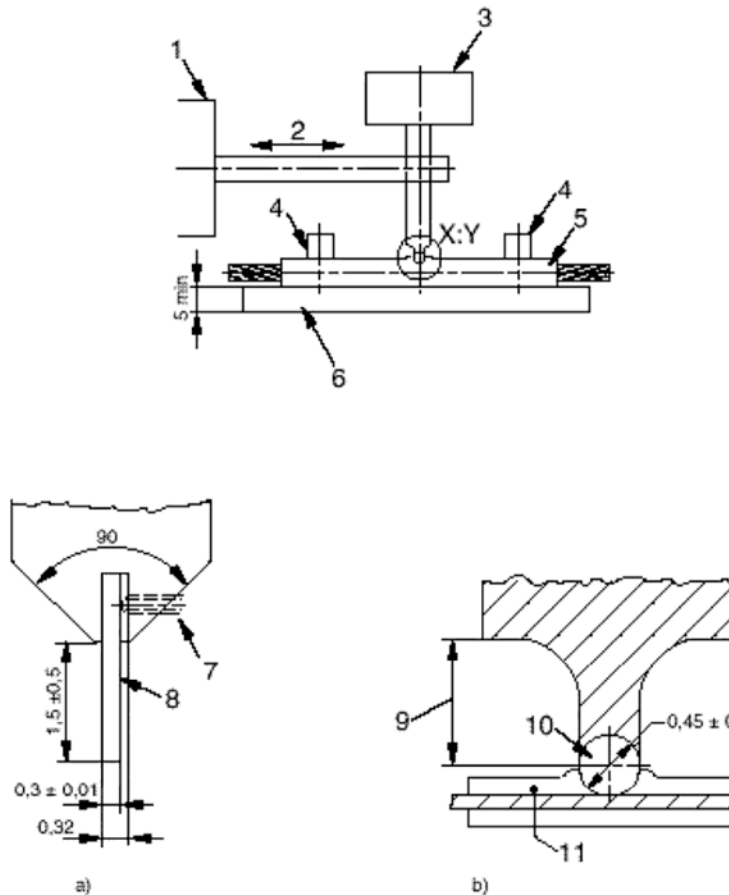
An jeder Probe müssen vier Prüfungen vorgenommen werden. Nach jeder einzelnen Prüfung muss die Probe etwa 100 mm weitergeschoben und um 90° im Uhrzeigersinn gedreht werden.

Bei 2- und 3-adrigen sowie bei nicht vollkommen runden Kabeln und Leitungen, sollte die Schneide auf die höchsten Punkte des Leitungsumfangs aufgesetzt werden.

Jede Prüfung ist beendet, wenn die Schneide den Leiter oder den elektrischen Schirm berührt.

Als Maß für die Abriebbeständigkeit gilt der Mittelwert der Anzahl an Zyklen der vier Prüfungen.

Maße in Millimeter



a) Ausschnitt X

(Kanten nicht gebrochen bzw. gerundet, ohne Grat)

b) Ausschnitt Y

Legende

1	Hubaggregat	7	Feststellschraube
2	Hub	8	Reibschneide
3	Belastungsgewicht	9	Schulter von ausreichender Tiefe zur Prüfung der Isolation
4	Klemme	10	Federstahlnadel
5	Probe	11	Probe
6	Auflageplatte		

Bild 1 – Anordnung für die Abriebprüfung der Isolierhülle und des Mantels

5.3 Weiterreiß-Widerstand

Drei Proben des Kabels oder der Leitung müssen, in einer Ebene senkrecht zum Leiter, bis auf eine Tiefe von 0,05 mm der Isolierhülle oder des Mantels eingekerbt werden, und zwar an vier gleichmäßig über den Umfang verteilten und je 25 mm voneinander entfernten Stellen.

Bei 2- und 3-adrigen Kabeln und Leitungen und bei Kabeln und Leitungen, die nicht vollkommen rund sind, sollten die Kerben auf den höchsten Punkten der Leitung angebracht werden.

Eine der Proben muss bei -15 °C , eine bei Raumtemperatur und eine bei 85 °C jeweils für die Dauer von 3 h konditioniert werden und anschließend bei der Konditionierungstemperatur auf einen Dorn gewickelt werden, der einen Durchmesser des $(3 \pm 0,3)$ -fachen des festgelegten Mindestwertes des Durchmessers des Kabels oder der Leitung hat. Die eingekerbte Probe muss so um den Dorn gewickelt werden, dass mindestens eine Kerbe auf der Außenseite des gewickelten Kabels platziert ist.

Die Probe muss Raumtemperatur annehmen und sodann der in 6.2 festgelegten Spannungsprüfung mit der halben Nennspannung U_0 unterzogen werden.

5.4 Geschmeidigkeit (nur zutreffend für Kabel und Leitungen nach EN 50306)

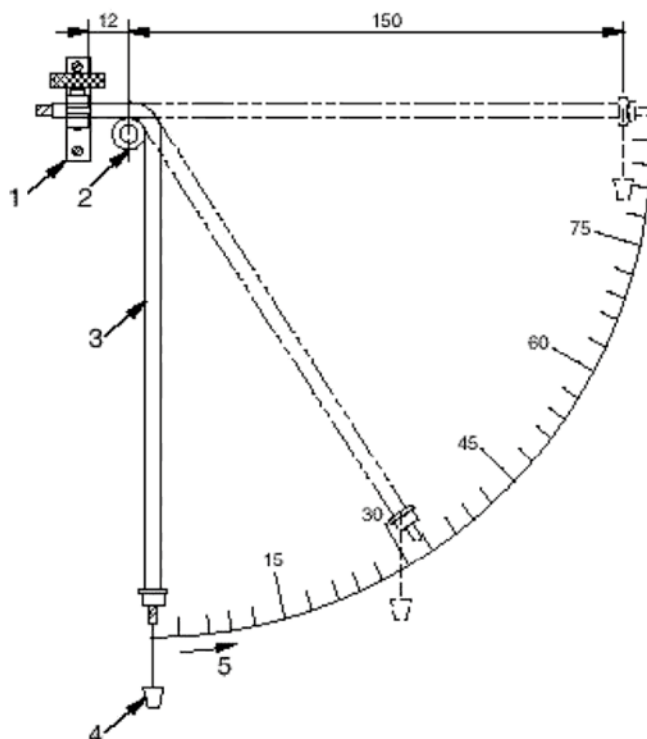
Von einer einzelnen Produktlänge (z. B. Leitungsring) sind hintereinander Proben von etwa 200 mm Länge abschneiden.

