

	Fernmeldetechnik Zusatzfestlegungen für Herstellung und Prüfung der Geräte	DIN VDE 0804
Diese auch vom Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.		
Telecommunications; Additional requirements for construction and testing of apparatus		
Mit DIN VDE 0800 Teil 1/05.89 Ersatz für DIN 57804/VDE 0804/01.83. Siehe jedoch Übergangsfrist!		
Zusammenhang mit europäischen und internationalen Normen siehe Erläuterungen. Diese Norm wird ergänzt durch die Normen DIN VDE 0800 Teil 1 Fernmeldetechnik; Allgemeine Begriffe, Anforderungen und Prüfungen für die Sicherheit der Anlagen und Geräte DIN VDE 0800 Teil 8 Fernmeldetechnik; Anwendung der KU-Werte DIN VDE 0800 Teil 9 Fernmeldetechnik; KU-Werte sicherheitsbezogener Bauelemente und Isolierungen sowie weitere Normen der Reihe DIN VDE 0800.		
Beginn der Gültigkeit Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. Mai 1989. Daneben gilt DIN 57804/VDE 0804/01.83 noch in einer Übergangsfrist bis 30. April 1991. Entwurf war veröffentlicht als DIN VDE 0804 Teil 1/Entwurf 05.85.		
Fortsetzung Seite 2 bis 52		
Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Inhalt

		Seite
1 Anwendungsbereich und Zweck	2	
2 Allgemeine Begriffe	3	
3 Begriffe für Betriebsgrößen und Bemessungswerte	3	
4 Allgemeines zu den Anforderungen	4	
5 Allgemeines zur Typprüfung	4	
6 Allgemeines zur Stückprüfung	6	
7 Allgemeines zum Schutz gegen gefährliche Körperströme	6	
8 Schutz gegen gefährliche Körperströme durch direktes Berühren	6	
9 Schutz gegen gefährliche Körperströme im Fehlerfall (indirektes Berühren)	7	
9.1 Allgemeines	7	
9.2 Zusätzliche Anforderungen an Geräte der Schutzklasse I	7	
9.3 Zusätzliche Anforderungen an Geräte der Schutzklasse II	8	
9.4 Zusätzliche Anforderungen an Stromkreise mit Kleinspannungen SELV oder PELV	10	
10 Isolierungen	10	
11 Luftstrecken	10	
11.1 Bemessen der Luftstrecken	10	
11.2 Bemessen der Luftstrecken nach Spannungsbeanspruchung	10	
11.3 Bemessen der Luftstrecken nach mechanischer Beanspruchung	12	
12 Kriechstrecken	12	
12.1 Bemessen der Kriechstrecken	12	
12.2 Verschmutzungsgrade	12	
12.3 Kriechstromfestigkeit der Isolierstoffe	12	
12.4 Bemessungsspannungen	15	
13 Feste Isolierungen	15	
14 Bauteile	16	
15 Leitungen	17	
16 Anschlüsse und Verbindungen	18	
17 Bestückte Leiterplatten	20	
18 Aufschriften und Anleitungen	21	
19 Typprüfung der mechanischen Festigkeit	22	
20 Typprüfung der Isolierung: Allgemeines	23	
21 Typprüfung der Isolierung: Messen der Abstände	23	
22 Typprüfung und Stückprüfung der Isolierung: Elektrische Prüfungen	24	
22.1 Grundlagen für die Typprüfung der Isolierung	24	
22.2 Messung des Isolationswiderstands bei der Typprüfung	25	
22.3 Typprüfung auf Durchschlag	25	
22.4 Spannungsprüfung mit 50 Hz auf Teilentladungen (TE) an Bauteilen bei der Typ- bzw. Stückprüfung	25	
22.5 Stückprüfung auf Durchschlag	26	
23 Ableitstrommessung	26	
24 Verschärfte Umgebungsbedingungen; Anforderungen und Prüfungen	28	
25 Schutz gegen zu hohe Erwärmung	30	
26 Schutz vor sich bewegendenden Teilen	32	
27 Schutz gegen Strahlung, Implosion und Explosion	32	
28 Gehörschutz	32	
Anhang A Übersicht zur Typprüfung	33	
Anhang B Umgebungsbedingungen für Räume und Verschmutzungsgrade	36	
Anhang C Bemessungsspannungen für Isolierungen zur sicheren Trennung	38	
Anhang D Ermittlung periodischer Überspannungen $\hat{U}_{pp}$	39	
Anhang E Prüfgenerator für Stoßspannungsprüfung auf Durchschlag	39	
Anhang F Prüfspannungen für Sonderfälle	39	
Anhang G Messung der Teilentladungen (TE) mit dem Störmeßgerät	40	
Anhang H Meßkreise für die Ableitstrommessung	40	
Zitierte Normen und andere Unterlagen	41	
Weitere Normen und andere Unterlagen	45	
Frühere Ausgaben	46	
Änderungen	47	
Erläuterungen	47	
Internationale Patentklassifikation	52	

1 Anwendungsbereich und Zweck

1.1 Diese Norm gilt für die Sicherheit von Geräten der Fernmeldetechnik (im folgenden: Fernmeldegeräte; auch kurz: Geräte) in bezug auf die Abwendung von Gefahren für Leben oder Gesundheit (bei Menschen und Nutztieren) und für Sachen¹⁾. Ausnahmen siehe Abschnitt 1.1.2.

1.1.1 Für diese Norm gilt – bezogen auf Fernmeldegeräte – der Anwendungsbereich und Zweck nach DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 1 (außer Abschnitt 1.2).

1.1.2 Diese Norm gilt **nicht** für Endgeräte der Fernmeldetechnik, nämlich Geräte nach DIN V VDE 0804 Teil 100

(entspricht ENV 41 003) und EN 60950*) (siehe Erläuterungen).

Diese Norm gilt auch **nicht** für netzbetriebene elektronische Geräte und deren Zubehör für den Hausgebrauch und ähnliche allgemeine Anwendung nach DIN VDE 0860 (entspricht IEC 65).

Anmerkung: Die ausgenommenen Endgeräte der Fernmeldetechnik sind alle Geräte, die dafür gebaut oder vorgesehen sind, direkt an eine Fernmelde-netz-Anschlußstelle, d.h. an eine Stelle zum Anschluß an einen metallischen Fernmeldestromkreis als Teil des öffentlichen oder privaten Netzes, angeschlossen oder über Geräte durchverbunden zu werden, die direkt an eine solche Anschlußstelle angeschlossen sind. Dies gilt unabhängig von den Eigentumsverhältnissen und der Verantwortung für Errichtung oder Betrieb. Hierzu gehören auch Geräte, deren elektrische Betriebsenergie ausschließlich aus dem Fernmelde-netz bezogen wird. (Aus: DIN V VDE 0804 Teil 100.)

*) Herausgabe als DIN-VDE-Norm in Vorbereitung.

¹⁾ Aus: DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 1.1, 1. Absatz. Begriff Fernmeldegerät siehe DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 2.1.

1.2 Diese Norm enthält zusätzlich zu DIN VDE 0800 Teil 1 Begriffe, Anforderungen und zugehörige Prüfungen für das Herstellen, Prüfen und Betreiben der Fernmeldegeräte.

Anmerkung 1: Mit dieser Norm werden die Anschlußbedingungen nach den Normen der Reihe DIN VDE 0100 eingehalten.

Anmerkung 2: Es ist nicht beabsichtigt, mit dieser Norm eine bestimmte Prüfreihefolge festzulegen. (Siehe Abschnitt 5 und Anhang A.)

1.3 Diese Norm gilt auch für Stromversorgungseinrichtungen, die aus der Niederspannungs-Verbraucheranlage²⁾ mit Nennspannungen bis 250 V gegen Erde gespeist werden und die ausschließlich zum Betrieb von Fernmeldeanlagen oder -geräten dienen. Sie können räumlich mit den Fernmeldegeräten vereinigt oder von ihnen getrennt sein.

Stromversorgungseinrichtungen, die nach DIN VDE 0160 gebaut und errichtet werden, müssen bei Einsatz in Fernmeldeanlagen hinsichtlich der sicheren Trennung zusätzlich mindestens Anforderungen gleichwertig den Abschnitten 5.2.2, 16.4.1 und 17 der vorliegenden Norm erfüllen.

Anmerkung: Zur Stromversorgung in der Fernmelde-technik siehe DIN VDE 0800 Teil 5 (z.Z. Entwurf). Über getaktete Stromversorgungseinrichtungen wird in der Arbeitsgruppe 6 „Getaktete Stromversorgungen“ des TC 74 der IEC beraten.

2 Allgemeine Begriffe

Es gelten die Begriffe nach DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 2.

3 Begriffe für Betriebsgrößen und Bemessungswerte

3.1 Ortsfest ist ein Gerät, wenn es infolge seiner Beschaffenheit oder seiner mechanischen Befestigung während des Betriebs an seinen Aufstellungsort gebunden ist.

Das gilt auch dann, wenn das Gerät, während es außer Betrieb ist, begrenzt bewegt wird, z. B. zum Reinigen. (Siehe Erläuterungen.)

3.2 Ortsveränderlich ist ein Gerät, wenn es infolge seiner Beschaffenheit während des Betriebs nicht an seinen Aufstellungsort gebunden ist.

Hierunter wird auch solch ein Gerät verstanden, das nach seiner Art und üblichen Verwendung unter Spannung stehend bewegt werden kann. (Siehe Erläuterungen.)

3.3 Saubere und trockene Räume sind solche, die den Klassen

- **3K3** für klimatische Bedingungen (entspricht Klimamodell DIN 50019 – R 12),
- **3S2** für Staubbefall und
- **3C1 oder – 3C2** für Schadstoffgehalt der Luft nach IEC 721-3-3^{**}) entsprechen.

Anmerkung: Kurzfassung der Beschreibung der Klassen der Umgebungsbedingungen für Räume siehe Anhang B (siehe auch Erläuterungen).

3.4 Elektrische Größen

Angaben für Strom und Spannung beziehen sich auf deren **Effektivwerte**, soweit nichts anderes angegeben ist.

3.4.1 Bemessungsspannung (Nennspannung)³⁾ ist ein (Versorgungs-)Spannungswert, der vom Hersteller für ein Bauteil oder Gerät angegeben wird und auf welchen die Betriebs- und Leistungsmerkmale bezogen sind.

