

	DIN EN IEC 60383-1 (VDE 0674-106-1)	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 29.080.10

Einsprüche bis 2021-03-15

Entwurf

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 60383-1
(VDE 0446-1):1997-05 und
DIN EN 60383-1 Berichtigung 1
(VDE 0446-1 Berichtigung
1):2001-08

**Isolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 000 V –
Teil 1: Keramik- oder Glas-Isolatoren für Wechselspannungssysteme –
Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien
(IEC 36/479/CD:2019);
Text Deutsch und Englisch**

Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 000 V –
Part 1: Ceramic or glass insulator units for a.c. systems –
Definitions, test methods and acceptance criteria
(IEC 36/479/CD:2019);
Text in German and English

Isolateurs pour lignes aériennes de tension nominale supérieure à 1 000 V –
Partie 1: Eléments d'isolateurs en matière céramique ou en verre pour systèmes à courant
alternatif –
Définitions, méthodes d'essai et critères d'acceptation
(IEC 36/479/CD:2019);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-01-15 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 111 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 36/479/CD:2019-12 "Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 000 V – Part 1: Ceramic or glass insulator units for a.c. systems – Definitions, test methods and acceptance criteria" (CD, en: Committee Draft) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden. Dieser Norm-Entwurf enthält eine noch nicht autorisierte deutsche Übersetzung.

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung des CD entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom IEC/TC 36 "Insulators" der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und unterliegt dem Copyright der IEC . Das Dokument wurde den nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Da der Abstimmungszeitraum für einen FDIS bzw. Schluss-Entwurf FprEN nur 6 Wochen beträgt, und dann 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 CD als DIN-Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit frühzeitig berücksichtigen zu können.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium DKE/K 451 "Isolatoren" der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DKE (www.dke.de) und DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnichtsnummer, 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.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

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

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60383-1 (VDE 0446-1):1997-05** und **DIN EN 60383-1 Berichtigung 1 (VDE 0446-1 Berichtigung 1):2001-08** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Diese Ausgabe wurde inhaltlich überarbeitet.

Inhalt

Seite

Einleitung	7
1 Anwendungsbereich	8
2 Normative Verweisungen	8
3 Begriffe	9
4 Einteilung, Isolator Typen und Isolierstoffe	11
4.1 Isolator Klassen	11
4.2 Isolator Typen	11
4.3 Isolierstoffe	11
5 Kennzeichnung von Isolatoren	12
6 Arten von Prüfungen	12
6.1 Typprüfungen	12
6.2 Stichprobenprüfungen	12
6.3 Stückprüfungen	13
7 Querverweistabellen für die durchzuführenden Prüfungen	13
7.1 Stützenisolatoren	13
7.2 Freileitungsstützer	14
7.3 Kettenisolatoren	16
7.3.1 Festlegungen für Typprüfungen an Kettenisolatoren	16
7.4 Isolatoren für elektrische Fahrleitungen	20
8 Verfahren für Typ- und Stichprobenprüfungen	21
8.1 Auswahl von Isolatoren für Typprüfungen	21
8.2 Auswahlregeln und Verfahren für Stichprobenprüfungen	21
8.3 Wiederholverfahren für Stichprobenprüfungen	21
9 Allgemeine Anforderungen für elektrische Prüfungen	22
10 Parameter des künstlichen Regens für Regenprüfungen	22
11 Prüfaufbau für elektrische Prüfungen	22
12 Blitzstoßspannungsprüfung, trocken	22
12.1 Prüfverfahren	22
12.2 Annahmekriterien	22
13 Stehwechselspannungsprüfungen, unter Regen	23
13.1 Prüfverfahren	23
13.2 Annahmekriterien	23
14 RIV-Prüfung	23
14.1 Prüfverfahren	23
14.2 Annahmekriterien	23
15 Stehspannungs-Durchschlagprüfung	24
15.1 Stoßspannungs-Durchschlagprüfung in Luft	24
15.2 Durchschlagprüfung mit Stehwechselspannung	24
16 Elektrische Stückprüfung	24
17 Verifizierung der Maße	25
18 Elektromechanische Bruchkraftprüfung	25
18.1 Prüfverfahren	25
18.2 Annahmekriterien	26
19 Mechanische Bruchkraftprüfung	26
19.1 Prüfverfahren für Stützenisolatoren und Freileitungsstützer	26
19.2 Prüfverfahren für Kettenisolatoren	26

19.3	Annahmekriterien für Stützenisolatoren	26
19.4	Annahmekriterien für Kettenisolatoren und Freileitungsstützer	26
20	Thermisch-mechanische Leistungsprüfung	27
20.1	Prüfverfahren	27
20.2	Annahmekriterien	28
21	Restfestigkeitsprüfung (Isolatoren aus Keramik oder vorgespanntem Glas)	28
21.1	Vorangegangene Prüfungen	28
21.2	Vorbereitung der Prüflinge	28
21.3	Festigkeitsprüfung	28
21.4	Auswertung der Prüfergebnisse	28
21.5	Annahmekriterien	29
22	Verifizierung der Axial-, Radial- und Winkelabweichungen	29
22.1	Prüfverfahren	29
22.2	Annahmekriterien	30
23	Verifizierung des Sicherungssystems	30
23.1	Übereinstimmung der Sicherungsvorrichtung	30
23.2	Verifizierung der Sicherung	30
23.3	Lage der Sicherungsvorrichtung	30
23.4	Durchführung der Funktionsprüfung	31
23.5	Annahmekriterien für die Funktionsprüfung	31
24	Temperaturwechselprüfung	31
24.1	Prüfverfahren für Kettenisolatoren, Stützenisolatoren und Freileitungsstützer aus keramischem Werkstoff oder vorgespanntem Glas	31
24.2	Prüfverfahren für Kettenisolatoren, Stützenisolatoren und Freileitungsstützer aus nichtvorgespanntem Glas	32
24.3	Besonderes Prüfverfahren für Isolatoren mit großen Querschnitten oder sehr große Isolatoren	32
24.4	Ergänzende Festlegungen	33
24.5	Annahmekriterien	33
25	Wärmeschockprüfung	33
25.1	Stichprobenprüfung	33
25.1.1	Prüfverfahren	33
25.1.2	Annahmekriterien	33
25.2	Wärmeschock-Stückprüfung	33
25.2.1	Prüfverfahren	33
25.2.2	Annahmekriterien	33
26	Porositätsprüfung	33
26.1	Prüfverfahren	33
26.2	Annahmekriterien	34
27	Galvanisierungsprüfung	34
27.1	Prüfverfahren	34
27.1.1	Erscheinungsbild	34
27.1.2	Bestimmung des Massebelags des Überzugs durch das magnetische Prüfverfahren	34
27.2	Annahmekriterien	34
27.2.1	Annahmekriterien für die Prüfung des Erscheinungsbildes	34
27.2.2	Annahmekriterien für den Wert des Massebelags des Überzugs	35
28	Zinkhülsenprüfung (falls zutreffend)	35
28.1	Allgemeine Anforderungen bezüglich Zinkhülse	35

28.2	Typprüfverfahren	35
28.3	Stichproben-Prüfverfahren	35
29	Sichtprüfung als Stückprüfung	36
29.1	Isolatoren mit keramischen Isolierteilen	36
29.2	Isolatoren mit Isolierteilen aus Glas	36
30	Mechanische Stoßfestigkeit	37
31	Mechanische Stückprüfung	37
31.1	Mechanische Stückprüfung an Freileitungsstützen	37
31.2	Mechanische Stückprüfung an Kettenisolatoren	38
32	Aufbauanordnungen für Prüfungen an Stützenisolatoren	38
32.1	Standard-Aufbauanordnung für elektrische Prüfungen	38
32.2	Aufbauanordnungen für elektrische Prüfungen mit nachgebildeten Betriebsbedingungen	39
32.3	Aufbauanordnung zur Prüfung der mechanischen Bruchkraft	39
33	Koeffizienten für die statistische Analyse von Prüfergebnissen an Freileitungsstützen	39
33.1	Koeffizient für Typprüfungen	39
33.2	Koeffizienten für Stichprobenprüfungen	39
34	Aufbauanordnungen für Prüfungen an Freileitungsstützen	39
34.1	Standard-Aufbauanordnung für elektrische Prüfungen	39
34.2	Aufbauanordnungen für elektrische Prüfungen mit nachgebildeten Betriebsbedingungen	40
34.3	Aufbauanordnung zur Prüfung der mechanischen Bruchkraft	40
35	Koeffizienten für die statistische Analyse von Prüfergebnissen an Kettenisolatoren	40
35.1	Koeffizient für Typprüfungen	40
35.2	Koeffizienten für Stichprobenprüfungen	40
36	Aufbauanordnungen für elektrische Prüfungen an Kettenisolatoren	41
37	Aufbauanordnungen für elektrische Prüfungen an Isolatoren für elektrische Fahrleitungen	41
37.1	Standard-Aufbauanordnung	41
37.2	Aufbauanordnungen, die die Betriebsbedingungen wiedergibt	42
Anhang A (informativ) Verfahren zum Vergleich von Ergebnissen aus elektromechanischen oder mechanischen Typ- und Stichprobenprüfungen		44
Anhang B (informativ) Darstellung des mechanischen und elektromechanischen Prüfannahmeverfahrens für Kettenisolatoren und Freileitungsstützen		45
B.1	Flussdiagramme	45
B.2	Berechnungsbeispiele für Annahme und Zurückweisung	47
Anhang C (informativ) Beschichtungen auf Keramik- oder Glasisolatoren		50
C.1	Allgemeines	50
C.2	Materialalterung und -eigenschaften	50
C.3	Typprüfung	50
C.4	Stichprobenprüfung	50
C.5	Verschmutzungsverhalten	50
C.6	Annahmekriterien	51
Anhang D (informativ) Prüfung der Stoßfestigkeit		52
D.1	Bestimmung der wirksamen Masse des Pendels	54
D.2	Isolatorposition für die Prüfung	54
Bilder		
Bild 1 — Schematische Darstellung der thermisch-mechanischen Leistungsprüfung		42
Bild 2 — Messung der der axialen und radialen Abweichungen		42
Bild 3 — Messung der Winkelabweichung		43

Bild 4 — Größte Isolatordicke	43
Bild B.1 — Annahme-Flussdiagramm für mechanische und elektromechanische Typprüfungen	45
Bild B.2 — Annahme-Flussdiagramm für mechanische und elektromechanische Stichprobenprüfungen	46
Bild B.3 — Flussdiagramm für den Vergleich von Typ- und Stichprobenprüfungen	47
Bild C.1 — Kriterien für die Dicke	51
Bild C.2 — Haftfestigkeits-Prüfkriterien	51
Bild D.1 — Vorderansicht des Gerätes für die Stoßprüfung	52
Bild D.2 — Seitenansicht des Gerätes für die Stoßprüfung	52
Bild D.3 — Draufsicht des Gerätes für die Stoßprüfung	53
Bild D.4 — Detailansicht der Skale	53
Bild D.5 — Schlagkörper-Details	54
Bild D.6 — Kupferbolzen-Details	54

Tabellen

Tabelle 1 — Querverweistabelle für Stützenisolatoren	13
Tabelle 2 — Querverweistabelle für Freileitungsstützer	15
Tabelle 3 — Querverweistabelle für Kettenisolatoreinheiten – Kappenisolatoren	17
Tabelle 4 — Querverweistabelle für Kettenisolatoreinheiten – Langstabisolatoren	19
Tabelle 5 — Annahmekriterien für die Stoßprüfung	37
Tabelle B.1 — Beispiele für mechanische und elektromechanische Stichprobenprüfungen	48
Tabelle B.2 — Formular zur Berechnung für mechanische und elektromechanische Stichprobenprüfungen	49

Einleitung

Diese Norm behandelt vier verschiedene Isolatorarten:

Stützenisolatoren;

Freileitungssstützer;

Kettenisolatoren;

Isolatoren für elektrische Fahrleitungen.

Der Anwender dieses Teils braucht nur in dem Abschnitt nachzuschlagen, der den zu prüfenden Isolatorartyp behandelt, und sich auf die allgemeinen Anforderungen und einschlägigen Prüfverfahren zu beziehen, die in den Abschnitten eins bis fünf enthalten sind.

Isolatoren für Freileitungen mit einer Nennspannung über 1 000 V – Teil 1: Keramik- oder Glas-Isolatoren für Wechselspannungssysteme – Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC 60383 gilt für Isolatoren aus keramischem Werkstoff oder Glas zur Verwendung in Wechselspannungs-Freileitungen und -Fahrleitungen mit einer Nennspannung über 1 kV und einer Frequenz nicht größer als 100 Hz. Er gilt auch für Isolatoren zur Verwendung in Gleichspannungs-Freileitungen elektrischer Fahrleitungen.

Dieser Teil gilt für Kettenisolatoren, starr montierte Freileitungsisolatoren sowie für Isolatoren ähnlicher Bauart, wenn diese in Unterstationen verwendet werden.

Er gilt nicht für Isolatoren, die Teile elektrischer Geräte darstellen, oder Teile, die für deren Aufbau verwendet werden, oder für Stützisolatoren, die in [IEC 60168](#) behandelt werden: Tests on indoor and outdoor post insulators of ceramic material or glass for systems with nominal voltages greater than 1 000 V (Prüfungen an Innenraum- und Freiluft-Stützisolatoren aus keramischem Werkstoff oder Glas für Systeme mit Nennspannungen über 1 kV).

Prüfungen an Isolatorsträngen und Isolatorketten (zum Beispiel Schaltstoßspannung, unter Regen) werden in Teil 2 von IEC 60383 behandelt.

