

	DIN EN IEC 61462 (VDE 0674-13)	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 „etw Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 29.080.10

Einsprüche bis 2022-01-19

Entwurf

Vorgesehen als Ersatz für
DIN EN 61462
(VDE 0441-102):2008-06

**Verbundhohlisolatoren –
 Druckbeanspruchte und drucklose Isolatoren für den Einsatz in elektrischen
 Betriebsmitteln mit Bemessungsspannungen über 1 000 V –
 Begriffe, Prüfverfahren, Annahmekriterien und Konstruktionsempfehlungen
 (IEC 36/509/CD:2021);
 Text Deutsch und Englisch**

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 36/509/CD:2021);
 Text in German and English

Isolateurs composites creux –
 Isolateurs avec ou sans pression interne pour utilisation dans des appareillages électriques de tensions
 nominales supérieures à 1 000 V –
 Définitions, méthodes d'essais, critères d'acceptation et recommandations de conception
 (IEC 36/509/CD:2021);
 Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2021-11-19 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 82 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn dieser Norm ist

Nationales Vorwort

Das internationale Dokument IEC 36/509/CD:2021-01 „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“ (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 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 61462 (VDE 0441-102):2008-06** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Diese Ausgabe stellt eine technische Überarbeitung dar.

Inhalt

	Seite
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich und Zweck.....	7
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe.....	8
4 Beziehungen zwischen mechanischen Lasten.....	12
4.1 Äußere Lasten am Isolator.....	12
4.2 Drücke.....	13
5 Aufschriften.....	13
6 Arten von Prüfungen.....	13
6.1 Bauartprüfungen.....	13
6.2 Typprüfungen.....	16
6.3 Stichprobenprüfungen.....	16
6.4 Stückprüfungen.....	16
7 Bauartprüfungen.....	17
7.1 Allgemeines.....	17
7.2 Prüfungen der Grenzflächen und Verbindungen von Endarmaturen.....	17
7.3 Prüfungen des Schirm- und Schirmhüllenwerkstoffs.....	19
7.4 Prüfungen des Rohrwerkstoffs.....	19
8 Typprüfungen (nur mechanische Prüfungen).....	20
8.1 Allgemeines.....	20
8.2 Prüflinge.....	20
8.3 Vorbereitung der Prüflinge.....	20
8.4 Innendruckprüfung.....	21
8.5 Biegeprüfung.....	22
9 Stichprobenprüfungen.....	24
9.1 Auswahl und Anzahl der Isolatoren.....	24
9.2 Prüfung.....	24
9.3 Überprüfung der Maße.....	24
9.4 Mechanische Prüfungen.....	25
9.5 Verzinkungsprüfung.....	26
9.6 Wiederholungsprüfverfahren.....	26
10 Stückprüfungen.....	26
10.1 Allgemeines.....	26
10.2 Sichtprüfung.....	26
10.3 Mechanische Stückprüfung.....	27
10.4 Druck-Stückprüfung.....	27
10.5 Stückprüfung der Dichtheit.....	27
11 Dokumentation.....	28

Anhang A (informativ) Grenzabweichungen für Form und Lage.....	31
Anhang B (informativ) Allgemeine Empfehlungen für Auslegung und Konstruktion.....	34
B.1 Richtlinien für die Auslegung.....	34
B.2 Richtlinien für den höchsten Betriebsdruck.....	34
B.3 Richtlinien für die Stichprobenprüfung des Rohrwerkstoffs.....	34
B.4 Richtlinien für die vom Betriebsmittelhersteller geforderte Temperatur.....	35
B.5 Richtlinien für die vom Betriebsmittelhersteller geforderten mechanischen Lasten.....	35
B.6 Zusammenfassung der Prüfungen.....	35
Anhang C (informativ) Grundlagen der Schadensgrenze und Einsatz der reversiblen und irreversiblen Dehnung durch Innendruck und/oder Biegelasten an Verbundhohlisolator-Rohren.....	39
C.1 Einleitende Bemerkungen.....	39
C.2 Definition.....	39
C.3 Beispiel für die Ermittlung der Dehnungsgrenzabweichung.....	39
Literaturhinweise.....	42
Bilder	
Bild 1 – Thermisch-mechanische Vorbeanspruchungsprüfung – Typische Zyklen.....	28
Bild 2 – Thermisch-mechanische Vorbeanspruchungsprüfung – Typische Prüfanordnung.....	29
Bild 3 – Prüfanordnung für die Prüfung des Leckagebetrages.....	30
Bild 4 – Beispiele für Abdichtungssysteme für Verbundhohlisolatoren.....	30
Bild A.1 – Parallelität, Koaxialität und Konzentrität.....	31
Bild A.2 – Winkelabweichung der Befestigungslöcher: Beispiel 1.....	32
Bild A.3 – Winkelabweichung der Befestigungslöcher: Beispiel 2.....	32
Bild A.4 – Grenzabweichungen nach Normzeichnungen.....	33
Bild B.1 – Beziehung zwischen Biegelasten.....	38
Bild B.2 – Beziehung zwischen den Drücken.....	38
Bild C.1 – Lage der Dehnungsmessstreifen für Druck- und Biegelast.....	40
Bild C.2 – Dehnung/Zeit-Kurve, reversible elastische Phase.....	40
Bild C.3 – Dehnung/Zeit-Kurve, irreversible plastische Phase, Schadensgrenze.....	41
Tabellen	
Tabelle 1 – Mechanische Lasten, die am Isolator angreifen.....	12
Tabelle 2 – Drücke, die auf den Isolator wirken.....	13
Tabelle 3 – Prüfungen nach Konstruktionsänderungen.....	14
Tabelle 4 – Stichprobengrößen.....	24
Tabelle 5 – Auswahl des Wiederholungsprüfverfahrens.....	26
Tabelle B.1 – Lasten/Beanspruchungen und Klassifizierung der Prüfungen.....	35
Tabelle B.2 – Beispiele für Druck-/Biegewerte – Praktische Beziehungen zwischen den Werten.....	37

Einleitung

Verbundhohlisolatoren bestehen aus einem Isolierrohr, das die mechanische Last trägt und durch eine elastomere Schirmhülle geschützt ist, wobei die Lasten durch Metallarmaturen auf das Rohr übertragen werden. Trotz dieser gemeinsamen Merkmale können die verwendeten Werkstoffe und die Einzelheiten der Konstruktion der unterschiedlichen Hersteller verschieden sein.

Einige dieser Prüfungen wurden zu „Bauartprüfungen“ zusammengefasst, die für Isolatoren der gleichen Bauart und des gleichen Werkstoffs nur einmal durchgeführt werden müssen. Die Bauartprüfungen werden durchgeführt, um Konstruktionen und Werkstoffe auszuschließen, die für Hochspannungsanwendungen nicht geeignet sind.

Verbundhohlisolatoren werden mit den Bauartprüfungen nach IEC 62217 geprüft, weitere spezifische mechanische Prüfungen sind in dieser Norm angegeben. Der Einfluss der Zeit auf die elektrischen und mechanischen Eigenschaften des vollständigen Verbundhohlisolators und seiner Bauteile (Rohrwerkstoff, Schirmhüllenwerkstoff, Grenzflächen usw.) wurden bei der Festlegung der Bauartprüfungen berücksichtigt, um bei normalen Betriebsbedingungen eine befriedigende Lebensdauer sicherzustellen. Diese Bedingungen können auch von den Einrichtungen innerhalb oder außerhalb der Verbundhohlisolatoren abhängen, diese Themen werden jedoch in dieser Norm nicht behandelt. Für bestimmte Kombinationen von Werkstoffen und für bestimmte Anwendungen können Prüfverfahren in Betracht gezogen werden, die hier nicht festgelegt sind und zwischen Herstellern und Anwendern vereinbart werden können. In dieser Norm bezeichnet der Begriff „Anwender“ im Allgemeinen den Hersteller des Betriebsmittels, für das Verbundhohlisolatoren eingesetzt werden.