Anmerkung: Ein Beispiel ist die für die Bemessung und Prüfung von Luftstrecken, Kriechstrecken und festen Isolierungen jeweils maßgebende Spannung.

3.4.2 Bemessungsspannungsbereich (Nennspannungsbereich)³⁾ ist der durch einen unteren und oberen Wert begrenzte, vom Hersteller angegebene Bereich zulässiger Bemessungsspannungen (Nennspannungen).

3.4.3 Betriebsspannung ist die jeweils örtlich zwischen den Leitern herrschende Spannung an einem Betriebsmittel oder Anlageteil. (Aus: DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Abschnitt A.4.4. Siehe Erläuterungen.)

3.4.4 Schalt-Überspannung ist der Spitzenwert einer außerhalb oder innerhalb eines Gerätes erzeugten, transienten Überspannung aufgrund eines Schaltvorgangs.

Anmerkung: Schalt-Überspannungen können z. B. durch das Schalten last- oder speiseseitiger Induktivitäten im Verteilungsnetz²⁾ bzw. in der Verbraucheranlage²⁾ entstehen. (Siehe Erläuterungen.)

3.4.5 Blitz-Überspannung ist der Spitzenwert einer im Verteilungsnetz²⁾ oder im Fernmeldenetz erzeugten, transienten Überspannung aufgrund einer atmosphärischen Entladung. (Siehe Erläuterungen.)

3.4.6 Periodische Überspannung ist der Spitzenwert einer periodisch sich wiederholenden Spannung, die z. B. im Gerät funktionsbedingt erzeugt wird und die im Regelfall einer Bemessungs-(Nenn-) oder Betriebsspannung überlagert ist. (Siehe Erläuterungen.)

3.4.7 Stehspannung ist die höchste Spannung von gegebenem zeitlichen Verlauf, der z. B. eine Luftstrecke, eine feste Isolierung oder die Sperrschicht eines Halbleiters unter vorgegebenen Bedingungen gerade noch standzuhalten vermag.

Man unterscheidet

- Steh-Stoßspannung (angegeben als Spitzenwert),
- Steh-Wechselspannung (angegeben als Effektivwert oder Spitzenwert) und
- Steh-Gleichspannung.

(Siehe Erläuterungen.)

3.4.8 Bemessungsleistungsaufnahme (Nennleistungsaufnahme)³⁾ ist die vom Hersteller angegebene Leistungsaufnahme, für die das Gerät oder Betriebsmittel bei ungestörtem Betrieb und bei der Umgebungstemperatur bemessen ist, für die das Gerät vorgesehen ist.

Anmerkung: Maßgeblich für die Ermittlung der Umgebungstemperatur ist der Basispunkt S des für das Gerät zutreffenden Klimamodells nach DIN 50019 Teil 3. (Siehe auch Anhang B.)

3.4.9 Bemessungsstrom (Nennstrom)³⁾ ist der vom Hersteller für das Gerät bei Bemessungsspannung

^{**}) Herausgabe als DIN-VDE-Norm in Vorbereitung; entspricht dem veralteten Entwurf DIN IEC 75(Sec)38.

²⁾ „Verbraucheranlage“ (und „Verteilungsnetz“) Begriffe nach DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Abschnitt A.1 (statt „Netz“); siehe Erläuterungen.

³⁾ „Bemessungs-“ (bzw. „Nenn-“) nach DIN 40200 (entspricht IEC 50(151)).

(Nennspannung) und Bemessungslast (Nennlast) angegebene Aufnahmestrom.

3.4.10 Bemessungsfrequenz (Nennfrequenz)³⁾ ist die Frequenz, die vom Hersteller für ein Bauteil oder Gerät angegeben wird und auf die die Betriebs- und Leistungsmerkmale bezogen sind.

3.4.11 Bemessungsfrequenzbereich (Nennfrequenzbereich)³⁾ ist der durch einen unteren und oberen Wert begrenzte, vom Hersteller angegebene Bereich zulässiger Bemessungsfrequenzen (Nennfrequenzen).

3.5 Isolierstoffbeschichtungen sind auf metallische Unterlagen aufgetragene isolierende Stoffe, die im Regelfall frei von organischen Lösungsmitteln sind. Diese Beschichtungen sind mit bestimmten Fertigungsverfahren hergestellt, z. B. Wirbelsintern, Aufsprühen, Aufwalzen, Kaschieren oder Tauchen. (Siehe Erläuterungen.)

4 Allgemeines zu den Anforderungen (siehe Erläuterungen)

4.1 Die Anforderungen nach dieser Norm gelten, soweit nicht anders angegeben, für Geräte für

- saubere und trockene Räume nach Abschnitt 3.3 und
- Höhenlagen bis 2000 m über Normal-Null (NN).

4.2 Hinsichtlich der Spannungsfestigkeit der Geräte beziehen sich die Anforderungen nach dieser Norm, soweit nicht anders angegeben, auf

- Überspannungskategorie II⁴⁾ nach Abschnitt 11.2.1.1 b) bei Versorgung aus einem Versorgungsstromkreis (z. B. Verbraucheranlage²⁾) oder
- Überspannungskategorie I⁴⁾ nach Abschnitt 11.2.1.1 a) bei Versorgung mit Kleinspannung (z. B. aus dem Fernmeldenetz).

Für Überspannungen aus dem Fernmeldenetz und anderen äußeren Stromkreisen gelten Abschnitt 11.2.1.2 und Tabelle 2.

Anmerkung 1: Es wird empfohlen, darauf zu achten, daß in den Geräten selbst z. B. durch Schaltvorgänge erzeugte Überspannungen sich außerhalb der Geräte nicht verschärfend auswirken. Dies wird vermieden, wenn die intern erzeugten Überspannungen, gemessen an den Geräteanschlüssen, höchstens auf die Werte der Stoßspannungsfestigkeit nach Tabelle 1 (bezogen auf die zutreffende Überspannungskategorie außerhalb des Geräts) bzw. Tabelle 2 begrenzt bleiben.

Anmerkung 2: Die Überspannungskategorien III und IV nach Abschnitt 11.2.1.1 c) und d) gelten als verschärfte Umgebungsbedingungen (sie sind im Abschnitt 11 miteingefügt).

4.3 Das Gerät muß so ausgeführt sein, daß es bei bestimmungsgemäßem Betrieb Leben, Gesundheit oder Sachen nicht gefährdet, und zwar weder bei ungestörtem Betrieb⁵⁾ noch bei gestörtem Betrieb⁵⁾ noch im Fehlerfall⁵⁾.

²⁾ und ³⁾ Fußnotentexte siehe Seite 3.

⁴⁾ Bisher auch: „Einsatzklasse“ oder „Überspannungsklasse“.

⁵⁾ Begriff nach DIN VDE 0800 Teil 1.

Im Rahmen des Prüfumfangs werden nach dieser Norm gefordert:

- a) Schutz gegen gefährliche Körperströme durch direktes Berühren nach den Abschnitten 7 und 8,
- b) Schutz gegen gefährliche Körperströme im Fehlerfall (indirektes Berühren) nach den Abschnitten 7 und 9,
- c) Sichere Trennung nach den Abschnitten 7 und 9, insbesondere Abschnitt 9.4,
- d) Einhalten der Bedingungen bezüglich Ableitstrom nach Abschnitt 23,
- e) Schutz gegen zu hohe Erwärmung nach Abschnitt 25 (auch Abschnitt 15.1.6),
- f) Schutz gegen Brandgefahr nach Abschnitt 25.1,
- g) Schutz vor sich bewegenden Teilen nach Abschnitt 26,
- h) Schutz vor Explosion und Implosion und gegen gefährliche Strahlung nach Abschnitt 27 und
- i) Gehörschutz nach Abschnitt 28.

Bei gegenüber Abschnitt 4.1 verschärften Umgebungsbedingungen gelten zusätzlich die zutreffenden Anforderungen nach Abschnitt 24.

Prüfung: Nach Abschnitt 5 (insbesondere Abschnitt 5.5) bzw. Abschnitt 6.

Anmerkung: **Nicht** zum Prüfumfang nach dieser Norm gehören Anforderungen bezüglich

- Funk-Entstörung (Anforderungen und Prüfungen siehe DIN VDE 0878 Teil 1 und Teil 2) und
- Rückwirkungen auf die Verbraucheranlage (hinsichtlich eines Gleichanteils im Fehlerstrom gilt DIN VDE 0100 Teil 510/06.87, Abschnitte 8.3 und 8.4; entspricht IEC 364-5-51).

5 Allgemeines zur Typprüfung (siehe Erläuterungen)

5.1 Grundsätzliches

5.1.1 Bei der Typprüfung sind die Grundregeln für Prüfungen nach DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 4, zu beachten. Die Prüfungen nach der vorliegenden Norm gehören zur Typprüfung, sofern nicht anders vermerkt.

5.1.2 Die Typprüfung dient zur Feststellung der bestimmungsgemäßen Konstruktion und Ausführung und der Aufdeckung grundsätzlicher Mängel. Die Typprüfung schließt eine Zerstörung des Prüflings nicht aus. (Aus: DIN VDE 0800 Teil 1/05.89.)

5.1.3 Die Typprüfung ist im Regelfall an einem einzelnen, neuen, der Serienfertigung entsprechenden Gerät durchzuführen; siehe auch Abschnitt 5.3.2.

5.1.4 Eine Übersicht der im Rahmen der Typprüfung nach dieser Norm durchzuführenden Teilprüfungen gibt Anhang A.

5.2 Grundbedingungen für die Typprüfung

5.2.1 Soweit für bestimmte Prüfvorgänge nach dieser Norm keine anderen Klimabedingungen gefordert werden, müssen diese während der Prüfung innerhalb des Innenfeldes I des Klimamodells DIN 50019 – R 12 liegen. (Siehe auch Abschnitt B.1.1.)

5.2.2 Sofern nach dieser Norm keine anderen Prüfbedingungen festgelegt sind und ein beträchtlicher Einfluß auf die Prüfergebnisse zu erwarten ist, sind die Prüfun-

gen mit der ungünstigsten Kombination von Versorgungsspannung und deren Frequenz, jedoch innerhalb der vom Hersteller angegebenen Betriebsbedingungen durchzuführen.

