

	DIN EN 60684-2 (VDE 0341-2)	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 29.035.20 Ersatz für DIN EN 60684-2 (VDE 0341-2):2004-04 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Isolierschläuche – Teil 2: Prüfverfahren (IEC 60684-2:1997 + A1:2003 + A2:2005); Deutsche Fassung EN 60684-2:1997 + A1:2003 + A2:2005 Flexible insulating sleeving – Part 2: Methods of test (IEC 60684-2:1997 + A1:2003 + A2:2005); German version EN 60684-2:1997 + A1:2003 + A2:2005 Gaines isolantes souples – Partie 2: Méthodes d'essai (CEI 60684-2:1997 + A1:2003 + A2:2005); Version allemande EN 60684-2:1997 + A1:2003 + A2:2005 Gesamtumfang 91 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE NE Normenstelle Elektrotechnik im DIN		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 1997-07-01 angenommene EN 60684-2 gilt zusammen mit der am 2003-07-01 angenommenen Änderung A1 und der am 2005-12-01 angenommenen Änderung A2 als DIN-Norm ab 2006-08-01.

Daneben darf **DIN EN 60684-2 (VDE 0341-2):2004-04** noch bis 2008-12-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN IEC 60684-2/A2 (VDE 0341-2/A2):2003-04.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 181 „Anforderungen an elektrische Isolierstoffe“ (AK 181.0.5 „Isolierschläuche“) der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 15 „Standards on specifications for electrical insulating materials“ erarbeitet.

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

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

Die Änderungen von den Änderungen A1 und A2 sind eingearbeitet und am linken Rand mit einer/bzw. zwei senkrechten Linie/n gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60684-2 (VDE 0341-2):2004-04** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung der neuen Abschnitte 51 bis 57;
- b) Weitere Prüfverfahren zur Langzeit-Wärmealterung, zur Scherbeanspruchung, zum Abschälverhalten, zur Dichtigkeit und zur Abziehfestigkeit für doppelwandige Schläuche wurden hinzugefügt.

Frühere Ausgaben

DIN 40620-1:1946-03, 1952-07, 1958-11, 1959x-08, 1969-05

DIN 40620-2:1946-03, 1957-07, 1957-10, 1962-09, 1975-09

DIN 40621-1:1952-07, 1958-11, 1962-03

DIN 40621-2:1952-07, 1957x-10

DIN 40628-1:1975-11

DIN 40628-2:1975-11

DIN 40628-3:1975-11

DIN IEC 6068-2 (VDE 0341-2):1996-08

DIN EN 60684-2 (VDE 0341-2):1999-06, 2004-04

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 nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 323.2.20 S3:1988	IEC 60068-2-20:1979	DIN IEC 60068-2-20:1991-04	–
HD 429 S1:1983	IEC 60093:1980	DIN IEC 60093 (VDE 0303-30):1993-12	VDE 0303-30
HD 437 S1:1994	IEC 60212:1971	DIN IEC 60212 (VDE 0308-1):1995-09	VDE 0308-1
Normen der Reihe HD 611	Normen der Reihe IEC 60216	Normen der Reihe DIN VDE 0304	VDE 0304
HD 611.4.1 S1:1992	IEC 60216-4-1:1990	–	–
EN 60216-4-2:2000	IEC 60216-4-2:2000	DIN EN 60216-4-2 (VDE 0304-24-2):2001-04	VDE 0304-24-2
EN 60216-5:2003	IEC 60216-5:2003	DIN EN 60216-5 (VDE 0304-25):2003-10	VDE 0304-25
EN 60243-1:1998	IEC 60243-1:1998	DIN EN 60243-1 (VDE 0303-21):1999-03	VDE 0303-21
–	IEC 60250:1969	1)	1)
–	IEC 60426:1973	in Vorbereitung	in Vorbereitung
HD 380 S2:1987	IEC 60587:1984	DIN IEC 60587 (VDE 0303-10):1996-01	VDE 0303-10
HD 381 S1:1979	IEC 60589:1977	DIN VDE 0303-33 (VDE 0303-33):1991-04	VDE 0303-33
Normen der Reihe HD 523.3	Normen der Reihe IEC 60684-3 ²⁾	Normen der Reihe DIN IEC 60684-3 (VDE 0341-3)	VDE 0341-3
–	IEC 60695-6-30:1996	–	–
–	IEC 60754-1:1992	–	–
HD 602 S1:1992	IEC 60754-2:1991, mod.	DIN VDE 0472-813 (VDE 0472-813):1994-03	VDE 0472-813
–	ISO 5-1:1984	–	–

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	ISO 5-2:1991	–	–
–	ISO 5-3:1995	–	–
–	ISO 5-4:1995	–	–
–	ISO 37:1994	–	–
–	ISO 62:1980	–	–
Normen der Reihe EN ISO 105 EN 20105	Normen der Reihe ISO 105	Normen der Reihe DIN EN ISO 105 DIN EN 20105	–
–	ISO 105-A02:1993	–	–
–	ISO 105-B01:1994	–	–
–	ISO 182-1:1990	–	–
EN ISO 182-2:1999	ISO 182-2:1990	DIN EN ISO 182-2:2000-02	–
–	ISO 974:1980	–	–
–	ISO 1431-1:1989	–	–
–	ISO 2921:1982	–	–
–	ISO 3261:1975	–	–
–	ISO 4589-2-2:1994	–	–
EN ISO 4589-3:1996	ISO 4589-3:1996	DIN EN ISO 4589-3:1996-10	–
1) Sachlich abgedeckt durch DIN VDE 0303-6 (VDE 0303-6):1968-03			
2) Details siehe DIN EN 60684 Bbl 1 (VDE 0341 Bbl 1):1996-08			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60216-4-2 (VDE 0304-24-2):2001-04, *Elektroisolierstoffe – Thermische Langzeiteigenschaften – Teil 4-2: Wärmeschränke für die Warmlagerung – Präzisionswärmeschränke für Temperaturen bis 300 °C (IEC 60216-4-2:2000); Deutsche Fassung EN 60216-4-2:2000.*

DIN EN 60216-5 (VDE 0304-25):2003-10, *Elektroisolierstoffe – Eigenschaften hinsichtlich des thermischen Langzeitverhaltens – Teil 5: Bestimmung des relativen thermischen Lebensdauer-Indexes (RTE) von Elektroisolierstoffen (IEC 60216-5:2003); Deutsche Fassung EN 60216-5:2003.*

DIN EN 60243-1 (VDE 0303-21):1999-03, *Elektrische Durchschlagfestigkeit von isolierenden Werkstoffen – Prüfverfahren – Teil 1: Prüfungen bei technischen Frequenzen (IEC 60243-1:1998); Deutsche Fassung EN 60243-1:1998.*

Normen der Reihe: DIN EN ISO 105, *Textilien – Farbechtheitsprüfungen.*

DIN EN ISO 182-2:2000-02, *Kunststoffe – Bestimmung der Neigung von Formmassen und Erzeugnissen auf der Basis von Vinylchlorid-Homopolymeren und -Copolymeren, bei erhöhten Temperaturen Chlorwasserstoff und andere saure Produkte abzugeben – Teil 2: pH-Messgerät-Verfahren (ISO 182-2:1990); Deutsche Fassung EN ISO 182-2:1999.*

DIN EN ISO 4589-3:1996-10, *Kunststoffe – Bestimmung des Brennverhaltens durch den Sauerstoff-Index – Teil 3: Prüfung bei erhöhter Temperatur (ISO 4589-3:1996); Deutsche Fassung EN ISO 4589-3:1996.*

DIN IEC 60068-2-20, *Elektrotechnik – Grundlegende Umweltprüfverfahren – Teil 2-20: Prüfgruppe T: Löten; Identisch mit IEC 60068-2-20:1979 (Stand 1987).*

DIN IEC 60093 (VDE 0303-30), *Prüfverfahren für Elektroisolierstoffe – Spezifischer Durchgangswiderstand und spezifischer Oberflächenwiderstand von festen, elektrisch isolierenden Werkstoffen (IEC 60093:1980); Deutsche Fassung HD 429 S1:1983.*