Hohlkern-Verbundisolatoren werden sowohl für Wechselstrom- als auch für Gleichstrom-Anwendungen eingesetzt. Bis zur Veröffentlichung der entsprechenden Norm für Gleichstrom-Anwendungen kann auch die Mehrheit der in dieser Norm aufgeführten Normen für Gleichstromisolatoren angewendet werden. Trotzdem wird weiterhin die Entwicklung eines spezifischen Verfahrens für die Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung für Gleichstrom-Anwendungen als eine Bauartprüfung erwogen. Einige Informationen zum Unterschied bei Wechselstrom- und Gleichstrom-Werkstofferosionsprüfungen sind in CIGRE Technical Brochure 611 [REF] enthalten. Zur Aufstellung einer Mindestanforderung für die Festigkeit gegenüber Kriechspurbildung und Erosion wird derzeit die Wechselstrom-Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung für 1 000 h nach IEC 62217 benutzt.

Diese Norm unterscheidet zwischen Bauartprüfungen und Typprüfungen, weil verschiedene allgemeine Kennwerte einer bestimmten Konstruktion und bestimmter Werkstoffkombinationen bei unterschiedlichen Isolator Typen gleich sind. In diesen Fällen können die Bauartprüfungen für unterschiedliche Isolator Typen übernommen werden.

Verschmutzungsprüfungen nach IEC 60507 oder IEC 61245 sind in dieser Norm nicht enthalten, da sie für Einheiten aus nichtpolymerem Werkstoff ausgelegt sind. Spezielle Verschmutzungsprüfungen für Polymerisolatoren sind noch in Beratung.

Die mechanischen Kennwerte von Verbundhohlisolatoren unterscheiden sich von denen von Hohlisolatoren aus Keramik. Zum Nachweis des Einsetzens der mechanischen Zerstörung von Verbundhohlisolatoren unter dem Einfluss einer mechanischen Beanspruchung werden Dehnungsmessungen durchgeführt.

Diese Norm bezieht sich auf unterschiedliche charakteristische Drücke, die bei der Konstruktion und Prüfung von Verbundhohlisolatoren verwendet werden. Der Begriff „höchster Betriebsdruck“ (MSP) entspricht dem Begriff „Auslegungsdruck“, der in anderen Normen für Keramikhohlisolatoren benutzt wird; in dieser Norm wird der letztere Begriff aber nicht benutzt, um eine Verwechslung mit „Bauart“ (en: „design“) bei „Bauartprüfungen“ (en: „design tests“) zu vermeiden.

Allgemeine Empfehlungen für die Auslegung und Konstruktion von Verbundhohlisolatoren sind in [Anhang B](#) enthalten.

Verbundhohlisolatoren – Druckbeanspruchte und drucklose Isolatoren für den Einsatz in elektrischen Betriebsmitteln mit Bemessungsspannungen über 1 000 V – Begriffe, Prüfverfahren, Annahmekriterien und Konstruktionsempfehlungen

1 Anwendungsbereich und Zweck

Diese Internationale Norm gilt für Verbundhohlisolatoren, die aus einem tragenden Isolierrohr aus mit Reaktionsharz imprägnierten Fasern, einer Schirmhülle (außerhalb des Isolierrohrs) aus elastomerem Werkstoff (z. B. Silikon oder Ethylenpropylen) und Metallarmaturen an den Enden des Isolierrohrs bestehen. Verbundhohlisolatoren nach dieser Norm sind für den allgemeinen Einsatz (drucklos) oder für den Einsatz mit einer dauerhaften Gasfüllung (druckbeansprucht) vorgesehen. Sie werden in elektrischen Betriebsmitteln in Innenräumen und im Freien angewendet, die mit Wechselstrom mit einer Bemessungsspannung über 1 000 V und einer Frequenz von höchstens 100 Hz betrieben werden, oder in Gleichstrombetriebsmitteln mit einer Bemessungsspannung über 1 500 V.

Der Zweck dieser Norm ist:

- die Definition der verwendeten Begriffe;
- die Festlegung von Prüfverfahren;
- die Festlegung von Annahmekriterien.

Hohlisolatoren sind in elektrische Betriebsmittel integriert, die entsprechend den Forderungen durch die anwendbaren Betriebsmittel-Normen einer elektrischen Bauartprüfung unterzogen wurden. Folglich ist es kein Zweck dieser Norm dielektrische Typprüfungen vorzuschreiben, weil die Stehspannungen und das Überslagverhalten keine Kennwerte des Hohlisolators selbst sind, sondern des Betriebsmittels, dessen Bestandteil er letztlich ist.

Alle Prüfungen in dieser Norm werden, mit Ausnahme der thermisch-mechanischen Prüfung, bei Umgebungstemperatur durchgeführt. Diese Norm legt keine Prüfungen fest, die charakteristisch für das Betriebsmittel sind, zu dem der Isolator gehört.

Verbundhohlisolatoren sind für die Verwendung in elektrischen Betriebsmitteln vorgesehen, wie z. B. in den folgenden, jedoch nicht auf diese beschränkt:

- Hochspannungs-Leistungsschalter;
- Lasttrennschalter;
- Trennschalter;
- Stationsstützisolator;
- trennende Leistungsschalter;
- Erdungsschalter;
- Messwandler und Leistungstransformatoren;
- Durchführungen;
- Kabelendabschlüsse.

Weitere Prüfungen, die durch die entsprechende Betriebsmittel-Norm der IEC festgelegt werden, sind möglicherweise erforderlich.

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

IEC 60068-2-17, *Basic environmental testing procedures – Part 2: Tests – Test Q: Sealing*

IEC 60168, *Tests on indoor and outdoor post insulators of ceramic material or glass for systems with nominal voltages greater than 1 000 V*

IEC 62155, *Hollow pressurized and unpressurized ceramic and glass insulators for use in electrical equipment with rated voltages greater than 1 000 V*

IEC 62217, *Polymeric insulators for indoor and outdoor use with a nominal voltage > 1 000 V - General definitions, test methods and acceptance criteria*

ISO 1101, *Geometrical Product Specifications (GPS) – Geometrical tolerancing – Tolerancing of form, orientation, location and run out*

ISO 3452, *Non-destructive testing – Penetrant inspection – General principles*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Verbundhohlisolator

Isolator, der aus wenigstens zwei Isolierteilen, und zwar einem Rohr 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 das Rohr aufgebracht sein. Eine Verbundhohlisolator-Einheit ist dauerhaft mit Befestigungsvorrichtungen oder Endarmaturen ausgerüstet.

[QUELLE: IEC 471-01-08, modifiziert]

3.2

Rohr (Kern)

zentrales isolierendes Innenbauteil eines Verbundhohlisolators, welches der Sicherung der mechanischen Eigenschaften dient

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

Anmerkung 2 zum Begriff: Das Rohr ist im Allgemeinen zylindrisch oder konisch, kann aber andere Formen (z. B. fassförmig) haben. Das Rohr besteht aus mit Reaktionsharz imprägnierten Fasern.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die mit Reaktionsharz imprägnierten Fasern sind so aufgebaut, dass eine ausreichende mechanische Festigkeit erreicht wird. Um spezielle Anforderungen zu erfüllen können Lagen unterschiedlicher Fasern eingesetzt werden.