5.2.2.1 Zur Bestimmung des ungünstigsten Werts der Versorgungsspannung für eine Prüfung sind folgende Veränderlichen zu berücksichtigen:

- mehrere Bemessungs-(Nenn-)spannungen³⁾,
- die Grenzwerte eines Bemessungs-(Nenn-)spannungsbereichs,
- zulässige Abweichungen der Bemessungs-(Nenn-)spannung wie vom Hersteller angegeben, jedoch mindestens + 10 % und – 15 %.

Bei der Prüfung von Geräten nur für Gleichstrom ist der mögliche Einfluß der Polarität zu beachten.

5.2.2.2 Zur Bestimmung des ungünstigsten Werts der Frequenz der Versorgungsspannung für eine Prüfung sind verschiedene Bemessungs-(Nenn-)frequenzen innerhalb des angegebenen Bemessungs-(Nenn-)frequenzbereichs zugrunde zu legen (z. B. 50 Hz und 60 Hz), jedoch dürfen zulässige Abweichungen von der Bemessungs-(Nenn-)frequenz (z. B. 50 Hz $\pm$ 0,5 Hz) im Regelfall außer acht bleiben.

5.2.2.3 Für die Belastung im Gerät eingebauter Stromversorgungseinrichtungen gilt Abschnitt 5.4.3.9.

5.3 Typprüfung bei ungestörtem Betrieb⁵⁾

5.3.1 Das Gerät soll möglichst als Ganzes geprüft werden, wobei DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 4.3.1, zu beachten ist.

Die Prüfung von Geräteteilen ist dann zulässig, wenn eine Prüfung des gesamten Geräts wahrscheinlich zu verfälschten Prüfergebnissen führt.

An einzeln (nicht in Serie) gefertigten Geräten sind Prüfungen von Geräteteilen zulässig, wenn die Typprüfung des gesamten Geräts dessen Brauchbarkeit für seinen Betrieb mindern würde.

5.3.2 Zusätzlich sind Prüfungen einzelner Bauteile, Baugruppen oder Geräteteile von Seriengeräten vorzunehmen, wenn dies in dieser Norm gefordert wird.

5.3.3 Das Gerät ist nach Betriebsanleitung oder dergleichen in Gebrauchslage zu betreiben. Ist eine solche nicht beschrieben, ist das Gerät

- auf einer geschlossenen Unterlage, deren Fläche mindestens gleich der Bodenfläche des Geräts ist, und
 - mit einem Freiraum von mindestens 50 mm Tiefe hinter dem Gerät
- zu prüfen.

5.4 Typprüfung bei Fehlzuständen⁵⁾ (siehe Erläuterungen)

5.4.1 Prüfnachweis und Fehlernachbildung dürfen durch Messungen oder Rechnungen erbracht werden.

Durch Besichtigen des Geräts und seiner Schaltungsunterlagen ist die Anzahl der einzeln nachzubildenden Fehler auf das erforderliche Mindestmaß herabzusetzen.

Mit dem Fehlzustand einer Betrachtungseinheit braucht nicht gerechnet zu werden, wenn ihr KU-Wert⁵⁾ $\geq$ 6 ist.

5.4.2 Sind **Folgeschäden** durch Nachbildung von Fehlern zu erwarten, so dürfen Einzelprüfungen von Geräteteilen vorgesehen werden. Hierbei sind an den Schnittstellen möglicherweise Nachbildungen erforderlich, die nachgeschaltete Geräteteile ersetzen und verhindern, daß die Prüfauswirkungen verfälscht werden.

5.4.3 Gestörter Betrieb⁵⁾

Unter Beachtung von DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 4.3.2, sind die Fehler nach den Abschnitten 5.4.3.1 bis 5.4.3.9 zu betrachten und für den gestörten Betrieb erforderlichenfalls nachzubilden.

5.4.3.1 Versagen von Isolierungen in Form von festen Isolierstoffen und von Luft- und Kriechstrecken, wenn die Anforderungen nach den Abschnitten 11 bis 13 nicht eingehalten sind:

Fehler durch Überbrücken nachbilden.

5.4.3.2 Unterbrechung von Leitern, Leiterbahnen, Windungen, Verbindungen und dergleichen:

Fehler durch Auftrennen solcher Stromwege an geeigneter Stelle nachbilden.

Anmerkung zu den Abschnitten 5.4.3.1 und 5.4.3.2: Einzuschließen sind die Fehler an den Anschlußstellen von ankommenden und abgehenden Leitungen, ausgenommen Schutzleiter und Potentialausgleichsleiter.

5.4.3.3 Durchschlag von Funktionsstrecken:

Fehler durch Überbrücken der Anschlüsse nachbilden.

5.4.3.4 Unterbrechung von Funktionsstrecken:

Fehler durch Auftrennen der Stromwege an geeigneten Stellen nachbilden.

Anmerkung zu den Abschnitten 5.4.3.3 und 5.4.3.4: Funktionsstrecken sind z. B. Sperrschichten in einfachen oder integrierten Halbleitern, Kontaktöffnungen, Dielektrika in Kondensatoren, Schichten, Drähte und bedingt leitfähige Massen von Widerständen und dergleichen.

Je nach Einsatzfall sind Bauelemente auf Kurzschluß **und** Unterbrechung (z. B. Massenwiderstände), andere Bauelemente dagegen nur auf Kurzschluß **oder** Unterbrechung zu betrachten.

5.4.3.5 Ausfall von Hilfseinrichtungen, wie Kühlvorrichtungen, motorischen Antrieben und dergleichen:

Fehler durch Abschalten nachbilden.

5.4.3.6 Hemmung bewegter Teile:

Fehler durch mechanisches Anhalten der bewegten Teile und der Antriebsmotoren oder -magnete nachbilden.

5.4.3.7 Abdecken von Lüftungsöffnungen, sofern dies im Betrieb der Geräte vorkommen kann:

Fehler in geeigneter Weise nachbilden.

5.4.3.8 Unterbrechung der Stromversorgung:

Fehler durch Aus- und Einschalten nachbilden.

5.4.3.9 Stromversorgungseinrichtungen sind an ihren Ausgängen in der für sie durch Fehlzustände ungünstigsten Weise zu belasten.

5.4.4 Fehlerfall⁵⁾

Es sind die Fehler nach den Abschnitten 5.4.4.1 bis 5.4.4.3 zu betrachten und für den Fehlerfall erforderlichenfalls nachzubilden.

5.4.4.1 Versagen von Basisisolierung oder zusätzlicher Isolierung:

Fehler durch Überbrücken nachbilden.

³⁾ Fußnotentext siehe Seite 3.

⁵⁾ Begriff nach DIN VDE 0800 Teil 1.

5.4.4.2 Unterbrechung des Schutzleiters oder von Potentialausgleichsleitern mit einem KU-Wert < 6: Fehler durch Abklemmen nachbilden.

5.4.4.3 Ausfall von Bauelementen oder Verbindungen, mit denen eine Spannungs- oder Strombegrenzung nach DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 10, erreicht wird: Fehler durch Unterbrechen oder Überbrücken des jeweiligen Betriebsmittels nachbilden.

5.5 Bewertung der Prüfergebnisse

5.5.1 Die Typprüfung gilt als bestanden, wenn die Anforderungen nach Abschnitt 4 eingehalten sind; d.h., daß nach den Abschnitten 5, 19 bis 23 und 25 bis 28 alle im Rahmen der Typprüfung geforderten Teilprüfungen bestanden werden müssen, bei verschärften Umgebungsbedingungen auch die Prüfungen nach Abschnitt 24. (Siehe auch Anhang A.)

5.5.2 Bei Fehlzuständen (siehe Abschnitt 5.4) darf es an Bauelementen (z. B. Widerständen) zu Rauch, Glut und Flammen kommen. Benachbarte Bauteile dürfen in Mitleidenschaft gezogen werden; Lichtbögen dürfen nicht stehenbleiben. Brände dürfen sich nicht ausbreiten können. (Siehe DIN VDE 0160/05.88 Abschnitt 5.2.3.2.)

6 Allgemeines zur Stückprüfung (siehe Erläuterungen)

6.1 Bei der Stückprüfung sind die Grundregeln für Prüfungen nach DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 4, zu beachten.

Die **Stückprüfung** dient der Feststellung der bestimmungsgemäßen Herstellung und muß zerstörungsfrei sein (aus: DIN VDE 0800 Teil 1/05.89).

6.2 Vom Hersteller ist zum geeigneten Zeitpunkt der Fertigung zu prüfen, daß

- die sichere Trennung und der Schutz gegen gefährliche Körperströme an den jeweils vorgesehenen Stellen vorhanden ist,
- der Schutzleiter (PE oder FPE), seine Anschlußstelle und als Schutzleiter dienende Konstruktionsteile ihre Funktion erfüllen und
- Schutzeinrichtungen mit den vorgesehenen Werten übereinstimmen.

6.3 Die Prüfspannungen dürfen die Werte nach Tabelle 10 nicht übersteigen.

6.4 Schädigung durch Teilentladungen bei Stückprüfungen

Es ist ein Prüfverfahren zu wählen, das hinsichtlich

- Art der Prüfspannung (Wechselspannung, Gleichspannung oder Stoßspannung),
- Höhe der Prüfspannung und
- Dauer des Anlegens der Prüfspannung

die geringste Wahrscheinlichkeit aufweist, daß Isolierungen oder Bauteile durch Teilentladungen (siehe Abschnitt 22.4) bei der Stückprüfung beschädigt werden.

Dies gilt besonders, wenn Spannungsprüfungen im Laufe der Fertigung wiederholt werden, z. B. für ein Bauteil, für eine Leiterplatte mit demselben Bauteil und für ein Gerät mit derselben Leiterplatte und demselben Bauteil.

Anmerkung: Für kritische Fälle wird empfohlen, während der Geräteentwicklung durch Messung der Teilentladungen nach Abschnitt 22.4 an Mustern fest-

zustellen, wie das Prüfverfahren für die Stückprüfung durch den Hersteller durchzuführen ist.

7 Allgemeines zum Schutz gegen gefährliche Körperströme

7.1 Die Anforderungen nach den Abschnitten 7 bis 9 gelten für alle in und an den Geräten vorkommenden Spannungen.

7.2 Die Spannungen bzw. Ströme sind hinsichtlich Frequenz und Schwingungsformen nach DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 5, zu bewerten und den Bemessungsklassen nach den Tabellen 1 und 2 derselben Norm zuzuordnen.