DIN IEC 60212 (VDE 0308-1), *Standardbedingungen für die Anwendung vor und während der Prüfung von festen Elektroisolierstoffen (IEC 60212:1971); Deutsche Fassung HD 437 S1:1984.*

Normen der Reihe: DIN IEC 60216 (VDE 0304), *Leitlinie zur Bestimmung der thermischen Langzeiteigenschaften von Elektroisolierstoffen.*

DIN IEC 60587 (VDE 0303-10), *Prüfverfahren zur Bestimmung der Beständigkeit gegen Kriechwegbildung und Erosion von Elektroisolierstoffen, die unter erschwerten Bedingungen eingesetzt werden (IEC 60587:1984); Deutsche Fassung HD 380 S2:1986.*

Normen der Reihe: DIN IEC 60684-3 (VDE 0341-3), *Bestimmung für Isolierschläuche – Teil 3: Bestimmungen für einzelne Schlauchtypen.*

DIN VDE 0303-21 (VDE 0303-21), *Prüfverfahren zur Bestimmung der elektrischen Durchschlagfestigkeit von festen, isolierenden Werkstoffen – Teil 1: Prüfungen bei technischen Frequenzen (IEC 60243-1:1988, modifiziert + Corrigendum 1989); Deutsche Fassung HD 559.1 S1:1991.*

DIN VDE 0303-33 (VDE 0303-33), *Prüfung von Isolierstoffen – Prüfverfahren zur Bestimmung ionischer Verunreinigungen in Elektroisolierstoffen durch flüssige Auszüge; Identisch mit IEC 60589:1977 (Stand 1978).*

DIN VDE 0472-813 (VDE 0472-813), *Prüfung an Kabeln und isolierten Leitungen – Korrosivität von Brandgasen (IEC 60754-2:1991, modifiziert); Deutsche Fassung HD 602 S1:1992.*

– Leerseite –

Deutsche Fassung

**Isolierschläuche –
Teil 2: Prüfverfahren**
(IEC 60684-2:1997 + A1:2003 + A2:2005)

Flexible insulating sleeving –
Part 2: Methods of test
(IEC 60684-2:1997 + A1:2003 + A2:2005)

Gaines isolantes souples –
Partie 2: Méthodes d'essai
(CEI 60684-2:1997 + A1:2003 + A2:2005)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1997-07-01, die A1 am 2003-07-01 und die A2 am 2005-12-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2005 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60684-2:1997 + A1:2003 + A2:2005 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 15C/657/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 60684-2, ausgearbeitet von dem SC 15C „Specifications“ des IEC/TC 15 „Insulating materials“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1997-07-01 als EN 60684-2 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt HD 523.2 S2:1993.

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): 1998-04-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1998-04-01

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 Anhang A ist informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60684-2:1997 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind in Anhang A „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

- | | | |
|----------------|-----------|---|
| IEC 60068-2 | ANMERKUNG | Harmonisiert als HD 323.2 und EN 60068-2-Reihe. |
| IEC 60068-2-10 | ANMERKUNG | Harmonisiert als HD 323.2.10 S3:1988 (nicht modifiziert). |
| IEC 60216-2 | ANMERKUNG | Harmonisiert als HD 611.2 S1:1992 (nicht modifiziert). |
| IEC 60304 | ANMERKUNG | Harmonisiert als HD 402 S2:1984 (nicht modifiziert). |

Vorwort zu A1

Der Text des Schriftstücks 15C/1465/FDIS, zukünftige Änderung A1 zu IEC 60684-2:1997, ausgearbeitet von dem SC 15C „Specifications“ des IEC/TC 15 „Insulating materials“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2003-07-01 als Änderung A1 zu EN 60684-2:1997 angenommen.

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): 2004-04-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2006-07-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

In dieser Norm ist Anhang ZA normativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz zur Änderung A1

Der Text der Änderung A1:2003 zur Internationalen Norm IEC 60684-2:1997 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Vorwort zu A2

Der Text des Schriftstücks 15/224/FDIS, zukünftige Änderung A2 zu IEC 60684-2:1997, ausgearbeitet von dem IEC/TC 15 „Standards on specifications for electrical insulating materials“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2005-12-01 als Änderung A2 zu EN 60684-2:1997 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): 2006-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2008-12-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung A2:2005 zur Internationalen Norm IEC 60684-2:1997 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Vorwort zu A1	3
Vorwort zu A2	4
Einleitung	8
1 Allgemeines	8
2 Prüfbedingungen	10
3 Messungen von Durchmesser, Wanddicke und Konzentrität des Schlauches	10
4 Dichte.....	12
5 Spleißwiderstand nach dem Erwärmen.....	12
6 Wärmeschockbeständigkeit (Wärmewiderstand)	13
7 Widerstand gegen Lötwärme.....	13
8 Masseverlust beim Erwärmen von unbeschichteten Textilglasgewebesläuchen.....	14
9 Längenänderung	15
10 Verformung unter Last (Druckwiderstand bei erhöhter Temperatur)	15
11 Thermische Beständigkeit von PVC-Schläuchen.....	16
12 Flüchtige Bestandteile von Siliconschläuchen	17
13 Biegebarkeit nach Wärmelagerung	17
14 Biegebarkeit bei niedriger Temperatur	18
15 Versprödungstemperatur	19
16 Maßstabilität bei Lagerung	19
17 Hydrolyse der Beschichtung.....	19
18 Flexibilität.....	20
19 Zugfestigkeit, Zugspannung bei 100 % Dehnung, Reißdehnung und Sekantenmodul bei 2 % Dehnung	21
20 Widerstand gegen Ausfransen	25
21 Durchschlagspannung.....	26
22 Isolationswiderstand	28
23 Spezifischer Durchgangswiderstand	29
24 Permittivität und Verlustfaktor.....	31
25 Widerstand gegen Kriechwegbildung.....	32
26 Prüfung der Flammenausbreitung.....	32
27 Sauerstoff-Index	35
28 Transparenz.....	36
29 Prüfung auf ionische Verunreinigungen	36
30 Prüfung auf Schwarzfärbung einer Silberfolie	36
31 Elektrolytischer Korrosionswiderstand	37
32 Korrosionswiderstand (Zugfestigkeit und Dehnung)	37
33 Kupferkorrosion (Vorhandensein von korrosiv wirkenden, flüchtigen Substanzen).....	38

	Seite
34 Farbbeständigkeit gegenüber Licht	39
35 Ozonbeständigkeit	40
36 Beständigkeit gegenüber ausgewählten Flüssigkeiten.....	40
37 Thermisches Langzeitverhalten	41
38 Masse je Längeneinheit.....	41
39 Wärmealterung	42
40 Wasseraufnahme.....	42
41 Begrenzte Schrumpfung	43
42 Farbbeständigkeit bei Wärme	43
43 Rauch-Index.....	44
44 Toxizitäts-Index.....	49
45 Halogengehalt.....	54
46 Säuregasbildung	56
47 Wärmedehnung und -schrumpfung	56
48 Streckspannung	57
49 Weiterführen des Reißvorgangs	57
50 Langzeit-Wärmealterung (3 000 h).....	58
51 Dynamische Scherkraft bei Raumtemperatur.....	59
52 Dynamische Scherbeanspruchung bei erhöhter Temperatur.....	60
53 Dynamische Scherbeanspruchung nach Wärmeschock und Wärmealterung	60
54 Abschälverhalten zu Aluminium mittels Rollwalze.....	60
55 Dynamische Scherung an einem Aluminiumstab	61
56 Dichtigkeit	62
57 Abziehfestigkeit T-förmiger Probekörper bei zwei zusammengeklebten, warschrumpfenden Trägern.....	63
Anhang A (informativ) Literaturhinweise	83
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	84
Bild 1 – Probekörper zur Prüfung des Widerstandes gegen Lötwärme.....	64
Bild 2 – Beispiele für das Prüfergebnis am Probekörper bei der Bestimmung des Widerstandes gegen Lötwärme	64
Bild 3 – Anordnung zur Bestimmung des Druckwiderstandes bei erhöhter Temperatur.....	65
Bild 4 – Prüfgerät zur Prüfung der Flexibilität	66
Bild 5 – Prüfstab für die Prüfung der Zugfestigkeit	67
Bild 6 – Anordnung für die Prüfung des Widerstandes gegen Ausfransen	68
Bild 7 – Schematische Anordnung für die Kugelbadprüfung zur Ermittlung der Durchschlagspannung	69
Bild 8 – Probekörper zur Prüfung des Isolationswiderstandes	70
Bild 9 – Standard-Propangasbrenner zur Bestimmung der Flammenausbreitung (Teildarstellung)	71
Bild 10 – Prüfung der Flammenausbreitung – Verfahren A.....	72