[QUELLE: IEC 471-01-03, modifiziert durch Hinzufügen eines Synonyms]

3.3

Befestigungsarmatur

Endarmatur

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Ist die Endarmatur aus Metall, wird in der Regel die Benennung „Metallarmatur“ genutzt.

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

3.4

Kupplung

en **coupling**

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

[QUELLE: IEC 62217, Abschnitt 3]

3.5

Verbindungszone

en **connection zone**

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

[QUELLE: IEC 62217, Abschnitt 3]

3.6

Schirmhülle

en **housing**

isolierender Außenteil von Verbundhohlisolatoren, der den erforderlichen Kriechweg liefert und das Rohr vor der Umgebung schützt

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei Verwendung einer Zwischenschicht bildet diese einen Teil der Schirmhülle.

[QUELLE: IEC 62217, Abschnitt 3]

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

3.7

Schirm (eines Isolators)

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

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

[QUELLE: IEC 471-01-15]

3.8

Strunk eines Isolators

en **insulator trunk**

isolierender Innenteil eines Isolators, aus dem die Schirme herausragen

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

[QUELLE: IEC 471-01-11]

3.9

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: Die Oberfläche von jeglichem nichtisolierenden Verbindungswerkstoff wird nicht als Bestandteil des Kriechwegs angesehen.

[QUELLE: IEC 471-01-04, modifiziert]

3.10

Schlagweite en **arcing distance**

[QUELLE: IEC 471-01-01]

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Trockenschlagweite“ wird auch verwendet.

3.11

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 Pfade sind auch unter trockenen Bedingungen leitend.

[QUELLE: IEC 62217, Abschnitt 3]

3.12

Erosion

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Nach einem Teilüberschlag können an Verbundisolatoren wie auch an Keramikisolatoren schwache Oberflächenspuren 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.

[QUELLE: IEC 62217, Abschnitt 3]

3.13

Riss

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

[QUELLE: IEC 62217, Abschnitt 3]

3.14

Grenzfläche

en **interface**

Kontaktfläche zwischen unterschiedlichen Werkstoffen

Anmerkung 1 zum Begriff: Bei den meisten Verbundisolatoren treten verschiedene Grenzflächen auf, z. B.

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

[QUELLE: IEC 62217, Abschnitt 3]

3.15

Schadensgrenze des Rohrs bei mechanischer Beanspruchung

en **damage limit of the tube under mechanical stress**

Grenze, unterhalb der mechanische Lasten (Druck, Biegebelasten) bei normaler Umgebungstemperatur wirken können, ohne Mikroschäden am Verbundrohr zu verursachen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Aufbringen solcher Lasten (unterhalb der Belastbarkeitsgrenze) bedeutet, dass das Rohr sich in einer reversiblen elastischen Phase befindet. Wird die Schadensgrenze des Rohrs überschritten, geht das Rohr in eine irreversible plastische Phase über, was eine dauerhafte Beschädigung des Rohrs nach sich zieht, die mit bloßem Auge

möglicherweise nicht sichtbar ist (größenmäßige Definition siehe [Anhang C](#)).

3.16

festgelegte mechanische Last

SML, en: specified mechanical load

vom Hersteller festgelegte Biegelast, die bei den mechanischen Prüfungen angewendet wird, und welche während einer Typprüfung bei normaler Umgebungstemperatur nachgewiesen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Die SML bildet die Grundlage für die Auswahl von Verbundhohlisolatoren hinsichtlich äußerer Lasten.

3.17

mechanische Höchstlast

MML, en: maximum mechanical load

höchste Biegelast, deren Einwirken auf den Hohlisolator im Einsatz und im Betriebsmittel, in dem er benutzt wird, erwartet wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Diese Last wird vom Hersteller des Betriebsmittels angegeben.

3.18

Auslenkung unter Biegebeanspruchung

senkrecht zur Isolatorachse gemessene Verschiebung eines Punktes am Isolator durch eine Last, die senkrecht zu dieser Achse wirkt

Anmerkung 1 zum Begriff: Beziehungen zwischen Auslenkung/Last werden vom Hersteller ermittelt.

[QUELLE: IEV 471-01-05]

3.19

Bruchkraft

Last bei endgültigem Versagen des Isolators, größte erreichbare Belastung, wenn der Isolator unter den vorgeschriebenen Prüfbedingungen geprüft wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Beschädigung des Kerns kann bei Lasten auftreten, die niedriger als die Bruchkraft des Isolators sind.

3.20

Nullpunktauslenkung

en **residual deflection**

Differenz zwischen der Anfangsauslenkung eines Hohlisolators vor dem Lastangriff und der Endauslenkung nach Entfernung der Last

3.21

festgelegter Innendruck

SIP, en: specified internal pressure

vom Hersteller des Betriebsmittels festgelegter Innendruck (Messgerät), der durch eine Typprüfung bei normaler Umgebungstemperatur nachgewiesen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der SIP wird als Auslegungsgrenzwert für Kurzzeit-Beständigkeit festgelegt, bis zu welchem die Isolatorstruktur intakt bleibt, wobei jedoch Beschädigungen auftreten dürfen. Er kann größer als 4 x MSP sein.

3.22

höchster Betriebsdruck

MSP, en: maximum service pressure

höchster Druck (Messwert) im Betrieb, der vom Betriebsmittelhersteller festgelegt ist

3.23

druckbeanspruchter Isolator

ein druckbeanspruchter Isolator bedeutet einen Isolator mit permanentem Gas- oder Flüssigkeitshöchstdruck

im Betrieb größer als 0,05 MPa (0,5 bar)

3.24

druckloser Isolator

ein druckloser Isolator bedeutet einen Isolator mit permanentem Gas- oder Flüssigkeitshöchst- oder Fluideinstanddruck im Betrieb kleiner oder gleich 0,05 MPa (0,5 bar)

3.25

vorgeschriebene Temperatur

höchste und/oder niedrigste Temperatur, die für den Verbundhohlisolator zulässig ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Die vorgeschriebene Temperatur wird vom Hersteller festgelegt.

3.26

Hersteller

Einzelbetrieb oder Unternehmen, der/das Verbundhohlisolatoren herstellt

3.27

Betriebsmittelhersteller

Einzelbetrieb oder Unternehmen, der/das elektrische Betriebsmittel herstellt, in dem Verbundhohlisolatoren eingesetzt werden

3.28

Abnahmemenge

zur Abnahme angebotene Gruppe von Isolatoren vom selben Hersteller, welche die gleiche Bauart aufweisen und unter vergleichbaren Produktionsbedingungen gefertigt wurden

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine oder mehrere Abnahmemenge(n) können zusammen zur Abnahme vorgestellt werden; die angebotene(n) Abnahmemenge(n) kann (können) die gesamte oder einen Teil der bestellten Menge umfassen.

[QUELLE: IEC 62155, Abschnitt 3]

4 Beziehungen zwischen mechanischen Lasten

4.1 Äußere Lasten am Isolator

Tabelle 1 – Mechanische Lasten, die am Isolator angreifen

Last	Beziehung	Rohr befindet sich in der:
Mechanische Höchstlast (MML), welche die vom Betriebsmittelhersteller festgelegte Last ist	$= 1,0 \times \text{MML}$	reversiblen elastischen Phase
1,5 x Mechanische Höchstlast (MML), welche die während der Stichprobenprüfung und der Typprüfung angreifende Last ist	$= 1,5 \times \text{MML}$	reversiblen elastischen Phase
Schadensgrenze	$> 1,5 \times \text{MML}$	reversiblen elastischen Phase
SML-Bruchbiegekraft für die Typprüfung	$= 2,5 \times \text{MML}$	irreversiblen plastischen Phase
Bruchkraft bis zum Versagen	$> 2,5 \times \text{MML}$	irreversiblen plastischen Phase

Ein Überblick über die Lasten ist in [Bild B.1](#) dargestellt.

