

	DIN EN 60664-5 (VDE 0110-5)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.080.30 Ersatz für DIN EN 60664-5 (VDE 0110-5):2004-04 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 5: Ein umfassendes Verfahren zur Bemessung der Luft- und Kriechstrecken für Abstände gleich oder unter 2 mm (IEC 60664-5:2007); Deutsche Fassung EN 60664-5:2007 Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 5: Comprehensive method for determining clearances and creepage distances equal to or less than 2 mm (IEC 60664-5:2007); German version EN 60664-5:2007 Coordination de l'isolement des matériels dans les systèmes (réseaux) à basse tension – Partie 5: Méthode détaillée de détermination des distances d'isolement dans l'air et des lignes de fuite inférieures ou égales à 2 mm (CEI 60664-5:2007); Version allemande EN 60664-5:2007 Gesamtumfang 51 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2007-10-01 angenommene EN 60664-5 gilt als DIN-Norm ab 2008-05-01.

Daneben darf **DIN EN 60664-5 (VDE 0110-5):2004-04** noch bis 2010-10-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60664-5 (VDE 0110-5):2006-10.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 123 „Isulationskoordination für Niederspannungs-Betriebsmittel“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 109 „Insulation co-ordination for low-voltage equipment“ erarbeitet. Diese zweite Ausgabe ersetzt die im Jahre 2003 veröffentlichte erste Ausgabe, und dies ist eine technische Überarbeitung.

Da Teil 5 von IEC 60664 sehr eng mit Teil 1 verknüpft ist, erforderte die Überarbeitung des Teils 1 von IEC 60664 auch die Überarbeitung von Teil 5.

Diese Norm hat den Status einer Sicherheits-Grundnorm in Übereinstimmung mit dem IEC-Guide 104.

Sie muss zusammen mit IEC 60664-1 angewandt werden.

ANMERKUNG Im Rahmen dieser Norm sind alle Bezüge auf IEC 60664-1 als „von Teil 1“ bezeichnet. Wenn auf ein Unterkapitel ohne Angabe eines Teils verwiesen wird, bezieht sich die Verweisung auf den aktuellen Teil 5.

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.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60664-5 (VDE 0110-5):2004-04** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung der japanischen Netzbedingungen in Bezug auf die Bemessungs-Stoßspannungen, die zusammengefassten Spannungen und die Nennspannungen der Stromversorgungssysteme bei unterschiedlicher Begrenzung der Überspannungen;
- b) Ergänzung der Bemessung der Luftstrecken für Abstände unter 0,01 mm;
- c) Anpassung von Tabelle und Berechnungsformel bezüglich der Prüfspannungen zum Nachweis der Luftstrecken in unterschiedlichen Höhen;
- d) Ergänzung der Interpolation von Kriechstrecken für Funktionsisolierung;
- e) Überarbeitung des früheren Abschnitts 4 „Prüfungen und Messungen“ (jetzt Abschnitt 6) mit dem Ziel einer genaueren Beschreibung der Prüfungen und deren Zweck, der Prüfgeräte und möglicher Alternativen.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60664-5 (VDE 0110-5): 2004-04

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

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

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 60364-5-51:2006	IEC 60364-5-51:2001 modifiziert	DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510):2007-06	VDE 0100-510
EN 60664-1:2007	IEC 60664-1:2007	DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2008-01	VDE 0110-1
EN 60721-3-3:1995	IEC 60721-3-3:1994	DIN EN 60721-3-3:1995-09	–
EN 60721-3-7:1995	IEC 60721-3-7:1995	DIN EN 60721-3-7:1995-09	–
EN 60721-3-9:1993	IEC 60721-3-9:1993	DIN EN 60721-3-9:1995-01	–
HD 60364-4-443: 2006	IEC 60364-4-44 : 2001 + A1:2003 (modifiziert)	DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06	VDE 0100-443
EN 60529:1991 + A1:2000	IEC 60529:1989 + A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09	VDE 0470-1
EN 60664-4:2006	IEC 60664-4:2005	DIN EN 60664-4 (VDE 0110-4):2006-06	(VDE 0110-4)
EN 61140:2002 + A1:2006	IEC 61140:2001 + A1:2004	DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03	VDE 0140-1
Reihe EN 60068	Reihe IEC 60068	Reihe DIN EN 60068	–
EN 61180-1:1994	IEC 61180-1:1992	DIN EN 61180-1 (VDE 0432-10):1995-05	VDE 0432-10
EN 61180-2:1994	IEC 61180-2:1994	DIN EN 61180-2 (VDE 0432-11):1995-05	VDE 0432-11

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

Reihe DIN EN 60068, *Umweltprüfungen*.

