

|  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |            |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | <b>DIN EN IEC 62217<br/>(VDE 0674-251)</b>                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>DIN</b> |
|  | 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. | <b>VDE</b> |

ICS 29.080.10

Einsprüche bis 2020-08-12

**Entwurf**

Vorgesehen als Ersatz für  
DIN EN 62217  
(VDE 0441-1000):2013-07

**Hochspannungs-Polymerisolatoren für Innenraum- und Freiluftanwendung –  
Allgemeine Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien  
(IEC 63/475/CD:2019);  
Text Deutsch und Englisch**

Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use –  
General definitions, test methods and acceptance criteria  
(IEC 63/475/CD:2019);  
Text in German and English

Isolateurs polymériques à haute tension pour utilisation à l'intérieur ou à l'extérieur –  
Définitions générales, méthodes d'essai et critères d'acceptation  
(IEC 63/475/CD:2019);  
Texte en allemand et anglais

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2020-06-12 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](http://www.din.de/go/entwuerfe) bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter [www.entwuerfe.normenbibliothek.de](http://www.entwuerfe.normenbibliothek.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an [dke@vde.com](mailto:dke@vde.com) möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter [www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe](http://www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter [www.dke.de/stellungnahme](http://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 58 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist ... .

## Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 36/475/CD:2019-11 "Polymeric HV insulators for indoor and outdoor use – General 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 beigefügt. 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 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](http://www.dke.de)) zuständig.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

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 62217 (VDE 0441-1000):2013-07** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Der Anwendungsbereich der Norm ist so festgelegt, dass er Vollkern-, Hohlkern- und Gießharzisolatoren umfasst, die sowohl für Wechselstrom- als auch für Gleichstromnetze in Innenraum- und Freiluftanwendungen von Hochspannungs-Freileitungen und Stationen verwendet werden; Hybrid-Isolatoren mit Keramikern und einer polymeren Schirmhülle sind ebenfalls enthalten, während beschichtete Isolatoren (z. B. mit bei Raumtemperatur vernetzenden (RTV) Silikonkautschukbeschichtungen) in dieser Norm nicht berücksichtigt werden.
- Die Steilstoßspannungsprüfung wird geändert, um unerwünschte Überschläge zwischen den Leitern der Elektroden zu verhindern.
- Unterschiede zwischen Materialien mit Hydrophobietransfer (HTM) und Materialien ohne Hydrophobietransfer (nicht-HTM) als Werkstoffe für Schirmhüllen werden festgelegt und entsprechende Prüfverfahren und Annahmekriterien für Polymerisolatoren mit HTM-Schirmhülle werden neu eingeführt.

- d) Die bisherige Wasserdiffusionsprüfung an Kernwerkstoffen mit oder ohne Schirmhülle wird in zwei Prüfungen aufgeteilt. Eine Prüfung erfolgt an Kernwerkstoffen ohne Schirmhülle, die andere Prüfung an Kernwerkstoffen mit Schirmhülle. Die Annahmekriterien werden geändert.
- e) Die Spannungskorrosionsprüfung für Kernwerkstoffe wird neu eingeführt.
- f) [Anhang B](#) fasst die Anwendung der Prüfungen zur Bewertung der Qualität von Grenzflächen und Verbindungen von Endarmaturen, Schirmhüllen- und Kernwerkstoffen zusammen.
- g) [Anhang D](#) wird eingeführt, um die Notwendigkeit der Steuerung des elektrischen Feldes von Polymerisolatoren für Wechselspannung hervorzuheben. Die Steuerung des elektrischen Feldes von Polymerisolatoren für Gleichspannung ist noch in Beratung.

## Inhalt

Seite

|                                                                                                                                                     |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Einleitung .....                                                                                                                                    | 6  |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                           | 7  |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                                      | 7  |
| 3 Begriffe .....                                                                                                                                    | 8  |
| 4 Identifikation .....                                                                                                                              | 11 |
| 5 Umgebungsbedingungen .....                                                                                                                        | 11 |
| 6 Angaben über Transport, Lagerung und Aufstellung .....                                                                                            | 11 |
| 7 Arten von Prüfungen.....                                                                                                                          | 11 |
| 7.1 Bauartprüfungen.....                                                                                                                            | 12 |
| 7.2 Typprüfungen .....                                                                                                                              | 12 |
| 7.3 Stichprobenprüfungen .....                                                                                                                      | 12 |
| 7.4 Stückprüfungen .....                                                                                                                            | 12 |
| 8 Allgemeine Anforderungen an Isolatorprüflinge .....                                                                                               | 12 |
| 9 Bauartprüfungen.....                                                                                                                              | 13 |
| 9.1 Allgemeines .....                                                                                                                               | 13 |
| 9.2 Prüfungen der Grenzflächen und Verbindungen von Endarmaturen .....                                                                              | 13 |
| 9.2.1 Allgemeines .....                                                                                                                             | 13 |
| 9.2.2 Prüflinge .....                                                                                                                               | 13 |
| 9.2.3 Referenzspannung und Temperatur für Nachweisprüfungen .....                                                                                   | 13 |
| 9.2.4 Referenzwechselspannungsprüfung (trocken) mit zerstörender Entladung .....                                                                    | 13 |
| 9.2.5 Produktspezifische Vorbeanspruchung.....                                                                                                      | 14 |
| 9.2.6 Vorbeanspruchung durch Eintauchen in Wasser.....                                                                                              | 14 |
| 9.2.7 Nachweisprüfungen.....                                                                                                                        | 14 |
| 9.3 Prüfungen des Schirmhüllenwerkstoffs .....                                                                                                      | 15 |
| 9.3.1 Härteprüfung.....                                                                                                                             | 15 |
| 9.3.2 Schnellbewitterungsprüfung .....                                                                                                              | 16 |
| 9.3.3 Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung – 1 000-h-Salznebel-<br>Wechselspannungsprüfung.....                                                  | 16 |
| 9.3.4 Entflammbarkeitsprüfung .....                                                                                                                 | 18 |
| 9.3.5 Prüfung des Hydrophobietransfers.....                                                                                                         | 19 |
| 9.4 Prüfungen des Kernwerkstoffs .....                                                                                                              | 22 |
| 9.4.1 Prüfung der Porosität (Farbeindringprüfung) .....                                                                                             | 22 |
| 9.4.2 Wasserdiffusionsprüfung.....                                                                                                                  | 23 |
| 9.4.3 Spannungskorrosionsprüfung .....                                                                                                              | 23 |
| 9.5 Wasserdiffusionsprüfung an einem Kern mit Schirmhülle.....                                                                                      | 23 |
| 9.5.1 Allgemeines .....                                                                                                                             | 23 |
| 9.5.2 Prüflinge .....                                                                                                                               | 23 |
| 9.5.3 Prüfverfahren.....                                                                                                                            | 23 |
| 9.5.4 Annahmekriterien .....                                                                                                                        | 23 |
| Anhang A (informativ) Erläuterung des Konzeptes der Klassen für die Bauartprüfungen .....                                                           | 24 |
| Anhang B (normativ) Anwendung der Prüfungen.....                                                                                                    | 25 |
| Anhang C (informativ) Unterschied zwischen Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung und<br>beschleunigter Alterungsprüfung an Polymerisolatoren..... | 27 |
| Anhang D (informativ) Steuerung des elektrischen Feldes für Wechselspannung .....                                                                   | 28 |
| Literaturhinweise.....                                                                                                                              | 30 |
| <b>Bilder</b>                                                                                                                                       |    |
| Bild 1 — Darstellung von Elektrodenposition und axialer Länge.....                                                                                  | 15 |

|                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 2 — Probe mit Klebefolie .....                                                   | 20 |
| Bild 3 — Probe mit Schmutzschicht .....                                               | 20 |
| Bild 4 — Beispiele für Prüflinge des Kernwerkstoffs .....                             | 22 |
| Bild D.1 — Beispiel für den Tripelpunkt an der Dichtung eines Langstabisolators ..... | 28 |