4.2 Drücke

Tabelle 2 – Drücke, die auf den Isolator wirken

Druck	Beziehung	Rohr befindet sich in der:
Höchster Betriebsdruck (MSP), welcher der vom Betriebsmittelhersteller festgelegte Druck ist	$= 1,0 \times \text{MSP}$	reversiblen elastischen Phase
Druck für die Stückprüfung	$= 2,0 \times \text{MSP}$	reversiblen elastischen Phase
Schadensgrenze	$> 2,0 \times \text{MSP}$	reversiblen elastischen Phase
Druck für die Typprüfung	$= 4,0 \times \text{MSP}$	irreversiblen plastischen Phase
Festgelegter Innendruckpegel (SIP), welcher ein vom Betriebsmittelhersteller festgelegter Druck für eine zusätzliche / wahlfreie Typprüfung ist	$> 4,0 \times \text{MSP}$	irreversiblen plastischen Phase

Ein Überblick über die Drücke ist in [Bild B.2](#) dargestellt.

5 Aufschriften

Jeder Hohlisolator muss mit dem Namen oder dem Handelszeichen des Herstellers und dem Herstellungsjahr gekennzeichnet sein. Darüber hinaus muss jeder Hohlisolator mit der Typbezeichnung und den Seriennummern gekennzeichnet sein, damit eine Identifikation möglich ist. Diese Kennzeichnung muss lesbar und dauerhaft sein.

6 Arten von Prüfungen

Die Prüfungen werden wie folgt in vier Gruppen eingeteilt.

6.1 Bauartprüfungen

Diese Prüfungen sind dazu bestimmt die Eignung der Bauart, der Werkstoffe und der Technologie der Herstellung nachzuweisen.

Die Konstruktion eines Verbundhohlisolators ist festgelegt durch:

- die Werkstoffe und die Konstruktion des Rohrs, der Schirmhülle und die Herstellungsverfahren;
- Werkstoff der Endarmaturen, ihre Bauart und das Verbindungs-Verfahren;
- Wanddicke der Schirmhülle auf dem Rohr (einschließlich einer Zwischenschicht, falls zutreffend).

Wenn Änderungen in der Konstruktion vorgenommen werden, muss nach [Tabelle 3](#) eine erneute Eignungsprüfung durchgeführt werden.

Tabelle 3 – Prüfungen nach Konstruktionsänderungen

WENN die Änderung der Isolator-Bauart Folgendes betrifft:								DANN müssen die folgenden Prüfungen wiederholt werden:			
		Bauartprüfungen								Typprüfungen	
		62217	62217 Prüfungen am Schirmhüllenwerkstoff						62217 Prüfungen des Rohrwerkstoffs		61462
			Grenzflächen und Verbindungen der Endarmaturen	Härteprüfung	Schnellbewitterungsprüfung	Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung	Entflammbarkeitsprüfung	Prüfung des Hydrophobietransfers	Farbeindringprüfung	Wasserdiffusionsprüfung	
1	Schirmhülle										
1a	Werkstoffe und Herstellungsverfahren ¹	X	X ^{d)}	X ^{d)}	X	X ^{d)}	X ^{e)}				
1b	Montageverfahren ²	X ^{c)}			X						
1c	Profil ^{a)}				X						
2	Rohre										
2a	Werkstoffe und Herstellungsverfahren ³	X						X	X	X	
2b	Bauart ^{b)}							X	X	X	
3	Endarmatur										
3a	Werkstoffe oder Montageverfahren	X								X	
3b	Ausführung der Endarmatur-Verbindungszone ⁴	X								X	
3c	Kupplungsart									X	
4	Grenzfläche										
4a	Werkstoff der Füllung und Anwendungsverfahren	X									

WENN die Änderung der Isolator-Bauart Folgendes betrifft:								DANN müssen die folgenden Prüfungen wiederholt werden:		
		Bauartprüfungen								Typprüfungen
		62217	62217 Prüfungen am Schirmhüllenwerkstoff					62217 Prüfungen des Rohrwerkstoffs		61462
		Grenzflächen und Verbindungen der Endarmaturen	Härteprüfung	Schnellbewitterungsprüfung	Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung	Entflammbarkeitsprüfung	Prüfung des Hydrophobietransfers	Farbeindringprüfung	Wasserdiffusionsprüfung	Mechanische Typprüfungen
4b	Montageverfahren für Rohr und Endarmatur ⁵	X								X
4c	Ausführung der Grenzfläche von Rohr/Schirmhülle/Endarmatur ⁶	X			X					
<p>a) Nicht erforderlich, wenn Schichtdicke der Schirmhülle über dem Kern (einschließlich einer Ummantelung, sofern vorhanden) gleich oder größer ist. Die frühere Ausgabe dieser Norm enthielt relative Zahlen als Grenzabweichungen, die keine Änderungen des Profils darstellen. Diese waren:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Überstand des Schirms: $\pm 10 \%$ - Dicke am Fuß und an der Spitze: $\pm 15 \%$ - Abstand des Schirms: $\pm 15 \%$ - Neigung des Schirms: $\pm 3^\circ$ - Schirmwiederholung: identisch. <p>Diese relativ geringen Grenzabweichungen können als Bezugswerte dienen, wobei sie jedoch aufgrund der Varietät heutiger Profile zu einem hohen Prüfbedarf führen. Alternativ ist eine technische Vereinbarung zwischen Hersteller und Anwender in Übereinstimmung mit 9.1 möglich, sofern die Gleichwertigkeit sowohl des in der Grenzflächenprüfung als auch in der Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung bewerteten Profils mit dem betreffenden Profil nachgewiesen werden kann. Ein mögliches Verfahren ist die Interpolation von Ergebnissen mit unterschiedliche Profilen.</p> <p>b) Futter, Wickelwinkel.</p> <p>c) Nicht erforderlich, sofern nachgewiesen werden kann, dass die Änderung keinen Einfluss auf die in der Prüfung betrachtete Eigenschaft hat.</p> <p>d) Nicht erforderlich für Änderung im Herstellungsverfahren ohne Werkstoffänderung.</p> <p>e) Anwendbar auf Werkstoffe, welche diese Eigenschaft aufweisen müssen.</p>										

WENN die Änderung der Isolator-Bauart Folgendes betrifft:							DANN müssen die folgenden Prüfungen wiederholt werden:		
	Bauartprüfungen								Typprüfungen
	62217	62217 Prüfungen am Schirmhüllenwerkstoff				62217 Prüfungen des Rohrwerkstoffs		61462	
	Grenzflächen und Verbindungen der Endarmaturen	Härteprüfung	Schnellbewitterungsprüfung	Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung	Entflammbarkeitsprüfung	Prüfung des Hydrophobietransfers	Farbeindringprüfung	Wasserdiffusionsprüfung	Mechanische Typprüfungen

1 Herstellungsverfahren der Schirmhülle:
Allgemeines Herstellungsverfahren, wie z. B. Spritzgießen, modulares Verfahren, usw.

2 Montageverfahren der Schirmhülle:
Sofern Schirm und Ummantelung separat am Rohr montiert werden, einschließlich Art und Verfahren der Verbindung Schirm-Ummantelung.