Der Zweck dieses Teils besteht darin:

- die verwendeten Begriffe zu definieren;
- die Isolator-Kennwerte zu definieren sowie die Bedingungen vorzuschreiben, unter denen die festgelegten Werte dieser Kennwerte nachgewiesen werden müssen;
- die Prüfverfahren vorzuschreiben;
- die Annahmekriterien vorzuschreiben.

Dieser Teil enthält keine Anforderungen, die die Auswahl von Isolatoren für spezifische Betriebsbedingungen behandeln.

Spezifische Anforderungen an die Verwendung von Beschichtungen auf Keramik- oder Glas-Isolatoren sind im informativen [Anhang C](#) beschrieben.

ANMERKUNG Eine Richtlinie für die Auswahl von Isolatoren unter Fremdschichtbedingungen ist veröffentlicht worden, siehe IEC 60815-1 und IEC 60815-2.

Zahlenwerte für Isolatoren-Kennwerte sind in [IEC 60305](#), [IEC 60433](#) und IEC 60720 festgelegt.

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).

IEC 60050-471, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) - Insulators*

[IEC 60060-1](#), *High-voltage test techniques - Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60120, *Dimensions of ball and socket couplings of string insulator units*

[IEC 60305](#), *Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1000 V - Ceramic or glass insulator units for a.c. systems - Characteristics of insulator units of the cap and pin type*

IEC 60372, *Locking devices for ball and socket couplings of string insulation units: Dimensions and tests*

[IEC 60433](#), *Insulators for overhead lines with a nominal voltage above 1 000 V - Ceramic insulators for a.c. systems - Characteristics of insulator units of the long rod type*

[IEC 60437](#), *Radio interference test on high-voltage insulators*

IEC 60471, *Dimensions of clevis and tongue couplings of string insulator units*

IEC 60720, *Characteristics of line post insulators*

IEC TR 60797, *Residual strength of string insulator units of glass or ceramic material for overhead lines after mechanical damage of the dielectric*

IEC 61211, *Insulators of ceramic material or glass for overhead lines with a nominal voltage greater than 1 000 V - Impulse puncture testing in air*

ISO 1459, *Metallic coatings - Protection against corrosion by hot dip galvanizing - Guiding principles*

ISO 1460, *Metallic coatings - Hot dip galvanized coatings on ferrous metals - Determination of the mass per unit area - Gravimetric method*

ISO 1461, *Metallic coatings - Hot dip galvanized coatings on fabricated ferrous products - Requirements*

ISO 1463, *Metal and oxide coatings - Measurement of coating thickness - Microscopical method*

ISO 2064, *Metallic and other non-organic coatings - Definitions and conventions concerning the measurement of thickness*

ISO 2178, *Non-magnetic coatings on magnetic substrates - Measurement of coating thickness - Magnetic method*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Isolatorstrang

Kettenisolator oder mehrere miteinander verbundene Kettenisolatoren, die zur beweglichen Aufhängung von Leitungen vorgesehen und hauptsächlich auf Zug beansprucht sind

3.2

Stützenisolator

starr montierter Freileitungsisolator, bestehend aus einem Isolierkörper, der mit Hilfe einer Stütze, die in den Isolierkörper hineinragt, zur starren Befestigung auf einer Tragkonstruktion vorgesehen ist; der Isolierkörper besteht aus einem oder mehreren Isolierstoffteil(en), die fest miteinander verbunden sind

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Stütze kann zwei Grundformen haben. Bei der einen Form ist der Isolierkörper am Ende der Stütze befestigt, so dass der Isolierkörper die tragende Konstruktion nicht berühren kann. Bei der anderen Form wird der Isolierkörper mit Hilfe der Stütze entweder direkt oder mit einer dazwischen befindlichen Platte auf der tragenden Konstruktion befestigt, wobei die Platte entweder eine gesonderte Unterlegscheibe oder Bestandteil der Stütze sein kann (wird manchmal auch als „Plattenstützenisolator“ bezeichnet).

3.3

Freileitungsstützer

starr montierter Freileitungsisolator, der Biege-, Zug- und Druckbelastungen ausgesetzt ist, aus einem oder mehreren Isolierstoff(en) besteht und auf eine Metall-Fußarmatur aufgebaut ist, die der starren Befestigung auf einer Tragkonstruktion dient

3.4

Fahrleitungsisolator

Isolator oder Isolatorreihe zur starren oder beweglichen Aufhängung von Fahrleitungen in Form von Freileitungen. Alle Bauarten von Freileitungsisolatoren dürfen für diesen Zweck verwendet werden

3.5

Abnahmemenge

eine zur Abnahme von demselben Hersteller angebotene Menge von Isolatoren derselben Bauart, von denen vorausgesetzt wird, dass sie unter gleichen Produktionsbedingungen gefertigt wurden. Eine oder mehrere Abnahmemenge(n) dürfen zusammen zur Abnahme vorgestellt werden; die angebotene(n) Abnahmemenge(n) darf (dürfen) die gesamte oder einen Teil der bestellten Menge umfassen

3.6

Überschlag (eines Isolators)

plötzlich auftretende Entladung außerhalb des Isolators entlang seiner Oberfläche, welche die Teile des Isolators leitend miteinander verbindet, zwischen denen bestimmungsgemäß die Betriebsspannung anliegt

3.7

Stehstoßspannung

höchster Wert der Stoßspannung von festgelegter Form und Polarität, welche unter festgelegten Bedingungen zu keinem Durchschlag der Isolierung führt

3.8

50 %-Durchschlagspannung eines Prüflings

Wert der vorgegebenen Spannung, die mit einer Wahrscheinlichkeit von 50 % zu einem Durchschlag im Prüfling führt

3.9

Netzfrequenz-Stehspannung Stehwechselspannung

Effektivwert der sinusförmigen Spannung bei Netzfrequenz, bei dem die Isolierung eines gegebenen Betriebsmittels bei Prüfungen unter festgelegten Bedingungen und für eine festgelegte Dauer standhält

3.10

elektromechanische Bruchkraft

größte erreichte Belastung, wenn ein Kettenisolator unter den vorgeschriebenen Bedingungen der Prüfung geprüft wird

3.11

mechanische Bruchkraft

größte erreichte Belastung, wenn ein Isolator unter den vorgeschriebenen Prüfbedingungen geprüft wird

3.12

festgelegte mechanische Bruchkraft, SFL (en: specified mechanical failing load)

mechanische Belastung, die den Verlust der mechanischen Eigenschaften eines beliebigen Teils eines Isolators bei Prüfung nach der einschlägigen Norm verursacht

3.13

Durchschlag (eines Isolators)

Durchschlag, der durch den festen Isolierwerkstoff des Isolators hindurchgeht und zu einem bleibenden Verlust der Spannungsfestigkeit führt

3.14

Kriechweg

kürzeste Strecke oder die Summe der kürzesten Strecken entlang der Isolatoroberfläche zwischen zwei leitfähigen Teilen, zwischen denen bestimmungsgemäß die Betriebsspannung anliegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Oberfläche von Zement oder einem anderen nicht-isolierenden Verbindungswerkstoff wird nicht als Bestandteil des Kriechweges angesehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Wenn Beschichtungen mit hohem Widerstand auf isolierende Teile eines Isolators aufgebracht sind, werden diese Teile als wirksame Isolierflächen angesehen und der Weg über sie wird in den Kriechweg einbezogen.

3.15

Abweichungen (Verschiebungen)

axiale Abweichung

maximale Lageveränderung eines bestimmten Punktes auf dem Umfang des betrachteten Isolators parallel zur Isolatorachse während einer vollständigen Drehung um die Isolatorachse

radiale Abweichung

maximale Lageveränderung eines bestimmten Punktes auf dem Umfang des betrachteten Isolators senkrecht zur Isolatorachse während einer vollständigen Drehung um die Isolatorachse

Winkelabweichung

Winkelabweichung um die Isolatorachse zwischen entsprechenden Ebenen der beiden Verbindungsteile

3.16

kurzer Standardisolatorstrang

ein kurzer Standardisolatorstrang wird zum Nachweis von Kennwerten einer Einheit verwendet, die nur für einen Isolatorstrang von Bedeutung sind

Bei Kappenisolatoren:

ein Isolatorstrang mit 5 Isolatorelementen.

bei Langstabisolatorelementen:

Ein Isolatorstrang zwischen 1 m und 2 m Länge für Langstabisolatorelemente, die für den Einbau in einen Strang vorgesehen sind. Bei Langstabisolatoren, deren Länge weniger als 1 m beträgt und die einen Strang bilden sollen, wird das Element selbst als kurzer Standardisolatorstrang angesehen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Definition für kurzer Standardisolatorstrang unterscheidet sich von der Definition in IEC 61467.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Systemen mit einem Isolatorstrang aus weniger als 5 Isolatoren muss der Strang mit der wirklichen Anzahl an Isolatoren betrachtet werden.

3.17

festgelegte Kennwerte

Ein festgelegter Kennwert ist:

- entweder der Zahlenwert einer elektrischen Spannung oder einer mechanischen Belastung oder ein anderer Kennwert, der in einer IEC-Norm festgelegt ist;
- oder der Zahlenwert eines solchen Kennwertes, der zwischen Käufer und Hersteller vereinbart wurde.

4 Einteilung, Isolatorarten und Isolierstoffe

4.1 Isolatorarten

Isolatoren für Freileitungen werden entsprechend ihrer Konstruktion in zwei Klassen unterteilt:

Klasse A: ein Isolator oder ein Kettenisolator, bei dem die Länge des kürzesten Durchschlagweges durch festen Isolierstoff mindestens die Hälfte der Schlagweite beträgt. Ein Beispiel für einen Isolator der Klasse A ist ein Langstabisolator mit äußeren Armaturen.

Klasse B: ein Isolator oder ein Kettenisolator, bei dem die Länge des kürzesten Durchschlagweges durch festen Isolierstoff weniger als die Hälfte der Schlagweite beträgt. Ein Beispiel für einen Isolator der Klasse B ist ein Kappenisolator.

4.2 Isolatorarten

Für die Anwendung dieses Teiles von IEC 60383 werden Freileitungsisolatoren in die vier folgenden Bauarten unterteilt:

- Stützenisolatoren;
- Freileitungsstützen;
- Kettenisolatoren, unterteilt in zwei Bauformen:
 - Kappenisolatoren;
 - Langstabisolatoren;
- Isolatoren für elektrische Fahrleitungen.

ANMERKUNG Isolatoren für Fahrleitungen sind üblicherweise Isolatoren aus einer der zuvor genannten ersten drei Bauarten, mit oder ohne Anpassung der Metallarmaturen, die für den Einsatz in elektrischen Fahrleitungen konstruiert sind.

4.3 Isolierstoffe

Isolierstoffe für Freileitungsisolatoren, die durch diesen Teil erfasst werden, sind

- keramischer Werkstoff, Porzellan;
- nichtvorgespanntes Glas, d. h. Glas, bei dem die mechanischen Spannungen durch Wärmebehandlung herabgesetzt worden sind;
- vorgespanntes Glas, d. h. Glas, bei dem beabsichtigte mechanische Vorspannungen durch Wärmebehandlung induziert worden sind.

ANMERKUNGEN

Weitere Informationen zur Definition und Klassifizierung von Keramik- und Glasisolierstoffen können IEC 60672-1 und IEC 60672-3 entnommen werden.

Die Benennung „keramischer Werkstoff“ wird in diesem Teil zur Bezeichnung von Porzellan verwendet und umfasst – im Gegensatz zur Gepflogenheit in Nordamerika – kein Glas.

5 Kennzeichnung von Isolatoren

Jeder Isolator muss entweder auf dem Isolierkörper oder auf einem Metallteil mit dem Namen oder dem Warenzeichen des Herstellers und dem Herstellungsjahr gekennzeichnet sein. Außerdem muss jeder Kettenisolator mit der festgelegten elektromechanischen oder mechanischen Bruchkraft gekennzeichnet sein, je nachdem, welche zutreffend ist. Diese Kennzeichnungen müssen lesbar und dauerhaft sein.

Die in [IEC 60305](#), [IEC 60433](#) und IEC 60720 enthaltenen Bezeichnungen dürfen verwendet werden.

6 Arten von Prüfungen

6.1 Typprüfungen

Typprüfungen sind vorgesehen, um die wichtigsten Kennwerte eines Isolators nachzuweisen, die in der Hauptsache von dessen Konstruktion abhängen. Sie werden üblicherweise an einer geringen Anzahl von Isolatoren und nur einmal für eine neue Konstruktion oder einen Herstellungsprozess eines Isolators durchgeführt und anschließend nur dann wiederholt, wenn sich die Konstruktion oder der Herstellungsprozess verändert. Wenn die Änderung nur bestimmte Kennwerte betrifft, braucht (brauchen) nur die Prüfung(en) wiederholt zu werden, die für diese Kennwerte von Belang sind. Darüber hinaus ist es nicht erforderlich, die elektrischen und mechanischen Typprüfungen an einer neuen Isolatorbaukonstruktion durchzuführen, wenn ein gültiges Prüfzertifikat für einen Isolator gleichwertiger Konstruktion und mit gleichem Herstellungsprozess vorliegt. Die Bedeutung der gleichwertigen Konstruktion ist in den einschlägigen Abschnitten angegeben, sofern anwendbar. Die Ergebnisse von Typprüfungen werden entweder durch vom Abnehmer anerkannte Prüfzertifikate oder durch solche Prüfzertifikate, die von einer qualifizierten Organisation bestätigt sind, zertifiziert.

Für maßliche und mechanische Prüfungen (elektromechanische Bruchkraftprüfung, mechanische Bruchkraftprüfung, thermisch-mechanische Leistungsprüfung, Restfestigkeitsprüfung und Stoßprüfung) muss das Zertifikat eine Gültigkeit von zehn Jahren haben, gerechnet vom Ausstellungsdatum. Für die Gültigkeit von Zertifikaten elektrischer Typprüfungen (Blitzstoßspannung, trocken; Stehwechselspannung, unter Regen; RIV-Prüfung, Stehspannungs-Durchschlagprüfung, Stoßspannungs-Durchschlagprüfung unter Luftatmosphäre) gibt es keine zeitliche Begrenzung.