**Tabellen**

|                                                                                         |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1 — Normale Umgebungsbedingungen .....                                          | 11 |
| Tabelle 2 — NaCl-Anfangsgehalt des Wassers in Abhängigkeit von den Prüflingsmaßen ..... | 18 |
| Tabelle 3 — Anforderungen an die Entflammbarkeit .....                                  | 19 |
| Tabelle A.1 — Anwendung an Grenzflächen und Verbindungen von Endarmaturen .....         | 25 |
| Tabelle A.2 — Anwendung an Werkstoffen der Schirmhülle .....                            | 25 |
| Tabelle A.3 — Anwendung an Kernwerkstoffen .....                                        | 25 |
| Tabelle A.4 — Anwendung an einem Kern mit Schirmhülle .....                             | 26 |

## Einleitung

Polymerisolatoren bestehen entweder aus einem Isolierstoff (Gießharzisolatoren) oder aus zwei oder mehr Isolierstoffen (Verbundisolatoren). Die Isolierstoffe sind im Allgemeinen vernetzte organische Werkstoffe, die synthetisch aus Kohlenstoff oder Silizium hergestellt werden und den Isolierkörper bilden. Isolierstoffe können aus organischen Stoffen mit verschiedenen anorganischen und organischen Bestandteilen wie Füllstoffen und Verstärkungsstoffen bestehen. An den Enden des Isolierkörpers werden oft Endarmaturen zur Übertragung mechanischer Lasten eingesetzt. Trotz dieser gemeinsamen Merkmale können die von verschiedenen Herstellern verwendeten Werkstoffe und Einzelheiten der Konstruktion sehr unterschiedlich sein.

Die in dieser Norm angegebenen Prüfungen sind die, die im Allgemeinen für eine große Mehrzahl von Isolator-Bauarten und -Werkstoffe, unabhängig von der letztendlichen Verwendung, übereinstimmend gelten. In Anbetracht der zunehmenden Anwendung von Polymerisolatoren werden im Anwendungsbereich dieser Norm technische Anforderungen für Vollkern-, Hohlkern- und Gießharzisolatoren festgelegt, die in Wechselstrom- und Gleichstromnetzen in Innenraum- und Freiluftanwendungen von Hochspannungs-Freileitungen und Stationen verwendet werden, um eine einwandfreie Leistungsfähigkeit der Isolatoren unter normale Betriebsbedingungen sicherzustellen. Die technischen Anforderungen wurden in dieser Norm neu zusammengestellt, um eine Wiederholung in den betreffenden Produktnormen und Abweichungen zu vermeiden, wenn die verschiedenen Produktnormen entworfen oder überarbeitet werden.

Die Mehrzahl dieser Prüfungen wurde zu „Bauartprüfungen“ zusammengefasst, die für Isolatoren der gleichen Bauart nur einmal durchgeführt werden müssen. Die Bauartprüfungen sind dazu bestimmt, Isolatorbauarten, Werkstoffe oder Herstellungstechnologien auszuschließen, die für Hochspannungsanwendungen nicht geeignet sind. Der Einfluss der Zeit auf die elektrischen Eigenschaften des vollständigen Polymerisolators und seiner Bauteile (Kernwerkstoff, Schirmhülle, Grenzflächen usw.) wurde bei der Festlegung der Bauartprüfungen berücksichtigt, um unter normalen Betriebs- und Umgebungsbedingungen eine zufriedenstellende Lebensdauer sicherzustellen. Aufgrund der in den letzten Jahren gesammelten praktischen Erfahrungen erschien es jedoch notwendig, die Annahmekriterien zu überarbeiten, einige Prüfverfahren zu ändern sowie neue Prüfungen einzuführen, insbesondere für Isolierstoffe, die in Polymerisolatoren verwendet werden, um ein zufriedenstellendes Langzeitverhalten der Isolatoren sicherzustellen.

Verschmutzungsprüfungen nach [IEC 60507](#) oder IEC 61245 sind in diesem Dokument nicht enthalten. Spezielle Verschmutzungsprüfungen für Polymerisolatoren sind noch in Beratung.

Die 1 000-h-Salznebel-Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung wird als Sortierprüfung betrachtet, die der Zurückweisung ungeeigneter Werkstoffe oder Bauarten dienen soll. Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfungen sind nicht dafür vorgesehen, das Langzeitverhalten von Isolatoren in rauen Umgebungen durch Simulation mehrfacher Umgebungsfaktoren zu bewerten, wie es bei Alterungsprüfungen für Isolatorbauarten bei kumulierten Beanspruchungen im Einsatz der Fall ist. Solche Prüfungen, wie die 5 000-h-Prüfung mit mehrfacher Beanspruchung in IEC/TR 62730 (2012) oder andere Prüfungen, werden in der vorliegenden Norm nicht betrachtet.

Unter Berücksichtigung der breiten Verwendung von Isolatoren aus Silikonkautschuk mit Hydrophobietransfer werden entsprechende Prüfverfahren eingeführt. Die Prüfung des Hydrophobietransfers in der Norm ist jedoch eher dafür vorgesehen, zwischen einem Material mit Hydrophobietransfer (HTM) und einem Material ohne Hydrophobietransfer (nicht-HTM) zu unterscheiden, als zur Bewertung von HTM. Die Wasserdiffusionsprüfung für Kernwerkstoffen wird in zwei Prüfungen aufgeteilt. Eine Prüfung erfolgt an Kernwerkstoffen ohne Schirmhülle, die andere Prüfung an Kernwerkstoffen mit Schirmhülle. Die Annahmekriterien werden geändert. Die Spannungskorrosionsprüfung für Isolatoren, die hauptsächlich einer Zugbelastung ausgesetzt sind, wird eingeführt, um die Risiken von Sprödbrüchen zu verringern. [Anhang B](#) fasst die Anwendung der Prüfungen zur Bewertung der Qualität von Grenzflächen und Verbindungen von Endarmaturen, Schirmhüllen- und Kernwerkstoffen zusammen. [Anhang D](#) wird eingeführt, um die Notwendigkeit der Steuerung des elektrischen Feldes von Polymerisolatoren für Wechselspannung hervorzuheben.

Bei der Erarbeitung dieser Norm wurde, wenn irgend möglich, dem IEC-Guide 111 gefolgt.

## Hochspannungs-Polymerisolatoren für Innenraum- und Freiluftanwendung – Allgemeine Begriffe, Prüfverfahren und Annahmekriterien

### 1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für Polymerisolatoren für Wechselstromnetze mit einer Nennspannung über 1 000 V (Frequenz unter 100 Hz) und Gleichstromnetze mit einer Nennspannung über 1 500 V, deren Isolierkörper aus einem oder mehreren organischen Werkstoffen besteht. Polymerisolatoren nach dieser Norm sind für den Einsatz an Hochspannungs-Freileitungen und in Stationen sowohl in Innenraum- als auch Freiluftanwendungen bestimmt. Dazu gehören Vollkern-, Hohlkern- und Gießharzisolatoren. Hybrid-Isolatoren mit Keramikern und einer polymeren Schirmhülle sind enthalten, während beschichtete Isolatoren (z. B. mit RTV-Silikonkautschukbeschichtungen) in dieser Norm nicht berücksichtigt werden.

Der Zweck dieser Norm ist:

- die Definition der allgemeinen Begriffe für Polymerisolatoren;
- die Festlegung allgemeiner Prüfverfahren für Bauartprüfungen an Polymerisolatoren;
- die Festlegung der Annahme- oder Ablehnungskriterien, soweit zutreffend.