Jede Probe 24 h ist senkrecht in einem Wärmeschrank aufzuhängen und am freien Ende mit einem Gewicht zu belasten. Das Gewicht und die Temperatur des Ofens müssen den Festlegungen in den Aufbaunormen entsprechen. Die Proben sind unmittelbar nach der Entnahme aus dem Ofen bei der in den Aufbaunormen festgelegten Temperatur, relativen Luftfeuchte und Dauer lagern.

Jede Probe ist mit der in Bild 2 gezeigten Prüfeinrichtung zu prüfen, wobei der Durchmesser des Dorns dem Mindestwert des zulässigen Biegedurchmessers entsprechen muss, sofern in den Aufbaunormen nichts anderes festgelegt ist. An der Probe ist in der in Bild 2 gezeigten Position eine Masse anzubringen und stufenweise steigern, die ausreicht, die Leitung in einem Winkel von $(90 \pm 1)^\circ$ nach unten zu biegen.

Es ist sicherzustellen, dass die Probe 5 min in dieser Stellung verbleibt, und der Wert der Masse ist zu notieren. Anschließend ist die Masse zu entfernen, so dass die Probe in die Richtung der Ausgangsposition zurückkehrt. 5 min nach Entfernung der Masse ist die Länge des Rückfederwinkels zu notieren.

Maße in Millimeter/Skala in Grad



Legende

- 1 Klemme
- 2 Dorn
- 3 Probe
- 4 Massebehälter
- 5 Rückfederwinkel

Bild 2 – Gerät für die Prüfung der Geschmeidigkeit

5.5 Abisolierbarkeit und Haftung der Isolierhülle (nur zutreffend für Kabel und Leitungen nach EN 50306)

5.5.1 Abisolierbarkeit

Von jedem Ende einer 50 mm langen Probe müssen sich 5 mm der Isolierhülle mit Hilfe einer herkömmlichen Abisolierzange leicht abziehen lassen.

5.5.2 Haftung

Drei Proben von jeweils 50 mm Länge müssen in regelmäßigen Abständen von einer 3 m langen Prüflänge einer Ader, eines Kabels oder einer Leitung abgeschnitten werden.

Die Isolierhülle jeder Probe muss von einem Ende im Abstand von 5 mm und 30 mm eingeschnitten werden. Die Isolierhülle muss von den Schnitten bis zu dem jeweiligen Ende der Probe abgezogen werden, so dass die Isolierhülle zwischen den beiden Schnitten unbeschädigt bleibt. Der Leiter muss dann durch eine kalibrierte Bohrung gesteckt werden, deren Durchmesser dem des Leiters + 0,05 mm entspricht (siehe Bild 3).

Mit einer Zuggeschwindigkeit von (100 ± 10) mm/min muss so lange eine Kraft auf den Leiter ausgeübt werden, bis er innerhalb der Isolierhülle gleitet. Die Kraft (F), die notwendig ist, um das Gleiten zu erzeugen, muss notiert werden.

Maße in Millimeter

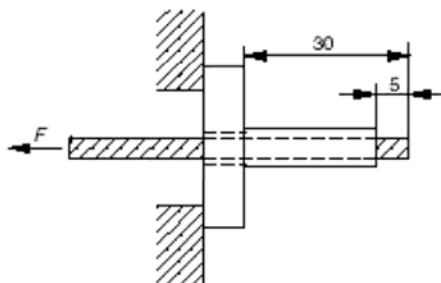


Bild 3 – Einrichtung für die Haftungsprüfung

5.6 Dynamische Durchdringungsprüfung (nur zutreffend für Kabel und Leitungen nach EN 50306)

Eine Zugprüfmaschine (oder ein gleichwertiges Gerät) muss im Druckbetrieb betrieben und mit einer Einrichtung ausgerüstet werden, die es erlaubt, die Kraft für die Durchdringung der Isolierhülle oder des Mantels der Probe eines fertigen Kabel oder einer fertigen Leitung mit der Federstahlnadel (siehe Bild 1 b)) aufzuzeichnen. Es muss ein Stromkreis mit einer Kleinspannung, der die Prüfung beendet, sobald die Schneide durch die Isolierhülle oder den Mantel schneidet und Kontakt mit dem Leiter oder dem elektrischen Schirm herstellt, hergestellt werden.

Die Prüfung ist bei der in den Aufbaunormen festgelegten Temperatur durchzuführen. Die auf die Schneide wirkende Kraft zur Durchdringung der Isolierhülle oder des Mantels muss konstant entsprechend den Festlegungen in den Aufbaunormen erhöht werden, bis ein Kontakt mit dem Leiter oder dem metallenen Schirm hergestellt ist. An jeder Probe sind vier Prüfungen durchzuführen und es muss die gemessene Kraft zum Zeitpunkt des elektrischen Kontakts aufgezeichnet werden. Zwischen jeder Prüfung ist die Probe mindestens 25 mm vorzurücken und dabei jeweils um 90° im Uhrzeigersinn drehen.

Bei 2- und 3-adrigen sowie bei nicht vollkommen runden Kabeln und Leitungen sollte die Schneide auf die höchsten Punkte des Leitungsumfangs aufgesetzt werden.

Der Mittelwert der vier Ergebnisse darf den festgelegten Mindestwert nicht unterschreiten.

6 Elektrische Prüfungen

6.1 Leiterwiderstand

Der elektrische Widerstand eines jeden Leiters muss an einer mindestens 1 m langen Kabel- oder Leitungsprobe gemessen werden und die Länge dieser Probe muss gemessen werden.

Falls erforderlich, muss eine Korrektur auf 20 °C und eine Länge von 1 km nach folgender Gleichung vorgenommen werden:

$$R_{20} = R_t \times \frac{254,5}{234,5 + t} \times \frac{1000}{L}$$

Dabei ist

- t = Temperatur der Probe zum Zeitpunkt der Messung in Grad Celsius;
- R_{20} = Widerstand bei 20 °C, in Ohm/Kilometer;
- R_t = Widerstand eines Kabels oder einer Leitung der Länge L (in Metern) bei t (in °C) in Ohm;
- L = gemessene Länge des Kabels oder der Leitung, in Metern.

Der gemessene Widerstand darf nicht größer sein als der in EN 60228 oder in den Aufbaunormen festgelegte Wert.