3 Herstellungsverfahren des Rohres: Strangziehen, Nasswickeln, Vakuumimprägnierung, einschließlich Oberflächenbehandlung

4 Ausführung der Endarmatur-Verbindungszone:

5 Montageverfahren für Rohr und Endarmatur:

6 Grenzflächenausführung Rohr/Schirmhülle/Endarmatur:

6.2 Typprüfungen

Diese Prüfungen dienen dem Nachweis der mechanischen Kennwerte eines Verbundhohlisolators, die hauptsächlich von seinem Rohr und seinen Endarmaturen abhängen. Typprüfungen müssen an der Klasse der Verbundhohlisolatoren durchgeführt werden, welche die Bauartprüfungen bestanden hat. Die Typprüfung muss nur wiederholt werden, wenn der Typ, der Werkstoff oder das Herstellungsverfahren des Verbundhohlisolators verändert wird.

6.3 Stichprobenprüfungen

Diese Prüfungen dienen dem Nachweis der Kennwerte von Verbundhohlisolatoren, die von der Herstellungsqualität und dem verwendeten Werkstoff abhängen. Sie müssen an Isolatoren durchgeführt werden, die als zufällige Stichprobe aus Losen entnommen werden.

6.4 Stückprüfungen

Diese Prüfungen dienen der Aussonderung von Verbundhohlisolatoren mit Herstellungsfehlern. Sie müssen an jedem Verbundhohlisolator durchgeführt werden.

7 Bauartprüfungen

7.1 Allgemeines

Diese Prüfungen bestehen aus drei Teilen, die in 7.2, 7.3 und 7.4 beschrieben werden. Die Bauartprüfungen müssen nur einmal durchgeführt werden und die Prüfergebnisse werden in einem Prüfbericht aufgezeichnet. Jeder Prüfungsteil kann unabhängig an neuen Prüflingen durchgeführt werden, wenn das zweckmäßig ist. Der Verbundhohlisolator einer bestimmten Bauart ist nur qualifiziert, wenn sämtliche Isolatoren oder Prüflinge die Bauartprüfungen in der in 7.2, 7.3 und 7.4 angegebenen Reihenfolge bestanden haben.

Alle Bauartprüfungen, abgesehen von den thermisch-mechanischen Prüfungen, werden bei Umgebungstemperatur durchgeführt.

Extreme Betriebstemperaturen können u. U. das mechanische Verhalten von Verbundisolatoren beeinträchtigen.

Eine allgemeine Regel zur Definition von „extrem hohe oder niedrige“ Isolatortemperaturen ist zurzeit nicht verfügbar, daher sollte der Lieferant stets Grenzen der Betriebstemperatur festlegen. Wenn die Isolatoren lange Zeit sehr hohen oder niedrigen Temperaturen ausgesetzt sind, wird empfohlen, dass Hersteller und Anwender eine mechanische Prüfung bei höheren oder geringeren Temperaturen vereinbaren, als in dieser Norm angegeben.

7.2 Prüfungen der Grenzflächen und Verbindungen von Endarmaturen

Siehe IEC 62217.

Diese Prüfungen müssen in der vorgeschriebenen Reihenfolge am selben Prüfling durchgeführt werden. Nach dieser Norm wird für diese Prüfungen kein gesonderter Referenzprüfling verwendet.

7.2.1 Prüfling

Es wird ein auf der Fertigungslinie zusammengesetzter Hohlisolator geprüft. Der Innendurchmesser des Rohres muss mindestens 100 mm betragen und seine Wanddicke mindestens 3 mm. Die Isolationslänge (Abstand Metall–Metall) muss mindestens dem dreifachen Rohr-Innendurchmesser entsprechen, darf aber nicht kleiner als 800 mm sein. Für beide Endarmaturen muss dasselbe Verfahren für die Befestigung und Abdichtung verwendet werden wie bei den Isolatoren aus der Standardfertigung. Der Hohlisolator muss den Stückprüfungen (Abschnitt 10) unterzogen werden.

Der Hersteller muss die MML, die SML, den MSP und den SIP für den Prüfling festlegen.

7.2.2 Referenzwechselspannungsprüfung (trocken) mit zerstörender Entladung

Siehe IEC 62217.

Es müssen Maßnahmen zur Verhinderung eines inneren Überschlags ergriffen werden, durch Füllen mit geeigneten Isoliermedien (z. B. Isoliergas oder -flüssigkeit). Alternativ darf die Überschlagsspannung durch Aufteilung der Schlagweite in mehrere, möglichst gleichmäßige Abschnitte durch Einsatz einer zusätzlichen äußeren Elektrode ermittelt werden.

7.2.3 Thermisch-mechanische Vorbeanspruchungsprüfung

Der Prüfling wird nacheinander einer mechanischen Last in vier Richtungen und thermischen Schwankungen unterworfen.

Die thermischen Schwankungen bestehen in zwei Zyklen von Erwärmung und Abkühlung. Die Zyklusdauer darf nicht kürzer als 24 h und nicht länger als 48 h sein (siehe Bild 1).

Die Temperatur der kalten Periode muss mindestens 85 K unter dem Wert liegen, der tatsächlich in der heißen Periode vorliegt, die niedrigste Temperatur in der kalten Periode darf jedoch nicht unter -50 °C liegen. Jede der beiden Temperaturen der heißen bzw. kalten Periode muss für wenigstens 33 % der gewählten Zyklusdauer aufrechterhalten werden.

Die am Prüfling angreifende Last entspricht $0,5 \times \text{SML} \pm 5\%$.

Die Last muss senkrecht zur Isolatorachse entweder direkt am freien Ende des Isolators (siehe Bild 2) oder, falls besondere Gründe vorliegen, in einem Abstand vom freien Ende des Isolators angreifen. Greift die Last nicht direkt an der Endarmatur an, muss die angreifende Last korrigiert werden, um am Fuß des Isolators das gleiche Biegemoment zu erzeugen.

Die Richtung der Biegeprüflast, die am Prüfling angreift, wird entsprechend der Dauer des Temperaturpegels und des zugehörigen Zeitintervalls nach den Bildern 1 und 2 viermal geändert.

Die Prüfung darf für die Instandhaltung der Prüfeinrichtung für eine Gesamtdauer von 4 h unterbrochen werden. Der Neubeginn nach jeder Unterbrechung muss der Anfang des unterbrochenen Zyklus sein.

ANMERKUNG Die Temperaturen und Lasten bei dieser Prüfung sollen nicht die Betriebsbedingungen widerspiegeln, sie dienen der Erzeugung bestimmter reproduzierbarer Beanspruchungen an den Grenzflächen des Isolators.

7.2.4 Vorbeanspruchungsprüfung durch Eintauchen in Wasser

Siehe IEC 62217.

Die Enden des Prüflings dürfen abgedichtet und auf Umgebungsdruck entlüftet werden.

7.2.5 Nachweisprüfungen

7.2.5.1 Siehe IEC 62217. Sichtprüfung

Siehe IEC 62217.

7.2.5.2 Steilstoßspannungsprüfung

Siehe IEC 62217.

7.2.5.3 Wechsellastspannungsprüfung (trocken)

Siehe IEC 62217.

7.2.5.4 Innendruckprüfung

Diese Prüfung gilt nicht für Verbundhohlisolatoren, die für drucklose Betriebsbedingungen ausgelegt sind.

Die Prüflinge müssen dem Innendruck in zwei Stufen ausgesetzt werden.

Aus Sicherheitsgründen muss der Prüfling vor dem Beginn der Prüfungen für 5 min bei normaler Umgebungstemperatur $2,0 \times \text{MSP}$ nach dem Verfahren in 10.3 (Druck-Stückprüfung) ausgesetzt werden.