Diese Prüfungen, Kriterien und Empfehlungen dienen dazu, unter normalen Betriebs- und Umgebungsbedingungen eine zufriedenstellende Lebensdauer sicherzustellen (siehe [Abschnitt 5](#)). Diese Norm darf nur in Verbindung mit der entsprechenden Produktnorm angewendet werden

### 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 60050-471:2007, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 471: Insulators*

IEC 60050-151:2001, *International Electrotechnical Vocabulary – Part 151: Electrical and magnetic devices*

**IEC 60060-1**, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60068-2-11, *Basic Environmental Testing Procedures – Part 2: Tests. Tests ka: salt mist*

**IEC 60507:2013**, *Artificial pollution tests on high-voltage ceramic and glass insulators to be used on a.c. systems*

**IEC 60695-11-10**, *Fire hazard testing – Part 11-10: Test flames – 50 W horizontal and vertical flame test methods*

IEC 60721-1, *Classification of environmental conditions – Part 1: Environmental parameters and their severities*

IEC 60815-1, *Selection and dimensioning of high-voltage insulators intended for use in polluted conditions – Part 1: Definitions, information and general principles*

**IEC 61462**, *Composite hollow insulators – Pressurized and unpressurized insulators for use in electrical equipment with rated voltage greater than 1 000 V – Definitions, test methods, acceptance criteria and design recommendations*

IEC TR 62039:20XX, *Selection guide for polymeric materials for outdoor use under HV stress*

IEC TS 62073, *Guidance on the measurement of wettability of insulator surfaces*

IEC TS 62896, *Hybrid insulators for a.c. and d.c. high-voltage applications – Definitions, test methods and acceptance criteria*

ISO 868, *Plastics and ebonite – Determination of indentation hardness by means of a durometer (Shore hardness)*

ISO 4287, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Surface Texture; Profile method – Terms, definitions and surface texture parameters*

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-471:2007 und die folgenden Begriffe.

#### 3.1

##### **Hochspannung**

Spannung über 1 000 V Wechselspannung oder über 1 500 V Gleichspannung oder über 1 500 V Scheitelwert

#### 3.2

##### **Polymerisolator**

Isolator, dessen Isolierkörper aus mindestens einem organischen Werkstoff besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Polymerisolatoren werden auch als nichtkeramische Isolatoren bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: An den Enden des Isolierkörpers dürfen Verbindungseinrichtungen angebracht sein.

[QUELLE: IEC 60050-471:2007, 471-01-13]

#### 3.3

##### **Gießharzisolator**

Polymerisolator, dessen Isolierkörper aus einem massiven Strunk eines Isolators und aus dem Strunk herausragenden Schirmen besteht und der aus nur einem einzigen organischen Schirmhüllenwerkstoff (z. B. aus einer cycloaliphatischen Epoxy-Verbindung) hergestellt ist

#### 3.4

##### **Verbundisolator**

Isolator aus wenigstens zwei Isolierteilen, und zwar einem Kern und einer Schirmhülle, der mit Endarmaturen ausgerüstet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Verbundisolatoren können beispielsweise aus einzelnen Schirmen mit oder ohne Zwischenummantelung, die am Kern befestigt sind, bestehen oder alternativ aus einer Schirmhülle, die direkt in einem oder in mehreren Stücken an den Kern angeformt oder angegossen ist.

[QUELLE: IEC 60050-471:2007, 471-01-02]

#### 3.5

##### **Hybrid-Isolator**

Isolator, der aus einem Keramikern und einer polymeren Schirmhülle besteht und mit einer oder mehreren metallischen Armaturen ausgerüstet ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach IEC TS 62896.

Anmerkung 2 zum Begriff: Die mechanischen Funktionen werden hauptsächlich durch den Kern bestimmt, die äußeren elektrischen Funktionen werden hauptsächlich durch die polymere Schirmhülle bestimmt. Die Schirmhülle kann den Kern vollständig oder teilweise bedecken. Im letzteren Fall sind die freiliegenden Teile des Keramikerns gewöhnlich mit Glasur überzogen.

#### 3.6

##### **Verbundisolator mit Kern aus glasfaserverstärktem Kunststoff**

Verbundisolator mit einem Kern aus einem massiven isolierenden Polymerwerkstoff, der mit einer polymeren Schirmhülle bedeckt ist

#### 3.7

##### **Verbundhohlisolator**

Isolator, der aus wenigstens zwei Isolierteilen, und zwar einem rohrförmigen Kern und einer Schirmhülle besteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Schirmhülle kann entweder aus einzelnen Schirmen bestehen, die mit oder ohne eine Zwischenschicht/Ummantelung auf dem Rohr montiert sind, oder sie kann unmittelbar in einem oder mehreren Teilen auf

<sup>N1</sup> Nationale Fußnote: Dieser Text wurde im englischen Basisschriftstück IEC 36/475/CD ebenfalls gestrichen dargestellt.

das Rohr aufgebracht sein. Eine Verbundhohlisolator-Einheit ist dauerhaft mit Befestigungsvorrichtungen oder Endarmaturen ausgerüstet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Nach IEC 61462.

### 3.8

#### **Kern (eines Isolators)**

isolierender Innenteil eines Isolators, welcher der Bereitstellung der mechanischen Eigenschaften dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Schirmhülle und Schirme sind nicht Bestandteil des Kerns.

[QUELLE: IEC 60050-471:2007, 471-01-11]

### 3.9

#### **Strunk eines Isolators**

isolierender Innenteil eines Isolators, aus dem die Schirme herausragen

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei kleineren Isolatoren auch als „Schaft“ bezeichnet.

[QUELLE: IEC 60050-471:2007, 471-01-11]

### 3.10

#### **Schirmhülle**

isolierender Außenteil von Verbundisolatoren, der den erforderlichen Kriechweg liefert und den Kern vor der Umgebung schützt

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Zwischenummantelung aus Isolierstoff ist Teil der Schirmhülle.

[QUELLE: IEC 60050-471:2007, 471-01-09]

### 3.11

#### **Mantel**

gleichförmige und zusammenhängende röhrenförmige Umhüllung aus isolierendem Material

[QUELLE: IEC 60050-151:2001, 151-12-41]

### 3.12

#### **Schirm (eines Isolators)**

isolierender Teil, der über den Strunk eines Isolators hinausragt und der Verlängerung des Kriechwegs dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Schirm kann Rippen besitzen oder nicht.

[QUELLE: IEC 60050-471:2007, 471-01-15]

### 3.13

#### **Kriechweg Kriechstrecke**

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: Anmerkung 1 zum Begriff: Die Oberfläche von Zement oder einem anderen nicht-isolierenden Verbindungswerkstoff wird nicht als Bestandteil des Kriechwegs angesehen.<sup>N2</sup>~~

~~Anmerkung 2 zum Begriff: 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.<sup>N3</sup>~~

[QUELLE: IEC 60050-471:2007, 471-01-04]

### 3.14

#### **Schlagweite**

kürzester Abstand in Luft außen am Isolator zwischen Metallteilen, zwischen denen bestimmungsgemäß die Betriebsspannung anliegt

[QUELLE: IEC 60050-471:2007, 471-01-01]

<sup>N2</sup> Nationale Fußnote: Dieser Text wurde im englischen Basisschriftstück IEC 36/475/CD ebenfalls gestrichen dargestellt.

<sup>N3</sup> Nationale Fußnote: Dieser Text wurde im englischen Basisschriftstück IEC 36/475/CD ebenfalls gestrichen dargestellt.