6.2 Spannungsprüfung an dem vollständigen Kabel oder der vollständigen Leitung

6.2.1 Kabel und Leitungen ohne metallene Lage

Bei Kabeln und Leitungen, die keine metallene Lage besitzen, muss eine Probe im Lieferzustand mindestens 1 h in Wasser gelagert werden. Die Länge der Probe, die Temperatur des Wasserbades und die Dauer der Spannungsbeaufschlagung müssen den Festlegungen in den Aufbaunormen entsprechen.

Im Wechsel muss zwischen jedem Leiter und allen anderen miteinander verbundenen Leitern und dem Wasser die Spannung angelegt werden.

6.2.2 Kabel und Leitungen mit einer oder mehreren metallenen Lagen

- a) Bei Kabeln und Leitungen mit einer metallenen Lage muss eine Probe mit der in den Aufbaunormen festgelegten Länge entnommen werden.

Im Wechsel muss zwischen jedem Leiter und allen anderen miteinander verbundenen Leitern und der metallenen Lage die Spannung angelegt werden.

Die Spannung und die Dauer der Spannungsbeaufschlagung sind für jeden Fall in der Aufbaunorm angegeben.

- b) Bei Kabeln und Leitungen mit mehr als einem geschirmten und ummantelten Verseilelement muss eine Probe der vollständigen Leitung mit der in den Aufbaunormen festgelegten Länge entnommen werden.

Zwischen jedem Schirm und den anderen Schirmen und allen anderen miteinander verbundenen Leitern muss im Wechsel die Spannung angelegt werden.

Die Spannung und die Dauer der Spannungsbeaufschlagung sind für jeden Fall in der Aufbaunorm angegeben.

6.3 Spannungsprüfung am Mantel

Die Prüfung muss an Kabeln und Leitungen mit Mantel, die unter dem Mantel einen metallenen Schirm oder ein Geflecht besitzen, durchgeführt werden.

Eine Länge eines vollständigen Kabels oder einer vollständigen Leitung muss in Wasser gelagert werden und es muss entweder eine Prüfwechsel- oder eine Prüfgleichspannung zwischen dem metallenen Schirm oder dem Geflecht und dem Wasser angelegt werden.

Die Probenlänge, die Prüftemperatur, die Spannungshöhe und die Dauer der Beaufschlagung müssen den Festlegungen in den Aufbaunormen entsprechen.

6.4 Isolationswiderstand

6.4.1 Prüfung bei Raumtemperatur

Die Prüfung muss an Aderproben von 5 m Länge durchgeführt werden, die vorher der Prüfung nach 6.2.1 unterzogen worden sind.

Die Probe muss in ein Wasserbad getaucht werden, das Raumtemperatur besitzt, wobei beide Enden etwa 0,25 m aus dem Wasser herausragen. Die Dauer der Lagerung muss mindestens 1 h betragen.

Eine Gleichspannung zwischen 80 V und 500 V muss zwischen Leiter und Wasser angelegt werden.

Eine Minute nach Anlegen der Spannung muss der Isolationswiderstand gemessen werden und dieser Wert muss auf 20 °C korrigiert und auf 1 km bezogen werden.

6.4.2 Prüfung bei erhöhter Temperatur

Die Prüfung muss an Aderproben von 5 m Länge durchgeführt werden.

Die Probe muss in ein Wasserbad getaucht werden, das vorher auf 90 °C erwärmt worden ist, wobei beide Enden etwa 0,25 m aus dem Wasser herausragen. Die Dauer der Lagerung muss mindestens 1 h betragen.

Eine Gleichspannung zwischen 80 V und 500 V muss zwischen Leiter und Wasser angelegt werden.

Eine Minute nach Anlegen der Spannung muss der Isolationswiderstand gemessen werden und dieser Wert muss auf 1 km bezogen werden.

6.5 Durchlaufspannungsprüfung

6.5.1 Allgemeines

Die Prüfung muss als Stückprüfung nach [EN 62230](#) entweder an Lieferlängen oder an Fertigungslängen vor der Aufteilung in Lieferlängen durchgeführt werden.

Die Prüfung muss entweder an Adern oder am Mantel von Kabeln und Leitungen durchgeführt werden, die unter dem Mantel einen metallenen Schirm oder ein Geflecht besitzen.

6.5.2 Verfahren

Prüfanforderungen: Kabel und Leitungen müssen der in den betreffenden Aufbaunormen festgelegten Spannungsprüfung, ohne Fehler der Isolierhülle oder des Mantels, soweit zutreffend, genügen. Der Durchlaufspannungsprüfer muss ein Loch in der Isolierhülle oder dem Mantel entdecken, das einen Durchmesser gleich oder größer als der halbe Wert der festgelegten Isolier- bzw. Mantelwanddicke besitzt. Die Erholungszeit des Durchlaufspannungsprüfers darf nicht mehr als eine Sekunde betragen.

Prüfspannung: Die an dem Durchlaufspannungsprüfer angelegte Spannung darf eine Starkstromwechsel- oder Starkstromgleichspannung, eine hochfrequente Spannung oder eine Spannung anderer Form sein.

Die Höhe und die Dauer der Spannung müssen so gewählt werden, dass durch das eingesetzte Elektroden-System und die Geschwindigkeit des Kabels oder der Leitung durch den Durchlaufspannungsprüfer die Prüfanforderungen voll erfüllt sind.

Ein Referenzverfahren für den Nachweis der Wirksamkeit des Durchlaufspannungsprüfungs-Vorrichtung ist in [Anhang B](#) angegeben.

6.6 Oberflächenwiderstand

Die Probe muss wie folgt vorbereitet werden.

Jede Probe muss zwei ringförmige Elektroden haben, die wie in [Bild 4](#) gezeigt befestigt sein müssen. Die Elektroden müssen aus Kupferdrähten mit einem Durchmesser von etwa 1,8 mm bestehen und im mittleren Teil der Probe mit einem Abstand der inneren Windungen von etwa 50 mm angeordnet sein. Bei der Anbringung der Elektroden ist es wichtig, starke Einprägungen der Drähte in die Schutzhülle zu vermeiden.

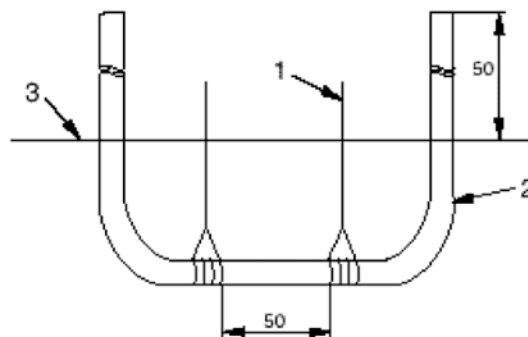
Die Proben mit ihren befestigten Elektroden müssen in einem Wasserbad mit einer Temperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ 4 h gelagert werden, wobei die Enden der Proben etwa 50 mm über der Oberfläche des Wassers herausragen.