DIN EN 60529 (VDE 0470-1):2000-09, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000.*

DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1):2008-01, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:2007); Deutsche Fassung EN 60664-1:2007.*

DIN EN 60664-4 (VDE 0110-4):2006-06, *Isolationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 4: Berücksichtigung von hochfrequenten Spannungsbeanspruchungen (IEC 60664-4:2005); Deutsche Fassung EN 60664-4:2006.*

DIN EN 60721-3-3:1995-09, *Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflußgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 3: Ortsfester Einsatz, wettergeschützt (IEC 60721-3-3:1994); Deutsche Fassung EN 60721-3-3:1995.*

DIN EN 60721-3-7:1995-09, *Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflußgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 7: Ortsveränderlicher Einsatz (IEC 60721-3-7:1995); Deutsche Fassung EN 60721-3-7:1995.*

DIN EN 60721-3-9:1995-01, *Klassifizierung von Umweltbedingungen – Teil 3: Klassen von Umwelteinflußgrößen und deren Grenzwerte; Hauptabschnitt 9: Mikroklimata innerhalb von Erzeugnissen (IEC 60721-3-9:1993); Deutsche Fassung EN 60721-3-9:1993.*

DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03, *Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel (IEC 61140:2001 + A1:2004, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61140:2002 + A1:2006.*

DIN EN 61180-1 (VDE 0432-10):1995-05, *Hochspannungs-Prüftechnik für Niederspannungsgeräte – Teil 1: Begriffe, Prüfung und Prüfbedingungen (IEC 61180-1:1992); Deutsche Fassung EN 61180-1:1994.*

DIN EN 61180-2 (VDE 0432-11):1995-05, *Hochspannungs-Prüftechnik für Niederspannungsgeräte – Teil 2: Prüfgeräte (IEC 61180-2:1994); Deutsche Fassung EN 61180-2:1994.*

DIN VDE 0100-443 (VDE 0100-443):2007-06, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 4-44: Schutzmaßnahmen – Schutz bei Störspannungen und elektromagnetischen Störgrößen – Abschnitt 443: Schutz bei Überspannungen infolge atmosphärischer Einflüsse oder von Schaltvorgängen (IEC 60364-4-44:2001 + A1:2003, modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-4-443:2006.*

DIN VDE 0100-510 (VDE 0100-510):2007-06, *Errichten von Niederspannungsanlagen – Teil 5-51: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Allgemeine Bestimmungen (IEC 60364-5-51:2001 modifiziert); Deutsche Übernahme HD 60364-5-51:2006.*

Isulationskoordination für elektrische Betriebsmittel in
Niederspannungsanlagen –
Teil 5: Ein umfassendes Verfahren zur Bemessung der Luft- und
Kriechstrecken für Abstände gleich oder unter 2 mm
(IEC 60664-5:2007)

Insulation coordination for equipment within
low-voltage systems –
Part 5: Comprehensive method for determining
clearances and creepage distances equal to or
less than 2 mm
(IEC 60664-5:2007)

Coordination de l'isolement des matériels dans
les systèmes (réseaux) à basse tension –
Partie 5: Méthode détaillée de détermination
des distances d'isolement dans l'air et des
lignes de fuite inférieures ou égales à 2 mm
(CEI 60664-5:2007)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2007-10-01 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, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2007 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60664-5:2007 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 109/61/CDV, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 60664-5, ausgearbeitet von dem IEC/TC 109 „Insulation co-ordination for low-voltage equipment“, wurde dem IEC-CENELEC Parallelen Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen und von CENELEC am 2007-10-01 als EN 60664-5 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 60664-5:2003.

Die Überarbeitung des Teils 1 von EN 60664 erforderte auch eine Überarbeitung des Teils 5 von EN 60664, da dieser eng mit Teil 1 verbunden ist. Zusätzlich zu einer Reihe von redaktionellen Verbesserungen wurden die folgenden größeren technischen Veränderungen in Teil 1 vorgenommen und gelten auch für Teil 5:

- Ergänzung der japanischen Netzbedingungen in Bezug auf die Bemessungs-Stoßspannungen, die zusammengefassten Spannungen und die Nennspannungen der Stromversorgungssysteme bei unterschiedlicher Begrenzung der Überspannungen;
- Ergänzung der Bemessung der Luftstrecken für Abstände unter 0,01 mm;
- Anpassung von Tabelle und Berechnungsformel bezüglich der Prüfspannungen zum Nachweis der Luftstrecken in unterschiedlichen Höhen;
- Ergänzung der Interpolation von Kriechstrecken für Funktionsisolierung;
- Überarbeitung des früheren Abschnitts 4 „Prüfungen und Messungen“ (jetzt Abschnitt 6) mit dem Ziel einer genaueren Beschreibung der Prüfungen und deren Zweck, der Prüfgeräte und möglicher Alternativen für die Prüfungen.