7.2.5.4.1 Stufe 1: Prüfung der Gasdichtheit

7.2.5.4.1.1 Durchführung

Das Verfahren der Dichtheitsprüfung muss eine ausreichende Empfindlichkeit bezüglich der Annahmekriterien aufweisen. Die Prüfung kann durchgeführt werden, indem der Prüfling in einer Umhüllung mit einem möglichst kleinen Volumen angeordnet wird, siehe Bild 3. Es muss ein Innendruck von $1,0 \times \text{MSP}$ relativ zur Umgebung mittels eines geeigneten Gases als Druckmedium angewendet werden.

Der Innendruck muss für die Dauer beibehalten werden, die ausreichend ist, um die erwartete Genauigkeit zum Erkennen der Undichtheit zu erreichen. Das Austreten von Gas aus dem Prüfling in die umgebende Umhüllung muss mit einem Leckagemessgerät gemessen werden, welches für die erforderliche Genauigkeit geeignet ist. Der Leckagebetrag muss als Anteil vom Innenvolumen des Prüflings in Prozent je Jahr angegeben werden.

7.2.5.4.1.2 Annahmekriterium

Die Prüfung ist bestanden, wenn der Leckagebetrag höchstens einen Volumenanteil vom Innenvolumen des Prüflings von 0,5 % je Jahr hat.

ANMERKUNG Eine Anleitung zu Messungen des Leckagebetrages ist in IEC 60068-2-17, Prüfung Qm, Prüfverfahren 1, enthalten.

7.2.5.4.2 Stufe 2: Prüfung der Wasserdichtheit

7.2.5.4.2.1 Durchführung

Es muss ein Innendruck angewendet und bei normaler Umgebungstemperatur von Null auf 4,0 x MSP erhöht und für 5 min aufrechterhalten werden. Das Medium des Innendrucks muss Wasser sein. Für diese Prüfung müssen angemessene Sicherheitsvorkehrungen getroffen werden.

7.2.5.4.2.2 Annahmekriterium

Die Prüfung ist bestanden, wenn nach 5 min kein Versagen und kein Wasseraustritt an den Verbindungsstellen A und B nach Bild 4 oder am Rohr selbst vorliegen.

7.3 Prüfungen des Schirm- und Schirmhüllenwerkstoffs

7.3.1 Härteprüfung

Siehe IEC 62217.

7.3.2 Schnellbewitterungsprüfung

Siehe IEC 62217.

7.3.3 Kriechspurbildungs- und Erosionsprüfung

Siehe IEC 62217.

7.3.4 Entflammbarkeitsprüfung

Siehe IEC 62217.

7.3.5 Prüfung des Hydrophobietransfers

Siehe IEC 62217.

7.4 Prüfungen des Rohrwerkstoffs

Siehe IEC 62217 (Prüfungen des Kernwerkstoffs).

Die Prüfung muss an Prüflingen mit oder ohne Schirmhüllenwerkstoff durchgeführt werden.

7.4.1 Farbeindringprüfung

Siehe IEC 62217.

7.4.2 Wasserdiffusionsprüfung

Siehe IEC 62217.

8 Typprüfungen (nur mechanische Prüfungen)

Die Typprüfungen bestehen aus einer Druckprüfung, nur für druckbeanspruchte Isolatoren, und einer Biegeprüfung.

8.1 Allgemeines

Ein Isolortyp wird mechanisch durch den Rohr-Innendurchmesser, die Wanddicke des Rohrs, die Schichtparameter des Rohrs, das Befestigungsverfahren und das Material der Metallendarmaturen sowie das Herstellungsverfahren definiert.

Die Prüfungen müssen bei normaler Umgebungstemperatur durchgeführt werden, um die mechanische Festigkeit des Isolators zu bestätigen, indem die Grenzwerte zwischen reversiblen und irreversiblen Phasen im Rohr nachgewiesen werden (siehe [Anhang C](#)).

Verbundhohlisolatoren, die den Typprüfungen unterzogen wurden, dürfen nicht mehr in Betrieb genommen werden.

Die Biegekräfte müssen senkrecht zur Isolatorachse entweder direkt an der Vorderfläche des Isolators (siehe [Bild 2](#)) oder, falls besondere Gründe vorliegen, in einem Abstand von der Vorderfläche der oberen Endarmatur des Isolators angreifen. Greift die Last nicht direkt an der Endarmatur an, muss die angreifende Last korrigiert werden, um am Fuß des Isolators das gleiche Biegemoment zu erzeugen.

8.2 Prüflinge

Die Prüflinge müssen aus einer Fertigungslinie stammen. Beide Endarmaturen müssen denen an Isolatoren von der Fertigungslinie gleichen. Die für diese Prüfungen benutzten Isolatorprüflinge können eine Schirmhülle besitzen oder nicht. Wenn die Prüfungen ohne Schirmhülle durchgeführt werden, muss vor der Prüfung am Rohr der thermische Zyklus durchgeführt werden, der beim Aufbringen der Schirmhülle auftritt.

8.3 Vorbereitung der Prüflinge

Ein Prüfling muss einer Innendruckprüfung unterzogen werden, der andere einer Biegeprüfung nach [8.4.1](#) bzw. [8.5.1](#) (siehe [Bild C.1](#)). Jeder der Prüflinge muss mit zwei Dehnungsmessstreifen ausgerüstet werden (z. B. Enddehnung größer oder gleich 2 %, Widerstand größer oder gleich 120 Ω , Länge kleiner oder gleich 12 mm). Die Schirmhülle muss, soweit vorhanden, örtlich entfernt werden, damit die Dehnungsmessstreifen außen am Rohr angebracht werden können.

a) Für die Innendruckprüfung

Die Dehnungsmessstreifen müssen angebracht werden:

- außen am Rohr;
- ein Dehnungsmessstreifen parallel, ein Dehnungsmessstreifen senkrecht zur Rohrachse;
- in der Mitte des Rohrs zwischen den Endarmaturen. Bei konisch zulaufenden Rohren müssen die Dehnungsmessstreifen an der Stelle angebracht werden, an der die größte Beanspruchung erwartet wird.

Der Prüfling für die Innendruckprüfung muss möglichst in aufrechter Stellung montiert werden. Die Enden der Prüflinge müssen mit geeigneten Endabdeckungen und Abdichtungen versehen werden. Das Innendruckmedium muss Gas oder Flüssigkeit sein und darf das Rohr nicht anders als mechanisch beeinflussen.

ANMERKUNG 1 Wenn die Prüfung nicht in aufrechter Stellung erfolgt, hat die Masse des Druckmediums und des Isolators selbst einen Einfluss auf die Beanspruchung des Rohrs.

ANMERKUNG 2 Zur Bestimmung des Bereiches der größten Dehnung für eine optimale Anordnung der Dehnungsmessstreifen kann eine Simulation der Beanspruchung oder eine experimentelle Untersuchung durchgeführt werden. Es sollte jedoch beachtet werden, dass einfache analytische Berechnungsverfahren zu irreführenden Ergebnissen führen können.

b) *Für die Biegeprüfung*

Die Dehnungsmessstreifen müssen angebracht werden:

- außen am Rohr;
- parallel zur Rohrachse;
- entweder nahe des fest angebrachten Endes des Isolators, im Allgemeinen mit seiner Mitte 30 mm von der Kante der Endarmatur entfernt, oder an der Stelle, an der die größte Beanspruchung erwartet wird;
- in der Ebene der Biegekraft und genau einander gegenüber.

ANMERKUNG 3 Zur Bestimmung des Bereiches der größten Dehnung für eine optimale Anordnung der Dehnungsmessstreifen kann eine Simulation der Beanspruchung oder eine experimentelle Untersuchung durchgeführt werden. Es sollte jedoch beachtet werden, dass einfache analytische Berechnungsverfahren zu irreführenden Ergebnissen führen können.