	Seite
Bild 11 – Prüfung der Flammenausbreitung – Verfahren B.....	73
Bild 12 – Prüfung der Flammenausbreitung – Verfahren C.....	74
Bild 13 – Dorn für die Prüfung mit begrenzter Schrumpfung.....	75
Bild 14 – Schematische Darstellung des Brenners für die Rauch-Index-Prüfung.....	76
Bild 15 – Schematische Frontansicht des Probekörperhalters für die Rauch-Index-Prüfung, Ansicht der senkrecht befestigten Proben	77
Bild 16 – Anordnung und Befestigung für die dynamische Scherbeanspruchung bei Raumtemperatur.....	78
Bild 17 – Anordnung für Wärmeschock und Wärmealterung	79
Bild 18 – Schematische Anordnung für den Abschälvorgang mit einer Rollwalze.....	79
Bild 19 – Anfertigung der Anordnung für die dynamische Scherung an einem Aluminiumstab.....	80
Bild 20 – Probekörper für die dynamische Scherung an einem Aluminiumstab.....	80
Bild 21 – Anordnung für die Prüfung der Versiegelung	81
Bild 22 – Montageanordnung für den Dorn.....	81
Bild 23 – Plattenförmiger Probekörper.....	82
Bild 24 – T-förmiger Probekörper für die Abziehfestigkeit.....	82

Einleitung

Diese Internationale Norm gehört zu einer Reihe von Normen, die sich mit Isolierschläuchen befasst. Die Reihe besteht aus folgenden drei Teilen:

Teil 1: Begriffe und allgemeine Anforderungen (IEC 60684-1)

Teil 2: Prüfverfahren (IEC 60684-2)

Teil 3: Anforderungen für einzelne Schlauchtypen (IEC 60684-3)

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 60684 enthält Prüfverfahren für Isolierschläuche einschließlich wärmeschrumpfenden Schläuchen, die hauptsächlich zur Isolation von elektrischen Leitern und Verbindungen von elektrischen Geräten vorgesehen sind, obwohl sie auch für andere Zwecke verwendet werden dürfen.

Die festgelegten Prüfungen sind für den Qualitätsnachweis des Schlauches ausgewählt, es ist jedoch zu berücksichtigen, dass sie nicht vollständig die Eignung eines Schlauches zur Imprägnierung oder für Einbettungs-Verfahren oder für andere Spezialanwendungen nachweisen. Gegebenenfalls wird es notwendig sein, die Prüfverfahren in dieser Norm durch geeignete Imprägnier- oder Verträglichkeitsprüfungen zu ergänzen, damit sie sich für die Einzelfälle eignen.

1.2 Normative Verweisungen

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

IEC 60068-2-20:1979, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test T: Soldering*

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

IEC 60212:1971, *Standard conditions for use prior to and during the testing of solid electrical insulating materials*

IEC 60216, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials*

IEC 60216-4-1:1990, *Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials – Part 4: Ageing ovens – Section 1: Single-chamber ovens*

IEC 60216-4-2:2003, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 4-2: Ageing ovens – Precision ovens for use up to 300 °C*

IEC 60216-5:2003, *Electrical insulating materials – Thermal endurance properties – Part 5: Determination of relative thermal endurance index (RTE) of an insulating material*

IEC 60243-1:1988, *Methods of tests for electric strength of solid insulating materials – Part 1: Tests at power frequencies*

IEC 60250:1969, *Recommended methods for the determination of the permittivity and dielectric dissipation factor of electrical insulating materials at power, audio and radio frequencies including metre wavelengths*

IEC 60426:1973, *Test methods for determining electrolytic corrosion with insulating materials*

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

IEC 60589:1977, *Methods of test for the determination of ionic impurities in electrical insulating materials by extraction with liquids*

IEC 60684-3, *Flexible insulating sleeving – Part 3: Specification requirements for individual types of sleeving*

IEC 60695-6-30:1996, *Fire hazard testing – Part 6: Guidance and test methods for the assessment of obscuration hazard of vision caused by smoke opacity from electrotechnical products involved in fires – Section 30: Small scale static method. Determination of smoke opacity – Description of the apparatus*

IEC 60754-1:1994, *Tests on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 1: Determination of the amount of halogen acid gas evolved during the combustion of polymeric materials taken from cables*

IEC 60754-2:1991, *Test on gases evolved during combustion of materials from cables – Part 2: Determination of degree of acidity (corrosivity) of gases by measuring pH and conductivity*

ISO 5-1:1984, *Photography – Density measurements – Part 1: Terms, symbols and notations*

ISO 5-2:1991, *Photography – Density measurements – Part 2: Geometric conditions for transmission density*

ISO 5-3:1995, *Photography – Density measurements – Part 3: Spectral conditions*

ISO 5-4:1995, *Photography – Density measurements – Part 4: Geometric conditions for reflection density*

ISO 37:1994, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Determination of tensile stress-strain properties*

ISO 62:1980, *Plastics – Determination of water absorption*

ISO 105, *Textiles – Tests for colour fastness*

ISO 105-A02:1993, *Textiles – Tests for colour fastness – Part A02: Grey scale for assessing change in colour*

ISO 105-B01:1994, *Textiles – Tests for colour fastness – Part B01: Colour fastness to light: Daylight*

ISO 182-1:1990, *Plastics – Determination of the tendency of compounds and products based on vinyl chloride homopolymers and copolymers to evolve hydrogen chloride and any other acidic products at elevated temperature – Part 1: Congo red method*

ISO 182-2:1990, *Plastics – Determination of the tendency of compounds and products based on vinyl chloride homopolymers and copolymers to evolve hydrogen chloride and any other acidic products at elevated temperature – Part 2: pH method*

ISO 974:1980, *Plastics – Determination of the brittleness temperature by impact*

ISO 1431-1:1989, *Rubber, vulcanized or thermoplastic – Resistance to ozone cracking – Part 1: Static strain test*

ISO 2921:1982, *Rubber, vulcanized – Determination of low temperature characteristics – Temperature-retraction procedure (TR test)*

ISO 3261:1975, *Fire tests – Vocabulary*

ISO 4589-2-2:1994, *Plastics – Determination of flammability – Part 2: Oxygen index (OI) at room temperature*

ISO 4589-3:1996, *Plastics – Determination of burning behaviour by flammability oxygen index – Part 3: Elevated-temperature test*

2 Prüfbedingungen

2.1 Wenn nicht anders festgelegt, müssen alle Prüfungen im Normalklima nach IEC 60212 durchgeführt werden, d. h. bei einer Temperatur zwischen 15 °C und 35 °C und bei der relativen Feuchte der Umgebung.

Im Streitfall müssen die Prüfungen bei $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ und einer relativen Feuchte von $(50 \pm 5)\%$ durchgeführt werden.

2.2 Wenn bei einem Prüfverfahren Erwärmung auf erhöhte Temperatur vorgeschrieben ist, muss der Probekörper für die vorgeschriebene Zeit in einem gleichmäßig erwärmten Wärmeschrank nach IEC 60216-4-1 gelagert werden.