### 3.15

#### **Grenzflächen**

Fläche zwischen unterschiedlichen Werkstoffen

Anmerkung 1 zum Begriff: In den meisten Verbundisolatoren treten mehrere Grenzflächen auf, z. B.:

- zwischen Schirmhülle und Endarmaturen;
- zwischen verschiedenen Schirmhüllenteilen, z. B. zwischen Schirmen oder zwischen Ummantelung und Schirmen;
- zwischen Kern und Schirmhülle.

### 3.16

#### **Endarmatur Befestigungselement**

Bestandteil oder entsprechend geformter Teil eines Isolators, der der Verbindung mit einer Tragkonstruktion oder mit einem Leiter oder mit einem Gerät oder mit einem anderen Isolator dient

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Endarmaturen aus Metall wird üblicherweise die Bezeichnung „Metallarmatur“ verwendet.

[QUELLE: IEC 60050-471:2007, 471-01-06, modifiziert durch Hinzufügen eines Synonyms]

### 3.17

#### **Verbindungszone**

Zone, in der die mechanische Last zwischen dem Isolierkörper und der Befestigungsarmatur übertragen wird

### 3.18

#### **Kupplung**

Teil der Befestigungsarmatur, der Last auf die Ausrüstungsteile außerhalb des Isolators überträgt

### 3.19

#### **Kriechspurbildung**

Vorgang, der eine irreversible Funktionsminderung darstellt durch Bildung von leitfähigen Pfaden (Kriechspuren), die auf der Oberfläche eines Isolierstoffes beginnen und sich fortsetzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Kriechspurpfade sind auch unter trockenen Bedingungen leitend.

### 3.20

#### **Erosion**

irreversible und nichtleitende Funktionsminderung der Oberfläche des Isolators, die durch Werkstoffverlust in Erscheinung tritt. Dieser kann gleichmäßig, örtlich oder in Bäumchenform auftreten

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach einem Teilüberschlag können an Verbundisolatoren wie auch an keramischen Isolatoren schwache oberflächliche Spuren auftreten, die gewöhnlich baumartig geformt sind. Diese Spuren werden nicht als störend betrachtet, solange sie nicht leitend sind. Wenn sie leitend sind, werden sie als Kriechspur betrachtet.

### 3.21

#### **Riss**

jeder innere Bruch oder Oberflächenriss mit einer Tiefe von mehr als 0,1 mm

### 3.22

#### **Durchschlag**

dauerhafter Verlust der elektrischen Festigkeit infolge einer zerstörenden Entladung durch den massiven Isolierstoff eines Isolators

[QUELLE: IEC 60050-471:2007, 471-01-14, modifiziert, indem der Durchschlag als das Ergebnis einer Entladung und nicht als die Entladung selbst definiert wird]

### 3.23

#### **Hydrophobie**

Zustand einer Oberfläche mit geringer Oberflächenspannung, welche daher wasserabstoßend ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach IEC TS 62073.

### 3.24

#### **Hydrophobietransfer**

Erscheinung der Übertragung der Hydrophobie vom Grundwerkstoff auf die Schmutzschicht auf dessen Oberfläche

### 3.25

#### Material mit Hydrophobietransfer (HTM)

Polymerwerkstoffe, die Hydrophobie aufweisen und die Fähigkeit haben, Hydrophobie auf die Schmutzschicht zu übertragen. Dieses dynamische Verhalten der Hydrophobie ist spezifisch für verschiedene Isolatorwerkstoffe. Diese Arten von Werkstoffen, die die Fähigkeit besitzen, die Hydrophobie zu erhalten und zu übertragen, werden als Materialien mit Hydrophobietransfer bezeichnet

## 4 Identifikation

Die Herstellerzeichnung muss die zutreffenden Maße und Informationen darstellen, die zur Identifikation und Prüfung des Isolators nach dieser Internationalen Norm und der (den) entsprechenden IEC-Produktnorm(en) erforderlich sind. Die Zeichnung muss auch die geltenden Fertigungstoleranzen angeben.

Jeder Isolator muss mit dem Namen oder dem Handelszeichen des Herstellers und dem Herstellungsjahr gekennzeichnet sein. Darüber hinaus muss jeder Isolator mit den in den zutreffenden IEC-Produktnormen festgelegten Bemessungswerten gekennzeichnet sein. Diese Kennzeichnungen müssen lesbar, unlöschar und ihre Befestigungen (sofern vorhanden) wetter- und korrosionsbeständig sein.

## 5 Umgebungsbedingungen

Die normalen Umgebungsbedingungen, denen Isolatoren im Einsatz ausgesetzt sind, sind in Tabelle 1 festgelegt.

Wenn am Ort, wo Isolatoren installiert werden sollen, besondere Umgebungsbedingungen herrschen, müssen diese vom Anwender unter Bezug auf IEC 60721-1 angegeben werden.

**Tabelle 1 — Normale Umgebungsbedingungen**

|                                                                                                                                                                           | Innenraum-Isolatoren                                                                                                                                                                                                   | Freiluftisolatoren                                                                                                                                                     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Höchste Umgebungstemperatur                                                                                                                                               | Höchstens 40 °C und der über 24 h gemessene Mittelwert höchstens 35 °C                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                        |
| Niedrigste Umgebungstemperatur                                                                                                                                            | -25 °C                                                                                                                                                                                                                 | -40 °C                                                                                                                                                                 |
| Schwingungen                                                                                                                                                              | Vernachlässigbare Erschütterungen aufgrund äußerer Einflüsse auf die Isolatoren oder von Erdbeben <sup>a</sup>                                                                                                         |                                                                                                                                                                        |
| Sonneneinstrahlung <sup>b</sup>                                                                                                                                           | Vernachlässigbar                                                                                                                                                                                                       | Bis 1 000 W/m <sup>2</sup>                                                                                                                                             |
| Verschmutzung der Umgebungsluft                                                                                                                                           | Keine wesentliche Verschmutzung durch Staub, Rauch, korrosive und/oder entflammbare Gase, Dämpfe oder Salz                                                                                                             | Verschmutzung durch Staub, Rauch, korrosive Gase, Dämpfe oder Salz darf vorliegen. Der Verschmutzungsgrad überschreitet nicht die Einstufung „stark“ nach IEC 60815-1. |
| Feuchte                                                                                                                                                                   | Der über 24 h gemessene Mittelwert der relativen Feuchte übersteigt nicht 95 % und der über einen Monat gemessene Mittelwert übersteigt nicht 95 %. Unter diesen Bedingungen darf gelegentlich Kondensation auftreten. |                                                                                                                                                                        |
| <p>a Erschütterungen aufgrund äußerer Einflüsse können nach IEC 60721-1 behandelt werden.</p> <p>b Einzelheiten der Sonneneinstrahlung sind in IEC 60721-1 angegeben.</p> |                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                        |

## 6 Angaben über Transport, Lagerung und Aufstellung

Hersteller von Isolatoren müssen geeignete Anleitungen und Informationen hinsichtlich allgemeiner Bedingungen beim Transport, bei der Lagerung und beim Einbau der Isolatoren liefern. Diese Anleitungen können Empfehlungen für die Reinigung oder Instandhaltung einschließen.

## 7 Arten von Prüfungen

Die Prüfungen sind wie folgt in vier Gruppen eingeteilt:

## 7.1 Bauartprüfungen

Die Bauartprüfungen dienen dem Nachweis der Eignung von Bauart, Werkstoffen und Herstellungsverfahren (Technologie).

Die Bauart eines Polymerisolators ist allgemein festgelegt durch:

- Kernwerkstoffe, Schirmhülle und Herstellungsverfahren;
- Werkstoff der Endarmaturen, ihre Bauart und ihr Befestigungsverfahren;
- Schichtdicke der Schirmhülle über dem Kern (einschließlich einer Ummantelung, sofern vorhanden).