Sofern es möglich ist, muss der Prüfling für die Innendruckprüfung in aufrechter Stellung montiert werden. Wenn dies nicht möglich ist, muss die Masse des Isolators in die Berechnung der Biegebeanspruchung einbezogen werden, die während der Biegeprüfung auf den Isolator anzuwenden ist. In horizontaler Position muss die Biegelast dann um $F = m \cdot g \cdot l / L$ verringert werden wenn nach unten gedrückt wird und erhöht werden, wenn nach oben gedrückt wird, wobei m die Gesamtmasse, l der Abstand zum Massenmittelpunkt und L die Gesamtlänge des Isolators ist.

Eine Endarmatur des Prüflings für die Biegeprüfung muss sicher befestigt werden. Die Biegekraft muss in einem Winkel von etwa 90° zur Achse des Prüflings an der anderen Armatur angreifen. Die Biegekraft muss an oder nahe dieser Endarmatur angreifen, wobei zu beachten ist, dass die Stelle, an der die Kraft angreift, feststehend bleibt.

Die Auslenkung muss während der Prüfung mittels geeigneter Geräte gemessen werden, welche die angewendete Biegelast nicht beeinflussen.

8.4 Innendruckprüfung

Ein Prüfling wird einer Innendruckprüfung unterzogen.

Im Fall eines zylindrischen Isolators kann der Isolator gekürzt werden, wobei der Mindestabstand zwischen Flanschen jedoch dem 2-Fachen des Innendurchmessers, mindestens 800 mm, entsprechen muss.

Diese Prüfung wird in zwei oder gegebenenfalls drei Stufen durchgeführt. Es ist nicht erforderlich, diese Prüfung für Verbundhohlisolatoren durchzuführen, die für drucklose Betriebsbedingungen ausgelegt sind. Das Druckmedium muss sich bei allen drei Stufen einschließlich der Einstellung der Nullreferenzdehnung innerhalb des abgedichteten Rohrs befinden.

8.4.1 Prüfverfahren

8.4.1.1 Stufe 1: Prüfung bei 2,0 × höchster Betriebsdruck

Der Innendruck muss bei normaler Umgebungstemperatur schnell, aber gleichmäßig von Null auf 2,0 × MSP erhöht werden. Wenn 2,0 × MSP erreicht ist, muss der Druck für 5 min aufrechterhalten werden. Dann muss der Druck langsam entfernt werden. Die Messung der Nullpunktdehnung muss 5 min nach Entfernen des Drucks erfolgen.

8.4.1.2 Stufe 2: Prüfung bei $4,0 \times$ höchster Betriebsdruck

Nach der Anwendung dieses Anfangsdrucks muss für mindestens 5 min eine Druckprüfung bei $4,0 \times$ MSP angewendet werden. Dann muss der Druck langsam entfernt werden.

8.4.1.3 Stufe 3: Prüfung bei einem festgelegten Innendruckpegel (wenn $SIP > 4,0 \times$ MSP)

Wenn der Hersteller $SIP > 4,0 \times$ MSP festlegt, muss das Verfahren von Stufe 2 angewendet werden und der SIP wird für 5 min angewendet. Jegliche Beobachtungen müssen aufgezeichnet werden.

8.4.2 Annahmekriterien

8.4.2.1 Stufe 1: Prüfung bei $2,0 \times$ höchster Betriebsdruck

Das Rohr muss sich vor und nach der Druckanwendung im gleichen Dehnungszustand innerhalb von $\pm 5\%$ der größten von den Dehnungsmessstreifen angezeigten Dehnung befinden. Es muss nachgewiesen werden, dass keine Beschädigung aufgetreten ist (siehe [Anhang C](#)).

ANMERKUNG Ein höherer Wert als $\pm 5\%$ darf akzeptiert werden, wenn 5% der absoluten Dehnung in Bezug auf das Verhältnis der zwei Messungen mit Dehnungsmessstreifen geringfügig sind.

8.4.2.2 Stufe 2: Prüfung bei $4,0 \times$ höchster Betriebsdruck

Nach der Druckanwendung ist es zulässig, dass die Nullpunktdehnung größer als $\pm 5\%$ der größten Dehnung ist (siehe [Anhang C](#)), es muss aber nachgewiesen werden, dass keine sichtbare Beschädigung eingetreten ist.

8.4.2.3 Stufe 3: Prüfung bei einem festgelegten Innendruckpegel

Sichtbare Beschädigungen, wie eine Delaminierung des Rohres, treten möglicherweise auf und sind zulässig, aber ein endgültiger Zusammenbruch, wie z. B. ein Ausreißen des Flansches oder ein Flanschbruch, ist nicht zulässig.

8.5 Biegeprüfung

Ein Prüfling wird der Biegeprüfung unterzogen. Im Allgemeinen sollte der Isolator in seiner vollständigen Länge geprüft werden.

Im Fall eines zylindrischen Isolators kann der Isolator gekürzt werden, wobei der Mindestabstand zwischen Flanschen jedoch dem 4-Fachen des Innendurchmessers, mindestens 800 mm, entsprechen muss. Die angreifende Last muss entsprechend der Isolatorlänge eingestellt werden, damit die geforderte Beanspruchung erreicht wird.

ANMERKUNG Zur Bestimmung des Bereiches der größten Dehnung für eine optimale Anordnung der Dehnungsmessstreifen, zum Erzeugen von Schlimmstfallmesswerten, kann eine Simulation der Beanspruchung oder eine experimentelle Untersuchung durchgeführt werden. Es sollte jedoch beachtet werden, dass einfache analytische Berechnungsverfahren zu irreführenden Ergebnissen führen können.

8.5.1 Prüfverfahren

Ein Prüfling wird einer Biegeprüfung unterzogen, die in drei oder eventuell vier Stufen durchgeführt wird. Das Gerät zur Messung der Auslenkung und die Messwerte der Dehnungsmessstreifen müssen unmittelbar vor Prüfungen in Stufe 1 auf Null gesetzt werden.

8.5.1.1 Stufe 1: Prüfung bei mechanischer Höchstlast

Die Biegelast muss innerhalb von 30 s gleichmäßig von Null auf MML erhöht werden. Wenn die MML erreicht ist, muss sie für mindestens 30 s aufrechterhalten werden. Während dieser Zeit muss die Auslenkung gemessen

werden. Die Biegelast muss vollkommen entfernt werden, und die Nullpunktauslenkung, die 5 min nach der Entfernung der Last gemessen wird, muss aufgezeichnet werden.

8.5.1.2 Stufe 2: Prüfung bei $1,5 \times$ mechanische Höchstlast

Die Biegelast muss innerhalb von 30 s gleichmäßig auf $1,5 \times$ MML erhöht und bei diesem Wert für mindestens 60 s aufrechterhalten werden. Während dieser Zeit muss die Auslenkung gemessen werden. Dann muss die Last gleichmäßig entfernt werden, und die Nullpunktauslenkung, die 5 min nach dem Aufheben der Last gemessen wird, muss aufgezeichnet werden.

8.5.1.3 Stufe 3: Prüfung bei $2,5 \times$ mechanische Höchstlast

Nach dem Ende von Stufe 2 muss wieder eine Biegelast angewendet werden. Sie muss innerhalb von 90 s gleichmäßig von Null auf $2,5 \times$ MML erhöht und bei diesem Wert für mindestens 60 s aufrechterhalten werden. Dann muss die Last langsam entfernt werden.