Die Typprüfzertifikate bleiben im Rahmen der zuvor genannten Grenzen so lange gültig, wie keine wesentliche Abweichung zwischen den Ergebnissen von Typprüfungen und denen der nachfolgenden Stichprobenprüfungen auftritt. Ein Verfahren zum Vergleich von Ergebnissen der Typ- und Stichprobenprüfungen ist in [Anhang A](#) angegeben.

Typprüfungen dürfen nur an Isolatoren aus einer Abnahmemenge durchgeführt werden, die allen Anforderungen der maßgeblichen Stückprüfungen entspricht.

6.2 Stichprobenprüfungen

Stichprobenprüfungen werden durchgeführt, um die Kennwerte eines Isolators, die sich bedingt durch den Herstellungsprozess und die Werkstoffqualität der Isolatorbauelemente ändern können, nachzuweisen. Stichprobenprüfungen werden als Annahmeproofungen an einer Stichprobe von Isolatoren durchgeführt, die zufällig aus einer Abnahmemenge entnommen wird, die die Anforderungen der entsprechenden Stückprüfungen erfüllt hat.

ANMERKUNG Die in diesem Teil von IEC 60383 für die statistische Bewertung von Ergebnissen durch Variablen verwendeten Annahmekoeffizienten und Stichprobenumfänge sind so gewählt worden, dass sie den Kurven der Annahmekennlinien (Operationscharakteristik) nach dem Merkmale-Verfahren (Attributprüfung), das in früheren Ausgaben der IEC 60383 für übliche Abnahmemengen verwendet wurde, möglichst nahekommen. Für andere Abnahmemengen werden die Kurven der Annahmekennlinie abweichend sein. Weitere Informationen zur statistischen Bewertung der Prüfergebnisse und zur Berechnung der Operationscharakteristik können ISO 2859:2017/ISO 2859-1:1999/ISO 2859-2:1985, Sampling procedures and tables for inspection by attributes (Annahmestichprobenprüfung anhand der Anzahl fehlerhafter Einheiten oder Fehler (Attributprüfung)), und ISO 3951:2013, Sampling procedures for inspection by variables (Verfahren für die Stichprobenprüfung anhand quantitativer Merkmale (Variablenprüfung)), entnommen werden.

6.3 Stückprüfungen

Stückprüfungen sind vorgesehen, um fehlerbehaftete Stücke auszusondern, und werden während des Herstellungsprozesses durchgeführt. Stückprüfungen werden an jedem Isolator durchgeführt.

ANMERKUNG Wenn in bestimmten Fällen die Typ-, Stichproben- und Stückprüfungen an einer neuen Isolator-konstruktion durchgeführt werden, werden sie als „Prototyp-Prüfungen“ bezeichnet.

7 Querverweistabellen für die durchzuführenden Prüfungen

7.1 Stützenisolatoren

Die folgenden Prüfungen sind auf Stützenisolatoren anwendbar. Bestimmte Prüfungen sind nur für bestimmte Isolator- oder Werkstoffklassen anwendbar. Zur Bestimmung der Prüfungen, die auf Stützenisolatoren anwendbar sind, sollte auf die folgende Querverweistabelle (Tabelle 1) Bezug genommen werden.

Die Zahlen in der ersten Zeile eines jeden Rechtecks stellen die Anzahl der für jede Prüfung bereitzustellenden Isolatoren dar; die Bezeichnungen E1 und E2 entsprechen den Verweisungen, die in 8.2 für die Stichprobenprüflinge gegeben wurden. Die zweite Zeile in jedem Rechteck (kursiv gedruckte Zahlen) gibt die Abschnitte und/oder Unterabschnitte an, die für den Isolator und die betreffende Prüfung gelten.

Die anwendbaren Typprüfungen sind für einen gegebenen Isolator nur einmal durchzuführen (zu weiteren Einzelheiten siehe 6.1). Für die mechanische Bruchkraftprüfung an Stützenisolatoren kann kein zufriedenstellender Vergleich zwischen den Ergebnissen der Typ- und Stichprobenprüfung vorgenommen werden.

Die anwendbaren Stichprobenprüfungen werden an den Stichprobengruppen E1 oder E2 durchgeführt, so wie in der Querverweistabelle angegeben. Der Umfang dieser Stichproben muss nach 8.2 bestimmt werden. Die Stichprobenprüfungen müssen in der nachstehend angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden; es ist jedoch möglich, die Prüfungen, die nur für die Stichprobengruppe E1 (oder E2) gelten, vor den Prüfungen durchzuführen, die für die andere Stichprobengruppe gelten, nachdem diejenigen Prüfungen durchgeführt worden sind, die für beide Stichprobengruppen gelten.

Die anwendbaren Stückprüfungen müssen an jedem Isolator durchgeführt werden. Spezifische Aufbauanordnungen für Stützenisolatoren sind in Abschnitt 31 gegeben.

Mit Bezug auf 6.1 ist eine elektrisch gleichwertige Isolatoreinheit eine Ausführung, die in demselben Werk, mit den gleichen Werkstoffen und mit demselben Verfahren hergestellt wurde und außerdem folgende Kennwerte aufweist:

- Nenn-Schlagweite ist gleich oder größer;
- Nenn-Kriechweg ist gleich oder größer;
- Schirmprofil ist gleich.

Mit Bezug auf 6.1 ist eine mechanisch gleichwertige Isolatoreinheit eine Ausführung, die in demselben Werk, mit den gleichen Werkstoffen und mit demselben Verfahren hergestellt wurde und die dieselbe Festigkeitsklasse und die gleiche Ausführung der Verbindung zwischen Isolierelementen und Metallteilen hat.

Tabelle 1 — Querverweistabelle für Stützenisolatoren

Isolatortyp		Stützenisolatoren					
Werkstoff		Keramikwerkstoff		Nichtvorgespanntes Glas		Vorgespanntes Glas	
Klasse		A	B	A	B	A	B
TYPPRÜFUNGEN	Verifizierung der Maße	5	5	5	5	5	5
		← 17 →					
	Blitzstoßspannung, trocken	3	3	3	3	3	3
		← 12, 31.1, 31.2, 36 →					
	Stehwechselspannung, unter Regen	3	3	3	3	3	3
		← 13, 31.1, 31.2, 36 →					

Isolatortyp		Stützenisolatoren					
Werkstoff		Keramikwerkstoff		Nichtvorgespanntes Glas		Vorgespanntes Glas	
Klasse		A	B	A	B	A	B
	Stehspannungs-Durchschlagprüfung ¹	N/A	5	N/A	5	N/A	5
		15					
	Mechanische Bruchkraftprüfung	5	5	5	5	5	5
		← 19.1, 19.3, 31.3 →					
STICHPROBEN-PRÜFUNGEN	Überprüfung der Maße	E2	E2	E2	E2	E2	E2
		← 17 →					
	Temperaturwechselprüfung	E1, E2	E1, E2	E1, E2	E1, E2	N/A	N/A
		← 24.1 →	← 24.2 →		N/A	N/A	
	Mechanische Bruchkraftprüfung	E1	E1	E1	E1	E1	E1
		← 19.1, 19.3, 31.3 →					
	Wärmeschockprüfung	N/A	N/A	N/A	N/A	E2	E2
		N/A	N/A	N/A	N/A	← 25 →	
	Stehspannungs-Durchschlagprüfung ¹	N/A	E2	N/A	E2	N/A	E2
		N/A	15	N/A	15	N/A	15
	Porositätsprüfung	E1	E1	N/A	N/A	N/A	N/A
		← 26 →		N/A	N/A	N/A	N/A
	Galvanisierungsprüfung	E2	E2	E2	E2	E2	E2
		← 27 →					
STÜCK-PRÜFUNGEN	Sichtprüfung als Stückprüfung	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle
		← 29 →					
	Elektrische Stückprüfung	N/A	Alle	N/A	Alle	N/A	N/A
		N/A	16	N/A	16	N/A	N/A

¹ Die Art der Stehspannungs-Durchschlagprüfung muss auf Vereinbarung zwischen Hersteller und Abnehmer angewendet werden.

7.2 Freileitungsstützer

Die folgenden Prüfungen sind für Freileitungsstützer anwendbar. Bestimmte Prüfungen sind nur für bestimmte Isolator- oder Werkstoffklassen anwendbar. Zur Bestimmung der Prüfungen, die auf Freileitungsstützer anwendbar sind, ist auf die folgende Querverweistabelle (Tabelle 2) Bezug zu nehmen.

Die Zahlen in der ersten Zeile eines jeden Rechtecks stellen die Anzahl der für jede Prüfung bereitzustellenden Isolatoren dar; die Bezeichnungen E1 und E2 entsprechen den Verweisungen, die in 8.2 für die Stichprobenprüflinge gegeben wurden. Die zweite Zeile in jedem Rechteck (kursiv gedruckt) gibt die Abschnitte an, die für den Isolator und die betreffende Prüfung anwendbar sind.

Die anwendbaren Typprüfungen sind für einen gegebenen Isolator nur einmal durchzuführen (zu weiteren Einzelheiten siehe 6.1).

Die anwendbaren Stichprobenprüfungen werden an den Stichprobengruppen E1 oder E2 durchgeführt, so wie in der Querverweistabelle angegeben. Der Umfang dieser Stichproben muss nach 8.2 bestimmt werden. Die Stichprobenprüfungen müssen in der nachstehend angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden; es ist jedoch möglich, die Prüfungen, die nur für die Stichprobengruppe E1 (oder E2) gelten, vor den Prüfungen

durchzuführen, die für die andere Stichprobengruppe gelten, nachdem diejenigen Prüfungen durchgeführt worden sind, die für beide Stichprobengruppen gelten.

Die anwendbaren Stückprüfungen müssen an jedem Isolator durchgeführt werden.

Spezifische Aufbauanordnungen für Freileitungssstützer sind in [Abschnitt 33](#) gegeben.

Mit Bezug auf [6.1](#) ist eine elektrisch gleichwertige Isolatoreinheit eine Ausführung, die in demselben Werk, mit den gleichen Werkstoffen und mit demselben Verfahren hergestellt wurde und außerdem folgende Kennwerte aufweist:

- Nenn-Schlagweite ist gleich oder größer;
- Nenn-Kriechweg ist gleich oder größer;
- Schirmprofil ist gleich.

Mit Bezug auf [6.1](#) ist eine mechanisch gleichwertige Isolatoreinheit eine Ausführung, die in demselben Werk, mit den gleichen Werkstoffen und mit demselben Verfahren hergestellt wurde und die dieselbe Festigkeitsklasse und die gleiche Ausführung der Verbindung zwischen Isolierelementen und Metallteilen hat.

Tabelle 2 — Querverweistabelle für Freileitungssstützer

Isolatortyp		Freileitungssstützer					
Werkstoff		Keramikwerkstoff		Nichtvorgespanntes Glas		Vorgespanntes Glas	
Höhe ¹		H ≤ 600	H > 600	H ≤ 600	H > 600	H ≤ 600	H > 600
Klasse		A ²	A	A ²	A	A ²	A
TYP-PRÜFUNGEN	Verifizierung der Maße	5	5	5	5	5	5
		← 17 →					
	Blitzstoßspannung, trocken	3	1	3	1	3	1
		← 12, 33.1, 33.2, 36 →					
	Stehwechselspannung, unter Regen	3	1	3	1	3	1
		← 13, 33.1, 33.2, 36 →					
	Mechanische Bruchkraftprüfung	5	5	5	5	5	5
		← 19.1, 19.4, 32.1, 33.3 →					
STICHPROBEN-PRÜFUNGEN	Überprüfung der Maße	E2	E2	E2	E2	E2	E2
		← 17 →					
	Temperaturwechselprüfung	E1, E2	E1, E2	E1, E2	E1, E2	N/A	N/A
		← 24.1 →		← 24.2 →		N/A	N/A
	Mechanische Bruchkraftprüfung	E1	E1	E1	E1	E1	E1
		← 19.1, 19.4, 32.2, 33.3 →					
	Wärmeschockprüfung	N/A	N/A	N/A	N/A	E2	E2
		N/A	N/A	N/A	N/A	← 25 →	
	Porositätsprüfung	E1	E1	N/A	N/A	N/A	N/A
		← 26 →		N/A	N/A	N/A	N/A
	Galvanisierungsprüfung	E2	E2	E2	E2	E2	E2
		← 27 →					

STÜCK- PRÜFUNGEN	Sichtprüfung als Stückprüfung	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle	Alle
		<div>← 29 →</div>					
	Mechanische Stückprüfung	N/A	Alle	N/A	Alle	N/A	Alle
		N/A	30.1	N/A	30.1	N/A	30.1

1

H ist die Nenn-Gesamthöhe in Millimeter (siehe IEC 60720).

2

Freileitungsstützer der Klasse B müssen den für Stützenisolatoren der Klasse B geltenden Prüfungen unterworfen werden (siehe [Tabelle 1](#)).

7.3 Kettenisolatoren

Die folgenden Prüfungen sind für Kettenisolatoren anwendbar. Bestimmte Prüfungen sind nur für bestimmte Isolator- oder Werkstoffklassen anwendbar. Zur Bestimmung der Prüfungen, die auf Kettenisolatoren anwendbar sind, ist auf die folgende Querverweistabelle ([Tabelle 3](#)) Bezug zu nehmen. Die Zahlen in der ersten Zeile eines jeden Rechtecks stellen die Anzahl der für jede Prüfung bereitzustellenden Isolatoren dar; die Bezeichnungen E1, E2 und E3 entsprechen den Verweisungen, die in [8.2](#) für die Stichprobenprüflinge gegeben wurden. Die zweite Zeile in jedem Rechteck (kursiv gedruckt) gibt die Abschnitte an, die für den Isolator und die betreffende Prüfung anwendbar sind.