Nach Beendigung dieses Vorgangs müssen die Probestücke aus dem Wasser genommen werden und das überschüssige Wasser muss von der Oberfläche entfernt werden.

Die so vorbereiteten Proben müssen unmittelbar danach einer Wechselspannungsprüfung mit 2,0 kV, angelegt zwischen den Elektroden, unterzogen werden. Mit einem geeigneten Strommessgerät muss der Ableitstrom zwischen den Elektroden etwa 30 s nach Anlegen der Spannung gemessen werden.

Unmittelbar nach der Bestimmung des Ableitstroms muss die Spannung zwischen den Elektroden mit konstanten Schritten von 100 V/s gesteigert werden, bis ein Durchschlag auftritt oder die in den betreffenden Aufbaunormen festgelegte Spannungsgrenze überschritten ist.

Maße in Millimeter



Legende

- 1 Kupferdraht
 - 2 Probe
 - 3 Wasserspiegel
- Maße in Millimeter

Bild 4 – Anordnung der Elektroden auf der Probe

6.7 Gleichspannungsbeständigkeit

Eine Probe von mindestens 5 m Länge muss in destilliertem Wasser, das 3 % NaCl enthält, eingetaucht lagern. Zusätzlich müssen wenigstens 300 mm der Probe an beiden Enden aus dem Wasser herausragen. Das Salzwasserbad muss (240 ± 2) h auf einer erhöhten Temperatur von $(85 \pm 2) ^\circ\text{C}$ gehalten und die festgelegte Spannung zwischen Leiter und Salzwasserbad angelegt werden, wobei der Leiter am negativen Potential anliegen muss. Die Prüfung muss dann mit einer neuen Probe wiederholt werden, wobei der Leiter am positiven Potential anliegen muss.

Der im Stromkreis fließende Strom muss während der Prüfung in regelmäßigen Abständen von nicht mehr als 24 h gemessen werden. Eine kontinuierliche Messung, sofern möglich, wird bevorzugt.

Die Messwerte müssen in einer Strom-Zeit-Kurve aufgezeichnet werden und das Erreichen eines stabilen Verlaufs erkennen lassen.

ANMERKUNG Ein stabiler Verlauf ist z. B. ein Anstieg von weniger als 10 % des Ableitstroms im Mittel über jeweils 24 h (dies ist Gegenstand der Überprüfung auf der Grundlage praktischer Erfahrungen).

Nach Beendigung der Wasserlagerung müssen die Proben aus dem Salzwasserbad genommen und der in 6.2 festgelegten Spannungsprüfung unterzogen werden; als Prüfspannung muss jedoch die Nennspannung (U) des Kabels oder der Leitung verwendet werden, sofern nichts anderes festgelegt ist.

6.8 Durchschlagfestigkeit

Eine 5 m lange Probe des Kabels oder der Leitung muss für die in den Aufbaunormen festgelegte Dauer in ein Wasserbad getaucht werden, das auf einer Temperatur von $(20 \pm 5) ^\circ\text{C}$ gehalten wird, wobei zusätzlich mindestens 150 mm lange Enden aus dem Wasser herausragen müssen. Die Spannungsprüfung nach 6.2 muss 1 min zwischen Leiter und Wasser vorgenommen werden. Die Prüfspannung muss den Festlegungen in den Aufbaunormen entsprechen. Unmittelbar danach muss die Spannung in Schritten von 500 V nach jeweils 30 s gesteigert werden, bis ein zerstörender Durchschlag erfolgt.

Der aufgezeichnete Wert muss den vorgeschriebenen Mindestwert überschreiten.

7 Alterung und thermische Prüfungen

7.1 Verträglichkeit

Proben des vollständigen Kabels oder der vollständigen Leitung müssen in Übereinstimmung mit den in den betreffenden Aufbaunormen festgelegten Zeiten und Temperaturen gealtert werden. Die Prüfung muss mit EN 60811-401 für einlagige Isolierhüllen übereinstimmen. Für mehrlagige Isoliersysteme sind in den betreffenden Aufbaunormen spezielle Techniken angegeben (siehe 4.4).

7.2 Langzeitalterung

7.2.1 Allgemeines

Dieses Prüfverfahren umfasst eine standardisierte Prüfung und ein standardisiertes Verfahren für die Bestimmung der 20 000-h-Lebensdauer von Isolier- und Mantelwerkstoffen. Der gewählte Endpunkt ist eine Reißdehnung von 50 %. Eine kurze Erläuterung der Bedeutung und der Verwendung der Prüfung ist in Anhang C angegeben.

Um einen repräsentativen Wert für die gelieferten Kabel und Leitungen zu erhalten und Vergleichsdaten zu liefern, müssen Prüfungen der Isolierung an Proben isolierter Adern vorgenommen werden. Von einem Kabel oder einer Leitung ausreichender Größe muss der Mantel entfernt werden, so dass die Probe nach dem Polieren zur Beseitigung von Eindrücken den Anforderungen von IEC 60811-501 entspricht (Mehrschichtsysteme erfordern daher die Prüfung großer Querschnitte). So können Kunden bei Bedarf das Verhalten der gelieferten Kabel oder Leitungen überprüfen. Das an Kabeln oder Leitungen mit kleinem Querschnitt nachgewiesene Alterungsverhalten gilt als repräsentativ für Kabel bzw. Leitungen mit der gleichen Ausführung und den gleichen Werkstoffen.

7.2.2 Zusammenfassung des Prüfverfahrens

Drei oder vier Probensätze einer vorliegenden Kabel- oder Leitungsprobe werden bei verschiedenen festen Temperaturen gelagert. Zu bestimmten Zeiten wird ein Probensatz herausgenommen und jede Probe wird auf einen 1-D-Dorn gewickelt, um eine Biegebeanspruchung von 50 % zu simulieren; sodann wird sie in ein Wasserbad getaucht und dort einer Spannungsprüfung unterzogen. Ein 6-D-Dorn oder ein Dorn mit den Werten von Tabelle 3 darf als Alternative verwendet werden, da dies den kleinsten Biegeradius darstellt, der für die Installation erlaubt ist. Die Proben werden entfernt, bis ein Fehler auftritt.