Diese Norm muss in Verbindung mit **EN 60664-1** angewendet werden.

ANMERKUNG In dieser Norm sind alle Verweisungen auf EN 60664-1 mit „zu Teil 1“ angegeben. Wenn auf ein Unterkapitel ohne Angabe eines Teils verwiesen wird, bezieht sich die Verweisung auf den aktuellen Teil 5.

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): 2008-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2010-10-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60664-5:2007 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelistete Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

IEC 60529 **ANMERKUNG** Harmonisiert als EN 60529:1991 + A1:2000 (nicht modifiziert).
+ A1

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich und Zielsetzung	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Grundlagen der Bemessung der Luft- und Kriechstrecken	7
4.1 Einleitung	7
4.2 Grundlegende Prinzipien	7
4.3 Spannungen und Bemessungsspannungen	8
4.4 Frequenz.....	10
4.5 Dauer der Spannungsbeanspruchung	10
4.6 Verschmutzung.....	10
4.7 Angaben am Betriebsmittel oder in der Dokumentation.....	11
4.8 Isolierstoffe	11
5 Anforderungen und Regeln für die Bemessung	13
5.1 Allgemeines	13
5.2 Bemessung der Luftstrecken.....	13
5.3 Bemessung der Kriechstrecken.....	17
5.4 Anforderungen an die Ausführung der festen Isolierung.....	23
6 Prüfungen und Messungen	26
6.1 Prüfungen	26
6.2 Messung der Luft- und Kriechstrecken.....	34
Anhang A (informativ) Bemessung zur Aufrechterhaltung des Mindestisolationswiderstands	35
A.1 Einleitung	35
A.2 Zusammenhang zwischen Mindestisolationswiderstand und Feuchtegraden	35
A.3 Bemessung.....	36
Anhang B (normativ) Wasseranlagerungsprüfung	38
B.1 Zielsetzung	38
B.2 Stehvermögen von Kriechstrecken bei hoher Luftfeuchte	38
B.3 Prüfverfahren	38
B.3.1 Prüfling.....	38
B.3.2 Messung der Steh-Stoßspannung.....	38
B.3.3 Prüfablauf	39
Anhang C (informativ) Bemessungsdiagramme	42
Anhang D (informativ) Steh-Stoßspannungsprüfung für Kriechstrecken unter dem Einfluss von Luftfeuchte	45
Literaturhinweise.....	46
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	47

Bild 1 – Prüfspannungen..... 32

Bild B.1 – Leiterbild des Prüflings 39

Bild B.2 – Prüfschaltung..... 40

Bild B.3 – Kritische relative Luftfeuchte von Isolierstoffen 41

Bild C.1 – Diagramm zur Bemessung der Luftstrecken für direkt mit dem Stromversorgungsnetz
verbundene Stromkreise..... 42

Bild C.2 – Diagramm zur Bemessung der Luftstrecken für nicht direkt mit dem
Stromversorgungsnetz verbundene Stromkreise 43

Bild C.3 – Diagramm zur Bemessung der Kriechstrecken..... 44

Bild D.1 – Prüfschaltung für die Stehspannungsprüfung 45

Tabelle 1 – Zuordnung der Feuchtgrade zu den Makro-Umgebungsbedingungen..... 11

Tabelle 2 – Luftstrecken für transiente Überspannungen 14

Tabelle 3 – Luftstrecken für Dauerspannungen, zeitweilige Überspannungen oder periodische
Spitzenspannungen 15

Tabelle 4 – Kriechstrecken zur Vermeidung des Versagens durch Kriechwegbildung 19

Tabelle 5 – Kriechstrecken zur Vermeidung des Überschlags 21

Tabelle A.1 – Mindestisolationswiderstand..... 35

Tabelle A.2 – Kriechstrecken zur Aufrechterhaltung des Mindestisolationswiderstands..... 36

Einleitung

In diesem Teil von IEC 60664 werden Feuchtgrade festgelegt, um die Auswirkung der Luftfeuchte auf die Bemessung der Kriechstrecken zu beschreiben.