Die anwendbaren Typprüfungen sind, wie in der nachstehenden Querverweistabelle angegeben, für einen gegebenen Isolator oder einen Isolator in gleichwertiger Ausführung nur einmal durchzuführen (zu weiteren Einzelheiten siehe [6.1](#) und [7.3.1](#)).

Die anwendbaren Stichprobenprüfungen sind an den Stichprobengruppen E1 oder E3 durchzuführen, so wie in der Querverweistabelle angegeben. Der Umfang dieser Stichproben muss nach [8.2](#) bestimmt werden. Die Stichprobenprüfungen müssen in der nachstehend angegebenen Reihenfolge durchgeführt werden; es ist jedoch möglich, die Prüfungen, die nur für die Stichprobengruppe E1 (oder E2) gelten, vor den Prüfungen durchzuführen, die für die andere Stichprobengruppe gelten, nachdem diejenigen Prüfungen durchgeführt worden sind, die für beide Stichprobengruppen gelten.

Die anwendbaren Stückprüfungen müssen an jedem vorgestellten Isolator durchgeführt werden. Spezifische Aufbauanordnungen für Kettenisolatoren sind in [Abschnitt 35](#) gegeben.

7.3.1 Festlegungen für Typprüfungen an Kettenisolatoren

7.3.1.1 Elektrische Typprüfungen an Kettenisolatoren

Die elektrischen Typprüfungen, die an einem kurzen Standardstrang durchgeführt werden, dienen auf einer genormten Grundlage zum Vergleich des Betriebsverhaltens verschiedener Kettenisolatoren, wobei der Einfluss vorhandener benachbarter Einheiten berücksichtigt wird. Das festgelegte Verhalten und die an kurzen Standardsträngen erzielten Prüfergebnisse können in kV/m angegeben werden.

ANMERKUNG Das festgelegte Verhalten und die an kurzen Standardsträngen erzielten Prüfergebnisse können nicht ohne weiteres auf linearer Grundlage auf längere Stränge übertragen werden. Wenn jedoch die Stehspannungsprüfung an zwei kurzen Strängen unterschiedlicher Längen (z. B. 1 m und 2 m) durchgeführt wird, dann dürfen die Ergebnisse linear interpoliert werden, um eine Aussage über das Betriebsverhalten von Strängen zu erhalten, deren Längen zwischen den beiden geprüften Längen liegen.

Mit Bezug auf [6.1](#) ist eine elektrisch gleichwertige Isolareinheit eine Ausführung, die in demselben Werk, mit den gleichen Werkstoffen und mit demselben Verfahren hergestellt wurde und außerdem folgende Kennwerte aufweist:

für Langstabisolatoren:

- Nenn-Strunkdurchmesser ist gleich oder kleiner;
- Nenn-Schirmabstand ist mit $\pm 5\%$ gleich;
- Schirmausladung ist mit $\pm 5\%$ gleich;
- Schirmprofil ist gleich;
- Nenn-Kriechweg ist gleich oder größer;
- Nenn-Schlagweite ist gleich oder größer.

für Kappenisolatoren:

- Schirmprofil ist gleich;
- Nenn-Schlagweite ist gleich oder größer;
- Durchmesser ist mit $\pm 5\%$ gleich;
- Nenn-Bauhöhe ist mit $\pm 5\%$ gleich.
- Nenn-Kriechweg ist gleich oder größer.

7.3.1.2 Mechanische Typprüfungen

Mit Bezug auf 6.1 ist eine mechanisch gleichwertige Isolatoreinheit eine Ausführung, die in demselben Werk, mit den gleichen Werkstoffen und mit demselben Verfahren hergestellt wurde und die dieselbe Festigkeitsklasse, die gleiche Verbindungsgröße und die gleiche Ausführung der Verbindung zwischen Isolier-elementen und Metallteilen hat. Außerdem weist sie folgende Kennwerte auf:

- für Langstabisolatoren:
 - der Nenn-Strunkdurchmesser ist gleich;
 - der Nenn-Schirmabstand ist gleich oder größer;
 - die Nenn-Schirmausladung ist gleich oder kleiner;
- für Kappenisolatoren:
 - der Nenn-Durchmesser ist gleich oder kleiner;

Tabelle 3 — Querverweistabelle für Kettenisolatoreinheiten – Kappenisolatoren

Werkstoff		Keramikwerkstoff	Vorgespanntes Glas
Klasse		B	B
TYPPRÜFUNGEN	Verifizierung der Maße	10	10
		← 17 →	
	Blitzstoßspannung, trocken	1SS ¹	1SS ¹
		← 12, 35, 36 →	
	Stehwechselspannung, unter Regen	1SS ¹	1SS ¹
		← 13, 35, 36 →	
	RIV-Prüfung	5	5
		← 14 →	
	Stoßspannungs-Durchschlagprüfung unter Luftatmosphäre	10	10
		← 15.1 →	
	Elektromechanische Bruchkraftprüfung	10	N/A
		18, 34.1	N/A
	Mechanische Bruchkraftprüfung	N/A	10
		N/A	19.2, 19.4, 34.1
	Thermisch-mechanische Leistungsprüfung	10	10
		← 20, 34.1 →	
	Restfestigkeitsprüfung	25	25
		← 21, 24.1 →	
	Zinkhülsenprüfung ⁴	3	3

Werkstoff		Keramikwerkstoff	Vorgespanntes Glas
Klasse		B	B
		← 28.2 →	
	Schlagprüfung	3	3
		← 30 →	
	Verifizierung der Maße ²	E1, E2	E1, E2
		← 17 →	
	Verifizierung der Abweichungen	E1, E2	E1, E2
		← 22 →	
	Verifizierung des Sicherungssystems ³	E2	E2
		← 23 →	
	Temperaturwechselprüfung	E1, E2	N/A
		← 24.1 →	N/A
	Elektromechanische Bruchkraftprüfung	E1	N/A
		18, 34.2	N/A
	Mechanische Bruchkraftprüfung	N/A	E1
		N/A	19.2, 19.4, 34.2
	Wärmeschockprüfung	N/A	E2
		N/A	25
	RIV-Prüfung ⁴	E3	
		← 14 →	
	Stehspannungs-Durchschlagprüfung ⁵	E3	E3
		← 15 →	
	Porositätsprüfung	E1	N/A
		26	N/A
	Galvanisierungsprüfung	E2	E2
		← 27 →	
	Zinkhülsenprüfung ³	Hälfte von E1	Hälfte von E1
		← 28.3 →	
	Sichtprüfung als Stückprüfung	Alle	Alle
		← 29 →	
	Mechanische Stückprüfung	Alle	Alle
		← 30 →	
	Elektrische Stückprüfung	Alle	N/A
		16	N/A
	Wärmeschock-Stückprüfung	N/A	Alle
		N/A	25.2

Werkstoff	Keramikwerkstoff	Vorgespanntes Glas
Klasse	B	B
<p>1 1SS = Prüfung muss an einem kurzen Strang durchgeführt werden.</p> <p>2 E1 und E2 für Maßbestimmung von Verbindungen, andere Maße nur E2. Siehe Abschnitt 18.</p> <p>3 Sofern zutreffend.</p> <p>4 Eingeführt als Stichprobenprüfung, da sie qualitative Abweichungen zeigen kann. Die Prüfung kann nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Käufer ausgelassen werden, wenn RIV kein Problem im praktischen Einsatz darstellt.</p> <p>5 Die bevorzugte Prüfung bei Isolatoren von Übertragungsleitungen ist die „Stoßspannungs-Durchschlagprüfung unter Luftatmosphäre“.</p> <p>Für die IEC-Bezeichnungen U40B und U40BP gelten die RIV-Prüfung und Stoßspannungs-Durchschlagprüfung.</p>		

Tabelle 4 — Querverweistabelle für Kettenisolateinheiten – Langstabisolatoren

Werkstoff		Keramikwerkstoff	
Klasse		A	B
TYPPRÜFUNGEN	Verifizierung der Maße	10	10
		← 17 →	
	Blitzstoßspannung, trocken	1 oder SS ¹	1 oder SS ¹
		← 12, 35, 36 →	
	Stehwechselspannung, unter Regen	1 oder SS ¹	1 oder SS ¹
		← 13, 35, 36 →	
	Stoßspannungs-Durchschlagprüfung unter Luftatmosphäre	N/A	5
		← 15.1 →	
	RIV-Prüfung	N/A	5
		← 14 →	
	Elektromechanische Bruchkraftprüfung	N/A	5
		N/A	18, 34.1
STICHPROBENPRÜFUNGEN	Verifizierung der Maße ²	E1, E2	E1, E2
		← 17 →	
	Verifizierung der Abweichungen	E1, E2	E1, E2
		← 22 →	
	Verifizierung des Sicherungssystems ³	E2	E2
		← 23 →	
	Temperaturwechselprüfung	E1, E2	E1, E2
		← 24.1 →	

Werkstoff		Keramikwerkstoff	
Klasse		A	B
	Elektromechanische Bruchkraftprüfung	N/A	E1
		N/A	18, 34.2
	Mechanische Bruchkraftprüfung	E1	N/A
		19.2, 19.4, 34.2	N/A
	RIV-Prüfung ⁴	N/A	E3
		← 14 →	
	Stehspannungs-Durchschlagprüfung ⁵	N/A	E3
		N/A	15
	Porositätsprüfung	E1	E1
		← 26 →	
	Galvanisierungsprüfung	E2	E2
		← 27 →	
STÜCKPRÜFUNGEN	Sichtprüfung als Stückprüfung	Alle	Alle
		← 29 →	
	Mechanische Stückprüfung	Alle	Alle
		← 30 →	
	Elektrische Stückprüfung	N/A	Alle
		N/A	16

1

1 oder SS = Prüfung muss entweder an einem Isolator oder an einem kurzen Strang durchgeführt werden.

2

E1 und E2 für Maßbestimmung von Verbindungen, andere Maße nur E2. Siehe [Abschnitt 18](#).

3

Sofern zutreffend.

4

Eingeführt als Stichprobenprüfung, da sie qualitative Abweichungen zeigen kann. Die Prüfung kann nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Käufer ausgelassen werden, wenn RIV kein Problem im praktischen Einsatz darstellt.

5

Die bevorzugte Prüfung bei Isolatoren von Übertragungsleitungen ist die „Stoßspannungs-Durchschlagprüfung unter Luftatmosphäre“.

7.4 Isolatoren für elektrische Fahrleitungen

Wie in der Einführung bereits erwähnt, gibt es für Isolatoren elektrischer Fahrleitungen keine Querverweistabelle, da diese Isolatoren gewöhnlich aus einem der drei anderen angegebenen Isolortypen bestehen. Die für diesen entsprechenden Isolortyp anwendbaren Prüfungen müssen zusammen mit der kombinierten Biege-/Zugprüfung durchgeführt werden, sofern anwendbar.

Spezifische Aufbauanordnungen für Isolatoren elektrischer Fahrleitungen sind in [Abschnitt 36](#) angegeben.

Zusätzlich zu den üblicherweise geforderten Prüfungen kann eine Biege- und Zugprüfung für solche Isolatoren erforderlich sein, die im Betrieb solchen Kräften ausgesetzt sind. Die Durchführung dieser Prüfung muss zum Zeitpunkt der Bestellung Gegenstand der Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller sein. In gleicher Weise müssen auch Prüfverfahren, Aufbauanordnungen und Annahmekriterien zwischen Hersteller und Käufer vereinbart sein.

8 Verfahren für Typ- und Stichprobenprüfungen

8.1 Auswahl von Isolatoren für Typprüfungen

Die Anzahl der bei jeder Prüfung zu prüfenden Isolatoren muss, so wie in der Querverweistabelle des betreffenden Abschnittes angegeben, aus einer Abnahmemenge von Isolatoren entnommen werden, die allen Anforderungen der einschlägigen Stückprüfungen entspricht.

ANMERKUNG Diese Auswahl wird üblicherweise vom Hersteller vorgenommen.

8.2 Auswahlregeln und Verfahren für Stichprobenprüfungen

Für die Stichprobenprüfungen werden drei Gruppen, E1, E2 und E3, verwendet. Die Mengen für diese Stichproben sind in nachstehender Tabelle angegeben. Wenn es sich um mehr als 10 000 Isolatoren handelt, müssen diese in eine gleiche Anzahl von Abnahmemengen unterteilt werden, die zwischen 2 000 und 10 000 Isolatoren umfassen. Die Ergebnisse der Prüfungen müssen für jede Abnahmemenge gesondert bewertet werden. Bei $N \leq 300$ wird die Stichprobenanzahl null gesetzt. Andere Mengen unterliegen einer Vereinbarung.

Abnahmemenge (N)	E1	Stichprobenumfang E2	E3
$N \leq 300$		0	
$300 < N \leq 2\,000$	4	3	3
$2\,000 < N \leq 5\,000$	8	4	4
$5\,000 < N \leq 10\,000$	12	6	6

Die Isolatoren müssen zufällig aus der Abnahmemenge gewählt werden. Der Abnehmer hat das Recht, diese Auswahl vorzunehmen.

Die Stichproben müssen den entsprechenden Stichprobenprüfungen unterzogen werden, die in der Querverweistabelle des betreffenden Abschnittes angegeben sind. Wenn die Stichprobe bei der Prüfung durchfällt, muss das entsprechende Wiederholungsprüfverfahren (siehe 8.3) durchgeführt werden.