2.3 Wenn eine Prüfung bei niedriger Temperatur festgelegt ist, kann in IEC 60684-3 gefordert werden, dass sie bei $-t\text{ °C}$ oder niedriger durchgeführt wird. In solchen Fällen darf der Prüfer die Prüfung bei der festgelegten Temperatur oder einer geeigneten niedrigeren Temperatur durchführen. Wenn der Probekörper allerdings die Prüfung bei einer unter der festgelegten Temperatur liegenden Temperatur nicht besteht, dann muss die Prüfung bei der festgelegten Temperatur wiederholt werden, wobei, wie in IEC 60212 festgelegt, als zulässige Abweichung $\pm 3\text{ K}$ gilt. Wenn der Probekörper die Prüfung dann besteht, so muss dies so angesehen werden, dass er die Anforderungen erfüllt.

3 Messungen von Durchmesser, Wanddicke und Konzentrität des Schlauches

ANMERKUNG In dieser Norm sind „Durchmesser“ und „Innendurchmesser“ austauschbar.

3.1 Durchmesser

3.1.1 Anzahl der Probekörper

Drei Probekörper müssen geprüft werden.

3.1.2 Allgemeines Verfahren

Es müssen Lehrdorne oder Konuslehren mit geeignetem Durchmesser verwendet werden, um nachzuweisen, dass der Innendurchmesser zwischen dem Maximum und dem Minimum der festgelegten Werte liegt. Die Lehre muss in den Innendurchmesser eindringen, ohne eine Dehnung des Schlauches zu verursachen. Ein pulverförmiges Gleitmittel wird beim Ausmessen einiger Schlauchtypen hilfreich sein.

3.1.3 Durchmesser von dehnbaren, geflochtenen Schläuchen nach dem Entspannen

Es ist ein 250 mm langer Stahldorn mit dem gleichen Durchmesser auszuwählen wie der festgelegte Mindestdurchmesser des Schlauches nach dem Entspannen.

Der Dorn ist vollständig so in den Schlauch einzuführen, dass 50 mm des Schlauches am abgeschnittenen Ende über den Dorn hinausragen.

Am gegenüberliegenden Ende ist direkt nach dem Dornende Draht um den Schlauch zu wickeln, damit der Dorn nicht weiter in den Schlauch eindringen kann.

Den Schlauch streicht man vom befestigten Ende in Richtung des abgeschnittenen Endes fest auf dem Dorn glatt und dreht den Schlauch dann so, dass er das Ende des Dornes umschließt. Diese Lage wird durch Umwickeln mit Draht gesichert.

Dann sind 200-mm-Messlinien zentrisch auf dem Schlauch zu markieren, wobei ein Markierungsmittel zu verwenden ist, das den Schlauch nicht beschädigt, z. B. Korrekturflüssigkeit.

Das abgeschnittene Ende ist loszulassen, damit sich der Schlauch entspannen kann.

Der Abstand zwischen den Messlinien ist in Millimeter zu messen.

Wenn sich als Messergebnis 195 mm oder mehr ergibt, handelt es sich um einen Schlauch mit maximalem Innendurchmesser im entspannten Zustand.

Wenn sich als Messergebnis weniger als 195 mm ergibt, dann ist die Bestimmung mit zunehmend größeren Dornen so lange zu wiederholen, bis sich als Messergebnis ≥ 195 mm ergibt.

3.1.4 Gedehter Durchmesser von dehnbaren, geflochtenen Schläuchen

Es ist ein Lehrdorn mit dem gleichen Durchmesser auszuwählen wie der festgelegte Mindestdurchmesser im gedehnten Zustand.

Der Schlauch ist 50 mm unter dem abgeschnittenen Ende festzuhalten.

Dann wird das abgeschnittene Ende des Schlauches um 10 mm geöffnet und der Lehrdorn eingeführt.

Es ist zu versuchen, den Lehrdorn weiter in den ungedehnten, festgehaltenen Schlauch zu drücken.

Wenn der Lehrdorn ohne übermäßige Kraftaufwendung weiter eindringt, dann handelt es sich um einen Schlauch mit minimalem Innendurchmesser im gedehnten Zustand.

Wenn der Lehrdorn nicht ohne übermäßige Kraftaufwendung weiter eindringt, dann ist die Bestimmung mit zunehmend kleineren Dornen zu wiederholen.

3.1.5 Ergebnis

Als Ergebnis sind alle gemessenen Werte anzugeben.

3.2 Wanddicke von Textilschläuchen

3.2.1 Anzahl der Probekörper

Drei Probekörper müssen geprüft werden.

3.2.2 Durchführung

Ein Messdorn oder ein Lehrdorn ist in den Schlauch einzuführen; er muss sich leicht einführen lassen, wobei sein Durchmesser nicht kleiner als 80 % des Schlauchinnendurchmessers sein darf. Der Gesamtdurchmesser ist dann mit einer Messschraube zu bestimmen, deren ebene Messfläche einen Durchmesser von etwa 6 mm hat. Bei dieser Messung muss der angewandte Messschraubendruck gerade ausreichend sein, damit der Schlauch den Mess- oder Lehrdorn fest umschließt. Die Bestimmung der Wanddicke ist durch Halbieren der Differenz zwischen dem Durchmesser des Mess- oder Lehrdorns und dem Gesamtdurchmesser zu errechnen.

3.2.3 Ergebnis

Als Ergebnis sind alle gemessenen Werte der Wanddicke anzugeben.

3.3 Niedrigst- und Höchstwert der Wanddicke und Konzentrität von extrudierten Schläuchen

3.3.1 Anzahl der Probekörper

Es sind drei Probekörper zu prüfen.

3.3.2 Wanddicke

Diese Norm schreibt zur Durchführung dieser Messung keine Verfahren als zwingend vor. Durch eine geeignete Anzahl von Prüfungen sind auf der Schlauchwand die Punkte der Mindest- und Höchstdicke der Schlauchwand festzustellen.

ANMERKUNG Die folgenden Messverfahren haben sich als geeignet erwiesen: optische Profilprojektoren, optische Komparatoren, geeignete Messschrauben. Im Streitfall ist eines der optischen Verfahren anzuwenden.

3.3.3 Konzentrität

Die Konzentrität eines jeden Schlauchprobekörpers ist nach folgender Gleichung zu errechnen:

$$\text{Konzentrität in \%} = \frac{\text{kleinste Wanddicke}}{\text{größte Wanddicke}} 100$$

3.3.4 Ergebnis

Alle gemessenen Niedrigst- und Höchstwerte der Wanddicke sowie die Konzentrität sind anzugeben.

4 Dichte

4.1 Anzahl der Probekörper

Es müssen mindestens drei Probekörper geprüft werden.

4.2 Durchführung

Zur Bestimmung der Dichte darf jedes Verfahren, bei dem eine Messunsicherheit von 0,01 g/cm³ erfüllt ist, verwendet werden.

ANMERKUNG Schlauchprobekörper mit kleinem Durchmesser sollten in Längsrichtung abgeschnitten und aufgeklappt werden, um Lufteinschlüsse während der Bestimmung zu vermeiden.

4.3 Ergebnis

Das zur Bestimmung ausgewählte Verfahren ist anzugeben, und alle für die Dichte gemessenen Werte sind anzugeben; wenn in den Anforderungsblättern der IEC 60684-3 nicht anders festgelegt, gilt der Mittelwert als Ergebnis.

5 Spleißwiderstand nach dem Erwärmen

5.1 Anzahl der Probekörper

Es müssen drei Probekörper geprüft werden.

5.2 Form der Probekörper

Die Probekörper werden dadurch hergestellt, dass Schlauchringe in einer Länge abgeschnitten werden, die der Wanddicke entspricht. Da ein unsauberer Schnitt das Ergebnis beeinflussen kann, muss darauf geachtet werden, dass eine saubere Schnittfläche entsteht.

ANMERKUNG Wenn es Schwierigkeiten in der Praxis gibt, die es nicht zulassen, einen Ring vom Querschnitt abzuschneiden, dann darf die Länge auf bis zu 2,5 mm erhöht werden.