In diesem Teil werden die folgenden Bemessungskriterien eingeführt, die berücksichtigt werden müssen:

- neue Mindestluftstrecken mit genaueren Werten als die in [Tabelle F.2 von Teil 1](#) festgelegten Werte bei Abständen bis zu 2 mm für die Verschmutzungsgrade 2 und 3;
- kleinere Mindestkriechstrecken als die in [Tabelle F.4 von Teil 1](#) festgelegten Werte für Leiterplatten und vergleichbare Anordnungen für Verschmutzungsgrad 3;
- die Festlegung von Mindestkriechstrecken zur Vermeidung des Überschlags entlang der Isolierstoffoberfläche mit Werten, die auf den Wasseranlagerungseigenschaften des Isolierstoffs beruhen;
- die Festlegung von Mindestkriechstrecken zur Aufrechterhaltung ausreichender Isolationswiderstände unter dem Einfluss der Luftfeuchte.

ANMERKUNG Die [Tabelle A.2](#) enthält Angaben für die Bemessung von Kriechstrecken zur Aufrechterhaltung eines ausreichenden Isolationswiderstands bei Wechselspannungen bis zu 10 000 V Effektivwert, was Kriechstrecken von bis zu 250 mm entspricht.

Die Informationen in dieser Norm beruhen auf Forschungsergebnissen, die im Jahre 1989 veröffentlicht worden sind [\[1\]](#), [\[2\]](#)¹⁾.

Die folgenden Einzelheiten über die Forschungsarbeiten dienen als Hintergrundinformation:

- Die Forschungsarbeiten wurden an Prüflingen durchgeführt, die mit den gleichen Herstellungsverfahren angefertigt worden waren, die auch zur Herstellung von gedruckten Schaltungen verwendet werden. Es wurden Leiterbilder mit Abständen von 0,16 mm bis 6,3 mm verwandt.
- Für die Prüflinge wurden 10 verschiedene Isolierstoffe eingesetzt. Der Einfluss des Herstellungsverfahrens auf die Isolierstoffoberfläche, wie z. B. Gießverfahren oder maschinelle Bearbeitung, war nicht Gegenstand dieser Forschungsarbeiten.
- Die Prüflinge wurden an verschiedenen Orten wie Großstadt, Land, Industriegebiet, Wüste und Meeresküste ausgelagert.
- Die Prüflinge wurden periodisch mit Spannung beansprucht. Die entsprechenden Daten wurden über einen langen Zeitraum gesammelt.

In [Anhang B](#) wird ein Wasseranlagerungs-Prüfverfahren zur Ermittlung der jeweiligen Wasseranlagerungsgruppe von noch nicht klassifizierten Isolierstoffen angegeben. Der Anhang wird überarbeitet werden, sobald weitere Erfahrungen bei Anwendung des Prüfverfahrens auf verschiedene Isolierstoffe gemacht worden sind.

¹⁾ In eckigen Klammern angegebene Nummern beziehen sich auf Literaturhinweise.

1 Anwendungsbereich und Zielsetzung

Dieser Teil von IEC 60664 enthält Anforderungen für die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken für Abstände gleich oder unter 2 mm für gedruckte Schaltungen und vergleichbare Anordnungen, bei denen die Luft- und die Kriechstrecke auf dem gleichen Wege entlang der Isolierstoffoberfläche verlaufen, so wie dies in **6.2 von Teil 1**²⁾ (Beispiele 1, 5 und 11) angegeben ist.

Die Bemessung in dieser Norm ist genauer, als die in **Teil 1** angegebene. Wenn jedoch die mit dieser Norm erreichbare höhere Genauigkeit nicht notwendig ist, darf stattdessen **Teil 1** angewendet werden.

Diese Norm kann nur als Gesamtheit benutzt werden. Es ist nicht erlaubt, einen oder mehrere Abschnitte aus dieser Norm auszuwählen und diese dann anstelle der entsprechenden Abschnitte von **Teil 1** zu verwenden. Darüber hinaus kann dieser Teil von IEC 60664 nur zusammen mit **Teil 1** angewandt werden.

Wenn dieser Teil 5 zur Bemessung der Luft- und Kriechstrecken gleich oder unter 2 mm verwandt wird, dann müssen alle Abschnitte anstelle der entsprechenden in **Teil 1** enthaltenen Abschnitte angewandt werden. Für Luft- und Kriechstrecken größer als 2 mm und für feste Isolierungen im Allgemeinen gilt **Teil 1**.