Isolatoren, die Stichprobenprüfungen unterzogen wurden, die deren mechanische und/oder elektrische Kennwerte beeinträchtigen können, dürfen für den Betrieb nicht verwendet werden.

8.3 Wiederholungsverfahren für Stichprobenprüfungen

Sofern dies in den Annahmekriterien festgelegt ist, gilt folgendes Wiederholungsverfahren für Stichprobenprüfungen.

Wenn nur ein Isolator oder Metallteil die Stichprobenprüfungen nicht besteht, dann muss eine neue Stichprobe mit der zweifachen der ursprünglich dieser Prüfung unterzogenen Menge der Wiederholungsprüfung unterzogen werden. Die Wiederholungsprüfung muss die Prüfung enthalten, bei der der Ausfall erfolgte, wobei vorher diejenigen Prüfungen durchzuführen sind, die die Ergebnisse der ursprünglichen Prüfung beeinflusst haben können.

Wenn zwei oder mehr Isolatoren oder Metallteile eine der Stichprobenprüfungen nicht bestehen, oder wenn während der Wiederholungsprüfung ein Versagen auftritt, wird die gesamte Abnahmemenge als nicht in Übereinstimmung mit diesem Teil der Norm angesehen und muss vom Hersteller zurückgezogen werden.

Vorausgesetzt, dass die Ursache des Versagens deutlich nachgewiesen werden kann, darf der Hersteller die Abnahmemenge sortieren, um alle Isolatoren mit diesem Fehler auszusondern. (Falls eine Abnahmemenge in kleinere Teilmengen unterteilt wurde und eine der kleineren Teilmengen nicht der Norm entspricht, darf die Prüfung auf die anderen Teilmengen ausgedehnt werden.) Die sortierte(n) Abnahmemenge(n) oder ein Teil derselben darf (dürfen) dann erneut zur Prüfung vorgestellt werden. Die Anzahl der dann ausgewählten Prüflinge muss das Dreifache der ersten Menge betragen, die für die Prüfungen ausgewählt wurde. Die Wiederholungsprüfung muss die Prüfung enthalten, bei der der Ausfall erfolgte, wobei vorher diejenigen Prüfungen durchzuführen sind, die die Ergebnisse der ursprünglichen Prüfung beeinflusst haben können. Wenn ein Isolator während dieser Wiederholungsprüfung versagt, wird die gesamte Abnahmemenge als nicht in Übereinstimmung mit diesem Teil der Norm angesehen.

9 Allgemeine Anforderungen für elektrische Prüfungen

Dieser Abschnitt enthält Prüfverfahren und Anforderungen für elektrische Prüfungen unterschiedlicher Isolatorausführungen, die im Anwendungsbereich dieses Teiles von IEC 60383 liegen. Die Liste der Prüfungen, Aufbauanordnungen und Annahmekonstanten ist in den maßgeblichen Abschnitten für jede Isolatorbauart aufgeführt.

- a) Die Prüfverfahren mit Blitzstoßspannung und Wechselspannung müssen IEC 60060-1 entsprechen.
- b) Blitzstoßspannungen müssen durch ihre zu erwartenden Scheitelwerte und die Wechselspannungen als Scheitelwerte dividiert durch $\sqrt{2}$ angegeben sein.
- c) Wenn die natürlichen atmosphärischen Bedingungen zum Zeitpunkt der Prüfung von den Normwerten abweichen (siehe IEC 60060-1), wird die Anwendung von Korrekturfaktoren nach IEC 60060-1 erforderlich.
- d) Die Isolatoren müssen vor Beginn der Hochspannungsprüfungen sauber und trocken sein.
- e) Es müssen geeignete Vorkehrungen getroffen werden, um Kondensation auf der Oberfläche der Isolatoren zu vermeiden, besonders dann, wenn die relative Luftfeuchte hoch ist. Der Isolator muss zum Beispiel bei der im Prüffeld herrschenden Umgebungstemperatur ausreichend lange gelagert werden, damit vor Prüfbeginn ein Temperatúrausgleich erreicht wird.

Sofern zwischen Käufer und Hersteller nicht anders vereinbart, dürfen Trockenprüfungen nicht durchgeführt werden, wenn die relative Luftfeuchte 85 % überschreitet.

- f) Die Zeitintervalle zwischen aufeinanderfolgenden Spannungsbeanspruchungen müssen ausreichend sein, um Einflüsse der vorherigen Spannungsbeanspruchung bei Überschlag- oder Stehspannungsprüfungen zu minimieren.

10 Parameter des künstlichen Regens für Regenprüfungen

Das in IEC 60060-1 beschriebene Norm-Prüfverfahren unter Regen muss angewendet werden. Der künstliche Regen muss den Anforderungen nach IEC 60060-1 entsprechen.

ANMERKUNG Wenn Prüfungen an Isolatoren in waagerechter oder geneigter Stellung durchgeführt werden, dann muss im Hinblick auf die Richtung der Beregnung eine Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller getroffen werden.

11 Prüfaufbau für elektrische Prüfungen

Die einzelnen Prüfaufbauten sind in dem Abschnitt festgelegt, der für die Bauart des zu prüfenden Isolators zutreffend ist.

12 Blitzstoßspannungsprüfung, trocken

Das übliche Verfahren für die Bestimmung der Steh-Blitzstoßspannung, trocken, an einzelnen Isolatoren und kurzen Standardisolatorsträngen besteht in der Berechnung aus dem 50 %-Überschlagspannungspegel, der mit dem in IEC 60060-1 beschriebenen Auf- und Ab-Verfahren bestimmt wird.

ANMERKUNG Nach Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller darf die Stehspannung nach dem in IEC 60060-1 beschriebenen 15-Stöße-Verfahren nachgewiesen werden.

12.1 Prüfverfahren

Es muss die genormte 1,2/50-Blitzstoßspannung angewendet werden (siehe IEC 60060-1).

Der Isolator muss unter den in den Abschnitt 9 vorgeschriebenen Bedingungen geprüft werden.

Es müssen Stoßspannungen sowohl positiver als auch negativer Polarität angewendet werden.

Die Anzahl der zu prüfenden Isolatoren muss 8.1 entsprechen.

12.2 Annahmekriterien

Die nach dem vorstehenden Verfahren bestimmte 50 %-Überschlag-Blitzstoßspannung muss nach IEC 60060-1 korrigiert werden.

Wenn die Prüfung an einem Isolator oder an einem kurzen Standardisolatorstrang durchgeführt wird, hat der Isolator die Prüfung bestanden, wenn die 50 %-Überschlag-Blitzstoßspannung nicht unter dem

$1 / (1 - 1,3 \sigma) = 1,040$ -Fachen der festgelegten Steh-Blitzstoßspannung liegt, wobei σ die Standardabweichung ist (angenommen mit 3 %).

Wenn die Prüfung an drei einzelnen Isolatoren durchgeführt wird, dann wird der Mittelwert der drei 50 %-Überschlag-Blitzstoßspannungen berechnet. Die Isolatoren haben die Prüfung bestanden, wenn die 50 %-Überschlag-Blitzstoßspannung nicht unter dem $1 / (1 - 1,3 \sigma) = 1,040$ -Fachen der festgelegten Steh-Blitzstoßspannung liegt, wobei σ die Standardabweichung ist (angenommen mit 3 %).

Die Isolatoren dürfen bei diesen Prüfungen nicht beschädigt werden; leichte Spuren an der Oberfläche der Isolierkörper oder Abbröckeln von Zement oder einem anderen Kittmaterial sind jedoch zulässig.

13 Stehwechselspannungsprüfungen, unter Regen

13.1 Prüfverfahren

Der Prüfkreis muss IEC 60060-1 entsprechen.

Der Isolator muss unter den in den Abschnitten 9 und 10 vorgeschriebenen Bedingungen geprüft werden.

Die an den Isolator anzulegende Prüfspannung muss die festgelegte Stehwechselspannung unter Regen sein, die auf die zum Zeitpunkt der Prüfung herrschenden atmosphärischen Bedingungen umzurechnen ist. Die Prüfspannung muss mit diesem Wert 1 min gehalten werden.

Die Anzahl der zu prüfenden Isolatoren muss 8.1 entsprechen.

ANMERKUNG Wenn diese Prüfung an Isolatoren für Fahrleitungen durchgeführt wird, dann ist die Normfrequenz der Prüfspannung auch für Isolatoren anwendbar, die für den Einsatz bei anderen Frequenzen von 0 Hz bis 100 Hz vorgesehen sind.

13.2 Annahmekriterien

Wenn die Prüfung an einem Kettenisolator oder an einem Standardisolatorstrang durchgeführt wird, hat der Isolator die Prüfung bestanden, wenn während der Prüfung kein Überschlag oder Durchschlag erfolgt.

Wenn die Prüfung an drei Kettenisolatoren durchgeführt wird, gilt die Prüfung als bestanden, wenn während der Prüfung an keinem der Isolatoren ein Überschlag oder Durchschlag erfolgt.

ANMERKUNG Wenn an einem der geprüften Isolatoren ein Überschlag erfolgt, darf eine zweite Prüfung an demselben Isolator durchgeführt werden, nachdem die Regenbedingungen geprüft wurden.

Wenn zum Zeitpunkt der Bestellung besonders gefordert, darf zur Information die Überschlagspannung unter Regen für den Isolator bestimmt werden, indem die Spannung allmählich von etwa 75 % der Stehwechselspannung unter Regen mit einer Steigerungsrate von etwa 2 % dieser Spannung je Sekunde erhöht wird. Die Überschlagspannung ist dann das arithmetische Mittel von fünf aufeinanderfolgenden Messwerten, und der Wert muss nach Korrektur auf die atmosphärischen Normbedingungen aufgezeichnet werden.

14 RIV-Prüfung

14.1 Prüfverfahren

Die RIV-Prüfung muss an einzelnen Isolatoreinheiten durchgeführt werden. Der Prüfkreis, die Betriebsmittel und die Klimabedingungen müssen IEC 60437 entsprechen.

14.2 Annahmekriterien

Die Annahmekriterien für die Typprüfung von Kappenisolatoren sind:

- 50 μ V (34 dB) bei Wechselspannungen mit 1 000 kHz und 10 kV;
- 320 μ V (50 dB) bei Wechselspannungen mit 1000 kHz und 20 kV.

Sofern in Abhängigkeit vom spezifischen Projekt und von der jeweiligen Spannungsverteilung nicht anders festgelegt, gelten für Stichprobenprüfungen die gleichen Annahmekriterien.

15 Stehspannungs-Durchschlagprüfung

Die Durchschlagprüfung darf entweder als Steh-Stoßspannungsprüfung oder als Stehwechselfspannungsprüfung durchgeführt werden. Diese Prüfung wird durchgeführt, um die Durchschlagfestigkeit eines Isolators zu bewerten, die sowohl von der Konstruktion als auch der Fertigungsqualität abhängt.

15.1 Stoßspannungs-Durchschlagprüfung in Luft

Die Anzahl der zu prüfenden Isolatoren muss [Tabelle 1](#), [3](#) oder [4](#) entsprechen. Die zu prüfenden Isolatoren muss trocken und sauber sein.

Der Prüfaufbau, die Erzeugung der Prüfspannung, die Messegräte und das Prüfverfahren müssen [IEC 61211](#) entsprechen.

Zwischen den Polaritätsänderungen dürfen keine Stöße mit verminderter Amplitude angewendet werden.

Bestimmung des Durchschlags

Ein Isolator besteht die Prüfung, wenn: jede Anwendung der Stoßspannung mit steiler Vorderflanke zu einem externen Überschlag führt und das Prüfprotokoll oder die Scheitelspannungsanzeige keine ausgeprägte Verminderung der Spannung zwischen den Stoßspannungsanwendungen führt;

Die Annahmekriterien nach [IEC 61211](#) müssen angewendet werden.

Die Prüflinge für die Typprüfung und die Hälfte von E3 (nächsthöhere ganze Zahl) für die Stichprobenprüfung müssen einer elektromechanischen Bruchkraftprüfung (Porzellanisolatoren) nach [Abschnitt 18](#) oder mechanischen Bruchkraftprüfung (Isolatoren aus vorgespanntem Glas) nach [Abschnitt 19](#) unterzogen werden.

15.2 Durchschlagprüfung mit Stehwechselfspannung

Zur Vermeidung von Oberflächenentladungen werden die Isolatoren, nachdem sie gereinigt und getrocknet wurden, in einem Behälter, der ein geeignetes Isoliermedium enthält, vollständig eingetaucht. Wenn es sich um einen Metallbehälter handelt, müssen dessen Maße so ausgelegt sein, dass die kürzeste Strecke zwischen jedem Isolatorteil und der Behälterwand nicht weniger als das 1,5-fache des größten Isolatorschirmdurchmessers beträgt. Die Temperatur des Isoliermediums muss etwa Raumtemperatur betragen.

Der spezifische elektrische Widerstand des Öls muss zwischen $10^6 \Omega\text{m}$ und $10^8 \Omega\text{m}$ betragen. Der spezifische elektrische Widerstand des Öls muss vor der Prüfung mit einem angepassten Megaohm-Messgerät oder einer ähnlichen Messeinrichtung gemessen werden.

Die Prüfspannung muss zwischen den Teilen angelegt werden, zwischen denen bestimmungsgemäß die Betriebsspannung anliegt. Während des Eintauchens in das Isoliermedium müssen Vorkehrungen getroffen werden, damit sich unter den Isolatorschirmen keine Luftblasen ansammeln.

Die Prüfspannung muss so schnell bis zur festgelegten Durchschlagspannung gesteigert werden, wie es mit der Anzeige der Messeinrichtung vereinbar ist. Unterhalb der festgelegten Durchschlagspannung darf kein Durchschlag auftreten.

Wenn zum Zeitpunkt der Bestellung besonders gefordert, darf zur Information die Spannung bis zum Durchschlag gesteigert und die Durchschlagspannung aufgezeichnet werden.