In der entsprechenden Produktnorm dürfen weitere Parameter hinsichtlich der Bauart angegeben werden.

Wenn Änderungen in der Bauart eines Polymerisolators vorgenommen werden, muss eine erneute Eignungsprüfung nach den Vorschriften der entsprechenden Produktnorm durchgeführt werden. Gewöhnlich wird nur ein Teil der Prüfungen wiederholt. Ein Überblick über die Prüfungen ist im [Anhang A](#) angegeben.

Wenn ein Polymerisolator den Bauartprüfungen unterzogen wird, wird er der Musterisolator für eine Bauartklasse und die Ergebnisse gelten für die ganze Klasse. Dieser geprüfte Musterisolator legt eine Bauartklasse von Isolatoren mit folgenden Eigenschaften fest:

- a) gleiche Werkstoffe für den Kern und die Schirmhülle und gleiches Herstellungsverfahren;
- b) gleicher Werkstoff der Endarmaturen, gleiche Bauart und gleiches Befestigungsverfahren;
- c) gleiche oder größere Mindestschichtdicke der Schirmhülle über dem Kern (einschließlich einer Ummantelung, sofern vorhanden).

In der entsprechenden Produktnorm dürfen weitere Parameter angegeben werden, die eine Bauartklasse definieren.

## 7.2 Typprüfungen

Typprüfungen dienen dem Nachweis der Hauptkenngrößen eines Polymerisolators, die hauptsächlich von seiner Form und Größe abhängen. Typprüfungen müssen an Polymerisolatoren durchgeführt werden, die zu einer bereits qualifizierten Bauartklasse gehören. Die Typprüfungen müssen nur wiederholt werden, wenn der Polymerisolatortyp verändert wird. Die Parameter, die einen Polymerisolatortyp definieren, werden in der entsprechenden Produktnorm angegeben.

Die anzuwendenden Typprüfungen werden in der entsprechenden Produktnorm angegeben.

## 7.3 Stichprobenprüfungen

Die Stichprobenprüfungen dienen dem Nachweis der Kenngrößen von Polymerisolatoren, die von der Herstellungsqualität und von den verwendeten Werkstoffen abhängen. Sie werden an Isolatoren durchgeführt, die stichprobenartig aus für die Annahmeprüfung vorgestellten Losen entnommen werden.

Die anzuwendenden Stichprobenprüfungen werden in der entsprechenden Produktnorm angegeben.

## 7.4 Stückprüfungen

Diese Prüfungen dienen der Aussortierung von Polymerisolatoren mit Herstellungsfehlern. Sie werden an jedem zu liefernden Polymerisolator durchgeführt.

Die anzuwendenden Stückprüfungen werden in der entsprechenden Produktnorm angegeben.

## 8 Allgemeine Anforderungen an Isolatorprüflinge

Isolatorprüflinge für Prüfungen von Polymerisolatoren müssen vor den Prüfungen überprüft werden:

- auf richtige Montage, z. B. mittels der in der entsprechenden Produktnorm festgelegten mechanischen Stückprüfung;
- durch eine Sichtprüfung nach der entsprechenden Produktnorm;
- auf Übereinstimmung der Maße mit der zutreffenden Zeichnung.

Für die Maße  $d$  ohne Toleranzangabe sind folgende Toleranzen zulässig:

- $\pm (0,04 \times d + 1,5) \text{ mm}$ , wenn  $d \leq 300 \text{ mm}$ ;

- $\pm (0,025 \times d + 6)$  mm, wenn  $d > 300$  mm ist, mit einer Höchsttoleranz von  $\pm 50$  mm.

Die Messung der Kriechwege muss auf die Konstruktionsmaße und Toleranzen nach der Isolatorzeichnung bezogen werden, auch wenn dieses Maß größer als der ursprünglich festgelegte Wert ist. Falls ein Mindestkriechweg festgelegt ist, ist auch die negative Toleranz durch diesen Wert begrenzt.

Im Falle von Isolatoren mit einem Kriechweg über 3 m ist die Messung eines kurzen Abschnitts von etwa 1 m Isolatorlänge und Extrapolation zulässig.

Die Schirmhüllenfarbe des Prüflings muss etwa der in der Zeichnung festgelegten Farbe entsprechen.

Die Anzahl der Prüflinge, ihre Auswahl und die Maße sind in den entsprechenden Abschnitten dieser Norm oder in den entsprechenden Prüfnormen festgelegt.

## 9 Bauartprüfungen

### 9.1 Allgemeines

Die folgenden Prüfungen werden üblicherweise als Bauartprüfungen klassifiziert, sofern in der entsprechenden Produktnorm nichts anderes festgelegt ist. [Anhang B](#) fasst die Anwendung von Prüfungen zusammen.

Die Bauartprüfungen müssen nur einmal nach der entsprechenden Produktnorm durchgeführt werden, und die Ergebnisse sind in einem Prüfbericht aufzuzeichnen.

Jede Prüfung (9.2, [9.3](#), [9.4](#) und [9.5](#)) kann unabhängig an neuen Prüflingen durchgeführt werden, falls zutreffend, in der in der entsprechenden Prüfnorm festgelegten Prüfreihefolge. Der Polymerisolator einer bestimmten Bauart gilt nur als qualifiziert, wenn sämtliche Isolatoren oder Prüflinge alle in der entsprechenden Produktnorm festgelegten Bauartprüfungen bestanden haben.

### 9.2 Prüfungen der Grenzflächen und Verbindungen von Endarmaturen

#### 9.2.1 Allgemeines

Die Prüffolge besteht aus:

- Referenzwechselsspannungsprüfung (trocken) mit zerstörender Entladung;
- Vorbeanspruchung;
- Nachweisprüfungen.

#### 9.2.2 Prüflinge

Für diese Prüfreihe müssen die Isolatoren aus der normalen Fertigungslinie ausgewählt werden. Die Anzahl der Prüflinge und ihre Maße müssen der entsprechenden Produktnorm entsprechen. Sie müssen kontrolliert und geprüft werden, wie in [Abschnitt 8](#) angegeben.

Wenn der Hersteller nur Isolatoren mit einem oder mehreren kleineren Maßen als in der entsprechenden Produktnorm angegeben herstellen kann, dürfen die Bauartprüfungen an Isolatoren mit diesen ihm zur Verfügung stehenden Maßen durchgeführt werden, die Ergebnisse sind jedoch nur gültig für andere Isolatoren derselben Bauartklasse bis zu den geprüften Maßen.

#### 9.2.3 Referenzspannung und Temperatur für Nachweisprüfungen

Aus zeitlichen oder ökonomischen Gründen darf die Referenzwechselsspannungsprüfung nach 9.2.4 am Anfang der Prüffolge unterlassen werden, falls ein zusätzlicher Referenzprüfling mit Eigenschaften nach 9.2.2 verwendet wird. Die Wechselspannungen nach einer Vorbeanspruchung nach [9.2.7.4](#) und die Strunktemperatur des Isolators müssen entweder mit den Werten des Referenzprüflings oder mit den vor der Vorbeanspruchung ermittelten Spannungen verglichen werden. Es versteht sich von selbst, dass der Referenzprüfling keiner Vorbeanspruchung unterzogen werden darf.

#### 9.2.4 Referenzwechselsspannungsprüfung (trocken) mit zerstörender Entladung

Die äußere Referenzüberschlag-Wechselspannung (trocken) muss durch Mittelwertbildung von fünf nach [IEC 60060-1](#) an den Prüflingen oder am Referenzprüfling ermittelten Überschlagspannungen bestimmt werden. Diese mittlere Überschlagspannung muss nach [IEC 60060-1](#) nach den Normalbedingungen korrigiert werden. Die Überschlagspannung muss durch linearen Spannungsanstieg von null bis zum Überschlag innerhalb von 1 min erreicht werden.