5.3 Durchführung

Die Probekörper sind auf einem kegelförmigen Dorn, dessen Neigungswinkel $(15 \pm 1)^\circ$ beträgt, zu prüfen. Wenn in IEC 60684-3 keine andere Temperatur festgelegt ist, sind die Probekörper für die Dauer von (168 ± 2) h bei $70^\circ\text{C} \pm 2\text{ K}$ zu lagern; danach lässt man sie auf $23^\circ\text{C} \pm 5\text{ K}$ abkühlen. Anschließend sind sie so weit auf den Dorn zu schieben, dass sie um einen Betrag gedehnt werden, der dem in IEC 60684-3 festgelegten Prozentsatz des Nenndurchmessers entspricht. In dieser Lage sind die Probekörper (24 ± 1) h bei einer Temperatur von $23^\circ\text{C} \pm 5\text{ K}$ zu belassen und dann auf Risse zu untersuchen.

5.4 Ergebnis

Es ist anzugeben, ob etwaige Risse vorhanden sind.

6 Wärmeschockbeständigkeit (Wärmewiderstand)

6.1 Anzahl der Probekörper

Es müssen fünf Probekörper geprüft werden.

6.2 Form der Probekörper

Es sind Schlauchlängen von etwa 75 mm oder Probekörper nach Abschnitt 19 herzustellen, wenn die Zugfestigkeit oder die Reißdehnung zu messen sind.

6.3 Durchführung

Die Probekörper müssen $4\text{ h} \pm 10\text{ min}$ in einem Wärmeschränk bei der in IEC 60684-3 festgelegten Temperatur senkrecht aufgehängt werden.

Die Probekörper sind herauszunehmen; man lässt sie dann auf Raumtemperatur abkühlen. Sie sind anschließend auf Anzeichen von Tropfenfall, Rissbildung oder Ausfluss zu untersuchen. Die Probekörper müssen zusätzlich, sofern dies in IEC 60684-3 festgelegt ist, auf Zugfestigkeit und/oder Reißdehnung geprüft werden.

6.4 Ergebnis

Es sind alle Ergebnisse der Sichtprüfung anzugeben. Es sind alle Ergebnisse der Zugfestigkeit und/oder der Reißdehnung anzugeben; wenn in den Anforderungsblättern der IEC 60684-3 nicht anders festgelegt, gilt der Median als Ergebnis.

7 Widerstand gegen Lötwärme

7.1 Anzahl der Probekörper

Es müssen drei Probekörper geprüft werden.

7.2 Form der Probekörper

Es ist eine Schlauchlänge von 60 mm zu verwenden sowie verzinnter Kupferdraht von etwa 150 mm Länge mit einem Durchmesser, der einen Gleitsitz im Schlauch zulässt.

Der Draht ist in seiner Mitte um 90° um einen Dorn mit dem dreifachen Nenndurchmesser des Schlauches zu biegen.

Der Probekörper ist über den Draht zu streifen und so weit um die Biegung zu ziehen, dass er eine Länge des geraden Teils des Drahtes abdeckt, die während der Prüfung senkrecht bleibt und das 1,5fache des

Nenndurchmessers, mindestens aber 1 mm, beträgt (siehe Bild 1). Der Draht ist an dem Teil, der sich während der Prüfung in senkrechter Lage befindet, 20 mm vom Schlauchende entfernt abzuschneiden.

Der Draht ist an dem Teil, der sich während der Prüfung in waagerechter Lage befindet, vom Schlauchende abzuschneiden. Mindestens 5 min, nachdem der Draht gebogen wurde, ist ein hochgradiges Flussmittel aus 25 Gewichts-% Kolophonium in 75 Gewichts-% 2-Propanol (Isopropanol) oder Ethanol (Ethylalkohol) auf den letzten 6 mm des hervorstehenden Endes des Drahtes aufzutragen. (Nur nichtaktiviertes Kolophonium, dessen Säurezahl nicht kleiner als 155 mg KOH/g sein darf. Die vollständigen Angaben sind in Anhang C der IEC 60068-2-20 enthalten.)

7.3 Durchführung

Die Prüfung ist innerhalb von 60 min nach dem Auftragen des Flussmittels zu beginnen, wobei der Schlauch eine Temperatur von $23\text{ °C} \pm 5\text{ K}$ aufweist. Der waagerechte Abschnitt des Drahtes ist mindestens 25 mm von der Biegung entfernt am Ende festzuhalten. Der senkrechte Abschnitt ist in die Mitte eines geschmolzenen Lötzinnsbades so einzutauchen, dass 6 mm des Drahtes eingetaucht sind; dies lässt sich am besten erreichen, wenn der Draht vorher markiert wird. Der Draht ist in dieser Lage $(15 \pm 1)\text{ s}$ zu halten oder so lange, wie in IEC 60684-3 festgelegt ist. Das Lötzinnsbad muss mindestens einen Durchmesser von 25 mm besitzen und 12 mm tief sein, und die Temperatur des Lötzinns ist während der Prüfung auf $260\text{ °C} \pm 5\text{ K}$ zu halten. Um die Prüfung zu bestehen, darf kein Probekörper spleißen oder sich erheblich aufweiten; geringes Schmelzen ist zulässig (siehe Bild 2).

7.4 Ergebnis

Ein etwaiges Spleißen, Aufweiten oder übermäßiges Schmelzen sind anzugeben.

8 Masseverlust beim Erwärmen von unbeschichteten Textilglasgewebesschläuchen

8.1 Anzahl und Masse der Probekörper

Es müssen drei Probekörper geprüft werden, wobei jeder eine ausreichende Länge aufweist, um $(5 \pm 1)\text{ g}$ Einwaage zu ergeben.

8.2 Durchführung

Die Probekörper sind durch Erwärmen 1 h auf $105\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ zu konditionieren; dann lässt man sie in einem Exsikkator auf Raumtemperatur abkühlen. Anschließend sind sie auf volle 0,0002 g (m_1) zu wiegen und dann in einem belüfteten Wärmeschrank 60 min bis 75 min auf $600\text{ °C} \pm 10\text{ K}$ zu erwärmen. Nachdem die Probekörper in einem Exsikkator auf Raumtemperatur abgekühlt sind, sind sie erneut zu wiegen (m_2).

8.3 Berechnung

Der Masseverlust in Prozent ist bei jeder Prüfung wie folgt zu berechnen:

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} 100$$

8.4 Ergebnis

Es sind alle gemessenen Werte des Masseverlustes in Prozent anzugeben; wenn in den Anforderungsblättern der IEC 60684-3 nicht anders festgelegt, gilt der Median als Ergebnis.

9 Längenänderung

9.1 Anzahl der Probekörper

Es müssen drei Probekörper geprüft werden.

9.2 Form der Probekörper

Jeder Probekörper besteht aus etwa 150 mm langem, sauber abgeschnittenem Schlauchmaterial mit zwei auf dem Probekörper etwa mittig angebrachten Messmarken im Nennabstand von 100 mm, wobei ein Markierungsmittel zu verwenden ist, das für das Schlauchmaterial zerstörungsfrei ist. Der Abstand zwischen den Messmarken ist auf 0,5 mm zu messen (L_1).

9.3 Durchführung

Die Probekörper müssen waagrecht auf ein Material gelegt werden, auf dem sie sich frei entspannen können. Die so aufgelegten Probekörper müssen in einem Wärmeschränk für die in IEC 60684-3 festgelegte Zeit und bei der dort genannten Temperatur gelagert werden.

Danach lässt man die Schläuche auf Raumtemperatur abkühlen, und der Abstand zwischen den Messmarken wird erneut auf 0,5 mm gemessen (L_2).

9.4 Berechnung

Die Längenänderung (LC) ist nach folgender Gleichung zu berechnen:

$$LC = \frac{L_2 - L_1}{L_1} 100$$

Dabei ist

L_1 die ursprüngliche Länge;

L_2 die Länge nach uneingeschränkter Schrumpfung.