Für diese Prüfung (nur Stichprobenprüfung) gilt das Wiederholungsprüfverfahren nach [8.3](#).

16 Elektrische Stückprüfung

Kettenisolatoren sowie starr montierte Freileitungsisolatoren aus keramischem Werkstoff oder nichtvorgespanntem Glas müssen einer ständig angelegten Wechselspannung ausgesetzt sein.

Starr montierte Freileitungsisolatoren müssen mit der Oberseite nach unten in einem Wasser enthaltenden Behälter so tief angeordnet sein, dass das Wasser die Halsrille des Isolators bedeckt. Die Spannung muss zwischen dem Behälter und dem Wasser angelegt sein, das praktisch das Stützerloch oder den Hohlraum jedes Isolators ausfüllt. Als Alternative dürfen Metallelektroden verwendet werden, vorausgesetzt, dass dadurch die elektrische Beanspruchung im Porzellan oder Glas nicht verringert wird.

Die Wechselspannung darf Netzfrequenz oder Hochfrequenz haben.

Bei Verwendung von Netzfrequenz muss die Prüfspannung nacheinander drei bis fünf Minuten angelegt und ausreichend hoch sein, um sporadisch oder gelegentlich Überschläge zu erzeugen (in wenigen Sekunden Abstand).

Bei Verwendung von Hochfrequenz muss es sich um eine entsprechend gedämpfte Wechselspannung mit einer Frequenz zwischen 100 kHz und 500 kHz handeln. Die Prüfspannung muss mindestens 3 s ununterbrochen angelegt und ausreichend hoch sein, um einen bleibenden Überschlag zu erzeugen. Zur Feststellung des Isolatordurchschlags während oder nach der Hochfrequenzprüfung ist an die Isolatoren oder an andere geeignete Einrichtungen eine Wechselspannung anzulegen.

Isolatoren, die während der Prüfung durchschlagen, müssen zurückgewiesen werden.

Sofern nichts anderes festgelegt wurde, muss diese Prüfung nach der mechanischen Stückprüfung durchgeführt werden, um Isolatoren auszusondern, die in der mechanischen Prüfung zum Teil beschädigt worden sind.

ANMERKUNG Für bestimmte Bauarten starr montierter Freileitungsisolatoren der Klasse B ist die vorstehend beschriebene Prüfung möglicherweise nicht anwendbar. Nach Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller zum Zeitpunkt der Bestellung darf dann die Prüfung an dem fertig zusammengebauten Isolator durch eine Prüfung an den Isolierteilen vor dem Zusammenbau ersetzt werden.

17 Verifizierung der Maße

Die Maße der geprüften Isolatoren müssen auf Übereinstimmung mit den maßgeblichen Zeichnungen überprüft werden, besonders im Hinblick auf solche Maße, für die besondere Grenzabmaße gelten (z. B. die in IEC 60305 und IEC 60433 festgelegten Baulängen), sowie Einzelheiten, die die Austauschbarkeit beeinträchtigen (z. B. die in IEC 60120 und IEC 60471 angegebenen Verbindungsmaße).

Der Nachweis der Klöppel-Pfannen-Verbindungen von Kettenisolatoren mittels Lehre muss sowohl an Stichproben der Gruppe E1 als auch an Stichproben der Gruppe E2 geführt werden, für andere Maße und andere Isolatorbauarten darf nur die Stichprobengruppe E2 verwendet werden.

Sofern nicht anders vereinbart, ist ein Grenzabmaß von:

$\pm (0,04 d + 1,5)$ mm, wenn $d \leq 300$ mm und für alle Längen mit Kriechstrecke,

oder

$\pm (0,025 d + 6)$ mm, wenn $d > 300$ mm

bei allen Maßen zulässig, für die keine besonderen Grenzabmaße gelten (d ist das geprüfte Maß in mm).

Die vorstehend angegebenen Grenzabmaße gelten auch für den Kriechweg, selbst wenn dieser als Mindest-Nennwert festgelegt ist.

Für diese Prüfung gilt das Wiederholungsprüfverfahren nach 8.3.

18 Elektromechanische Bruchkraftprüfung

18.1 Prüfverfahren

Diese Prüfung muss bei solchen Kettenisolortypen angewendet werden, bei denen eine innere elektrische Entladung zur Anzeige eines mechanischen Isolierteilfehlers dient.

Die Kettenisolatoren müssen einzeln einer Wechselspannung und einer Zugbelastung ausgesetzt werden, die gleichzeitig zwischen den Metallteilen anzulegen sind. Die elektrische Spannung muss während der gesamten Prüfung anstehen.

Die anzulegende Spannung muss gleich dem Wert der festgelegten Stehwechselspannung unter Regen des kurzen Standardisolatorstranges sein, dividiert durch die Anzahl der Isolareinheiten im kurzen Standardisolatorstrang.

Die Verbindungsteile der Prüfmaschine müssen hinsichtlich ihrer wesentlichen Maße für Isolatoren mit Klöppel- und Pfannen-Verbindungen IEC 60120 und für Isolatoren mit Gabel-Lasche-Verbindungen IEC 60471 entsprechen. Für Fahrleitungsisolatoren oder sonstige besondere Isolatoren, auf die dieser Normteil angewendet wird, können besondere Verbindungen erforderlich sein. In den Typ- und Stichprobenprüfungen müssen Verbindungsteile gleicher Festigkeit (übliche oder verstärkte) verwendet werden.

Die Zugbelastung muss schnell aber gleichmäßig von Null bis annähernd

75 % der festgelegten elektromechanischen Bruchkraft gesteigert werden, danach ist sie mit einer Steigerungsrate zwischen 100 % und 35 % der festgelegten elektromechanischen Bruchkraft je min so lange zu steigern, bis die in [Abschnitt 3](#) definierte Bruchkraft erreicht ist und der Wert aufgezeichnet wird. (Die angegebenen Steigerungsraten entsprechen bis zum Erreichen der festgelegten elektromechanischen Bruchkraft einer Zeit zwischen 15 s und 45 s.)

18.2 Annahmekriterien

Siehe 19.4.

19 Mechanische Bruchkraftprüfung

19.1 Prüfverfahren für Stützenisolatoren und Freileitungsstützer

Der Stützenisolator oder Freileitungsstützer muss so, wie im betreffenden Abschnitt festgelegt, montiert sein und mit einer mechanischen Biegekraft beansprucht werden. Die Belastung muss schnell, aber gleichmäßig von Null bis annähernd 75 % der festgelegten mechanischen Bruchkraft gesteigert werden, danach ist sie mit einer Steigerungsrate zwischen 100 % und 35 % der festgelegten mechanischen Bruchkraft je min so lange zu steigern, bis die Bruchkraft für Stützenisolatoren oder die in [Abschnitt 3](#) definierte Bruchkraft für Freileitungsstützer erreicht ist (die angegebenen Steigerungsraten entsprechen bis zum Erreichen der festgelegten mechanischen Bruchkraft einer Zeit zwischen 15 s und 45 s). Die Bruchkraft von Freileitungsstützen muss aufgezeichnet werden.

19.2 Prüfverfahren für Kettenisolatoren

Die Kettenisolatoren müssen einzeln einer zwischen ihren Metallteilen angreifenden Zugbelastung ausgesetzt werden. Von den Isolatoren, die der Stoßspannungs-Durchschlagprüfung unterzogen werden, müssen fünf der Prüflinge für die Typprüfung und die Hälfte von E3 (nächsthöhere ganze Zahl) für die Stichprobenprüfung genommen werden.

Die Verbindungsteile der Prüfmaschine müssen hinsichtlich ihrer wesentlichen Maße für Isolatoren mit Klöppel- und Pfannen-Verbindungen IEC 60120 und für Isolatoren mit Gabel-Lasche-Verbindungen IEC 60471 entsprechen. Für Fahrleitungsisolatoren oder sonstige besondere Isolatoren, auf die dieser Normteil angewendet wird, können besondere Verbindungen erforderlich sein. In den Typ- und Stichprobenprüfungen müssen Verbindungsteile gleicher Festigkeit (übliche oder verstärkte) verwendet werden.

Die Zugbelastung muss schnell, aber gleichmäßig von Null bis annähernd 75 % der festgelegten mechanischen Bruchkraft gesteigert werden. Danach ist sie mit einer Steigerungsrate zwischen 100 % und 35 % der festgelegten mechanischen Bruchkraft je min so lange zu steigern, bis die in [Abschnitt 3](#) definierte Bruchkraft erreicht und der Wert aufgezeichnet ist (die angegebenen Steigerungsraten entsprechen bis zum Erreichen der festgelegten mechanischen Bruchkraft einer Zeit zwischen 15 s und 45 s).

19.3 Annahmekriterien für Stützenisolatoren

Der Isolator besteht die Prüfung, wenn die festgelegte mechanische Bruchkraft ohne mechanischen Bruch des Isolierkörpers erreicht wird. Außerdem darf bei Isolatoren mit integrierter Stütze die bleibende Verbiegung des Isolierkörpers am Angriffspunkt der Prüflast 20 % der Höhe dieses Punktes über der tragenden Ebene nicht überschreiten.

Für diese Prüfung von Stützenisolatoren gilt das Wiederholungsprüfverfahren nach [8.3](#).

19.4 Annahmekriterien für Kettenisolatoren und Freileitungsstützer

Aus den einzelnen Bruchkräften X , die sich aus der Prüfung der elektromechanischen oder mechanischen Bruchkraft ergeben, sind der Mittelwert $\bar{X}$ und die Standardabweichung σ_{n-1} zu berechnen.

Folgende Symbole werden verwendet:

X_T : Mittelwert der Ergebnisse aus der Typprüfung

$\bar{X}_1$: Mittelwert der Ergebnisse aus der Stichprobenprüfung

$\bar{X}_2$: Mittelwert der Ergebnisse aus der Wiederholungsprüfung

- σ_T : Standardabweichung der Ergebnisse aus der Typprüfung
 σ_1 : Standardabweichung der Ergebnisse aus der Stichprobenprüfung
 σ_2 : Standardabweichung der Ergebnisse aus der Stichprobenprüfung
 σ_{0123} : Annahmekonstanten

Eine Typprüfung ist bestanden, wenn

$$X_T \geq SFL + C_0 \sigma_T$$

Eine Stichprobenprüfung ist bestanden, wenn

$$\overline{X}_1 \geq SFL + C_1 \sigma_1$$

Wenn $SFL + C_2 \sigma_1 \leq \overline{X}_1 < SFL + C_1 \sigma_1$, ist bei Stichprobenprüfungen eine Wiederholungsprüfung mit dem doppelten Stichprobenumfang zulässig.

Die Wiederholungsprüfung ist bestanden, wenn

$$X_2 \geq SFL + C_3 \sigma_2$$

wobei der Mittelwert $\overline{X}_2$ und die Standardabweichung σ_2 nur aus den Ergebnissen der Wiederholungsprüfung erhalten wurden.

Wenn die Wiederholungsprüfung nicht bestanden wird, wird die Abnahmemenge als nicht in Übereinstimmung mit diesem Teil von IEC 60383 angesehen, und es muss eine Prüfung durchgeführt werden, um die Ursachen für das Versagen herauszufinden. (Wo eine Abnahmemenge in kleinere Abnahmemengen unterteilt worden ist, und eine dieser kleineren Abnahmemengen durchgefallen ist, darf die Prüfung auf die anderen Abnahmemengen ausgedehnt werden.)

Die Werte der anzuwendenden Annahmekoeffizienten C_0 , C_1 , C_2 und C_3 sind in den [Abschnitt 33](#) bzw. [Abschnitt 35](#) festgelegt.

In [Anhang A](#) ist ein Verfahren zum Vergleich von Ergebnissen der elektromechanischen oder mechanischen Typ- und Stichprobenprüfungen angegeben. In [Anhang B](#) sind sowohl ein vollständiger Annahmeablaufplan für Typ- und Stichprobenprüfungen als auch Berechnungsbeispiele gegeben.

ANMERKUNG Bei der Berechnung der Standardabweichung σ ist zu beachten, dass es sich um die Standardabweichung der Stichprobe handelt, wenn der Nenner $n - 1$ ist.

20 Thermisch-mechanische Leistungsprüfung

20.1 Prüfverfahren

Die Isolatorelemente müssen vier 24-h-Zyklen mit Abkühlung und Erwärmung ausgesetzt werden, wobei sie gleichzeitig mit einer Zugbelastung, die zwischen 60 % und 70 % der festgelegten elektromechanischen oder mechanischen Bruchkraft zu halten ist, zu beanspruchen sind. Jeder 24-h-Zyklus muss mit einer Abkühlungsperiode von $(-30 \pm 5)^\circ\text{C}$ beginnen, gefolgt von einer Erwärmungsperiode von $(40 \pm 5)^\circ\text{C}$. Die Grenzwerte der Temperaturen bei den kalten und warmen Zyklen müssen in einer Weise eingehalten werden, dass eine Minstdifferenz von 70 K zwischen den aufgezeichneten warmen und kalten Temperaturen sichergestellt ist. Die höchsten und tiefsten Temperaturen müssen mindestens zusammenhängend vier Stunden im Temperaturzyklus beibehalten werden. Die Temperaturänderungsgeschwindigkeit hat keine praktische Bedeutung und wird von den Prüfeinrichtungen abhängig sein. Alle Temperaturen müssen auf einem Isolatormetallteil oder in der Nähe eines Isolatormetallteiles gemessen werden.

Vor Beginn des ersten Erwärmungszyklus muss die Zugbelastung bei Raumtemperatur an das Isolatorelement angelegt werden. Sie muss am Ende einer jeden Erwärmungsperiode vollständig entfernt und wieder angelegt werden, ausgenommen bei der letzten. Nach dem vierten 24-h-Zyklus und nach Abkühlung auf Raumtemperatur muss die Zugbelastung entfernt werden. Der Prüfablauf ist schematisch in [Bild 1](#) dargestellt.