Die Dauerbeständigkeit bei verschiedenen Temperaturen wird auf der Basis der Arrhenius-Gleichung analysiert, welche die Beanspruchungsdauer bis zum Fehler in Beziehung zum Kehrwert der absoluten Temperatur bei der Beanspruchung setzt. Das Verfahren basiert auf EN 60216-1.

Mithilfe einer ersten Schnellprüfung bei $180 ^\circ\text{C} \pm 2 ^\circ\text{C}$ werden die ungefähren Nennwerte des Kabels bestimmt. 45 Proben werden in den Ofen gegeben, nach 4 Tagen werden die ersten 3 Proben geprüft.

Täglich werden 3 Proben entnommen und geprüft, bis ein Fehler auftritt oder eine Dehnung von 50 % nicht mehr erreicht wird. Basierend auf den Ergebnissen der Schnellprüfung werden ausreichende Probensätze einer gegebenen Probe isolierten Drahtes oder Mantels mehreren festgelegten Temperaturen ausgesetzt, wobei die niedrigste Temperatur so gewählt wird, dass mindestens 5 000 h bis zum Erreichen des Endpunktes vergehen. In angemessenen Intervallen werden Proben entnommen und geprüft, durch Wickeln der Probe entweder um einen 1-D-Dorn oder um sich selbst, um eine Dehnung von 50 % anzuwenden; anschließend werden elektrische Prüfungen durchgeführt, bzw. Dehnprüfungen im Falle von Ummantelungen. Unter Verwendung der in EN 60216-1 beschriebenen Verfahren wird die Zeit bis zum Fehler bei verschiedenen Temperaturen verwendet, um ein Arrhenius-Diagramm zur Bestimmung des Nennwertes der Bruchdehnung von 20 000h/50 % zu erstellen. Die bisherige Konvention schreibt vor, dass der Nennwert mindestens 20 °C über der festgelegten Dauergebrauchstemperatur liegen muss. Kabel und Leitungen nach EN 50264-1 für den Dauereinsatz bei 90 °C erfordern eine Isolierung und einen Mantel, welche mindestens 110 °C/20 000 h erreichen.

7.2.3 Gerät

Die Alterung muss in einem Umluftwärmeschrank erfolgen, der die allgemeinen Anforderungen nach EN 60811-401 erfüllt und bei der geforderten Temperatur arbeiten kann. Die Höhe des Innenraums des Wärmeschranks muss mindestens 500 mm betragen.

Für die Aufnahme der Kabel- und Leitungsproben muss ein Gestell vorgesehen werden. Ein einfaches kann aus 6-mm-Stäben bestehen, die waagrecht etwa 25 mm unter der Decke des Wärmeschranks angeordnet sind. Diese können als ein Teil des Schranks oder als auswechselbares Gestell, das die Proben trägt, ausgebildet sein.

Zur Stabilisierung müssen Gewichte, ein jedes mit einem Haken, vorgesehen werden, um die Proben während der Alterung gestreckt zu halten. Geeignete Gewichte haben etwa die Hälfte der Gewichte derer bei der Wickelprüfung nach Tabelle 3. Es wird vorgeschlagen, diese Gewichte am unteren Ende ebenfalls mit Haken zu versehen, so dass ein Zusatzgewicht, das für die Aufwicklung auf dem Dorn gefordert wird, hinzugefügt werden kann, ohne dass die Gewichte für die Stabilisierung entfernt werden müssen.

Die Alterung muss in einem Umluftwärmeschrank erfolgen, der die allgemeinen Anforderungen nach EN 60811-401 erfüllt und bei der geforderten Temperatur arbeiten kann.

7.2.4 Verfahren

7.2.4.1 Proben

Jede Probe muss aus einer 300 mm bis 400 mm langen Ader bestehen, deren Isolierhülle frei von sichtbaren Mängeln sein muss. Es ist ratsam, die Isolierhülle an beiden Enden auf etwa 6 mm abziehen und eine Öse anzubringen, an der ein Gewicht angehängt werden kann. Die Öse muss so konstruiert sein, dass sie nicht nur den Leiter kontaktiert, sondern auch die Isolierhülle festklemmt, um ein Schrumpfen bei erhöhten Temperaturen zu verhindern. Bei der ersten Auswahl muss ein Dorn mit dem gleichen Durchmesser wie das geprüfte Kabel / die geprüfte Leitung verwendet werden, um eine Dehnung von 50 % zu erreichen. Die Prüfung nach der Alterung kann dann entweder mit einem 1-D- oder einem 6-D-Dorn oder mit einem Dorn mit einem Wert aus Tabelle 3 durchgeführt werden, um entweder Daten bei der üblichen Referenzdehnung von 50 % oder bei dem festgelegten Mindestbiegeradius für die Installation zu erzeugen. Im Prüfbericht muss die Dorngröße angegeben werden, auf dem die Prüfung nach Alterung durchgeführt wurde.

ANMERKUNG Dadurch wird die Prüfung einiger derzeit konformer Produkte ermöglicht.

7.2.4.2 Auswahl der Temperaturen und Aussetzungstemperaturen

Die Auswahl der Prüftemperaturen erfolgt in Stufen, indem die erwartete 20 000-h-Temperatur, wie in der Schnellprüfung bestimmt, im ersten Schritt um 20 °C und in zwei weiteren Schritten um weitere 10 °C bis 20 °C erhöht wird. Ergibt sich bei der höchsten Temperatur eine mittlere Lebensdauer unter 100 h, so ist eine zu hohe Prüftemperatur gewählt worden und die Ergebnisse sollten verworfen werden. Die Prüfung sollte bei einer tieferen Temperatur wiederholt werden.

Die Extrapolation auf eine Temperatur sollte nicht mehr als 25 °C unter der untersten Prüftemperatur für die Alterung erfolgen. Wird eine Extrapolation über 25 °C hinaus erforderlich, muss eine zusätzliche Alterungsserie bei einer noch niedrigeren Temperatur durchgeführt werden. Ergibt sich bei der untersten Prüftemperatur ferner eine mittlere Lebensdauer von weniger als 5 000 h, so müssen weitere Prüfungen bei niedrigeren Temperaturen durchgeführt werden, bis eine mittlere Lebensdauer von mindestens 5 000 h erreicht wird.