Anmerkung: Die Bemessungsspannungen zum Bemessen der Luftstrecken, der Kriechstrecken, der festen Isolierungen sowie zum Festlegen der Höhe der Prüfspannungen werden nach anderen Regeln bestimmt, siehe Abschnitte 10 bis 13 und 20.

7.3 Stromkreise, die im ungestörten Betrieb in der Bemessungsklasse⁶⁾ 1A, 1B oder 2 liegen, gelten als Stromkreise der Bemessungsklasse 3, wenn sie gegen andere Stromkreise der Bemessungsklasse 3 nicht sicher getrennt sind. Siehe auch DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 9.6.

7.4 Wenn in Sonderfällen für den Nachweis des Schutzes bei indirektem Berühren die Prüfungen nach der vorliegenden Norm nicht ausreichen, ist nach DIN VDE 0800 Teil 8 vorzugehen.

8 Schutz gegen gefährliche Körperströme durch direktes Berühren (siehe Erläuterungen)

8.1 Grundsätzliches

8.1.1 Die Anforderungen gelten nach Maßgabe von DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Tabelle 3.

8.1.2 Die Anforderungen gelten auch dann, wenn die Geräte je nach Ausbau nicht voll bestückt sind, z. B. mit Baugruppen oder Leiterplatten.

8.1.3 Die für den vollständigen Schutz nach den Abschnitten 8.2 und 8.3 erforderlichen Isolierungen müssen für die Bemessungsklasse 2 wie Basisisolierungen und für die Bemessungsklasse 3 wie verstärkte Isolierungen nach den Abschnitten 10 bis 13 bemessen sein.

Die für den „reduzierten Schutz“ nach den Abschnitten 8.4 und 8.5 verwendeten Isolierungen brauchen den Anforderungen an Basisisolierungen nicht zu genügen.

8.1.4 Für Leitungen und Anschlüsse gelten die Abschnitte 15 und 16.

8.1.5 Für den Schutz elektrotechnisch unterwiesener Personen und Elektrofachkräfte gegen direktes Berühren aktiver Teile in der Nähe von Betätigungselementen gilt zusätzlich DIN VDE 0106 Teil 100.

8.1.6 Für Beschriftung und Kennzeichnung gelten die Abschnitte 18.1 h) und 18.2.

8.2 Schutz durch Isolieren (vollständiger Schutz)

Aktive Teile müssen vollständig von Isolierstoff um-

⁶⁾ Begriff und Nennwerte nach DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitte 2.17 und 5.

geschlossen sein, der nur durch Zerstören entfernt werden kann.

Prüfung: Besichtigen und prüfen nach den Abschnitten 19 bis 23, soweit zutreffend.

8.3 Schutz durch Umhüllen oder Abdecken (vollständiger Schutz)

8.3.1 Der Schutz ist erreicht, wenn die Umhüllung oder Abdeckung jedes Berühren aktiver Teile wirksam und dauerhaft verhindert, wobei die Beanspruchungen im bestimmungsgemäßen Betrieb zu berücksichtigen sind. Im einzelnen gelten zusätzlich die Abschnitte 8.3.1.1 und 8.3.1.2.

Prüfung: Besichtigen und prüfen nach Abschnitt 19.

8.3.1.1 Aktive Teile der Bemessungsklassen 2 und 3 dürfen von allen Außenflächen aus mit dem Prüffinger nach DIN VDE 0470 Teil 1 (entspricht IEC 529) nicht erreichbar sein.

Prüfung: Mit dem Prüffinger prüfen und die berührbaren Spannungen messen.

8.3.1.2 Aktive Teile der Bemessungsklasse 1B, 2 oder 3 dürfen senkrecht von oben mit der Prüfkette nach DIN VDE 0860/05.89, Bild 5 (entspricht IEC 65), nicht erreichbar sein.

Prüfung: Mit der Prüfkette prüfen und die berührbaren Spannungen messen.

Anmerkung: Auch Überschlänge von den aktiven Teilen zum Prüffinger oder zur Prüfkette bei höheren Spannungen der Bemessungsklasse 3 gelten als „berührbare Spannung“.

8.3.2 Das Entfernen oder Öffnen von Abdeckungen darf nur unter einer oder mehreren Bedingungen nach den Abschnitten 8.3.2.1 bis 8.3.2.3 möglich sein.

8.3.2.1 Die Abdeckung kann nur mit Werkzeug oder Schlüssel entfernt oder geöffnet werden. Ausnahme siehe Abschnitt 8.3.3.

8.3.2.2 Die Spannung an aktiven Teilen, die nach Entfernen oder Öffnen einer Abdeckung ohne Werkzeug oder Schlüssel berührt werden können, ist vorher zwangsläufig abgeschaltet worden.

Anmerkung: Gegebenenfalls müssen dabei Kondensatoren entladen werden.

8.3.2.3 Es sind innere Abdeckungen vorhanden, die die aktiven Teile so abdecken, daß sie nicht berührt werden können, wenn die äußere Abdeckung entfernt oder geöffnet wird. Die inneren Abdeckungen müssen die Anforderungen nach Abschnitt 8.3.2.1 erfüllen. Sie dürfen sich beim Entfernen oder Öffnen der äußeren Abdeckung über die aktiven Teile schieben.

8.3.2.4 Prüfung zu den Abschnitten 8.3.2.1 bis 8.3.2.3: Besichtigen, mit dem Prüffinger prüfen und berührbare Spannungen messen.

8.3.3 Ohne Werkzeug oder Schlüssel dürfen Abdeckungen entfernt oder geöffnet werden können, wenn durch die Teile, an denen gelegentlich gearbeitet werden muß, zugänglich sind (z. B. Potentiometer, Relais, Lampen, Sicherungseinsätze und dergleichen). Jedoch müssen benachbarte aktive Teile mit Spannungen der Bemessungsklasse 3 durch Isolierungen, Abdeckungen oder Umhüllungen geschützt sein.

Prüfung: Besichtigen, mit dem Prüffinger prüfen und berührbare Spannungen messen.

8.4 Für aktive Teile mit Strömen oder Spannungen der **Bemessungsklasse 1B** (oder 1A) genügt Isolierung ohne die Einhaltung besonderer Anforderungen („reduzierter Schutz“). Auch Überzüge aus Lack oder Emaille reichen dafür aus; siehe Abschnitt 13.4.5.1 a).

8.5 Für aktive Teile mit Strömen oder Spannungen der **Bemessungsklasse 1B** (oder 1A) genügen Abdeckungen oder Umhüllungen ohne die Einhaltung besonderer Anforderungen („reduzierter Schutz“). Die Anforderungen nach Abschnitt 8.3.3 gelten hierfür nicht.

9 Schutz gegen gefährliche Körperströme im Fehlerfall (indirektes Berühren)

Nachahmen von Fehlerfällen bei der Typprüfung siehe Abschnitt 5.4.4.

9.1 Allgemeines

9.1.1 Für die Schutzmaßnahmen gilt DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 8.

9.1.2 Außerdem gilt

- für Geräte der Schutzklasse I der Abschnitt 9.2,
- für Geräte der Schutzklasse II der Abschnitt 9.3,
- für Stromkreise mit Kleinspannungen SELV oder PELV⁵⁾ der Abschnitt 9.4.

9.2 Zusätzliche Anforderungen an Geräte der Schutzklasse I

9.2.1 Die **Körper**⁵⁾ eines Geräts, die im Fehlerfall⁵⁾ eine Spannung der Bemessungsklasse 3 annehmen können, müssen mindestens durch Basisisolierung von aktiven Teilen getrennt und an einen Schutzleiter (PE oder FPE) entweder direkt oder indirekt durch Konstruktionsteile oder andere Verbindungen angeschlossen sein.

Sicher isolierte Teile von Baueinheiten nach Schutzklasse II oder **Teile mit Kleinspannung SELV oder PELV** brauchen gegen Körper nicht isoliert zu sein. Leitfähige Bodenplatten von Geräten gelten als Körper.

Anmerkung: Zur Verwendung von Konstruktionsteilen und anderen Verbindungen als Schutzleiter (PE oder FPE) siehe DIN VDE 0800 Teil 2/07.85, Abschnitt 6.3.4.

9.2.2 Der Widerstand zwischen dem Körper eines Geräts und dem Schutzleiteranschluß im oder am Gerät darf

- 0,2 Ω bei gegeneinander beweglichen Verbindungsteilen, z. B. Schleifringe, und
- 0,1 Ω bei gegeneinander unbeweglichen Verbindungsteilen, z. B. Schweißung, Nietung oder Verschraubung,

nicht überschreiten.

Prüfung: Aus einer Spannungsquelle mit Leerlaufspannung bis 12 V, 50 Hz ist während 1 bis 2 s ein Strom mit 1,5fachem Wert des Nennstroms, jedoch mindestens 25 A von der Schutzleiterklemme des Geräts oder dem Schutzkontakt des Gerätesteckers nacheinander zu jedem Körper zu leiten.

Der Widerstand ist aus den gemessenen Werten des Spannungsfalls und des Stroms zu ermitteln, wobei der Widerstand der Meßleitungen und der Übergangswiderstand des Meßstifts zu berücksichtigen sind.

9.2.3 Werden im Gerät zu dessen Schutz Überstrom-Schutzeinrichtungen eingesetzt, so gelten die Abschnitte 9.2.3.1 und 9.2.3.2.

⁵⁾ Begriff nach DIN VDE 0800 Teil 1.

9.2.3.1 Überstrom-Schutzeinrichtungen sind nur in den Außenleitern vorzusehen, wenn das Gerät entweder fest oder mit polunverwechselbaren Steckvorrichtungen an die Verbraucheranlage angeschlossen wird.

9.2.3.2 Wird das Gerät polverwechselbar – zwischen Neutralleiter (N) und Außenleiter (L) – mit der Verbraucheranlage verbunden,

- muß entweder im Neutralleiter und im Außenleiter je eine Überstrom- Schutzeinrichtung vorgesehen sein oder es
- müssen die Verbindungen zwischen einer – einzigen – Überstrom- Schutzeinrichtung und der Last doppelt oder verstärkt gegen Körper isoliert sein.

(Siehe Erläuterungen.)