Die Prüfung der elektromechanischen ([Abschnitt 18](#)) oder der mechanischen Bruchkraft ([Abschnitt 19](#)) muss am selben Tag durchgeführt werden, an dem die Zugbelastung von dem Isolatorelement entfernt wird.

ANMERKUNGEN Die Isolatorelemente dürfen miteinander in Reihe und/oder parallel verbunden sein, wenn sie den Erwärmungszyklen und der mechanischen Belastung ausgesetzt sind. Wenn sie parallel verbunden sind, müssen die Isolatorelemente gleichmäßig belastet werden.

Lose Verbindungsstifte, z. B. solche, die bei Langstabisolatoren verwendet werden, dürfen nicht in die mechanische Prüfung einbezogen werden, da sie nicht zum inneren Aufbau des Isolators gehören.

20.2 Annahmekriterien

Die Annahmekriterien für die Prüfung der elektromechanischen und mechanischen Bruchkraft müssen angewendet werden (siehe 19.4). Wenn ein Isolator während der Erwärmungs- und Abkühlungszyklen ausfällt, werden die Isolatoren als nicht in Übereinstimmung mit diesem Normteil angesehen.

21 Restfestigkeitsprüfung (Isolatoren aus Keramik oder vorgespanntem Glas)

Die Restfestigkeit ist die maximale mechanische Belastung, die erreicht werden kann, wenn eine Isolatoreinheit, deren Isolierteil in der vorgeschriebenen Weise mechanisch beschädigt wurde, unter den vorgegebenen Bedingungen geprüft wird.

21.1 Vorangegangene Prüfungen

Der Restfestigkeitsprüfung muss die Temperaturwechselprüfung nach 24.1 vorausgehen.

21.2 Vorbereitung der Prüflinge

Nachdem die Isolatoren der Temperaturwechselprüfung unterzogen wurden, muss der Schirm des Isolierteils der Isolatoren mit mechanischen Mitteln, z. B. durch Hammerschläge, abgebrochen werden. Außerhalb des Kappen-Höchstdurchmessers darf kein Teil des Schirms verbleiben.

ANMERKUNG Ergebnisse abgeschlossener Prüfungen haben gezeigt, dass, sofern die Ergebnisse der Restfestigkeitsprüfung betrachtet werden, es keinen Unterschied macht, auf welche Weise die Schirme gebrochen sind.

Entsprechend der verfügbaren Prüfergebnisse hat das Vorhandensein einer mechanischen Belastung beim Brechen des Schirms keinen Einfluss auf die Restfestigkeit.

Das vollständige Entfernen der Keramik außerhalb des Kappen-Höchstdurchmessers wurde als die einzige Möglichkeit zum Definieren des Ausmaßes des Keramikbruchschadens gewählt, um eine zufriedenstellende Vergleichpräzision bei den Prüfungen zu erhalten, und stellt auch die derzeitige Praxis dar.

Es sollte beachtet werden, dass eine derartige Schadenshöhe beim Betrieb sehr selten ist. Die von (leistungsstarken) Lichtbögen, Schüssen aus Waffen usw. hervorgerufene Beschädigung ist üblicherweise weniger schwerwiegend, weshalb die Verminderung der mechanischen Festigkeit gewöhnlich geringer sein wird.

Das vollständige Entfernen des gesamten Glases außerhalb des Kappen-Höchstdurchmessers tritt immer auf, wenn Schirme aus vorgespanntem Glas brechen.

21.3 Festigkeitsprüfung

Nach der Vorbereitung der Prüflinge entsprechend 21.2 müssen die Isolatoreinheiten der folgenden mechanischen Bruchkraft ausgesetzt werden.

Die Kettenisolatoren müssen einzeln einer zwischen ihren Metallteilen angreifenden Zugbelastung ausgesetzt werden.

Die Verbindungsteile der Prüfmaschine müssen hinsichtlich ihrer wesentlichen Maße für Isolatoren mit Klöppel- und Pfannen-Verbindungen IEC 60120 und für Isolatoren mit Gabel-Lasche-Verbindungen IEC 60471 entsprechen.

Die Zugbelastung muss schnell aber gleichmäßig von Null bis annähernd 50 % der festgelegten mechanischen oder elektromechanischen Bruchkraft des vollständigen Isolators gesteigert werden, danach ist sie mit einer Steigerungsrate zwischen 0,5 % und 1 % der festgelegten mechanischen oder elektromechanischen Bruchkraft je Sekunde so lange zu steigern, bis der Bruch auftritt. Die bei der Prüfung erreichte größte Belastung wird als Restfestigkeit aufgezeichnet.

21.4 Auswertung der Prüfergebnisse

Bei der Restfestigkeitsprüfung können die Prüflinge zwei alternative Brucharten bei Höchstbelastung zeigen:

- Kappe und Innenbolzen (Stütze) trennen sich, z. B. der Innenbolzen wird herausgezogen, oder
- die Metallteile brechen (Kappe oder Innenbolzen).

Aus diesem Grund wird ein Verfahren für die Bewertung der Restfestigkeit im Vergleichen zu R festgelegt, wobei R die festgelegte mechanische oder elektromechanische Bruchkraft des vollständigen Isolators ist:

- a) Wenn die Metallteile bei allen 25 Prüflingen abgetrennt werden, müssen die mittlere Bruchkraft $\bar{X}$ und die Standardabweichung s berechnet und muss das Verhältnis

$$k = \frac{\bar{X} - 1,645 s}{R}$$

abgeleitet werden, wobei k die Annahmekonstante ist.

- b) Wenn einer oder mehr der 25 Prüflinge durch Bruch der Metallteile versagt, sollte die Annahmekonstante k der übrigen Prüflinge wie im vorstehenden Listeneintrag a) berechnet werden

21.5 Annahmekriterien

Bei durch Bruch der Metallteile versagenden Prüflingen sollte die Bruchkraft dieser Prüflinge nicht geringer als R sein.

Die Annahmekonstante k sollte größer oder gleich 0,65 sein.

Des Weiteren ist die im Listeneintrag a) angegeben Formel nicht gültig, wenn die Anzahl an Brüchen durch Trennen weniger als 10 beträgt. In diesem Fall sollte die Bruchkraft dieser Prüflinge nicht weniger als 0,65 R betragen.

22 Verifizierung der Axial-, Radial- und Winkelabweichungen

22.1 Prüfverfahren

Der Kettenisolator wird mit leichter Zugbelastung zwischen geeignet montierten Verbindungsstücken angeordnet, die IEC 60120 oder IEC 60471 entsprechen. Im Fall von Gabel-Lasche-Verbindungen kann es erforderlich sein, Beilagscheiben zum Zentrieren der Metallarmaturen in den Verbindungen hinzuzufügen. Die zwei Verbindungsstücke müssen sich in derselben senkrechten Achse befinden und frei drehen können.

Für Kappenisolatorelemente:

Die obere Anschlussarmatur muss entweder eine Pfanne oder eine Gabel sein, so dass der zu prüfende Isolator an seinem Klöppel oder seiner Lasche hängt, wobei die Kappe an der unteren Anschlussarmatur angeordnet ist. Zwei Messeinrichtungen A und B sind so angeordnet wie in Bild 2a dargestellt, so dass sie den Isolierkörper an der Stelle des größten Durchmessers und an der obersten Stelle der äußersten Rippe berühren.

Der Isolator wird um 360° gedreht, und die größte Abweichung, die sich aus den Ablesungen der Messeinrichtungen ergibt, wird notiert.

ANMERKUNG Die Abweichung, die sich aus der Ablesung der Messeinrichtung A ergibt, beinhaltet jede Abweichung von der Ebenheit des Isolierkörpers. Üblicherweise annehmbare Abweichungen liegen im Bereich der festgelegten Höchstwerte. Übermäßige Abweichungen von der Ebenheit führen zu Abweichungen der Messungen mit der Messeinrichtung A, die über dem festgelegten Höchstwert liegen.

Für Langstabisolatorelemente:

Die Messeinrichtung B ist so angeordnet wie in Bild 2b dargestellt, so dass sie den Kern des Isolierkörpers so nahe wie möglich an der Mitte des Isolators berührt.

Der Isolator wird um 360° gedreht, und die größte Abweichung, die sich aus der Ablesung der Messeinrichtung ergibt, wird notiert.

Außerdem ist die Winkelabweichung α der Verbindungsstücke mit einem geeigneten Verfahren zu messen, wie z. B. in Bild 3.

22.2 Annahmekriterien

Für Kappenisolatorelemente:

Die folgenden Höchstabweichungen bei den Ablesewerten der Messeinrichtungen sind:

Abweichung bei A: 4 % des Isolator-Nenndurchmessers;

Abweichung bei B: 3 % des Isolator-Nenndurchmessers.

Für diese Prüfung gilt das Wiederholungsprüfverfahren nach 8.3.

Für Langstabisolatorelemente:

Die folgenden Höchstabweichungen bei den Ablesewerten der Messeinrichtungen sind:

Abweichung bei B:

1,4 % der Isolatorlänge für Isolatoren mit einer Länge ≤ 750 mm;

1,2 % der Isolatorlänge für Isolatoren mit einer Länge > 750 mm.

Der Wert der Winkelabweichung α der Verbindungsstücke darf folgenden Wert nicht überschreiten:

Für Gabel-Lasche-Verbindungen: $\alpha \leq 4^\circ$

Für Klöppel-Pfannen-Kappen: $\alpha \leq 15^\circ$

Für andere Kombinationen von Verbindungsstücken: $\alpha \leq 15^\circ$, sofern nicht anders zwischen Käufer und Hersteller vereinbart.

Für diese Prüfung gilt das Wiederholungsprüfverfahren nach 8.3.

23 Verifizierung des Sicherungssystems

Diese Prüfung gilt für Kettenisolatoren mit Klöppel-Pfannen-Verbindungen. Die Prüfung umfasst vier Teile:

- Übereinstimmung der Sicherungsvorrichtung;
- Verifizierung der Sicherung;
- Lage der Sicherungsvorrichtung (nur für V-Splinte);
- Funktionsprüfung.

Für diese Prüfungen gilt das Wiederholungsprüfverfahren nach 8.3.

23.1 Übereinstimmung der Sicherungsvorrichtung

Der Hersteller des Isolators oder der Armatur muss prüfen, dass die Sicherungsvorrichtungen den Anforderungen nach IEC 60372 entsprechen. Diese Prüfung muss durch ein Prüfzertifikat bestätigt sein, das beim Isolator-Hersteller verfügbar sein muss.

ANMERKUNG Wenn es nicht offensichtlich ist, dass bei den zur Abnahme vorgelegten Isolatoren die Sicherungsvorrichtungen zu derselben Abnahmemenge gehören, für die das Zertifikat ausgestellt wurde, dürfen Prüfungen nach IEC 60372 an einer Anzahl von Sicherungsvorrichtungen durchgeführt werden, die nicht größer ist als der in 8.2 angegebene Stichprobenumfang E2.

23.2 Verifizierung der Sicherung

Die Isolatoren werden im Fall von Kappenisolatoren zu Strängen von je zwei Einheiten verbunden. Im Fall von Langstabisolatoren wird das Isolatorelement mit der entsprechenden Klöppelverbindung montiert. Die Sicherungsvorrichtung wird in Sicherungsstellung gebracht. Dann werden Bewegungen ausgeführt, die mit den im Betrieb auftretenden vergleichbar sind, und der Strang oder die Klöppelverbindung wird geprüft, um festzustellen, ob sich die Verbindung lösen kann.

23.3 Lage der Sicherungsvorrichtung

Bei V-Splinten wird die Sicherungsstellung der Splintschenkel überprüft, um festzustellen, ob diese nicht über die Pfannenöffnung hinausragen und ob es möglich ist, ein spitzes Werkzeug, das die Hälfte des Augendurchmessers hat, in das Auge zu schieben, um den Splint aus der Sicherungsstellung in die Montagestellung zu bringen.

ANMERKUNGEN Zur Darstellung von Montage- und Sicherungsstellungen siehe IEC 60372.

Bei V-Splinten wird darauf hingewiesen, dass durch übermäßige Krafteinwirkung auf den Splintkopf während des Einführens in die Sicherungsstellung Verformungen in einem Ausmaß bewirkt werden können, die das Sicherungsvermögen beeinträchtigen. Es muss auch darauf geachtet werden, dass die Funktion des V-Splintes nicht durch Verformung beeinträchtigt wird, die beim Auseinanderbiegen der Enden entsteht.

Bei der Standardverbindung 11 dürfen Splintenden nicht um mehr als 5 mm über die Pfannenöffnung hinausragen.

23.4 Durchführung der Funktionsprüfung

Die Sicherungsvorrichtung wird in Sicherungsstellung gebracht.

Für V-Splinte:

Eine Zugbelastung F wird mit einer geeigneten Vorrichtung am Auge des V-Splintes in Richtung seiner Achse angebracht.

Für Federsplinte (W-Splinte):

Mit Hilfe eines Stahlstabs mit einem rechteckigen Querschnitt von $F_5 \times T$ (zu diesen Maßen siehe IEC 60372) wird in Richtung der Splintachse eine Last F auf die zwei gerundeten Außenränder ausgeübt.

Die Belastung wird allmählich gesteigert, bis sich die Sicherungsvorrichtung in die Montagestellung bewegt. Der Bewegungsvorgang von der Sicherungs- in die Montagestellung ist dreimal nacheinander durchzuführen. Für jeden Vorgang wird die Last F , die die Bewegung der Sicherungsvorrichtung von der Sicherungs- in die Montagestellung bewirkt, aufgezeichnet. Danach ist eine Last $F_{\max}$ anzulegen, wie bei den nachstehenden Annahmekriterien dargestellt, ohne dabei die Sicherungsvorrichtung vollständig aus der Pfanne zu ziehen.