ANMERKUNG 1 Die Beschränkung auf Abstände gleich oder unter 2 mm gilt für Basisisolierung oder zusätzliche Isolierung. Der Gesamtabstand für verstärkte Isolierung oder doppelte Isolierung kann größer als 2 mm sein.

Diese Norm beruht auf den folgenden Bemessungskriterien:

- Mindestluftstrecken, die von den Mikro-Umgebungsbedingungen unabhängig sind (siehe **Tabelle 2**);
- Mindestkriechstrecken für die Verschmutzungsgrade 1, 2 und 3 zur Vermeidung des Versagens durch Kriechwegbildung (siehe **Tabelle 4**);
- Mindestkriechstrecken zur Vermeidung des Überschlags entlang der Isolierstoffoberfläche (siehe **Tabelle 5**).

ANMERKUNG 2 Für Mindestkriechstrecken zur Aufrechterhaltung ausreichender Isolationswiderstände siehe **Tabelle A.2**.

ANMERKUNG 3 Diese Norm gilt nicht für Mikroumgebungsbedingungen ungünstiger als Verschmutzungsgrad 3 oder Feuchtgrad 3.

Für die Ermittlung der jeweiligen Wasseranlagerungsgruppe für noch nicht klassifizierte Isolierstoffe ist ein Prüfverfahren angegeben.

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).

Es gelten die normativen Verweisungen in **Abschnitt 2 von Teil 1** sowie die folgenden:

IEC 60364-5-51:2005, *Electrical installations of buildings – Part 5-51: Selection and erection of electrical equipment – Common rules*

IEC 60664-1:2007, *Insulation coordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests*

IEC 60721-3-3:1994, *Classification of environmental conditions – Part 3-3: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Stationary use at weatherprotected locations*

²⁾ „Teil 1“ bezieht sich auf IEC 60664-1.

IEC 60721-3-7:1995, *Classification of environmental conditions – Part 3-7: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Portable and non-stationary use*

IEC 60721-3-9:1993, *Classification of environmental conditions – Part 3-9: Classification of groups of environmental parameters and their severities – Microclimates inside products*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten zusätzlich zu den in **Teil 1** angegebenen die folgenden Begriffe.

3.1

Wasseranlagerung

Fähigkeit eines Isolierstoffs, an seiner Oberfläche Wasser anzulagern

3.2

kritische relative Luftfeuchte

Wert der relativen Luftfeuchte, bei dem die Steh-Stoßspannung einer Kriechstrecke auf 95 % des Wertes abgefallen ist, der bei 70 % relativer Luftfeuchte gemessen wurde

4 Grundlagen der Bemessung der Luft- und Kriechstrecken

4.1 Einleitung

Das erste Schriftstück zu diesem Thema war IEC 60664 aus dem Jahre 1980. Dieses behandelte nur die Luftstrecken und beruhte auf grundlegenden Daten über das Durchschlagverhalten. Danach wurde im Jahre 1981 IEC 60664A bezüglich der Kriechstrecken veröffentlicht. Dies beruhte auf Daten, die aus langjähriger praktischer Erfahrung gewonnen wurden, sowie auf Daten aus Versuchen mit gedruckten Schaltungen. Im Jahre 1992 erfolgte die Zusammenfassung dieser Schriftstücke als **IEC 60664-1 (Teil 1)**. Bei dieser Überarbeitung wurden die grundlegenden Daten aber nicht verändert.

4.2 Grundlegende Prinzipien

Isulationskoordination umfasst die Auswahl der elektrischen Isolationseigenschaften eines Betriebsmittels hinsichtlich seiner Anwendung und in Bezug auf seine Umgebung.

Isulationskoordination kann nur erreicht werden, wenn die Bemessung des Betriebsmittels auf den Beanspruchungen, denen es im Verlauf der zu erwartenden Lebensdauer voraussichtlich ausgesetzt ist, beruht.

Es gilt **4.2 von Teil 1**, soweit im Folgenden nicht anders angegeben.

4.2.5 Isulationskoordination in Bezug auf zeitweilige Überspannung

Die Isulationskoordination in Bezug auf zeitweilige Überspannungen beruht auf den in Abschnitt 442 von IEC 60364-4-44 (siehe **5.4.3.2.3** dieses Teils 5) festgelegten zeitweiligen Überspannungen.