9.2.4 Die Isolierungen müssen nach den Abschnitten 10 bis 13 bemessen sein.

9.2.5 Bei Geräten oder Geräteteilen, die ausschließlich zum Einbau, z. B. in Schränke oder Gestelle, vorgesehen sind – siehe auch Abschnitt 16.4.7 –, darf auf einen Schutzleiteranschluß verzichtet sein, wenn

- die Körper untereinander und mit der übergeordneten Baueinheit verbunden sind, wobei die KU-Werte der Verbindungen ≥ 3 sein müssen, **und**
- die übergeordnete, größere Baueinheit, z. B. Schrank oder Gestell, einen Schutzleiteranschluß hat **und**
- die Widerstandsanforderungen nach Abschnitt 9.2.2 erfüllt sind.

9.2.6 Schutzleiterverbindungen dürfen nicht unterbrochen sein, wenn aus dem Gerät Teile, z. B. Leiterplatten, herausgenommen oder nicht eingesetzt sind (es sei denn, das Gerät ist von der Verbraucheranlage getrennt).

9.2.7 Der Schutzleiteranschluß, an den der Schutzleiter (PE) einer Anschlußleitung anzuschließen ist oder an den der Errichter einer Anlage den Schutzleiter anzuschließen hat, muß gekennzeichnet sein mit $\perp$ Graphisches Symbol DIN 30600 – 01545 – B „Schutzleiter, Schutzterde“ (entspricht IEC 417(5019); Kennzeichnung am Gerät nach DIN 40011).

Der Schutzleiteranschluß darf nicht zur Befestigung anderer Teile mitverwendet sein.

9.2.8 Flexible Anschlußleitungen zur Verbraucheranlage müssen einen Schutzleiter (PE) führen **und**

- als PVC-isolierte Leitung einer Norm der Reihe DIN VDE 0281 (entspricht IEC 227) oder
- als gummi-isolierte Leitung einer Norm der Reihe DIN VDE 0282 (entspricht IEC 245) oder
- als Sonderleitung Anforderungen, die den genannten Normen gleichwertig sind, entsprechen.

9.2.9 Steckvorrichtungen – auch Gerätesteckdosen nach Abschnitt 16.4.4.3 – für flexible Anschlußleitungen zur Verbraucheranlage müssen Schutzkontakte haben, an denen Schutzleiter (PE) angeschlossen sein müssen.

9.3 Zusätzliche Anforderungen an Geräte der Schutzklasse II

9.3.1 Berührbare leitfähige Teile müssen sicher isolierte Teile sein. Gefordert wird doppelte oder verstärkte Isolierung zu aktiven Teilen mit Spannungen der Bemessungsklasse 3.

Bodenplatten von Geräten gelten als berührbar.

9.3.2 Doppelte oder verstärkte Isolierungen dürfen durch einzelne Bauelemente oder Bauelementekombina-

tionen nicht überbrückt werden, es sei denn, die Bauelemente zwischen aktiven und sicher isolierten Teilen hätten in der Summe einen KU-Wert ≥ 6 . (Siehe DIN VDE 0800 Teil 8/05.89, Abschnitt 3.)

9.3.3 Die zusätzliche Isolierung muß für die höchste Spannung bemessen sein, die im Fehlerfall bei Überbrückung einer Basisisolierung am I-Teil anliegen kann, siehe Bild 1. (Siehe Erläuterungen.)

9.3.4 Enthält ein Gerät mehrere leitfähige I-Teile, brauchen diese untereinander nicht verbunden zu sein, siehe Bild 1.

Anmerkung: Mit diesen Anforderungen wird die fehlerhafte Überbrückung einer Basisisolierung durch eine intern erzeugte Überspannung berücksichtigt.

9.3.5 Die Isolierungen müssen nach den Abschnitten 10 bis 13 bemessen sein.

9.3.6 Funktionserdung

9.3.6.1 Leitfähige sicher isolierte Teile dürfen mit einem Funktionserdungsleiter (FE) verbunden sein. Kennzeichnung der Anschlußstelle mit $\perp$ Graphisches Symbol DIN 30600 – 01544 – B „Erde“ (entspricht IEC 417(5017); Kennzeichnung am Gerät nach DIN 40011); siehe Abschnitt 18.7.

9.3.6.2 Funktionserdungsleiter (FE) und daran angeschlossene Teile müssen von aktiven Teilen mit Spannungen der Bemessungsklasse 3 durch doppelte oder verstärkte Isolierung getrennt sein.

9.3.7 Kennzeichnung der Geräte

9.3.7.1 Geräte der Schutzklasse II müssen – vorzugsweise am Typschild – gekennzeichnet sein mit $\square$ Graphisches Symbol DIN 30600 – 00154 – B „Schutzisolierung, elektrisch“ (entspricht IEC 417(5172); Kennzeichnung am Gerät nach DIN 40014).

9.3.7.2 Dies gilt auch dann, wenn das Gerät einen Schutzleiteranschluß hat, um

- Schutzleiter (PE oder FPE) zu Steckdosen am oder im Gerät zu führen oder
- Funktionserdungsleiter (FE), z. B. zur Erdung von Überspannungsableitern, anzuschließen; siehe Bild 2.

Anmerkung: Das Symbol $\square$ ist **nicht** zulässig, wenn innerhalb des Geräts eine Schutzmaßnahme mit Abschaltung durch einen von außen herangeführten Schutzleiter (PE oder FPE) angewendet wird; es handelt sich dann nämlich um ein Gerät der Schutzklasse I, für das die Anforderungen nach Abschnitt 9.2 gelten. (Siehe Erläuterungen.)

9.3.8 Flexible Anschlußleitungen zur Verbraucheranlage

9.3.8.1 Die Leitungen müssen

- als PVC-isolierte Leitung einer Norm der Reihe DIN VDE 0281 (entspricht IEC 227) oder
- als gummi-isolierte Leitung einer Norm der Reihe DIN VDE 0282 (entspricht IEC 245) oder
- als Sonderleitung Anforderungen, die den genannten Normen gleichwertig sind, entsprechen.

9.3.8.2 Die Leitungen müssen Stecker tragen, die in Schutzkontakt- Steckdosen passen.

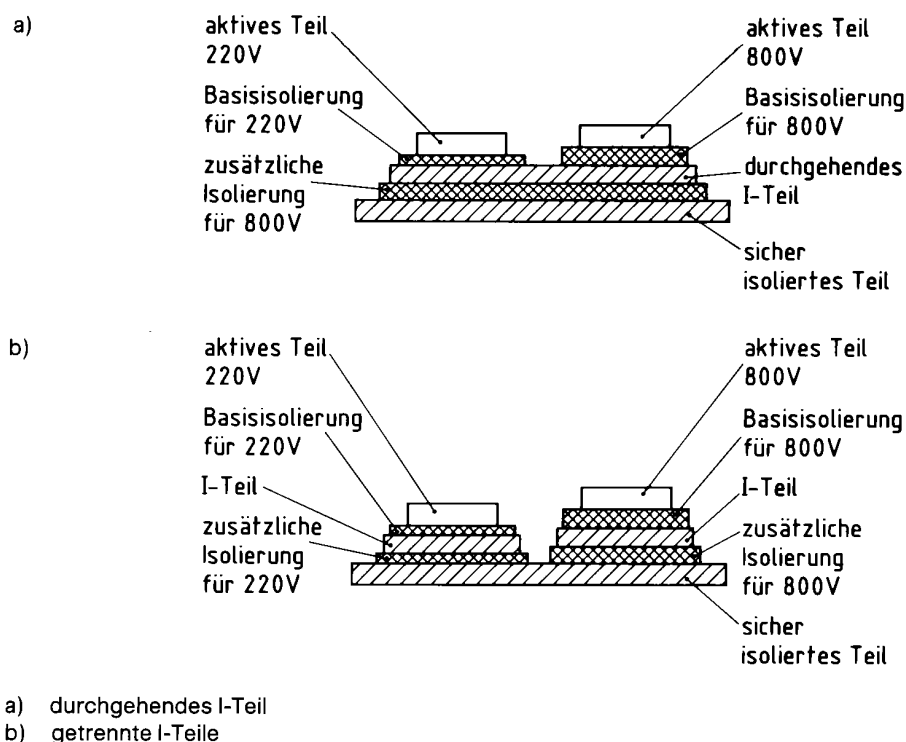
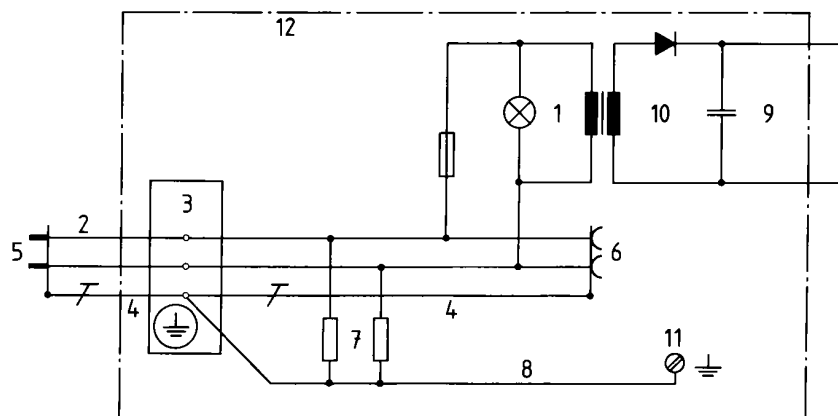


Bild 1. Beispiele des Aufbaus einer doppelten Isolierung für sicher isolierte Teile



- 1 Transformator-Primärseite, Lampe, Sicherung und dergleichen
- 2 Anschlußleitung zur Verbrauchieranlage
- 3 Anschlußklemmen zur Verbrauchieranlage
- 4 Schutzleiter (PE oder FPE; Kennzeichnung: grün-gelb)
- 5 Schutzkontakt-Stecker
- 6 Schutzkontakt-Steckdose
- 7 Bauelement mit KU-Wert ≥ 6
- 8 Funktionserdungsleiter (FE; Kennzeichnung: z.B. gelb-schwarz), Anschluß einsatzbedingt wahlweise an 4 oder 11 oder 4 und 11

- 9 Fernmeldeteile, berührbar
- 10 Transformator-Sekundärseite, Gleichrichter, Kondensator und dergleichen
- 11 Anschluß für einen Funktionserdungsleiter (FE)
- 12 Gehäuse, darf leitend mit 11 verbunden sein

Doppelte bzw. verstärkte Isolierung ist erforderlich:

zwischen Nr	und Nr
1, 2, 3, 5, 6	4, 8, 9, 10, 11, 12

Bild 2. Beispiel eines Geräts mit sicher isoliertem Gehäuse und mit Schutzleiter nach Abschnitt 9.3.7.2

9.3.8.3 Enthalten die Leitungen einen Schutzleiter (PE), muß dieser an die Schutzkontakte des Steckers angeschlossen sein.