23.5 Annahmekriterien für die Funktionsprüfung

Die Werte der Last F für die drei Vorgänge müssen zwischen den nachstehend angegebenen Werten von $F_{\min}$ und $F_{\max}$ liegen:

	Splinte	W-Splinte
für Standardverbindung 11	$F_{\min} = 30 \text{ N}$	$F_{\min} = 25 \text{ N}$
	$F_{\max} = 300 \text{ N}$	$F_{\max} = 250 \text{ N}$
für Standardverbindung 16A-16B, 20, 24	$F_{\min} = 50 \text{ N}$	$F_{\min} = 25 \text{ N}$
	$F_{\max} = 500 \text{ N}$	$F_{\max} = 250 \text{ N}$
28, 32	$F_{\min} = 100 \text{ N}$	$F_{\min} = 25 \text{ N}$
	$F_{\max} = 650 \text{ N}$	$F_{\max} = 650 \text{ N}$
36, 40	$F_{\min} = 100 \text{ N}$	—
	$F_{\max} = 650 \text{ N}$	—

ANMERKUNGEN Für den Fall, dass die V-Splinte aus sehr harten rostbeständigen Stählen hergestellt sind, können Belastungen von 300 N und 500 N manchmal nicht ausreichend sein, um die Bewegung von der Sicherungs- in die Montagestellung zu bewirken. Nach Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller darf ein höherer Wert für $F_{\max}$ festgelegt sein (bis zu 650 N für die festgelegten Verbindungen), wenn die angewendeten Arbeitsverfahren unter Spannung derart höhere Belastungen zulassen.

Für die festgelegte Größe der Verbindungen 36 und 40 sind die Werte $F_{\min}$ und $F_{\max}$ zwischen dem Käufer und Hersteller zu vereinbaren.

24 Temperaturwechselprüfung

24.1 Prüfverfahren für Kettenisolatoren, Stützenisolatoren und Freileitungsstützer aus keramischem Werkstoff oder vorgespanntem Glas

Isolatoren aus keramischen Werkstoffen müssen mit ihren fest verbundenen Metallteilen, sofern vorhanden, ohne Verwendung eines Zwischenbehälters, schnell und vollständig in ein auf eine Temperatur von

(85 ± 5) °C gehaltenes Wasserbad getaucht werden, wobei der Temperaturunterschied zum kalten Bad, das für den restlichen Teil der Prüfungen verwendet wird, mindestens 70 K betragen muss und die Isolatoren für eine Dauer T , angegeben in min, eingetaucht bleiben:

$T = (15 + 0,7 \cdot m)$ min, jedoch höchstens 30 min für Isolatoren der Klasse A (wobei m die Masse des Isolators in kg ist);

$T = 15$ min für Isolatoren der Klasse B.

Die Isolatoren müssen, ohne Verwendung eines Zwischenbehälters, herausgezogen und schnell und vollständig in das kalte Wasserbad getaucht werden, in dem sie für die gleiche Zeit eingetaucht bleiben. Dieser Erwärmungs- und Abkühlungszyklus muss dreimal nacheinander durchgeführt werden. Die Zeit zur Überführung von einem Bad in das andere muss so kurz wie möglich sein und darf 30 s nicht überschreiten.

Nachdem der dritte Zyklus beendet ist, müssen die Isolatoren (vorgespanntes Glasmaterial ausgenommen) auf Risse untersucht werden, danach müssen sie folgender Prüfung unterzogen werden, sofern zutreffend:

Isolatoren der Klasse A, für die eine mechanische Stückprüfung festgelegt ist:

für 1 min einer mechanischen Kraft, die 80 % der festgelegten mechanischen Bruchkraft beträgt;

Isolatoren der Klasse B (mit Ausnahme von vorgespanntem Glas):

für 1 min einer Wechsellastprüfung nach dem in [Abschnitt 16](#) beschriebenen Verfahren.

24.2 Prüfverfahren für Kettenisolatoren, Stützenisolatoren und Freileitungstützer aus nichtvorgespanntem Glas

Isolatoren aus nichtvorgespanntem Glas müssen mit ihren fest verbundenen Metallteilen, sofern vorhanden, ohne Verwendung eines Zwischenbehälters, schnell und vollständig in ein Wasserbad getaucht werden, dessen Temperatur um 35 K höher ist als die des künstlichen Regens, der anschließend für die Prüfung verwendet wird, wobei die Isolatoren für eine Dauer von 15 min in diesem Bad bleiben. Danach sind sie herauszuziehen und schnell für eine Dauer von 15 min einem künstlichen Regen mit einer Intensität von 3 mm/min auszusetzen, weitere Kennwerte sind nicht festgelegt.

Dieser Erwärmungs- und Abkühlungszyklus muss dreimal nacheinander durchgeführt werden. Die Zeit zur Überführung vom warmen Bad in den Regen oder umgekehrt muss so kurz wie möglich sein und darf 30 s nicht überschreiten.

Die Fähigkeit von nichtvorgespanntem Glas, einem Temperaturwechsel zu widerstehen, ist von einer Reihe von Faktoren abhängig, wobei der wichtigste die Zusammensetzung des Glases ist. Deshalb muss die Temperatur nach Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller bestimmt werden.

Nachdem der dritte Zyklus beendet ist, müssen die Isolatoren auf Risse untersucht werden, danach müssen sie folgender Prüfung unterzogen werden:

Isolatoren der Klasse A, für die eine mechanische Stückprüfung festgelegt ist:

für 1 min einer mechanischen Kraft, die 80 % der festgelegten mechanischen Bruchkraft beträgt;

Isolatoren der Klasse B:

für 1 min einer Wechsellastprüfung nach dem in [Abschnitt 16](#) beschriebenen Verfahren.

24.3 Besonderes Prüfverfahren für Isolatoren mit großen Querschnitten oder sehr große Isolatoren

Für sehr große Isolatoren oder Isolatorelemente mit großen Querschnitten können die in [24.1](#) und [24.2](#) beschriebenen Prüfungen zu hart sein, nach Vereinbarung zwischen Käufer und Hersteller darf dann eine Prüfung mit reduziertem Schärfegrad angewendet werden; für diese Prüfung ist ein Temperaturwechsel mit 50 K im allgemeinen geeignet. Als sehr große, starr montierte Freileitungsisolatoren oder Kettenisolatoren werden solche Isolatoren angesehen, die eines der folgenden Maße aufweisen:

$L > 1\,200$ mm L = Isolatorlänge

$D^2L > 80 \times 10^6$ mm³ D = größter Außendurchmesser

$d > 90$ mm d = Strunkdurchmesser für Vollkernisolatoren (siehe Bild 4a);

ϕ > 25 mm ϕ = die größte Dicke, die durch den größten Kreisdurchmesser definiert ist, der in den Umriss eines Schnittes durch die Isolatorachse gelegt werden kann (siehe Bild 4b).

24.4 Ergänzende Festlegungen

- a) Für die vorgenannten Prüfungen muss die Wassermenge in den Prüfbehältern genügend groß sein, so dass durch das Eintauchen der Isolatoren keine größere Temperaturänderung als ± 5 K in dem Wasser bewirkt wird.
- b) Die Einschränkung, keinen Zwischenbehälter zu verwenden, schließt die Verwendung eines Drahtkorbes mit geringer thermischer Masse und freiem Wasserzugang nicht aus.

24.5 Annahmekriterien

Die Isolatoren müssen diese Prüfung ohne Rissbildung, Durchschlag oder mechanischen Bruch bestehen. Für diese Prüfung gilt das Wiederholungsprüfverfahren nach 8.3.

25 Wärmeschockprüfung

25.1 Stichprobenprüfung

25.1.1 Prüfverfahren

Die mit Heißluft oder in anderer geeigneter Weise auf eine gleichmäßige Temperatur, die mindestens 100 K höher als die des Wassers ist, erhitzten Isolatoren müssen schnell und vollständig in Wasser eingetaucht werden, dessen Temperatur 50 °C nicht überschreitet.

Die Isolatoren müssen mindestens 2 min in dem Wasser bleiben.

25.1.2 Annahmekriterien

Die Isolatoren müssen diese Prüfung ohne Bruch des Isolierkörpers bestehen. Für diese Prüfung gilt das Wiederholungsprüfverfahren nach 8.3.

25.2 Wärmeschock-Stückprüfung

25.2.1 Prüfverfahren

Die mit Heißluft oder in anderer geeigneter Weise auf eine gleichmäßige Temperatur, die mindestens 100 K höher als die des Wassers ist, erhitzten Isolatoren müssen schnell und vollständig in Wasser eingetaucht werden, dessen Temperatur 50 °C nicht überschreitet.

Die Isolatoren müssen mindestens 2 min in dem Wasser bleiben.

25.2.2 Annahmekriterien

Die Isolatoren, die gebrochen sind oder schadhafte Stellen haben, müssen zurückgewiesen werden.

26 Porositätsprüfung

26.1 Prüfverfahren

Keramikbruchstücke von Isolatoren oder, je nach Vereinbarung, von repräsentativen Keramikstücken, die neben den Isolatoren gebrannt wurden, müssen in eine 3%ige Lösung eines rot/violetten Methinfarbstoffs (z. B. Astrazon oder Basoni) in Methanol oder Ethanol eingetaucht und für eine solche Dauer unter einem Druck von mindestens 15×10^6 N/m² gehalten werden, dass das Produkt aus Prüfdauer in h und Prüfdruck in N/m² mindestens 180×10^6 beträgt.

Danach müssen die Bruchstücke aus der Lösung genommen, gewaschen, getrocknet und erneut zerbrochen werden.

26.2 Annahmekriterien

Bei einer Untersuchung der frisch gebrochenen Oberflächen darf mit bloßem Auge kein Eindringen von Farbstoff festgestellt werden. Ein Eindringen in kleine Risse, die beim vorhergehenden Brechen entstanden sind, ist zu vernachlässigen. Für diese Prüfung gilt das Wiederholungsprüfverfahren nach 8.3.

27 Galvanisierungsprüfung

Sofern nachstehend nichts anderes festgelegt ist, sind für die Durchführung dieser Prüfung die folgenden ISO-Normen anwendbar:

ISO 1459 (E), ISO 1460 (E), ISO 1461 (E), ISO 1463 (E), ISO 2064 (E), ISO 2178 (E).

27.1 Prüfverfahren

Die Eisenteile des Isolators sind einer Sichtprüfung auf äußere Erscheinung zu unterziehen, gefolgt von einer Bestimmung des Massebelags des Überzugs, wobei ein magnetisches Prüfverfahren angewendet wird. Falls es Differenzen bei der Ergebnisbewertung des magnetischen Verfahrens gibt, muss eine Entscheidungsprüfung durchgeführt werden:

entweder das gravimetrische Verfahren für Guss- und Schmiedeteile sowie nach Vereinbarung für Unterlegscheiben; in diesem Fall werden die Anforderungen nach ISO 1460 angewendet;

oder das mikroskopische Verfahren für Bolzen, Muttern und Unterlegscheiben; in diesem Fall werden die Anforderungen nach ISO 1463 angewendet.

27.1.1 Erscheinungsbild

Die Teile müssen einer Sichtprüfung unterzogen werden.

27.1.2 Bestimmung des Massebelags des Überzugs durch das magnetische Prüfverfahren

Diese Prüfung muss unter den in ISO 2178 beschriebenen Bedingungen durchgeführt werden, dabei gilt insbesondere [Abschnitt 3](#): Faktoren, die die Messgenauigkeit beeinflussen, und [Abschnitt 4](#): Kalibrierung. Diese Abschnitte sind zum Erzielen von genauen Messungen sehr wichtig.

An jeder zu prüfenden Stichprobe müssen, entsprechend ihrer Maße, drei bis zehn Messungen ausgeführt werden. Diese Messungen müssen gleichmäßig und zufällig über die ganze Stichprobe verteilt durchgeführt werden, wobei Kanten und scharfe Punkte zu vermeiden sind.

ANMERKUNG Die Bestimmung des Massebelags des Überzugs durch das magnetische Prüfverfahren ist zerstörungsfrei, einfach, schnell, ausreichend genau und in den meisten Fällen angemessen. Deshalb wird dieses Verfahren als Grundprüfung festgelegt.

27.2 Annahmekriterien

27.2.1 Annahmekriterien für die Prüfung des Erscheinungsbildes

Der Überzug muss gleichmäßig, so einheitlich und glatt wie möglich (um Verletzungen bei der Handhabung zu vermeiden) und frei von allem sein, was der festgelegten Verwendung des überzogenen Gegenstandes entgegenwirkt (siehe ISO 1459, 5.4.2).

Kleine nicht überzogene Stellen sind zulässig. Die größte Fläche einer nicht überzogenen Stelle darf 4 mm² betragen, die gesamte nicht überzogene Oberfläche darf jedoch nicht mehr als 0,5 % der geschätzten Gesamtoberfläche des Metallteils ausmachen, wobei der Höchstwert 20 mm² beträgt.

Der Überzug muss ausreichend haftfest sein, so dass er die Handhabung bei bestimmungsgemäßem Gebrauch des Artikels aushält, ohne abzublätern oder abzuplatzen.

Für diese Prüfung gilt das Wiederholungsprüfverfahren nach 8.3.

ANMERKUNG Teile mit Schraubengewinde werden nach dem Gewindeschneiden verzinkt. Bei Muttern usw. werden nach dem Verzinken Gewinde geschnitten und ein Schutz aufgebracht, sofern zwischen Käufer und Hersteller nichts anderes vereinbart wurde.