Nach diesem Lastangriff muss nachgewiesen werden, dass keine sichtbare Beschädigung aufgetreten ist (siehe [Anhang C](#)). Messungen von Nullpunktdehnung und -auslenkung sind auf dieser Stufe nicht erforderlich, obwohl sie von Interesse sind.

8.5.1.4 Stufe 4: Prüfung bis zum Versagen (wahlfrei)

Um weitere Informationen zu erhalten, darf die Last bis zum Versagen des Isolators erhöht werden. Der Wert der Bruchkraft und die Art des Versagens müssen aufgezeichnet werden.

8.5.2 Annahmekriterien

8.5.2.1 Stufe 1: Prüfung bei mechanischer Höchstlast

Die Prüfung ist bestanden, wenn:

- kein Bruch oder Ausreißen des Rohrs auftritt;
- keine sichtbare Beschädigung der Endarmaturen beobachtet wird;
- die gemessene Auslenkung nicht den vom Hersteller festgelegten Wert übersteigt;
- die Nullpunktauslenkung nicht den zwischen Hersteller und Anwender vereinbarten Wert überschreitet, soweit zutreffend.

8.5.2.2 Stufe 2: Prüfung bei $1,5 \times$ mechanische Höchstlast

Die Prüfung ist bestanden, wenn:

- kein Bruch oder Ausreißen des Rohrs auftritt;
- keine sichtbare Beschädigung der Endarmaturen beobachtet wird;
- nach diesem Lastangriff die Nullpunktdehnung nicht größer als $\pm 5 \%$ der größten Dehnung ist und nachgewiesen wird, dass keine sichtbaren Beschädigung des Rohrs aufgetreten ist (siehe [Anhang C](#));
- die gemessene Auslenkung nicht den vom Hersteller festgelegten Wert übersteigt;
- die Nullpunktauslenkung nicht den zwischen Hersteller und Anwender vereinbarten Wert überschreitet, soweit zutreffend.

8.5.2.3 Stufe 3: Prüfung bei $2,5 \times$ mechanische Höchstlast

Die Prüfung ist bestanden, wenn:

- kein Bruch oder Ausreißen des Rohrs auftritt.

9 Stichprobenprüfungen

9.1 Auswahl und Anzahl der Isolatoren

Die Prüfungen werden an einer Anzahl von Verbundhohlisolatoren durchgeführt, die zufällig dem Los entnommen werden, das die Stückprüfungen nach 10.1 bestanden hat. Wenn es nicht anders festgelegt ist, muss die Anzahl der Prüflinge Tabelle 4 entsprechen.

Tabelle 4 – Stichprobengrößen

Anzahl (n) von Hohlisolatoren, die das Los bilden	Anzahl von Hohlisolatoren, die für Stichprobenprüfungen zu entnehmen sind
12 oder weniger	Keine, <i>sofern diese Prüfungen bereits an Hohlisolatoren des gleichen Typs durchgeführt wurden und der Prüfbericht vom Kunden bestätigt wurde.</i> Einer, <i>wenn kein bestätigter Prüfbericht zur Verfügung steht.</i>
13 bis 100	Einer
101 bis 200	Zwei
201 bis 300	Drei
301 bis 500	Vier
501 oder mehr	Die Gesamtanzahl ist der gleiche oder der nächstgrößere Wert von $4 + \frac{1,5 \cdot n}{1000}$

Der (die) Isolator(en), der (die) den Prüfungen unterzogen wurde(n), darf (dürfen) in das Los zurückgelegt und in Betrieb genommen werden, wenn zerstörungsfreie Prüfungen durchgeführt wurden.

9.2 Prüfung

Der ausgewählte Isolator muss den folgenden Prüffolgen unterzogen werden:

- Maßprüfung (9.3);
- mechanische Prüfungen (9.4);
- Verzinkungsprüfung, sofern zutreffend (9.5).

9.3 Überprüfung der Maße

9.3.1 Prüfverfahren

An allen ausgewählten Isolatoren müssen die Maße des Verbundhohlisolators den in der Zeichnung angegebenen Werten entsprechen und innerhalb der festgelegten Grenzabweichungen der geometrischen Form und der Lage liegen.

Wenn nicht anders festgelegt, gelten die in Anhang A angegebenen Grenzabweichungen.

Die folgenden Grenzabweichungen sind für andere Maße d ohne Angabe der Grenzabweichungen annehmbar:

$\pm (0,04 \times d + 1,5)$ mm, bei $d \leq 300$ mm;

$\pm (0,025 \times d + 6)$ mm, bei $d > 300$ mm, mit einer höchsten Grenzabweichung von 50 mm.

Die Zeichnung kann Punkte angeben, zwischen denen der Kriechweg festgelegt ist.

Die Messung des Kriechwegs muss auf die Konstruktionsmaße bezogen werden, die in der Isolatorzeichnung angegeben sind, auch wenn dieses Maß größer ist als der ursprünglich vom Käufer festgelegte Wert. Wenn der Kriechweg als Kleinstwert festgelegt ist, ist die negative Grenzabweichung Null.

Im Fall von Isolatoren mit einem Kriechweg über 3 m ist die Messung eines kurzen Abschnitts (Länge etwa 1 m) und die anschließende Extrapolation zulässig.

9.3.2 Annahmekriterien

Die Prüflinge haben diese Prüfungen bestanden, wenn

- die Maße des Isolators der Zeichnung entsprechen.

9.4 Mechanische Prüfungen

Alle ausgewählten Isolatoren müssen bei normaler Umgebungstemperatur der folgenden Prüfung in drei Stufen unterzogen werden.

9.4.1 Prüfverfahren

9.4.1.1 Stufe 1: Prüfung bei $1,5 \times$ mechanische Höchstlast

Der Isolator wird bei normaler Umgebungstemperatur einer nachfolgenden Biegelast in den in [Bild 2](#) angegebenen Richtungen ausgesetzt. Die Biegelast muss schnell aber gleichmäßig von Null auf $1,5 \times$ MML erhöht werden. Wenn $1,5 \times$ MML in weniger als 90 s erreicht wird, muss die Last für die restliche Zeit bis mindestens 90 s aufrechterhalten werden. Während dieser Zeit muss die Auslenkung gemessen werden. Die Last muss dann vollständig entfernt und die Nullpunktauslenkung aufgezeichnet werden.

9.4.1.2 Stufe 2: Prüfung bei $2,0 \times$ höchster Betriebsdruck

Derselbe Isolator wird dann einem Innendruck ausgesetzt. Der Innendruck muss schnell, aber gleichmäßig von Umgebungsluftdruck auf $2,0 \times$ MSP erhöht werden. Der Innendruck muss mindestens 5 min aufrechterhalten werden.

Es ist nicht erforderlich, diese Prüfung an Verbundhohlisolatoren auszuführen, die für drucklose Bedingungen ausgelegt sind.

9.4.1.3 Stufe 3: Dichtheitsprüfung

Sofern zutreffend (wenn der Isolator druckbeansprucht ist), ist diese Prüfung beim höchsten Betriebsdruck (MSP) durchzuführen (siehe [10.5](#)).

9.4.2 Annahmekriterien

Die Prüflinge haben diese Prüfungen bestanden, wenn

- kein Bruch oder Ausreißen des Rohrs bzw. kein Bruch der Endarmaturen auftritt;
- die Auslenkungen nicht den vom Hersteller vorher festgelegten Wert übersteigen;
- Länge, Konzentrität und Parallelität der Zeichnung entsprechen;
- die Dichtheit muss aufrechterhalten werden, sofern zutreffend.

ANMERKUNG Jeder Isolator, der die Annahmekriterien erfüllt, darf in das Los zurückgeführt werden.