9.3.9 Als Gerätestecker am Gerät dürfen nur genormte Bauarten nach Abschnitt 16.4.4.3 angebracht sein.

9.4 Zusätzliche Anforderungen an Stromkreise mit Kleinspannungen SELV oder PELV⁵⁾ (sichere Trennung)

Anmerkung: Stromkreise mit Kleinspannungen SELV oder PELV umfassen die Bemessungsklassen 1A, 1B und 2, siehe DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 9.1.

9.4.1 Sichere Trennung erfordert doppelte oder verstärkte Isolierung zwischen den jeweiligen Stromkreisen.

9.4.2 Die sichere Trennung von allen Stromkreisen der Bemessungsklasse 3 ist vorzusehen für Stromkreise mit Kleinspannung SELV oder PELV,

- die direkt berührt werden können (zulässig bei Stromkreisen der Bemessungsklasse 1A oder 1B) oder
- die gegen direktes Berühren eine Basisisolierung haben (erforderlich bei Stromkreisen der Bemessungsklasse 2, wahlweise bei Stromkreisen der Bemessungsklasse 1A oder 1B).

9.4.3 Die sichere Trennung ist nicht erforderlich, wenn alle Stromkreise wie solche der Bemessungsklasse 3 behandelt werden und in eine Schutzmaßnahme mit oder ohne Abschaltung einbezogen sind (siehe Abschnitt 7.3).

9.4.4 Für die Erzeugung der Kleinspannung SELV oder PELV muß DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 9.2 oder 10.1, eingehalten werden.

9.4.5 Für die sichere Trennung von Stromkreisen durch Luft- und Kriechstrecken gelten die Abschnitte 11.2.2, 12.4.4 und 12.4.5. Für die sichere Trennung von Leitungen gilt Abschnitt 15.2.1, siehe auch DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 9.4.

9.4.6 Die sichere Trennung darf durch Fehler beim Einsetzen, Entfernen oder Vertauschen steckbarer Baugruppen oder Leiterplatten nicht aufgehoben werden.

9.4.7 Die sichere Trennung darf durch mechanische Fehler nicht aufgehoben werden, z. B. Bruch eines Leiters, Lösen eines Anschlusses oder einer Verbindung.

9.4.8 Hat ein Gerät mehrere Stromkreise mit Kleinspannungen SELV oder PELV, die gleichzeitig berührbar sind, darf die Spannung zwischen berührbaren Teilen die Grenzwerte der Bemessungsklasse 2 auch bei einem Fehler an den Isolierungen oder Verbindungen der Stromkreise mit Kleinspannungen SELV oder PELV untereinander nicht überschreiten; für Kriechstrecken siehe Abschnitt 12.4.6.2.

9.4.9 Prüfung nach DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 6.2 und Bild 2.

10 Isolierungen (siehe Erläuterungen)

Luftstrecken, Kriechstrecken und feste Isolierungen sind nach den Abschnitten 11 bis 13 zu bemessen.

Die Isolierungen müssen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch der Geräte den mechanischen, thermischen und klimatischen Beanspruchungen standhalten.

Anmerkung: Luftstrecken, Kriechstrecken und feste Isolierungen können konstruktiv voneinander abhängig sein und gegenseitig ihre Bemessung beeinflussen. KU-Werte von Isolierungen siehe DIN VDE 0800 Teil 9.

11 Luftstrecken (siehe Erläuterungen)

11.1 Bemessen der Luftstrecken

Beim Bemessen der Luftstrecken sind zu berücksichtigen:

- die Spitzenwerte der zu erwartenden Spannungsbeanspruchungen, siehe Abschnitt 11.2, **und**
- die mechanische Beanspruchung der Spannung führenden Teile, siehe Abschnitt 11.3, **und**
- der Verschmutzungsgrad, siehe Abschnitt 12.2.

Der sich aus diesen Anforderungen ergebende Abstand – gegebenenfalls durch Summenbildung – bestimmt den Mindestwert der Luftstrecke nach Tabelle 3.

11.2 Bemessen der Luftstrecken nach Spannungsbeanspruchung

Anmerkung: Spannungen mit Scheitelwerten < 327 V können Luftstrecken nicht durchschlagen. Für solche Spannungen erübrigen sich Bemessungsregeln.

Das Gerät muß **spannungsfest** sein gegen

- a) von außen kommende Schalt- oder Blitz-Überspannungen (siehe Abschnitte 3.4.4 und 3.4.5); Bemessungs- und Prüfspannung nach den Tabellen 1 und 2;
- b) intern erzeugte Betriebsspannungen; als Bemessungs- und Prüfspannung gilt
 - für Basisisolierung oder zusätzliche Isolierung der **1fache** Wert und
 - für verstärkte Isolierung der **1,6fache** Wert der jeweiligen Betriebsspannung;
- c) die von außen zugeführten Versorgungsspannungen, sofern nicht mit Spannungen nach Aufzählung a) oder b) zu rechnen ist.

11.2.1 Überspannungen an den Geräteanschlüssen

11.2.1.1 Für die Stoßspannungsfestigkeit der Luftstrecken zwischen leitfähigen Teilen, die mit dem **Versorgungsstromkreis** (z. B. der Verbraucheranlage) verbunden sind, gilt Tabelle 1.

Die **Überspannungskategorien⁴⁾** berücksichtigen die transienten Überspannungen (Schalt-Überspannungen und Blitz-Überspannungen), die auf den Leitungen des Verteilungsnetzes und der Verbraucheranlage (Begriffe nach DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Abschnitt A.1) entstehen und an den Geräteanschlüssen zu erwarten sind. Es gilt folgende Zuordnung der Geräte und Überspannungskategorien⁴⁾ (siehe Erläuterungen):

- a) Der **Überspannungskategorie I** dürfen Geräte mit Anschlüssen zur Stromversorgung durch Kleinspannung, z. B. aus vom Gerät getrennter Batterie oder aus Gleichrichtern, zugeordnet werden.
- b) Der **Überspannungskategorie II** sind Geräte zuzuordnen, die zum Anschluß an übliche Versorgungsstromkreise (z. B. an Verbraucheranlagen hinter

⁴⁾ Fußnotentext siehe Seite 4.

⁵⁾ Begriff nach DIN VDE 0800 Teil 1.

Tabelle 1. **Erforderliche Stoßspannungsfestigkeit der Luftstrecken (Bemessungs- und Prüfspannung) zwischen aktiven, mit einem Versorgungsstromkreis verbundenen Teilen und Körpern, sicher getrennten Teilen oder dergleichen zur sicheren Trennung** (Prüfung siehe Abschnitt 22.3; siehe auch Erläuterungen)

	Wechsel- oder Gleichspannung des Versorgungsstromkreises (z. B. der Verbraucheranlage) ¹⁾ V bei Überspannungskategorie ³⁾				Steh-Stoßspannung $\hat{U}_{1,2/50}$ kV (Bemessungs- und Prüfspannung) ²⁾	
	I	II ⁴⁾	III	IV	Basisisolierung oder zusätzliche Isolierung	Verstärkte Isolierung
Gleichspannung	60	—	—	—	0,5	—
	120	—	—	—	0,8	—
Wechselspannung	—	120/240	—	—	1,5	2,5
	—	230/400	120/240	—	2,5	4
	—	—	230/400	120/240	4	6
	—	—	400/690	230/400	6	10
	—	—	—	400/690	8	12
¹⁾ Begriff nach DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Abschnitt A.1. ²⁾ Blitzstoßspannung 1,2/50 nach DIN VDE 0432 Teil 2 (entspricht IEC 60-2; siehe Anhang E). ³⁾ Bisher auch: „Einsatzklasse“ oder „Überspannungsklasse“. ⁴⁾ Überspannungskategorie II gilt auch für die sichere Trennung von Stromkreisen im Gerät.						

Anmerkung 1: Die heute noch z.B. im industriellen Bereich gebräuchlichen 500-V-Verbraucheranlagen sind wie 400/690-V-Verbraucheranlagen zu betrachten. Für 277/480-V-Industrie-Verbraucheranlagen — gebräuchlich vor allem in USA — gelten die Bemessungs- und Prüfwerte für die Steh-Stoßspannungen wie für 230/400-V-Verbraucheranlagen.

Die Werte 230/400 V nach DIN IEC 38 schließen die (noch) üblichen Werte 220/380 V und 240/415 V ein.

Tabelle 2. **Erforderliche Stoßspannungsfestigkeit der Luftstrecken (Bemessungs- und Prüfspannung) zwischen aktiven, mit dem Fernmeldenetz oder anderen äußeren Stromkreisen verbundenen Teilen und Körpern, sicher getrennten Teilen oder dergleichen** (Prüfung siehe Abschnitt 22.3; siehe auch Erläuterungen)

Nennspannung U des Fernmeldenetzes oder des äußeren Stromkreises ¹⁾		Steh-Stoßspannung $\hat{U}_{1,2/50}$ kV (Bemessungs- und Prüfspannung) ²⁾	
Wechselspannung	Gleichspannung	Basisisolierung oder zusätzliche Isolierung	Verstärkte Isolierung
≤ 50 V (Bemessungsklasse 1A, 1B oder 2)	≤ 120 V	1,5 siehe ³⁾	—
> 50 V (Bemessungsklasse 3)	> 120 V	2,5	siehe ⁴⁾
¹⁾ Z. B. auch an das Gerät angeschlossenes Bauteil wie Steuerrelais. Zuordnung der Rufspannung zur Bemessungsklasse 2 nach DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Abschnitt 9.1.5. ²⁾ Blitzstoßspannung 1,2/50 nach DIN VDE 0432 Teil 2 (entspricht IEC 60-2; siehe Anhang E). ³⁾ Nach CCITT darf statt $\hat{U}_{1,2/50}$ eine Stoßspannung $\hat{U}_{10/700}$ angewendet werden (siehe Anhang E). ⁴⁾ Es gelten die Werte nach Tabelle 1 für verstärkte Isolierung bei Überspannungskategorie II und der jeweiligen Nennspannung des Versorgungsstromkreises (z. B. der Verbraucheranlage).			