### 9.2.5 Produktspezifische Vorbeanspruchung

Die Prüflinge müssen einer Vorbeanspruchung (z. B. thermomechanisch) nach der entsprechenden Produktnorm unterzogen werden.

### 9.2.6 Vorbeanspruchung durch Eintauchen in Wasser

Die Prüflinge müssen für 42 h in einen Behälter mit siedendem entionisiertem Wasser mit einem Massenanteil von 0,1 % NaCl eingetaucht werden. Alternativ dazu darf Leitungswasser mit zugesetztem Salz verwendet werden, um bei 20 °C eine spezifische elektrische Leitfähigkeit von  $1\,750\ \mu\text{S}/\text{cm} \pm 80\ \mu\text{S}/\text{cm}$  zu erreichen. Bei einer anderen Wassertemperatur muss die in IEC 60507:2013 + COR1:2018, Abschnitt 7, angegebene Leitfähigkeitskorrektur durchgeführt werden.

Am Ende der Siededauer wird zugelassen, dass die Prüflinge abkühlen, und sie müssen im Wasser bei Umgebungstemperatur bleiben, bis die Nachweisprüfungen in der folgenden Reihenfolge beginnen. Falls innerhalb dieser Zeit ein Transport erforderlich ist, dürfen die benetzten Isolatoren für höchstens 12 h in abgedichteten Kunststoffbeuteln oder einem anderen geeigneten Behälter gelagert werden.

### 9.2.7 Nachweisprüfungen

#### 9.2.7.1 Allgemeines

Der Zeitabstand zwischen den folgenden Einzelprüfungen muss so gewählt werden, dass die Nachweisprüfungen innerhalb von 48 h abgeschlossen sind. Die Prüflinge sind 30 min vor der Steilstoßspannungsprüfung bei Umgebungstemperatur zu lagern.

#### 9.2.7.2 Sichtprüfung

Die Schirmhülle jedes Prüflings wird einer Sichtprüfung unterzogen. Es sind keine Risse zulässig.

#### 9.2.7.3 Steilstoßspannungsprüfung

##### 9.2.7.3.1 Verfahren

Die Prüflinge müssen mit scharfkantigen Elektroden (bestehend aus Klemmen, z. B. aus etwa 20 mm breitem und weniger als 1 mm dickem Kupferband) versehen werden. Diese Elektroden werden zwischen den Schirmen fest um die Schirmhülle herum befestigt und so angeordnet, dass Abschnitte mit einer axialen Länge von etwa 500 mm oder weniger entstehen, die zwischen den nächstliegenden Kanten der Elektroden gemessen werden. Für Isolatoren mit einer Länge von  $\leq 500$  mm oder für die Überprüfung der Grenzfläche der Endarmatur muss die Elektrode an die metallische Endarmatur angelegt werden. Die Verbindungsleitungen der beiden benachbarten Elektroden sind außerdem in entgegengesetzten Richtungen anzuordnen, um unerwünschte Überschlüsse zwischen ihnen zu vermeiden (Beispiel siehe [Bild 1](#)).

Eine Stoßspannung mit einer Steilheit von mindestens  $1\,000\ \text{kV}/\mu\text{s}$  muss zwischen zwei benachbarten Elektroden bzw. zwischen der Metallarmatur und der benachbarten Elektrode angelegt werden. Jeder Abschnitt muss einzeln mit 25 Impulsen positiver und 25 Impulsen negativer Polarität beansprucht werden. Bei Hohlisolatoren müssen Maßnahmen zur Verhinderung innerer Überschlüsse getroffen werden.

Eine zusätzliche Nachweisprüfung kann durchgeführt werden, um eine angemessene Grenzflächenverbindung zu bestätigen. Diese Prüfungen sind in Beratung.

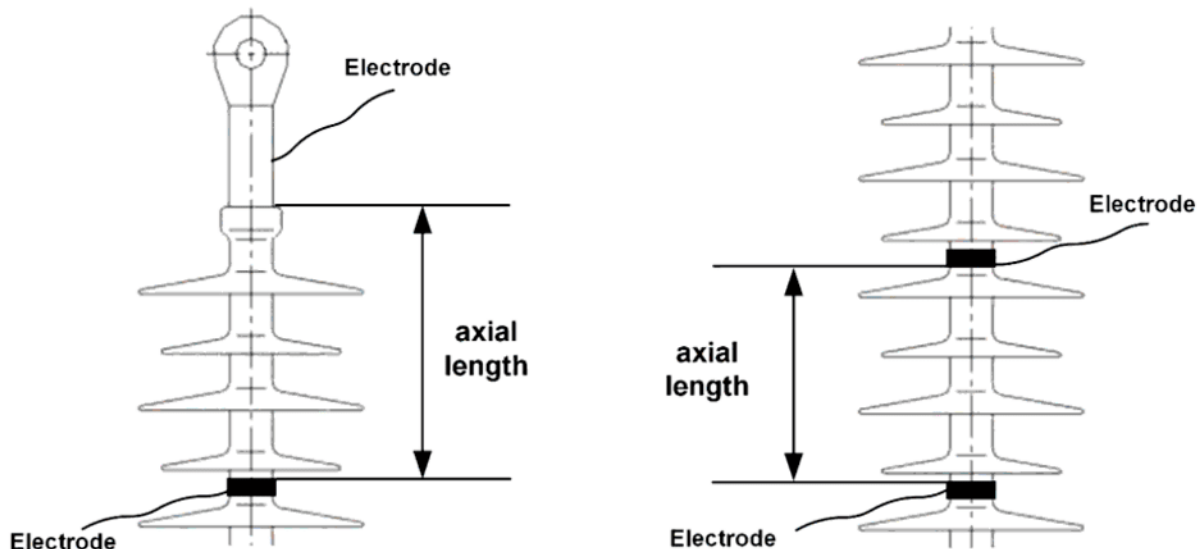


**Bild 1 — Darstellung von Elektrodenposition und axialer Länge**

#### 9.2.7.3.2 Annahmekriterien

Jeder Impuls muss einen äußeren Überschlag zwischen den Elektroden verursachen. An keinem Teil des Isolators darf ein Durchschlag auftreten.

#### 9.2.7.4 Wechselspannungsprüfung (trocken)

##### 9.2.7.4.1 Verfahren

Vor Beginn der Überschlagprüfung muss an allen Prüflingen die Temperatur des Strunks des Isolators ermittelt werden (Referenztemperatur).

Die Wechselspannung (trocken) muss durch Mittelwertbildung von fünf Überschlagspannungen an jedem Prüfling bestimmt werden. Diese mittlere Überschlagspannung muss nach IEC 60060-1 nach den normalen Klimabedingungen korrigiert werden. Die Überschlagspannung muss durch einen linearen Spannungsanstieg von null bis zum Überschlag innerhalb von 1 min erreicht werden.

Die Prüflinge und, falls zutreffend, der Referenzprüfling müssen dann 30 min ohne Unterbrechung 80 % der Referenzüberschlagspannung ausgesetzt werden.

Die Temperatur der Schirmhülle zwischen den Schirmen jedes Prüflings und, falls zutreffend, des Referenzisolators muss an drei Stellen entlang des Isolators oder um den Isolator herum unmittelbar nach Abschalten der Prüfspannung gemessen werden.

##### 9.2.7.4.2 Annahmekriterien

Die Überschlagspannung an jedem Prüfling muss größer oder gleich 90 % der Referenzüberschlagspannung sein.