ANMERKUNG Gegenwärtig verfügbare Überspannungsableiter (SPDs) können nicht die in Verbindung mit den zeitweiligen Überspannungen auftretenden Energien abführen.

4.2.6 Isulationskoordination in Bezug auf die Umgebungsbedingungen

Für die Isolierung müssen die Mikro-Umgebungsbedingungen berücksichtigt werden. Diese hängen in erster Linie von den Makro-Umgebungsbedingungen, in denen das Betriebsmittel aufgestellt ist, ab. Die Bedingungen sind in vielen Fällen gleich. Jedoch kann die Mikro-Umgebung besser oder schlechter als die Makro-Umgebung sein, wenn zum Beispiel Gehäuse, Erwärmung, Belüftung oder Staub die Mikro-Umgebung beeinflussen.

ANMERKUNG Schutz, der durch Gehäuse entsprechend den festgelegten Klassen nach IEC 60529 [3] vorgesehen wird, kann die Luftfeuchte in der Mikro-Umgebung erhöhen.

Die wichtigsten Umgebungseinflüsse sind die folgenden:

- für die Luftstrecken:
 - der Luftdruck,
 - die Temperatur bei großen Änderungen;
- für die Kriechstrecken:
 - der Luftdruck,
 - die Verschmutzung,
 - die relative Luftfeuchte,
 - die Betauung;
- für die festen Isolierungen:
 - die Temperatur,
 - die relative Luftfeuchte.

4.3 Spannungen und Bemessungsspannungen

4.3.1 Allgemeines

Es gilt 4.3.1 von Teil 1.

4.3.2 Bestimmung der Spannung für langzeitige Beanspruchungen

4.3.2.1 Allgemeines

Es gilt 4.3.2.1 von Teil 1.

4.3.2.2 Spannung zur Bemessung der Basisisolierung

4.3.2.2.1 Betriebsmittel direkt von Niederspannungsnetzen gespeist

Die Nennspannungen der Niederspannungsnetze sind gemäß den Tabellen F.3a und F.3b von Teil 1 zusammengefasst. Diese Spannungen sind Kleinstwerte, die zur Auswahl der Kriechstrecken zu benutzen sind. Sie dürfen auch für die Auswahl der Bemessungs-Isolationsspannung verwendet werden.

Bei einem Betriebsmittel, das verschiedene Bemessungsspannungen hat, so dass es bei unterschiedlichen Nennspannungen des Niederspannungsnetzes benutzt werden darf, muss die ausgewählte Spannung für die höchste Bemessungsspannung des Betriebsmittels geeignet sein.

Technische Komitees müssen in Betracht ziehen, ob die Spannung basierend auf

- der Leiter-Leiter-Spannung oder
- der Leiter-Neutralleiter-Spannung

ausgewählt werden muss.

Im zweiten Fall müssen die Technischen Komitees angeben, wie der Anwender informiert wird, dass das Betriebsmittel nur für den Einsatz in Niederspannungsnetzen mit geerdetem Neutralleiter geeignet ist.

4.3.2.2.2 Systeme, Betriebsmittel und interne Stromkreise nicht direkt vom Niederspannungsnetz gespeist

Es gilt 4.3.2.2.2 von Teil 1.

4.3.2.3 Spannung zur Bemessung der Funktionsisolierung

Es gilt [4.3.2.3 von Teil 1](#).

4.3.3 Bestimmung der Bemessungs-Stoßspannung

4.3.3.1 Allgemeines

Es gilt [4.3.3.1 von Teil 1](#).

4.3.3.2 Überspannungskategorien

4.3.3.2.1 Allgemeines

Es gilt [4.3.3.2.1 von Teil 1](#).

4.3.3.2.2 Betriebsmittel direkt vom Niederspannungsnetz gespeist

Es gilt [4.3.3.2.2 von Teil 1](#).

4.3.3.2.3 Systeme und Betriebsmittel nicht direkt vom Niederspannungsnetz gespeist

Es gilt [4.3.3.2.3 von Teil 1](#).

4.3.3.3 Auswahl der Bemessungs-Stoßspannung für Betriebsmittel

Es gilt [4.3.3.3 von Teil 1](#).

4.3.3.4 Stoßspannungs-Isulationskoordination innerhalb des Betriebsmittels

4.3.3.4.1 Für Teile oder Stromkreise innerhalb des Betriebsmittels, die merklich durch äußere transiente Überspannungen beeinflusst werden

Es gilt [4.3.3.4.1 von Teil 1](#).