Anmerkung 2: Die Tabellen 1 und 2 berücksichtigen die Einflüsse von Blitz-Überspannungen (siehe Abschnitt 3.4.5). Darüber hinaus deckt Tabelle 1 die — im allgemeinen häufigeren — Schalt-Überspannungen ab. Höhere als in den Tabellen 1 und 2 genannte Überspannungen sind nicht ausgeschlossen, sie treten jedoch selten und vor allem gebietsweise begrenzt auf (Gewitterhäufigkeit).

Überspannungen lassen sich gezielt durch Überspannungsableiter im Verteilungsnetz bzw. in der Verbraucheranlage (Begriffe nach DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Abschnitt A.1, statt „Netz“) unter die Bemessungs- und Prüfwerte für die Stoßspannungen nach Tabelle 1 oder 2 herabsetzen. Siehe die Normen der Reihe DIN VDE 0675 (entspricht IEC 99) und DIN VDE 0845 Teil 1.

Tabelle 2 berücksichtigt die CCITT-Empfehlungen; siehe Anhang E.

Stockwerksverteilern) vorgesehen sind und für die die übliche Verfügbarkeit ausreicht.

- c) Der **Überspannungskategorie III** sind Geräte zuzuordnen, die entweder wegen höherer Stromaufnahme an übliche Versorgungsstromkreise (z. B. an Verbraucheranlagen) nicht angeschlossen werden können oder auf deren Verfügbarkeit erhöhter Wert gelegt wird.
- d) Der **Überspannungskategorie IV** sind Geräte in Sonderfällen zuzuordnen, z. B. wenn sie direkt über einen Hausanschluß aus dem öffentlichen Verteilungsnetz oder über einen Hauptverteiler aus einem industriellen Verteilungsnetz gespeist werden. (Siehe DIN VDE 0100 Teil 200/07.85, Bild A.1.)

Anmerkung: Bezug der Anforderungen nach dieser Norm auf die Überspannungskategorien siehe Abschnitt 4.2.

11.2.1.2 Für die Stoßspannungsfestigkeit der Luftstrecken zwischen leitfähigen Teilen, die mit dem **Fernmelde-Netz oder anderen äußeren Stromkreisen** verbunden sind, gilt Tabelle 2.

11.2.2 Luftstrecken zum Schutz gegen gefährliche Körperströme und zur sicheren Trennung

Mindestluftstrecken siehe Tabelle 3, wobei die Bemessungsspannungen zu ermitteln sind aus

- den Steh-Stoßspannungen nach Tabelle 1 für Geräteanschlüsse zum **Versorgungsstromkreis** (z. B. zur Verbraucheranlage) **und**
- den Steh-Stoßspannungen nach Tabelle 2 für Geräteanschlüsse zum **Fernmeldenetz** oder zu **anderen äußeren Stromkreisen und**
- den **intern** erzeugten Betriebsspannungen nach Abschnitt 11.2 b) (siehe auch Abschnitt 22.1.1, Anmerkung 2) **und**
- den von außen zugeführten **Versorgungsspannungen nach Abschnitt 11.2 c).**

11.2.3 Luftstrecken für Betriebsisolierung

Die Bemessungsspannungen für Luftstrecken zur Betriebsisolierung sind abhängig von

- den von außen zugeführten Versorgungsspannungen,
- den im Gerät erzeugten Betriebsspannungen (Funktions- oder Schalt-Überspannungen) und
- der zu erwartenden Schalt- oder Blitz-Überspannung.

Der höchste zu erwartende Spitzenwert bestimmt nach Tabelle 3 die Luftstrecke.

11.3 Bemessen der Luftstrecken nach mechanischer Beanspruchung

Die Luftstrecken müssen den mechanischen Beanspruchungen des bestimmungsgemäßen Gebrauchs standhalten, ohne daß die Mindestwerte nach Abschnitt 11.2 unterschritten werden.

12 Kriechstrecken (siehe Erläuterungen)

12.1 Bemessen der Kriechstrecken

Die Kriechstrecken müssen nach Tabelle 4 bemessen sein. Dabei sind zu berücksichtigen:

- als Bemessungsspannung der **Effektivwert** der an den Elektroden der Kriechstrecke anliegenden Spannung (bei nichtsinusförmigem Spannungsverlauf ist für die Effektivwertmessung eine Integrationszeit von etwa 100 ms zugrunde zu legen), siehe Abschnitt 12.4, **und**
- die Kriechstromfestigkeit der Isolierstoffe, siehe Abschnitt 12.3, **und**
- der zulässige Verschmutzungsgrad der Kriechstrecken, siehe Abschnitt 12.2.

Für das Bemessen der Kriechstrecken für **Betriebs-, Basis- oder zusätzliche Isolierung** gelten die einfachen Werte des jeweils ermittelten Abstands, für **verstärkte Isolierung** die doppelten Werte.

Wenn der aus Tabelle 4 abgelesene Wert einer Kriechstrecke kleiner ist als die zugehörige Luftstrecke nach Abschnitt 11.1, muß die Kriechstrecke mindestens gleich der Luftstrecke sein.

12.2 Verschmutzungsgrade

12.2.1 Fernmeldegeräte müssen für Verschmutzungsgrad 1 ausgelegt sein, um die Grundanforderung zum Betrieb in sauberen und trockenen Räumen zu erfüllen, siehe Abschnitt 4.1.

Sind Fernmeldegeräte für Räume mit höherer Verschmutzung bestimmt, gilt Abschnitt 12.2.2; siehe auch Abschnitt 24.1.2.

Für die Verschmutzungsgrade im Inneren von Geräten und deren Beeinflussung gilt Abschnitt 12.2.3.

In allen Einzelfällen gilt jedoch Abschnitt 12.2.4 mit Tabelle 5.

12.2.2 Verschmutzungsgrade für Räume

Zu den Umgebungsbedingungen von Räumen und zu den Verschmutzungsgraden siehe auch Anhang B.

12.2.2.1 Die Verschmutzungsgrade und damit die Umgebungsbedingungen für Räume werden nach Tabelle B.4 eingeteilt.

12.2.2.2 Die Verschmutzungsgrade nach Tabelle B.4 müssen für das Bemessen solcher Kriechstrecken angewendet sein, die den im Raum bestehenden Umgebungsbedingungen

- **direkt** ausgesetzt sind (z. B. in Rangierverteilern oder in der offenen Rückwandverdrahtung von Gestellen) oder
- **indirekt** ausgesetzt sind (z. B. durch ungehinderte, natürliche Belüftung im Inneren eines Geräts.).

12.2.3 Zulässige Verschmutzungsgrade für Kriechstrecken im Inneren von Geräten

Für die Kriechstrecken zur **Basis-, zusätzlichen oder verstärkten Isolierung** gelten die zulässigen Verschmutzungsgrade nach Tabelle 5.

12.3 Kriechstromfestigkeit der Isolierstoffe

Das Maß für die Kriechstromfestigkeit der Isolierstoffe ist die Vergleichszahl der Kriechwegbildung (CTI) nach DIN IEC 112/VDE 0303 Teil 1, siehe Tabelle 6.

Tabelle 3. Mindestwerte für Luftstrecken nach Bemessungswerten für Höhen bis 2000 m über NN und für extrem inhomogene Felder, unter Berücksichtigung des Verschmutzungsgrads nach Abschnitt B.4.3 (siehe Erläuterungen)

Bemessungswerte			Mindestluftstrecke in mm bis 2000 m über NN bei Verschmutzungsgrad			
Steh-Wechselspannung (50/60 Hz)		Steh-Stoßspannung $\hat{U}_{1,2/50}$				
U_{eff} kV	$\hat{U}^1)$ kV	kV	1	2	3	
0,23	0,33	0,33	0,010	0,20	0,8	
0,25	0,35	0,35	0,012			
0,26	0,37	0,37	0,015			
0,28	0,40	0,40	0,020			
0,31	0,44	0,44	0,025			
0,33	0,47	0,47	0,030			
0,37	0,52	0,52	0,04			
0,40	0,56	0,56	0,05			
0,42	0,60	0,60	0,0625			
0,46	0,65	0,7	0,08			
0,50	0,70	0,81	0,10			
0,52	0,74	0,91	0,12			
0,57	0,8	1,04	0,15			
0,62	0,88	1,15	0,20		0,8	
0,67	0,95	1,23	0,25			
0,71	1,01	1,31	0,30			
0,78	1,11	1,44	0,4			
0,84	1,19	1,55	0,5			
0,9	1,27	1,65	0,6			
0,98	1,39	1,81	0,8			
1,06	1,5	1,95	1,0			
1,2	1,7	2,2	1,2			
1,39	1,97	2,56	1,5			
1,68	2,38	3,09	2,0			
1,96	2,77	3,6	2,5			
2,21	3,13	4,07	3,0			
2,68	3,79	4,93	4			
3,11	4,4	5,72	5			
3,51	4,97	6,46	6			
4,26	6,03	7,84	8			
4,95	7	9,1	10			
5,78	8,18	10,6	12			
7	9,9	12,9	15			
8,98	12,7	16,4	20			
10,8	15,3	19,9	25			
12,7	17,9	23,3	30			
16,2	22,9	29,8	40			
19,6	27,7	36	50			
22,8	32,3	42	60			
29,2	41,3	53,7	80			
35,4	50	65	100			

1) Werte gelten auch für Spannungen beliebiger Schwingungsform und für Frequenzen ab 0 Hz.

¹⁾ Werte gelten auch für Spannungen beliebiger Schwingungsform und für Frequenzen ab 0 Hz.