In der ersten Schnellprüfung wird die Anzahl der Tage bestimmt, die erforderlich sind, um die Bruchdehnung auf unter 50 % bei 180 °C zu verringern. Unter der Annahme, dass das Halbierungsintervall 10 °C beträgt, benötigt ein Kabel oder eine Leitung bei den erforderlichen 110 °C/20 000 h/50 % etwa 6,5 Tage bis zum Eintritt eines Fehlers. Bei Kabeln und Leitungen mit höheren Temperaturnennwerten tritt erst später ein Fehler ein.

7.2.4.3 Wickelvorgang

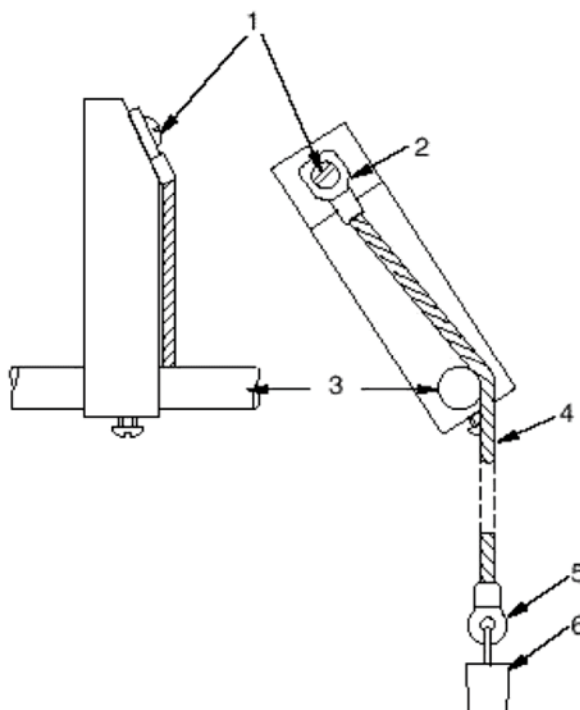
Nach jeder Lagerungsdauer ist die Gruppe der Proben aus dem Wärmeschrank zu entnehmen und auf Raumtemperatur abkühlen zu lassen.

Es muss ein Dorn vorgesehen werden, der waagrecht abgestützt und an einem Ende mit einer Kurbel versehen ist, um die Proben aufzuwickeln. Die Stange (der Kurbel) muss mindestens 600 mm oberhalb der waagerechten Arbeitsplatte abgestützt werden. Der Dorn muss mit einer geeigneten Vorrichtung zur Aufnahme des einen Endes der aufzuwickelnden Ader oder Leitung versehen werden. Ein Vorschlag für die Befestigung ist der Kurbelarm nach Bild 5. Der Durchmesser des runden Dorns und die Gewichte, die beim Wickeln am unteren Ende der Probestücke angebracht werden, müssen Tabelle 3 entsprechen.

Tabelle 3 – Anforderungen an die Wickelprüfung

Leiternennquerschnitt mm ²	Dorndurchmesser mm	Gewicht kg
0,5	13	0,50
0,75	15	0,50
1,0	20	0,75
1,5	20	0,75
2,5	25	1,00

ANMERKUNG Für andere Kabel und Leitungen als die der Reihe EN 50306-2 und wenn die Biegeprüfung an 1 D oder 6 D ausgewählt wird, werden das aufzubringende Gewicht und die anzulegende Spannung durch die Aufbaunormen vorgegeben.



Legende

- | | | | |
|---|--|---|-------|
| 1 | Befestigungsschraube | 4 | Probe |
| 2 | Lötfreie Anschlusslasche in Form eines Kabelschuhs | 5 | Öse |
| 3 | Dorn | 6 | Masse |

Bild 5 – Vorgeschlagenes Verfahren für die Befestigung der Aderprobe am Dorn

Ein Ende der Probe am Dorn befestigen. Das vorgeschriebene Zusatzgewicht an das untere Ende der Probe hängen. Der Dorn ist so zu drehen, dass die Probe zuerst in eine Richtung und dann in die entgegengesetzte Richtung aufgewickelt wird. Der Vorgang ist zu wiederholen. Die Ader bzw. das Kabel oder die Leitung muss beim Wickeln frei drehen und ihre eigene Position auf dem Dorn finden, jedoch mit der Einschränkung, dass die Ader bzw. das Kabel oder die Leitung in Kontakt mit dem Dorn bleiben muss und sich nicht übereinander wickeln darf. Die Wickelgeschwindigkeit muss mit einer Windung in 3 s bis 5 s gleichförmig sein. Eine motorische Wickelvorrichtung wird bevorzugt; das Wickeln darf jedoch von Hand erfolgen. Die Gewichte sind danach in der gleichen Geschwindigkeit zu entfernen und die Probe vom Dorn zu lösen.

7.2.4.4 Spannungsprüfung

Beide Enden der Probe sind zusammenschließen und bei Raumtemperatur für 1 h in ein Wasserbad zu tauchen, das 1 % Natriumchlorid (NaCl) enthält. Die Enden müssen 25 mm bis 30 mm über die Wasseroberfläche hinausragen.

Die Probe ist der in 6.2 festgelegten Wechselspannungsprüfung mit 1,5 kV zu unterziehen, sofern in den Aufbaunormen nichts anderes festgelegt ist.

7.2.4.5 Fortführung der Lagerung

Die vorliegende Probe muss nach Abschluss der Spannungsprüfung entsorgt werden.

7.3 Langzeitalterung von Mantel und Isolierung, wenn eine Wicklungsprüfung nicht möglich ist

Proben der Isolierung oder des Mantels von Kabeln und Leitungen müssen nach **EN 60216-1** gealtert werden, jedoch muss die Reißdehnung von drei Proben nach **EN 60811-501** nach jeder Aussetzungszeit geprüft und der Medianwert notiert werden. Das Verfahren für die Behandlung der Ergebnisse muss **EN 60216-1** entsprechen, bei der die Ausfallzeit bis zum Fehler auf einem Endpunkt einer 50-%-Reißdehnung basiert.

7.4 Ozonbeständigkeit

7.4.1 Elektrische Prüfung

Die Probe muss in mindestens 6 vollständigen Windungen auf einen zylindrischen Dorn mit dem Durchmesser des $(10 \pm 1,0)$ -fachen des Mindestdurchmessers des Kabels oder der Leitung gewickelt werden.

Die Anordnung muss der in den Aufbaunormen festgelegten Ozonbeaufschlagung ausgesetzt werden. Danach muss sie auf Risse untersucht und dann der in 6.2 festgelegten Spannungsprüfung unterzogen werden.