4.3.3.4.2 Für andere Teile oder Stromkreise innerhalb des Betriebsmittels, die besonders gegen transiente Überspannungen geschützt sind

Für solche Teile, die nicht merklich von äußeren Überspannungen beeinflusst werden, bezieht sich die Steh-Stoßspannung für die Basisisolierung nicht auf die Bemessungs-Stoßspannung des Betriebsmittels, sondern auf die tatsächlichen Bedingungen an diesem Teil oder in diesem Stromkreis. Die Anwendung der bevorzugten Reihe der Stoßspannungswerte, wie in [4.2.3 von Teil 1](#) eingeführt, wird jedoch empfohlen, um eine Normung zu erreichen. In anderen Fällen ist eine Interpolation der Werte der [Tabelle 2](#) dieses Teils 5 zulässig.

4.3.3.5 Schaltüberspannungen erzeugt durch die Betriebsmittel

Es gilt [4.3.3.5 von Teil 1](#).

4.3.3.6 Schnittstellenanforderungen

Es gilt [4.3.3.6 von Teil 1](#).

4.3.4 Bestimmung der periodischen Spitzenspannung

Es gilt [4.3.4 von Teil 1](#).

4.3.5 Bestimmung der zeitweiligen Überspannung

4.3.5.1 Allgemeines

Es gilt [4.3.5.1 von Teil 1](#).

4.3.5.2 Fehlerspannung

Es gilt [4.3.5.2 von Teil 1](#).

4.3.5.3 Beanspruchung infolge von zeitweiligen Überspannungen

Die Höhe und die Dauer einer zeitweiligen Überspannung in Niederspannungsgeräten infolge eines Erdschlusses im Hochspannungsnetz sind in [5.4.3.2.3](#) angegeben.

4.4 Frequenz

Es gilt [4.4 von Teil 1](#).

4.5 Dauer der Spannungsbeanspruchung

Nicht anwendbar.

4.6 Verschmutzung

4.6.1 Allgemeines

Die Verschmutzung beeinflusst die Isolierung nicht nur bezüglich der Beanspruchung durch den Effektivwert langfristig anliegender Spannungen infolge von Kriechwegbildung, sondern auch bezüglich der Beanspruchung durch den Scheitelwert der Spannung und der Wasseranlagerung. Durch die Verschmutzung wird bei kleinen Abständen die Steh-Stoßspannung herabgesetzt, und dadurch kann ein Überschlag entlang der Isolierstoffoberfläche auftreten.

Der Einfluss der Luftfeuchte an der Oberfläche der Isolierungen wird durch die in 4.6.4 festgelegten Feuchtegrade angegeben. Der Einfluss der Wasseranlagerungseigenschaften an der Isolierstoffoberfläche wird durch die in [4.8.6](#) festgelegten Wasseranlagerungsgruppen angegeben.

4.6.2 Verschmutzungsgrade der Mikro-Umgebung

Es gilt [4.6.2 von Teil 1](#).

4.6.3 Bedingungen mit leitfähiger Verschmutzung

Nicht anwendbar.

4.6.4 Feuchtegrade

Zum Zweck der Beurteilung der Kriechstrecken in Bezug auf den Überschlag entlang der Isolierstoffoberfläche oder den Mindestisolationswiderstand werden in der Mikro-Umgebung die folgenden drei Grade festgelegt:

- Feuchtegrad 1 (HL 1): Die relative Luftfeuchte an der Isolierung erreicht niemals einen Wert, bei dem Betauung an der Isolierstoffoberfläche eintritt. Daher wird das Überschlagsverhalten durch die Luftfeuchte nicht beeinflusst.
- Feuchtegrad 2 (HL 2): Die relative Luftfeuchte an der Isolierung ist so beschaffen, dass Betauung an der Isolierung nur gelegentlich während vorübergehender Änderungen der Mikro-Umgebungsbedingungen auftritt. Daher wird das Überschlagsverhalten durch die Luftfeuchte beeinflusst.

- Feuchtegrad 3 (HL 3): Die relative Luftfeuchte an der Isolierung ist so beschaffen, dass an der Isolierstoffoberfläche häufig Betauung auftreten kann. Daher wird das Überschlagsverhalten durch die Luftfeuchte stark beeinflusst.

4.6.5 Koordination der Feuchtegrade mit der Makro-Umgebung

Makro-Umgebungsbedingungen sind in IEC 60364-5-51, IEC 60721-3-3, IEC 60721-3-7 und IEC 60721-3-9 festgelegt.