9.5 Ergebnis

Als Ergebnis sind alle Werte der Längenänderung anzugeben.

10 Verformung unter Last (Druckwiderstand bei erhöhter Temperatur)

10.1 Anzahl der Probekörper

Es müssen drei Probekörper geprüft werden.

Die Prüfungen dürfen frühestens 16 h nach der Extrudierung des Schlauches vorgenommen werden.

10.2 Form der Probekörper

Jeder Probekörper muss dadurch hergestellt werden, dass der Schlauch zunächst in Längsrichtung aufgeschnitten und dann aus dem Schlauch eine Fläche von etwa 10 mm × 5 mm (oder über den vollen Umfang des Schlauches, wenn dieser kleiner als 5 mm ist) so herausgeschnitten wird, dass die Längsachse des Probekörpers parallel zur Längsrichtung des Schlauches verläuft.

10.3 Prüfgerät

Das Prüfgerät besteht aus einer Vorrichtung, mit der Messungen auf $\pm 0,01$ mm möglich sind mit einer rechtwinkligen Kerbungs Klinge mit einer Schneidenkante von $(0,70 \pm 0,01)$ mm, die, wenn in IEC 60684-3 nicht anders festgelegt, auf den Probekörper einen Druck von $(1,2 \pm 0,05)$ N ausübt. Der Probekörper wird auf einen Metalldorn von $(6,00 \pm 0,1)$ mm Durchmesser gelegt, wobei der Dorn auf einem Block mit V-förmigem Einschnitt aufliegt. Die wesentlichen Merkmale dieser Anordnung sind aus Bild 3 zu ersehen.

Wenn in IEC 60684-3 keine andere Temperatur festgelegt ist, muss dieser Prüfaufbau in einem Wärmeschrank auf $110\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ während der Erwärmungszeit gehalten werden. Um die Vibrationen zu reduzieren, ist ein Wärmeschrank mit natürlicher Luftzirkulation und geeigneten Dämpfungsunterlagen zu verwenden.

10.4 Durchführung

Die Wanddicke des Probekörpers ist nach dem Verfahren nach 3.2 zu bestimmen, mit der Ausnahme, dass der Lehdorn und der Schlauchprobekörper durch den Probekörper, der auf dem Dorn liegt, zu ersetzen sind. Als Wanddicke gilt die gemessene Differenz zwischen dem Dorndurchmesser und dem Gesamtdurchmesser.

Wenn in IEC 60684-3 keine andere Temperatur festgelegt ist, wird der Prüfaufbau mit dem Dorn, aber ohne Probekörper, mindestens 2 h vor der Prüfung in dem Wärmeschrank bei $110\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ konditioniert.

Die Kerbungs Klinge ist anzuheben, der Probekörper mit seiner Längsachse parallel zum Dorn auf den Dorn aufzulegen und die Kerbungs Klinge auf die Oberfläche des Probekörpers allmählich abzusenken.

ANMERKUNG Bei Schläuchen mit kleinem Durchmesser kann die Handhabung des Probekörpers Schwierigkeiten bereiten. In solchen Fällen wird empfohlen, den Probekörper mit einem 1-kg-Gewicht etwa 10 min bei Raumtemperatur flachzudrücken, bevor er auf den Dorn gelegt wird.

Dieser Prüfaufbau und der Probekörper müssen dann bei der festgelegten Temperatur (60 ± 5) min im Wärmeschrank bleiben.

Die Lage der Kerbungs Klinge ist dann aufzuzeichnen. Der Probekörper ist wegzunehmen; die Kerbungs Klinge lässt man direkt auf dem Dorn ruhen, und die Lage wird erneut aufgezeichnet. Um den Einkerbungs Wert zu erhalten, ist die Differenz zwischen diesen beiden Ablesungen von der ursprünglich gemessenen Wanddicke abzuziehen.

Die Unterschiede zwischen jeweils zwei von drei Werten der Lage der Klinge darf, wenn sie direkt auf dem Dorn ruht, nicht mehr als 0,02 mm betragen.

10.5 Ergebnis

Die Einkerbung des Probekörpers ist als Prozentsatz der Ausgangswanddicke anzugeben.

Als prozentuale Einkerbung gilt der Median der drei Bestimmungen; die beiden anderen Werte werden ebenfalls aufgezeichnet.

11 Thermische Beständigkeit von PVC-Schläuchen

11.1 Grundlage des Verfahrens

Dieses Verfahren bestimmt die Zeit, die zur Bildung von Chlorwasserstoff aus Polyvinylchlorid (PVC), seinen Copolymeren oder Verbindungen oder darauf basierenden Erzeugnissen erforderlich ist, wenn diese erhitzt werden.

Die Bildung von Chlorwasserstoff lässt sich entweder mit Hilfe von Kongorot-Papier (ISO 182-1) oder durch die pH-Wert-Änderung einer Kaliumchloridlösung in einer Messzelle (ISO 182-2) nachweisen.

11.2 Form der Probekörper

11.2.1 Verfahren nach ISO 182-1

Die Probekörper müssen ausreichen, um zwei der festgelegten Reagenzgläser bis zu einer Höhe von 50 mm zu füllen, wobei die Schläuche in Stücken von höchstens 6 mm abgeschnitten und im Bedarfsfall aufgeschlitzt werden. Die Schlauchstücke dürfen nicht absichtlich in das Reagenzglas gepresst werden.

11.2.2 Verfahren nach ISO 182-2

Um die Probekörper herzustellen, sind Schlauchstücke von etwa 5 mm² bis 6 mm² Größe zuzuschneiden, und es sind etwa 1,0 g in jedes Reagenzglas einzuwiegen.

11.3 Durchführung

Die Prüfung ist entweder nach ISO 182-1 oder ISO 182-2 durchzuführen. Im entsprechenden Anforderungsblatt der **IEC 60684-3** wird festgelegt, welche Prüfung, welche Prüftemperatur und, im Falle von ISO 182-2, ob ein anderes zirkulierendes Gasmedium als Luft anzuwenden ist.

12 Flüchtige Bestandteile von Siliconschläuchen

12.1 Anzahl und Masse der Probekörper

Es müssen drei Probekörper geprüft werden, wobei jeder Probekörper eine ausreichende Länge hat, um (10 ± 1) g Einwaage zu ergeben.

12.2 Durchführung

Die Probekörper sind auf volle 0,001 g (m_1) einzuwiegen und dann in einem Wärmeschrank (24 ± 1) h bei 200 °C ± 3 K zu lagern. Ein geeigneter Weg hierfür ist, die Probekörper an einen Draht zu hängen, der gegenüber der Metallwand des Wärmeschrankes thermisch isoliert ist.

Nach dem Abkühlen in einem Exsikkator sind die Probekörper erneut zu wiegen (m_2).

12.3 Berechnung

Der prozentuale Masseverlust jedes Probekörpers ist wie folgt zu berechnen:

$$\frac{m_1 - m_2}{m_1} 100$$

12.4 Ergebnis

Es sind alle Werte der flüchtigen Bestandteile in Prozent anzugeben; wenn in den Anforderungsblättern der **IEC 60684-3** nicht anders festgelegt, gilt der Median als Ergebnis.

13 Biegsamkeit nach Wärmelagerung

13.1 Anzahl der Probekörper

Es müssen drei Probekörper geprüft werden, wobei jeder Probekörper eine ausreichende Länge haben muss, um sich bequem um einen Dorn, dessen Maße für den zu prüfenden Schlauch in **IEC 60684-3** festgelegt sind, wickeln zu lassen.

13.2 Form der Probekörper

Ist der Nenninnendurchmesser ≤ 2 mm, dann ist ein Draht mit Gleitsitz in die Schlauchöffnung einzuführen.

Ist der Nenninnendurchmesser > 2 mm, aber ≤ 15 mm (oder hat er ein anderes Maß, das für einen bestimmten Schlauchtyp in IEC 60684-3 festgelegt ist), dann ist der Probekörper mit einem beliebigen, geeigneten Mittel (z. B. mit mehreren Drähten) zu füllen, um ein unzulässiges Zusammenfallen des Schlauches während des Wickelns zu verhindern.