Es darf an keinem Teil des Isolators ein Durchschlag auftreten, und die größte Erwärmung jeder Isolatorschirmhülle zwischen den Schirmen gegenüber der Temperatur des Referenzprüflings muss kleiner als 10 K sein. In Fällen, in denen es keinen Referenzprüfling gibt, muss die größte Erwärmung kleiner als 10 K im Vergleich zur Referenztemperatur, die vor den Wechselspannungsprüfungen ermittelt wurde, sein.

### 9.3 Prüfungen des Schirmhüllenwerkstoffs

#### 9.3.1 Härteprüfung

##### 9.3.1.1 Verfahren

Es müssen zwei Proben des Schirmhüllenwerkstoffs mit einer für das in ISO 868 angegebene Härtemessverfahren geeigneten Größe, Form und Dicke aus der Schirmhülle von zwei Isolatoren entnommen werden. Falls Form oder Dicke der Probe ungeeignet sind, dürfen gesonderte Proben nach dem gleichen Herstellungsverfahren und mit den gleichen Parametern hergestellt werden. Wenn der Schirm und der Mantel

aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen oder nach unterschiedlichen Verfahren hergestellt wurden, müssen beide getrennt geprüft werden.

Die Umgebungstemperatur und die Härte der beiden Proben ist nach ISO 868 mit einem Härtemessgerät Shore A oder Shore D, je nach Eignung, zu messen und aufzuzeichnen.

Die Proben müssen dann, wie in 9.2.6 festgelegt, für 42 h in siedendes Wasser eingetaucht werden. Der Siedebehälter nach Bild 3 ist für diesen Siedevorgang geeignet.

Am Ende der Siedeperiode muss zugelassen werden, dass die Proben abkühlen, und innerhalb von 3 h muss ihre Härte bei der gleichen Temperatur wie bei den Messungen vor dem Sieden  $\pm 5$  K noch einmal gemessen werden.

#### 9.3.1.2 Annahmekriterien

Die Härte jeder Probe darf sich gegenüber dem vor dem Sieden gemessenen Wert nicht um mehr als  $\pm 20$  % ändern.

#### 9.3.2 Schnellbewitterungsprüfung

##### 9.3.2.1 Verfahren

Aus dem Schirmhüllenwerkstoff des Isolators (einschließlich Aufschriften, falls vorhanden) müssen drei Proben entnommen werden. Wenn der Schirm und der Mantel aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen oder nach unterschiedlichen Verfahren hergestellt wurden, müssen beide getrennt geprüft werden. Falls Form oder Dicke der Probe ungeeignet sind, dürfen gesonderte Proben nach dem gleichen Herstellungsverfahren und mit den gleichen Parametern hergestellt werden.

Der Schirmhüllenwerkstoff des Isolators muss einer 1 000-h-UV-Lichtprüfung unter Verwendung des nachstehenden Prüfverfahrens unterzogen werden. Aufschriften auf der Schirmhülle, falls vorhanden, müssen direkt dem UV-Licht ausgesetzt werden:

- Xenonbogenlichtverfahren: ISO 4892-2, unter Verwendung des Beanspruchungsverfahrens 1 mit einer Dunkelphase von 8 h.

ANMERKUNG Weiter Angaben zur 1 000-h-UV-Lichtprüfung können der CIGRE Technical Brochure No. 488 entnommen werden.

##### 9.3.2.2 Annahmekriterien

Nach der Prüfung müssen die Aufschriften auf dem Schirmhüllenwerkstoff lesbar sein; Qualitätsminderungen der Oberfläche, wie Risse oder Erhebungen, sind nicht zulässig.

Im Falle von Zweifeln hinsichtlich derartiger Qualitätsminderungen müssen an jeder der drei Proben zwei Messungen der Oberflächenrauigkeit durchgeführt werden. Die Rauigkeit  $R_z$  nach ISO 4287 muss entlang einer Probenlänge von mindestens 2,5 mm gemessen werden.  $R_z$  darf 0,1 mm nicht überschreiten.

ANMERKUNG ISO 3274 enthält Einzelheiten über Messgeräte für Messungen der Oberflächenrauigkeit.

#### 9.3.3 Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung – 1 000-h-Salznebel-Wechselspannungsprüfung

##### 9.3.3.1 Allgemeines

Die Prüfung ist eine zeitbegrenzte Dauerprüfung in Salznebel bei konstanter betriebsfrequenter Spannung. Sie wird nicht als eine beschleunigte Alterungsprüfung angesehen (siehe Anhang C).

ANMERKUNG Die Durchführung der Prüfung ist unter Wechselspannung vorgesehen. Die Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung – 1 000-h-Salznebel-Gleichspannungsprüfung ist in Beratung.

##### 9.3.3.2 Prüfkammer

Die Prüfung wird in einer feuchtigkeitsdichten, korrosionsbeständigen Kammer, deren Volumen ~~15 m<sup>3</sup> nicht überschreiten darf~~<sup>N4</sup> durchgeführt, wobei eine Öffnung von höchstens 80 cm<sup>2</sup> für die natürliche Abluft vorgesehen werden muss.

<sup>N4</sup> Nationale Fußnote: Dieser Text wurde im englischen Basisschriftstück IEC 36/475/CD ebenfalls gestrichen dargestellt.

### 9.3.3.3 Nebelerzeugung

Ein Turbozerstäuber (Raumluftbefeuchter) mit konstanter Zerstäubungsleistung muss als Wasserzerstäuber verwendet werden, der Wassertropfen mit einer Größe von 5 µm bis 10 µm erzeugt. Alternativ dazu dürfen Düsen eingesetzt werden, die Wassertropfen der gleichen Größe bilden. Zerstäubungsdüsen für Salznebel nach IEC 60507 sind für diese Prüfung nicht geeignet. Die Zerstäuber oder Düsen werden nahe dem Kammerboden angeordnet und sprühen nach oben in Richtung der Kammerdecke. Der Nebel muss die Kammer ausfüllen und darf nicht direkt auf den Prüfling gesprüht werden. Salzwasser aus NaCl und entionisiertem Wasser muss dem Zerstäuber zugeführt werden (siehe Tabelle 2). Die Intensität und die gleichmäßige Verteilung des Nebels muss im Bereich, in dem der Prüfling dem Nebel ausgesetzt ist, konstant gehalten werden.

### 9.3.3.4 Kalibrierung des Nebels

Die Kalibrierung muss am Beginn der Prüfung durchgeführt werden.

Mindestens zwei saubere Sammelbehälter mit einer Sammelfläche von jeweils  $8\,000\text{ mm}^2 \pm 2\,000\text{ mm}^2$  und einer Höhe von höchstens 100 mm werden so nah wie möglich an den Enden des Prüflings angeordnet. Die Behälter müssen so positioniert werden, dass sie nicht von den Prüflingen abgeschirmt werden und ein Tropfenfall von den Konstruktionselementen der Kammer oder einer anderen Quelle vermieden wird.

Sie müssen zwischen 1,5 ml und 2,0 ml des Niederschlags je Stunde (korrigiert auf  $8\,000\text{ mm}^2$  Sammelfläche) gemittelt über eine Dauer von mindestens 16 h nach IEC 60068-2-11 auffangen.

**ANMERKUNG** Die zum Erreichen dieser Niederschlagsrate erforderliche Durchflussmenge (üblicherweise im Bereich von  $0,3\text{ l/m}^3\text{h}$  bei einer Kammergröße von höchstens  $15\text{ m}^3$ ) sollte protokolliert werden. (Die Durchflussmenge des Wassers wird in Liter je Stunde und Kubikmeter des Prüfkammervolumens angegeben.) Demgemäß sollte während der Prüfung die Durchflussmenge mindestens alle 100 h überprüft werden und sie muss innerhalb von  $\pm 25\%$  des Anfangswertes bleiben.

Es ist nicht zulässig, das Wasser im Kreislauf zu pumpen.