Die Untersuchung und die Spannungsprüfung müssen nach Abkühlung auf Umgebungstemperatur und vor Ablauf von 24 h durchgeführt werden.

7.4.2 Nicht-elektrische Prüfung

7.4.2.1 Prüfgerät und Prüfeinrichtungen

- a) Geeigneter Ozonprüfschrank mit gleichförmiger Ozonkonzentration.
- b) Schneideinrichtung für die Vorbereitung von Prüfstäben.
- c) Klemmvorrichtung nach **Bild 6** oder ähnliche Einrichtung.
- d) Zylindrische Dorne aus Holz oder Metall.
- e) Trockner gefüllt mit Silicagel oder einem gleichwertigen Werkstoff.

7.4.2.2 Auswahl und Schneiden der Probestücke

Es müssen, sofern möglich, drei Proben von mindestens 200 mm Länge der/des vollständigen Ader, Kabels oder Leitung verwendet werden, unter der Voraussetzung, dass jegliche Bedeckung der zu prüfenden Isolierhülle oder des zu prüfenden Mantels, ohne diese(n) zu beschädigen, entfernt worden ist.

Wenn es nicht möglich ist, die/das vollständige Ader, Kabel oder Leitung zu verwenden, müssen die Isolierhülle oder der Mantel in Längsrichtung aufgeschnitten und die erforderlichen drei Prüfstreifen von mindestens 5 mm und höchstens 10 mm Breite mit Hilfe der Schneideinrichtung nach 7.4.2.1 b) ausgeschnitten werden. Die Proben müssen, um unzulässige Erwärmung zu vermeiden, vorsichtig geschliffen oder geschnitten werden, um so Proben mit einheitlicher Dicke zu erhalten. Nach dem Schleifen oder Schneiden dürfen die Proben nicht weniger als 0,8 mm und nicht mehr als 2,0 mm dick sein.

7.4.2.3 Konditionierung und Vorbereitung der Probestücke

Die Proben müssen mit einem sauberen Tuch abgewischt werden, um Staub und/oder Feuchte zu entfernen, und mindestens 16 h in einem Trockner nach 7.4.2.1 e) gelagert werden.

Die aus einer/einem vollständigen Ader, Kabel oder Leitung bestehende Probe muss um einen Dorn nach 7.4.2.1 d) gewickelt werden. Der Durchmesser des Dorns muss $(2 \pm 0,1) D$ betragen (D = Außendurchmesser der Probe). Beide Enden der Probe müssen auf dem Dorn befestigt werden, um die Windungen in ihrer Position zu fixieren.

Maße in Millimeter

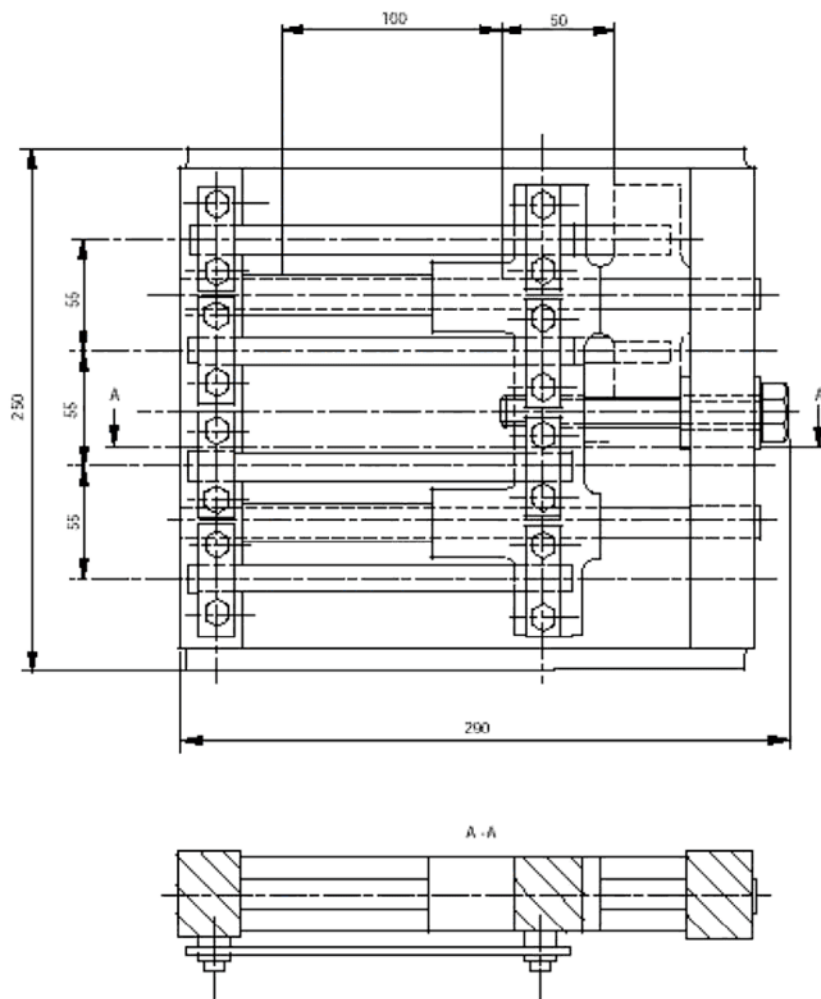


Bild 6 – Klemmvorrichtung

Die Prüfstreifen müssen an beiden Seiten so in der Klemmvorrichtung nach 7.4.2.1 a) eingeklemmt werden, dass sich eine freie Einspannlänge von 100 mm zwischen den Klemmen ergibt. Danach müssen die Prüfstreifen um $(33 \pm 2) \%$ gedehnt werden.

Um mögliche Ozonrisse in der Nähe der Klemmen zu vermeiden, dürfen die Prüfstreifen mit einem geeigneten ozonbeständigen Lack bedeckt werden.

7.4.2.4 Prüfverfahren

Die geforderte Anzahl an Proben, die nach 7.4.2.3 vorbereitet worden sind, muss im Wesentlichen in der Mitte des Prüfschranks nach 7.4.2.1 a) so gelagert werden, dass jede Probe von der anderen mindestens 20 mm entfernt ist; die Proben müssen dann der geforderten Ozonkonzentration ausgesetzt werden.

Die Ozonkonzentration muss im Prüfschrank gemessen werden und die übrigen Prüfbedingungen müssen den entsprechenden Festlegungen in den Aufbaunormen genügen.