Ist der Nenndurchmesser > 15 mm (oder hat er ein anderes Maß, das für einen bestimmten Schlauchtyp in IEC 60684-3 festgelegt ist), dann muss der Probekörper aus einem 6 mm breiten Schlauchstreifen bestehen, der parallel zur Längsachse des Schlauches abgeschnitten wurde.

13.3 Durchführung

Der nach den Angaben von 13.2 vorbereitete Probekörper ist (48 ± 1) h in einem Wärmeschrank aufzuhängen, der bei der in IEC 60684-3 festgelegten Temperatur gehalten wird. Danach ist er aus dem Wärmeschrank herauszunehmen, und man lässt ihn auf Raumtemperatur abkühlen.

Anschließend ist der Probekörper mit einer vollen Windung in einer engen Spirale und ruckfrei um einen Dorn zu wickeln, dessen Durchmesser in IEC 60684-3 festgelegt ist. Bei abgeschnittenen Streifen muss die Innenfläche den Dorn berühren. Die Zeit für eine volle Windung darf 5 s nicht überschreiten. Der Probekörper ist 5 s in dieser Lage zu halten.

Anschließend ist er, noch auf dem Dorn, mit dem bloßen Auge ohne Vergrößerung auf Anzeichen von Rissen, Ablöseerscheinungen der Beschichtung oder Delaminierung zu untersuchen.

Bei Schläuchen mit einem Durchmesser ≤ 15 mm kann die Ermittlung von Rissen durch Anlegen einer Spannung bei Anwendung des in Abschnitt 21 beschriebenen Verfahrens in IEC 60684-3 festgelegt sein.

13.4 Ergebnis

Das Vorhandensein von Rissen, Ablöseerscheinungen der Beschichtung oder Delaminierung ist anzugeben.

14 Biegebarkeit bei niedriger Temperatur

14.1 Anzahl und Form der Probekörper

Anzahl und Form der Probekörper soll so sein wie in Abschnitt 13 mit der Ausnahme, dass bei einem Nenndurchmesser von mehr als 6 mm (anstelle von 15 mm) der Probekörper aus einem 6 mm breiten Streifen bestehen muss, der parallel zur Längsachse des Schlauches abgeschnitten wurde. Als Alternative sind, wenn dies in IEC 60684-3 so festgelegt ist, Probekörper mit einem Nenndurchmesser bis einschließlich 6 mm ungefüllt zu prüfen.

14.2 Durchführung

Der nach den Angaben des vorangegangenen Abschnittes gefüllte Probekörper ist $4 \text{ h} \pm 10 \text{ min}$ in einer Prüfkammer bei der in IEC 60684-3 festgelegten Temperatur aufzuhängen; bei dieser Temperatur ist der Probekörper mit einer vollen Windung in einer engen Spirale und ruckfrei um einen Dorn mit der gleichen Temperatur zu wickeln, dessen Durchmesser in IEC 60684-3 festgelegt ist. Bei abgeschnittenen Streifen muss die Innenfläche den Dorn berühren. Die Zeit für eine volle Windung darf 5 s nicht überschreiten. Dann lässt man den Probekörper wieder auf Raumtemperatur abkühlen.

Anschließend ist der Probekörper, noch während er sich auf dem Dorn befindet, mit dem bloßen Auge auf Rissbildung, Ablösung der Beschichtung oder Delaminierung zu untersuchen.

14.3 Ergebnis

Das Vorhandensein von Rissen, Ablöseerscheinungen der Beschichtung oder Delaminierung ist aufzuzeichnen.

15 Versprödungstemperatur

Die Prüfung ist nach ISO 974 mit Probekörpern durchzuführen, die wie folgt hergestellt werden:

Bei Schläuchen mit einem Nenndurchmesser ≤ 4 mm sind Probekörper aus ganzen, 40 mm langen Schlauchstücken herzustellen. Bei Schläuchen mit einem Durchmesser > 4 mm müssen die Probekörper 6 mm breit und 40 mm lang sein, wobei das längere Maß parallel zur Längsachse liegen muss. Die Streifen-Probekörper sind so zu montieren, dass der Hammer die konvexe Seite des Probekörpers trifft.

16 Maßstabilität bei Lagerung

(Nur für wärmeschrumpfende Schläuche anwendbar.)

16.1 Anzahl und Länge der Probekörper

Es müssen drei Probekörper von etwa 100 mm Länge geprüft werden.

16.2 Durchführung

Der Durchmesser des Schlauches ist im gedehnten Anlieferungszustand zu messen. Wenn im entsprechenden Anforderungsblatt von IEC 60684-3 nicht anders festgelegt, ist der Probekörper anschließend (336 ± 2) h in einem Wärmeschrumpfen mit Zwangsbelüftung bei einer Temperatur von $40^\circ\text{C} \pm 3\text{ K}$ zu lagern. Danach ist er aus dem Wärmeschrumpfen herauszunehmen; man lässt ihn auf Raumtemperatur abkühlen und misst erneut den gedehnten Durchmesser.

Nach dieser Messung muss sich der Schlauch völlig entspannen, wobei die in IEC 60684-3 festgelegte Zeit und Temperatur zur Bewertung des Schlauchmaterials anzuwenden sind. Den Schlauch lässt man dann auf Umgebungstemperatur abkühlen, und der Durchmesser ist im entspannten Zustand erneut zu messen.

16.3 Ergebnis

Für jede der drei Messreihen sind als Ergebnis alle gemessenen Werte anzugeben: gedehnter Durchmesser vor und nach der Lagerung bei erhöhter Temperatur und Durchmesser im völlig entspannten Zustand nach Lagerung bei erhöhter Temperatur.

17 Hydrolyse der Beschichtung

17.1 Anzahl der Probekörper

Es müssen drei Probekörper geprüft werden.

17.2 Form der Probekörper

Jeder Schlauchprobekörper ist in Längen von 40 mm bis 50 mm zu schneiden und in Filterpapier einzuwickeln, um ein Bündel mit einem Durchmesser zu bilden, das sich leicht in ein $125\text{ mm} \times 12\text{ mm}$ -Borsilikat-Reagenzglas einführen lässt. Wenn es das Maß der Schläuche erforderlich macht, dürfen die Probekörper in der Länge aufgeschnitten werden, damit sie vor dem Einführen in das Reagenzglas zusammengerollt werden können.

ANMERKUNG Es ist wichtig, dass dickwandige Reagenzgläser für diese Prüfung verwendet werden, um eine Explosionsgefahr und Personenschaden so gering wie möglich zu halten. Als weitere Sicherheitsvorkehrung wird empfohlen, die Reagenzgläser zum Schutz des Beobachters hinter einem Schirm aufzustellen.

17.3 Durchführung

Der Schlauch ist auf den Boden des Reagenzglases zu drücken und etwa 2 ml destilliertes Wasser hinzugeben. Anschließend ist ein kurzes Stück Kupferdraht von etwa 0,6 mm Durchmesser einzuführen, wobei das Ende, das dem Schlauch am nächsten ist, in eine annähernd kreisförmige Form im rechten Winkel zur Länge umgebogen wird. Die Länge des Drahtes muss etwa so groß sein, dass der Draht vollständig im Reagenzglas liegt, nachdem es verschlossen wurde, wobei das gebogene Ende des Drahtes, wenn das Reagenzglas umgedreht wird, über dem Wasserspiegel liegt. Der Draht wirkt dann als ein Halt, um zu verhindern, dass der Schlauch in das Wasser rutscht.

Das Ende des Reagenzglases ist dann zu verschließen. Dies geschieht zweckmäßigerweise durch Ausziehen des Glases in einer Flamme.

Das Reagenzglas wird dann senkrecht mit dem verschlossenen Ende nach unten gehalten und (72 ± 1) h bei $100\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ belassen.