ANMERKUNG In IEC 60721-3-9 werden unterschiedliche Bezeichnungen für die Klimaklassen verwandt.

Die Zuordnung der Feuchtegrade der Mikro-Umgebung zu den festgelegten Makro-Umgebungsbedingungen zeigt Tabelle 1.

Tabelle 1 – Zuordnung der Feuchtegrade zu den Makro-Umgebungsbedingungen

Norm, in der die Klimaklassen festgelegt sind	Klimaklassen (Makro-Umgebungsbedingungen)			Feuchtegrade	
IEC 60721-3-9 ----- IEC 60721-3-3 ----- IEC 60721-3-7 ----- IEC 60364-5-51	Y2 ----- 3K1 ----- ----- ↓	Y3 ----- 3K3 ----- 7K1 ----- AB5 ↓	Y4 ----- 3K6 ----- 7K3 ----- AB7 ↓		
	=	(–)	(–)	→	HL 1
	(+)	=	(–)	→	HL 2
	(+)	(+)	=	→	HL 3
Legende = Mikro-Umgebung gleich feucht wie die Makro-Umgebung (–) Mikro-Umgebung weniger feucht als die Makro-Umgebung (+) Mikro-Umgebung feuchter als die Makro-Umgebung					

4.7 Angaben am Betriebsmittel oder in der Dokumentation

Es gilt 4.7 von Teil 1.

4.8 Isolierstoffe

4.8.1 Allgemeines

Die Isolierstoffe müssen entsprechend der CTI-Werte in Gruppen eingeordnet werden.

Die Technischen Komitees müssen die elektrische Festigkeit sowie die thermischen, die mechanischen, die chemischen Eigenschaften und die Wasseranlagerungseigenschaften der Isolierstoffe berücksichtigen. In Bezug auf die Anforderungen an die festen Isolierungen gilt 5.4 dieses Teils 5.

4.8.2 Vergleichszahl der Kriechwegbildung (CTI)

4.8.2.1 Verhalten von Isolierstoffen beim Auftreten von Abreißfunken

Es gilt [4.8.1.1 von Teil 1](#).

4.8.2.2 CTI-Werte zur Klassifizierung der Isolierstoffe

Es gilt [4.8.1.2 von Teil 1](#).

4.8.2.3 Isolierstoffgruppen

Es gilt [4.8.1.3 von Teil 1](#).

4.8.2.4 Prüfung zur Ermittlung der Vergleichszahl der Kriechwegbildung (CTI)

Es gilt [4.8.1.4 von Teil 1](#).

4.8.2.5 Isolierstoffe, die keine Kriechwege bilden

Bei Glas, Keramik oder anderen anorganischen Isolierstoffen, die keine Kriechwege bilden, braucht die Kriechstrecke aus Gründen der Isolationskoordination nicht größer als die zugehörige Luftstrecke zu sein. Eine Bemessung nach [Tabelle 2](#) für das inhomogene Feld ist dann ausreichend.

4.8.3 Elektrische Festigkeit

Es gilt [4.8.2 von Teil 1](#).

4.8.4 Thermische Kennwerte

Es gilt [4.8.3 von Teil 1](#).

4.8.5 Mechanische und chemische Kennwerte

Es gilt [4.8.4 von Teil 1](#).

4.8.6 Wasseranlagerungseigenschaften

Die Wasseranlagerung ist ein mit der Isolierstoffoberfläche zusammenhängender Vorgang, der von den Eigenschaften des Isolierstoffs abhängt. Entsprechend der Auswirkung der Wasseranlagerung auf das Stehvermögen werden die Isolierstoffe nach dem Prüfverfahren in [Anhang B](#) einer Wasseranlagerungsgruppe wie folgt zugeordnet:

- Wasseranlagerungsgruppe WAG 1 (vernachlässigbarer Einfluss);
- Wasseranlagerungsgruppe WAG 2 (schwacher Einfluss);
- Wasseranlagerungsgruppe WAG 3 (mittlerer Einfluss);
- Wasseranlagerungsgruppe WAG 4 (starker Einfluss).

ANMERKUNG 1 Die Klassifizierung der Isolierstoffe in Bezug auf die Wasseranlagerungsgruppen kann durch Füllstoffe, Beimengungen und Herstellungsverfahren beeinflusst werden.

ANMERKUNG 2 Die Klassifizierung zahlreicher Isolierstoffe in Bezug auf die Wasseranlagerungsgruppen ist in [5.3.2.3.5](#) angegeben.