Die Luft mit der geforderten Ozonkonzentration muss eine Fließgeschwindigkeit vom 0,2-fachen bis 0,5-fachen Volumen des Schranks je min haben. Um eine wirbelfreie Strömung entlang den Proben zu vermeiden, muss die Geschwindigkeit ≥ 500 mm/s betragen. Dies kann durch einen eingebauten Ventilator erreicht und mit einem Anemometer geprüft werden.

7.4.2.5 Anforderungen

Nach der festgelegten Prüfdauer müssen die Proben aus dem Prüfschrank entnommen werden; sie dürfen, während sie noch gedehnt sind, bei der Betrachtung mit normaler oder korrigierter Sehkraft keine Risse zeigen.

Risse in der Nähe des Befestigungspunktes auf dem Dorn und/oder bei der Verwendung von Prüfstreifen nahe bei den Klemmen müssen ignoriert werden.

7.5 Wärmedruckprüfung

Die Prüfung muss nach **EN 60811-508** mit der Abweichung durchgeführt werden, dass die Empfehlungen hinsichtlich der anzuwendenden Mindestwanddicke entfallen und die Proben von dem vollständigen Kabel oder der vollständigen Leitung genommen und der Spannungsprüfung nach **6.2** nach der Abkühlung auf Umgebungstemperatur und vor Ablauf von 24 h unterzogen werden müssen. Die Prüfspannung muss den Festlegungen in den Aufbaunormen entsprechen.

ANMERKUNG Für die Spannungsprüfung muss eine ausreichende Probenlänge genommen werden.

7.6 Schrumpfungsprüfung an der Isolierhülle

Das Prüfverfahren muss mit **EN 60811-502** übereinstimmen, jedoch mit der Ausnahme, dass die Länge der Ader 0,3 m betragen muss.

Die Probe muss in einem auf die vorgeschriebene Prüftemperatur vorgeheizten Wärmeschrank gelagert werden. Die Probe muss für die festgelegte Zeit im Wärmeschrank verbleiben. Danach muss die Probe herausgenommen werden und auf Umgebungstemperatur abkühlen.

Die größte Schrumpfung der Isolierhülle muss an beiden Enden gemessen werden.

7.7 Prüfung der Spannungsriß-Beständigkeit

7.7.1 Allgemeines

Die Beständigkeit gegen Spannungsrisse bei einer Prüftemperatur, die auf die thermische 20 000-h-Langzeitbeständigkeit des Kabels oder der Leitung bezogen ist, muss mit den Verfahren nach 7.7.2 bis 7.7.4 nachgewiesen werden.

7.7.2 Vorbereitung der Proben

Eine Probe in Form eines voll bewickelten Dorns muss vorbereitet werden. Der Dorn muss die Form eines Kegels haben (siehe **Bild 7**), auf dem das Kabel oder die Leitung Windung an Windung liegt und eine Spirale mit Biegedurchmessern von 6 mm bis 75 mm bildet.

Es wird empfohlen, dass der Dorn aus Metall mit einer glatten inaktiven Beschichtung ist.

Die Biegedurchmesser dürfen nicht kleiner als das 3-fache des festgelegten Minstdurchmessers des Kabels oder der Leitung oder kleiner als 6 mm sein, welcher Wert auch immer größer ist.

Der Kegel muss die Form eines Kegelstumpfes mit folgenden Maßen haben:

- Durchmesser der Grundfläche (75 ± 2) mm;
- Durchmesser des flachen Stumpfes (6 ± 0,5) mm;
- senkrechte Höhe (100 ± 6) mm.

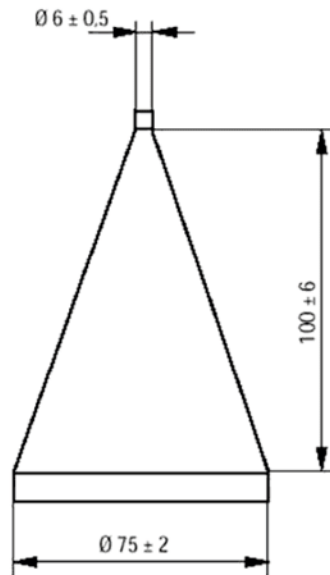


Bild 7 – Flacher Kegelstumpf

Geeignetes Zubehör zur Befestigung der beiden Probenenden in geeigneter Weise an der Grundplatte darf hinzugefügt werden.

7.7.3 Bestimmung der Prüftemperatur für die thermische 168-h-Alterung

Um die Prüftemperatur für die Spannungsriss-Beständigkeit zu bestimmen, auf die in 7.7.1 hingewiesen wird, muss die am besten passende Regressionsgerade der Arrhenius-Darstellung gewählt werden, die von der Langzeit-Alterungsprüfung (nach 7.2 für die Isolierhülle und nach 7.3 für den Mantel) gezogen worden ist (siehe z. B. [Anhang D](#)).

Eine Parallele muss durch den Punkt mit den Koordinaten von 20 000 h und 110 °C oder 125 °C für die höchste zulässige Betriebstemperatur von 90 °C bzw. 105 °C gezogen werden.

Für die Prüfung des Spannungsrissverhaltens muss für das betreffende Erzeugnis die Alterungstemperatur gewählt werden, die auf dieser Gerade mit dem 168-h-Punkt korrespondiert, abzüglich 8 °C.

Jedoch sollte die Prüftemperatur in keinem Falle größer als die höchste Prüftemperatur sein, die bei der Bestimmung der Darstellung nach Arrhenius verwendet worden ist.

ANMERKUNG Im Beispiel in [Anhang D](#) ist der 168-h-Punkt 182 °C, deshalb würde die Prüfung der Spannungsriss-Beständigkeit für dieses Produkt üblicherweise bei 174 °C erfolgen.

7.7.4 Prüfverfahren

Die Probe muss 168 h in einem Wärmeschrank nach [EN 60811-401](#) gealtert werden. Der Kegeldorn muss so in dem Wärmeschrank angeordnet werden, dass auf die Leitungsprobe kein Druck ausgeübt wird.

Die Probe muss bei der ausgewählten Temperatur gealtert werden (siehe 7.7.3) und anschließend auf Umgebungstemperatur abkühlen. Die unverändert gelassene Leitung muss dann ohne Störungen auf Risse untersucht werden.

Die Probe muss dann von dem Kegel abgewickelt, gerade gerichtet und erneut auf Risse untersucht werden. Die Probe muss in Abständen, die alle Windungen auf dem konischen Dorn erfassen, jeweils in einer