### 9.3.3.5 Prüflinge

Ein Paar aus zwei<sup>N5</sup> Prüfisolatoren gleicher Bauart mit einem Kriechweg zwischen 500 mm und 800 mm muss der Fertigungslinie entnommen werden. Falls keine derartigen Isolatoren der Fertigung entnommen werden können, müssen aus anderen Isolatoren spezielle Prüflinge hergestellt werden, so dass der Kriechweg in den vorgegebenen Wertebereich fällt. Diese speziellen Prüflinge müssen mit Endarmaturen aus der normalen Fertigung ausgerüstet werden.

Vor Beginn der Prüfung müssen die Prüflinge mit entionisiertem Wasser gereinigt werden. Ein Prüfling muss in waagerechter Lage geprüft werden (in etwa halber Kammerhöhe) und der zweite muss in senkrechter Lage angeordnet werden. Zwischen parallel angeordneten Prüflingen und zwischen Prüflingen und Decke, Wänden und Boden muss der lichte Abstand mindestens 400 mm betragen.

**ANMERKUNG** Es können bis zu zwei Paare von Prüflingen gleichzeitig geprüft werden. Wenn zwei verschiedene Isolatorpaare gleichzeitig geprüft werden, muss ein Master-Isolatorpaar festgelegt werden. Tritt am selben Prüfling des Master-Isolatorpaares mehr als ein Überschlag auf, wird der NaCl-Gehalt halbiert und diese Prüfung wird für das zweite geprüfte Isolatorpaar ungültig. Tritt der Überschlag am zweiten Isolatorenpaar auf, wird der NaCl-Gehalt nicht verändert. Wenn offensichtlich wird, dass die Überschlüsse am zweiten Isolatorenpaar periodisch auftreten, sollte in Betracht gezogen werden, den entsprechenden Prüfling zu entfernen, um unerwünschte Unterbrechungen zu vermeiden.

### 9.3.3.6 Prüfspannung

Die Prüfspannung in Kilovolt wird auf den tatsächlichen Kriechweg der Prüflinge eingestellt, der durch Teilen des Kriechwegs in Millimeter durch 34,6 (gleich einem spezifischen Kriechweg von  $20\text{ mm/kV}$ , berechnet mit der Außenleiterspannung) ermittelt wird. Der Prüfkreis darf, wenn er mit einem konstanten ohmschen Strom von 250 mA (Effektivwert) während 1 s belastet wird, auf der Hochspannungsseite einen Spannungsabfall von höchstens 5 % erfahren. Der Schutzpegel muss auf 1 A (Effektivwert) eingestellt werden.

### 9.3.3.7 Prüfbedingungen

Prüfdauer: 1 000 h

Umgebungstemperatur:  $20\text{ °C} \pm 5\text{ K}$

<sup>N5</sup> Nationale Fußnote: Dieser Text wurde im englischen Basisschriftstück IEC 36/475/CD ebenfalls gestrichen dargestellt.

Anfangssalzgehalt des Wassers: nach Tabelle 2

**Tabelle 2 — NaCl-Anfangsgehalt des Wassers in Abhängigkeit von den Prüflingsmaßen**

| Strunkdurchmesser des Isolators<br>mm                | NaCl-Anfangsgehalt des Wassers<br>kg/m <sup>3</sup> |         |
|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------|---------|
|                                                      | I/A < 3                                             | I/A > 3 |
| < 50                                                 | 8 ± 0,4                                             | 4 ± 0,2 |
| ≥ 50 und < 150                                       | 4 ± 0,2                                             | 2 ± 0,1 |
| ≥ 150                                                | 2 ± 0,1                                             | 1 ± 0,1 |
| I/A ist der Kriechweg geteilt durch die Schlagweite. |                                                     |         |

**ANMERKUNG** Bei Isolatoren mit einem größeren Kriechweg je Länge wird der NaCl-Anfangsgehalt reduziert, um Überschlüge während der 1 000-h-Prüfung zu vermeiden. Diese Reduktion des Salzgehalts gilt nicht als Verminderung des Schärfegrades der Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung, sondern als ausdrücklich gewählt, um unnötige Unterbrechungen des Prüfvorgangs zu vermeiden.

Aufgrund der langen Dauer der Prüfung sind wöchentliche Unterbrechungen der Prüfung für Zwecke der Überprüfung mit einer Höchstdauer von jeweils 1 h zulässig. Während der Überprüfung ist es zulässig, den Nebel auszuschalten.

Falls mehr als ein Überschlag beim NaCl-Anfangsgehalt auftritt, muss die Prüfung noch einmal mit dem halben Wert des NaCl-Gehalts begonnen werden. Die Isolatoren werden mit Leitungswasser abgespült, und die Prüfung wird innerhalb von 2 h nach dem Abspülen des Isolators neu begonnen. Dies darf wiederholt werden, bis keine Spannungsunterbrechungen mehr auftreten.

Die Intensität des Salznebels in der Prüfkammer muss während der Dauer der Prüfung, einschließlich der Zeitspanne zwischen Isolatorüberschlag und Abspülen, konstant gehalten werden. Wenn der Salznebel aufhört oder die Intensität des Salznebels verringert wird und die Anforderung in 9.3.3.4 aufgrund äußerer Faktoren (d. h. aufgrund des Ausfalls der Stromversorgung oder von Komponenten) für mehr als 1 h nicht erfüllt wird, muss die Prüfzeit zusätzlich um die dreifache Unterbrechungsdauer verlängert werden. Die Prüfung ist wieder aufzunehmen, nachdem sich wieder Salznebel von ausreichender Intensität eingestellt hat.

Mit Ausnahme der wöchentlichen Unterbrechung der Prüfung für die Überprüfung sollte der Nebel insgesamt nicht länger als 60 h ausgesetzt werden. Sämtliche Unterbrechungszeiten dürfen nicht zur Prüfdauer gezählt werden, der abschließende Prüfbericht muss alle Einzelheiten der Unterbrechungen, wie Überschlüge und Abschaltungen, eine Reduktion des Salzgehalts und andere Gründe für die Unterbrechung (z. B. Überprüfung), enthalten.

#### 9.3.3.8 Annahmekriterien

Die Prüflinge identischer Bauart müssen gemeinsam bewertet werden. Die Prüfung ist bestanden, wenn an beiden Prüflingen:

- keine Kriechspurbildung auftritt;
- bei Verbundisolatoren: die Erosionstiefe weniger als 3 mm beträgt und, falls zutreffend, den Kern nicht erreicht;
- bei Gießharzisolatoren: die Erosionstiefe weniger als 3 mm beträgt;
- kein Durchschlag an Schirm, Schirmhülle oder Grenzfläche aufgetreten ist.

#### 9.3.4 Entflammbarkeitsprüfung

##### 9.3.4.1 Verfahren

Diese Prüfung dient der Überprüfung des Schirmhüllenwerkstoffs auf Entzündungs- und Selbstlöschungseigenschaften.

Der Schirmhülle des zu prüfenden Isolators müssen Proben mit einer Dicke von 3 mm entnommen werden. Wenn der Schirm und der Mantel aus unterschiedlichen Werkstoffen bestehen oder nach unterschiedlichen Verfahren hergestellt wurden, müssen beide getrennt geprüft werden. Falls die Proben ungeeignet für die Anforderungen von IEC 60695-11-10 sind, dürfen gesonderte Proben nach den gleichen Herstellungsverfahren und mit den gleichen Parametern hergestellt werden. Das Prüfverfahren muss IEC 60695-11-10 entsprechen.

##### 9.3.4.2 Annahmekriterien

Die Prüfung ist bestanden, wenn die Probe den Anforderungen ihrer Kategorie in Tabelle 3 entspricht.