17.4 Ergebnis

Ein etwaiges Verlaufen der Beschichtung, ein Festhaften zwischen Schlauch und Papier oder zwischen den Schlauchstücken sowie eine etwaige Verfärbung des Papiers sind anzugeben.

18 Flexibilität

18.1 Anzahl und Länge der Probekörper

Es müssen drei Probekörper, von denen jeder etwa 150 mm lang ist, geprüft werden.

18.2 Konditionierung

Der Probekörper ist 24 h bei einer Umgebungstemperatur von $23\text{ °C} \pm 5\text{ K}$ locker auf eine flache Oberfläche zu legen. Danach sollte der Probekörper so wenig wie möglich angefasst werden, um einen Anstieg seiner Temperatur zu vermeiden.

18.3 Prüfgerät

Es ist ein Gerät des in [Bild 4](#) dargestellten Typs zu verwenden.

Ein Stück Textilfaden ist am Dorn zu befestigen und durch den Schlauch hindurchzuziehen. Der Probekörper ist mit Hilfe einer Schraubklemme am Dorn, wie in [Bild 4](#) dargestellt, zu befestigen.

ANMERKUNG Für diesen Zweck eignet sich ein Poly(ethylenterephthalat)-Nähfaden; allerdings kann es bei Schläuchen von 0,5 mm Durchmesser erforderlich sein, eine Saug- oder Durchziehvorrichtung zu verwenden, um den Faden durch den Schlauch zu ziehen.

Der Dorn muss sich um 270° drehen können. Das Gewicht ist an dem Faden zu befestigen. Die Masse des zu befestigenden Gewichtes ist in [IEC 60684-3](#) für jeden einzelnen Schlauchtyp entsprechend seinem Durchmesser festgelegt.

Der Faden unterhalb des Probekörpers muss an der Auslenkungsskala mit Millimetereinteilung vorbeigleiten und sie fast berühren. Mit einer Lotschnur wird sichergestellt, dass der Nullpunkt der Skale direkt unterhalb der Längsseite des Dornes liegt.

18.4 Prüftemperatur

Die Prüfung ist mit dem Schlauch und dem Prüfgerät bei einer Temperatur von $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ durchzuführen.

18.5 Durchführung

Der Dorn ist so weit zu drehen, dass die Schraubklemme, an der der Probekörper zu befestigen ist, oberhalb des Nullpunktes der Auslenkungsskala zu liegen kommt. In dieser Lage des Dorns muss das Gewicht angehängt werden, und der Dorn ist dann langsam mit solch einer Geschwindigkeit um 270° zu drehen, dass er die in Bild 4 gezeigte Position in etwa 10 s erreicht. Die Auslenkung ist $(30 \pm 5)\text{ s}$ nach dem Drehende abzulesen. Hat der Schlauch irgendeine Krümmung, so ist die Prüfung im Krümmungsinnen und nicht in entgegengesetzter Richtung durchzuführen. Man erhält die wirkliche Auslenkung, wenn man die Wanddicke des geprüften Schlauches vom Auslenkungswert abzieht.

ANMERKUNG Es kann erforderlich sein, eine Führung zu verwenden, um sicherzustellen, dass der Schlauch senkrecht zur Dornachse verbleibt.

18.6 Ergebnis

Es sind alle für die Auslenkung gemessenen Werte anzugeben; wenn in den Anforderungsblättern der IEC 60684-3 nicht anders festgelegt, gilt der Median als Ergebnis.

19 Zugfestigkeit, Zugspannung bei 100 % Dehnung, Reißdehnung und Sekantenmodul bei 2 % Dehnung

In den Anforderungsblättern der IEC 60684-3 dürfen je nach Schlauchtyp einige der nachfolgend genannten Prüfungen festgelegt sein. In einigen Fällen können mehr als eine der unten genannten Prüfungen im gleichen Arbeitsgang durchgeführt werden:

- Zugfestigkeit und Reißdehnung des gesamten Schlauchabschnittes,
- Zugfestigkeit und Reißdehnung von Prüfstäben,
- Zugfestigkeit und Reißdehnung von unbeschichteten Textilglasgewebesschläuchen,
- Sekantenmodul bei 2 % Dehnung,
- Zugspannung bei 100 % Dehnung,
- Zugspannung bei 100 % Dehnung und erhöhter Temperatur.

ANMERKUNG Bei all diesen Prüfungen sollten geeignete Klemmbacken verwendet werden. Die Probekörper sollten vor Beschädigungen durch die Klemmbacken geschützt sein.

19.1 Zugfestigkeit und Reißdehnung des ganzen Schlauchabschnittes

19.1.1 Anzahl der Probekörper

Es müssen fünf Probekörper geprüft werden.

19.1.2 Form der Probekörper

Der Probekörper muss aus einem ausreichend langen Schlauchstück bestehen, um 50 mm des Probekörpers zwischen den Einspannklemmen der Prüfmaschine zuzugeben, wobei auf diesem Stück etwa in der Mitte zwischen den Klemmbacken im Abstand von mindestens 25 mm zwei parallele Bezugslinien anzubringen sind. Das Markierungsmittel darf keine schädigende Wirkung auf das Schlauchmaterial haben, und die Markierungen sollten so eng wie möglich sein. Es wird die Verwendung einer Schablone mit parallelen Druckschnitten empfohlen.

19.1.3 Konditionierung

Wenn in IEC 60684-3 nicht anders festgelegt, ist der Probekörper unmittelbar vor Beginn der Prüfung 1 h bei einer Umgebungstemperatur von $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ oder auch länger zu lagern, damit der Probekörper eine Temperatur von $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ erreichen kann.

19.1.4 Prüftemperatur

Die Prüfung ist bei einer Temperatur von $23\text{ °C} \pm 2\text{ K}$ durchzuführen.

19.1.5 Durchführung

Die Querschnittfläche des Probekörpers ist anhand der Messungen des Durchmessers und der Wanddicke nach Abschnitt 3 zu berechnen. Für extrudierte Schläuche ergibt sich die Wanddicke wie folgt:

$$\frac{\text{kleinste Wanddicke} + \text{größte Wanddicke}}{2}$$

Der Probekörper ist mit axialer Ausrichtung zur Zugrichtung in die Zugprüfmaschine einzuspannen. Die Klemmbacken sind mit einer gleichmäßigen Geschwindigkeit, die in IEC 60684-3 für jedes einzelne Material festgelegt ist, auseinander zu bewegen. Der Messbereich der Zugprüfmaschine muss so beschaffen sein, dass die Höchstkraft zwischen 15 % und 85 % des Skalenendwertes liegt.

Der Abstand zwischen den Bezugslinien beim Reißen kann zweckmäßigerweise mit Hilfe eines Lineals, eines Greifzirkels oder einer Dehnungsmesseinrichtung gemessen werden.

Die Höchstkraft muss bis auf volle 2 % gemessen werden. Der Abstand zwischen den Bezugslinien muss beim Reißen auf volle 2 mm gemessen werden.

Reißt der Probekörper außerhalb der Bezugslinien, so ist das Ergebnis zu verwerfen, und es ist eine neue Messung mit einem anderen Probekörper durchzuführen.

19.1.6 Berechnung

Die Zugfestigkeit ist aus der Höchstkraft und dem ursprünglichen Querschnitt des Probekörpers zu berechnen und das Ergebnis in Megapascal (MPa) anzugeben.

$$\text{Zugfestigkeit in MPa} = \frac{F_{\max}}{A}$$

Dabei ist

$F_{\max}$ die Höchstkraft in N;

A der Anfangsquerschnitt in mm^2 .

Die Reißdehnung wird als Prozentsatz vom Anfangsabstand zwischen den Bezugslinien angegeben, d. h.:

$$\text{Reißdehnung in \%} = \frac{L - L_0}{L_0} 100$$

Dabei ist

L der Abstand zwischen den beiden Markierungen der gestreckten Probe beim Reißen;

L_0 der Anfangsabstand zwischen den Markierungen.