Tabelle 4. Mindestwert für Kriechstrecken, abhängig von der Bemessungsspannung, dem Verschmutzungsgrad und dem Isolierstoff (siehe Erläuterungen)

		Kriechstrecke in mm									
		Bestückte Leiterplatten ¹⁾		Sonstige Isolierstoffe							
Verschmutzungsgrad		1	2	1	2			3			
Isolierstoff nach Tabelle 6		III b	I, II, III a, —	III b	I ²⁾	II	III a, III b	I	II	III a	III b
Bemessungsspannung U_{eff} oder U_{in} in V	10	0,025	0,04	0,08	0,40	0,40	0,40	1,0	1,0	1,0	
	12,5	0,025	0,04	0,09	0,42	0,42	0,42	1,05	1,05	1,05	
	16	0,025	0,04	0,10	0,45	0,45	0,45	1,1	1,1	1,1	
	20	0,025	0,04	0,11	0,48	0,48	0,48	1,2	1,2	1,2	
	25	0,025	0,04	0,125	0,50	0,50	0,50	1,25	1,25	1,25	
	32	0,025	0,04	0,14	0,53	0,53	0,53	1,3	1,3	1,3	
	40	0,025	0,04	0,16	0,56	0,8	1,1	1,4	1,6	1,8	
	50	0,025	0,04	0,18	0,60	0,85	1,2	1,5	1,7	1,9	
	63	0,04	0,063	0,20	0,63	0,9	1,25	1,6	1,8	2,0	
	80	0,063	0,10	0,22	0,67	0,95	1,3	1,7	1,9	2,1	
	100	0,10	0,16	0,25	0,71	1,0	1,4	1,8	2,0	2,2	
	125	0,16	0,25	0,28	0,75	1,05	1,5	1,9	2,1	2,4	
	160	0,25	0,4	0,32	0,8	1,1	1,6	2,0	2,2	2,5	
	200	0,4	0,63	0,42	1,0	1,4	2,0	2,5	2,8	3,2	
	250	0,56	1,0	0,56	1,25	1,8	2,5	3,2	3,6	4	
	320	0,75	1,6	0,75	1,6	2,2	3,2	4	4,5	5	
	400	1,0	2,0	1,0	2,0	2,8	4	5	5,6	6,3	
	500	1,3	2,5	1,3	2,5	3,6	5	6,3	7,1	8	
	630	1,8	3,2	1,8	3,2	4,5	6,3	8	9	10	
	800	2,4	4	2,4	4	5,6	8	10	11	12,5	³⁾
	1 000	3,2	5	3,2	5	7,1	10	12,5	14	16	
	1 250			4,2	6,3	9	12,5	16	18	20	
	1 600			5,6	8	11	16	20	22	25	
	2 000			7,5	10	14	20	25	28	32	
	2 500			10	12,5	18	25	32	36	40	
	3 200			12,5	16	22	32	40	45	50	
	4 000			16	20	28	40	50	56	63	
	5 000			20	25	36	50	63	71	80	
	6 300			25	32	45	63	80	90	100	
	8 000			32	40	56	80	100	110	125	
	10 000			40	50	71	100	125	140	160	

¹⁾ Siehe auch Abschnitt 17.

²⁾ Isolierstoff II, III a oder III b, wenn keine Betauung auftritt und damit die Möglichkeit der Kriechspurbildung außer acht bleiben kann; siehe klimatische Bedingung 3K3 nach Abschnitt B.1.1.

³⁾ Kriechstreckenwerte sind in diesem Bereich nicht festgelegt.

Tabelle 5. Zulässige Verschmutzungsgrade im Inneren von Geräten

Kriechstrecken	Zulässiger Verschmutzungsgrad
in Geräten der Schutzklasse I	1, 2 oder 3
in Geräten der Schutzklasse II	1 oder 2
in Geräten ausschließlich mit Kleinspannung SELV oder PELV	1, 2 oder 3
zur sicheren Trennung	1 oder 2

Anmerkung: Die Beschränkung der Verschmutzungsgrade bei Geräten der Schutzklasse II und für die sichere Trennung stellt sicher, daß der Ableitstrom über die im Betrieb des Geräts verschmutzten Kriechstrecken unter der für Menschen verträglichen Grenze bleibt.

Tabelle 6. Einteilung der Isolierstoffe nach der Vergleichszahl der Kriechwegbildung

Isolierstoff	Vergleichszahl der Kriechwegbildung
I	$600 \leq CTI$
II	$400 \leq CTI < 600$
III a	$175 \leq CTI < 400$
III b	$100 \leq CTI < 175$

12.4 Bemessungsspannungen

12.4.1 Die Bemessungsspannung ergibt sich nicht immer z. B. aus der Nennspannung der Verbraucheranlage und deren Erdung. Die Spannung der Verbraucheranlage gegen Erde kann durch intern erzeugte und überlagerte Zusatzspannungen erheblich erhöht sein, z. B. in getakteten Stromversorgungseinrichtungen; siehe Abschnitt 9.3.3 und Bild 1.

12.4.2 Bemessungsspannungen für Betriebsisolierung

Als Bemessungsspannung für Kriechstrecken zur Betriebsisolierung gilt die zwischen den Leitern eines Stromkreises oder von getrennten Stromkreisen anliegende Spannung im ungestörten Betrieb. Ausnahmen siehe Abschnitt C.3.2.

12.4.3 Bemessungsspannungen für Isolierungen für Betriebsmittel der Schutzklassen I und II

Als Bemessungsspannung für die Kriechstrecken der **Basis-, zusätzlichen oder verstärkten Isolierung** gilt die Spannung gegen Erde. Siehe auch Anhang C.

13 Feste Isolierungen (siehe Erläuterungen)

13.1 Nichtelektrische Anforderungen

13.1.1 Feste Isolierungen müssen

- der mechanischen Beanspruchung standhalten, d.h. ausreichende Festigkeit gegen Druck, Stoß und Schwingung haben, **und**
- der thermischen Beanspruchung standhalten, d.h. ausreichende Wärmebeständigkeit und Wärmeleitfähigkeit haben.

Prüfung nach den Abschnitten 19 und 25 und, falls erforderlich, nach Abschnitt 24.

13.1.2 Bei der Auswahl muß anhand der Werkstoffdaten beachtet werden, daß die Isolierstoffe, um die Anforderungen nach dieser Norm zu erfüllen,

- eine ausreichend geringe Neigung zur Wasseraufnahme haben und
- gegen aggressive Gase, gegen Strahlung und gegen Alterung ausreichend beständig sind.

Anmerkung: Alterung ist die Gesamtheit aller im Laufe der Zeit in einem Material irreversibel ablaufenden chemischen und physikalischen Vorgänge (aus: DIN 50035 Teil 1/03.72).

13.2 Elektrische Anforderungen

Feste Isolierungen müssen standhalten

- a) den Betriebsspannungen **und**
- b) den periodischen, im Gerät selbst erzeugten Spitzenwerten von Funktions- und Schalt-Überspannungen (Spitzenspannungen gelten als periodisch, wenn sie mit einer Häufigkeit $10^4/h$ im Tagesmittel auftreten) **und**
- c) den transienten, aus dem Verteilungsnetz²⁾ bzw. der Verbraucheranlage²⁾ und dem Fernmeldenetz kommenden Spitzenwerten von Blitz- und Schalt-Überspannungen (die Höhe der Spannungen ergibt sich aus der Überspannungskategorie, siehe Abschnitt 11.2.1 sowie Tabellen 1 und 2).

Anmerkung: Transiente Überspannungen treten zwar mit vergleichsweise geringer Häufigkeit auf, sie können jedoch die Isolierung angreifende **Teilentladungen** auslösen, die dann unter Umständen von periodisch sich wiederholenden Spannungsspitzen aufrechterhalten werden.

Prüfung nach den Abschnitten 20 bis 22.

13.3 Bemessen von Isolierteilen aus Formstoff

13.3.1 Die nichtelektrischen Anforderungen nach Abschnitt 13.1 bestimmen die Auswahl des geeigneten Isolierstoffs.

13.3.2 Die Dicke des Isolierstoffs richtet sich nach der elektrischen, mechanischen und thermischen Beanspruchung.

13.3.3 Übersteigt die Spannungsbeanspruchung durch periodische Überspannungen $\hat{U}_{pp}$ den Scheitelwert 500 V, ist bei Konstruktion und Fertigung von Formteilen darauf zu achten,

- daß im Formstoff extrem inhomogene elektrische Felder vermieden sind **und**
- daß Einschlüsse von Luft oder anderen Fremdkörpern mit zum Formstoff stark unterschiedlichen Dielektrizitätskonstanten vermieden sind.

Zur Teilentladung siehe Abschnitte 6.4 und 22.4; $\hat{U}_{pp}$) siehe Anhang D.

13.4 Bemessen von Isolierteilen aus Halbzeugen und dergleichen

13.4.1 Isolierfolien und Isolierbänder

Isolierfolien für **Basis-** oder **zusätzliche Isolierung** müssen mit mindestens 2 Lagen, für **verstärkte Isolierung** mit mindestens 3 Lagen übereinanderliegen.

Dicke und Material müssen so gewählt sein, daß sie den

²⁾ Fußnotentext siehe Seite 3.

klimatischen, elektrischen und mechanischen Belastungen während der Fertigung und im Betrieb standhalten. Isolierbänder müssen die Anforderungen nach den zutreffenden Normen der Reihe DIN VDE 0340 (entspricht IEC 454) erfüllen.

13.4.2 Isolierungen aus nichtflexiblem Halbzeug (z. B. Tafeln, Rundstäbe und Rohre)

Nichtflexibles Halbzeug ist als **Basis-**, **zusätzliche** oder **verstärkte Isolierung** zulässig.

Es gelten die Anforderungen nach den Abschnitten 13.1 und 13.2.

13.4.3 Isolierungen aus flexiblem Halbzeug (z. B. Schläuche und Schrumpfschläuche)

Flexibles Halbzeug ist als **Basis-** oder als **zusätzliche Isolierung** zulässig, **Nicht** aber als verstärkte Isolierung. Es gelten die Anforderungen nach den Abschnitten 13.1. und 13.2.

13.4.4 Fest aufgebrachte Isolierung für Schaltdrähte und Litzen, für die noch keine Norm (VDE-Bestimmung) gilt

Für die Dicke und die Spannungsfestigkeit der Isolierung solcher Schaltdrähte und Litzen sowie für deren Prüfung gelten DIN VDE 0812 und DIN VDE 0881.

Der Scheitelwert der an der Isolierung im ungestörten Betrieb anliegenden Spannung muß kleiner oder gleich der Betriebsspannung nach DIN VDE 0812 oder DIN VDE 0881 sein.

Anmerkung: Die Betriebsspannungen nach DIN VDE 0812 oder DIN VDE 0881 sind Scheitelwerte.

13.4.5 Isolierstoffbeschichtungen

13.4.5.1 Isolierstoffbeschichtungen von Flächen sind zulässig

- a) als **Basisisolierung** für aktive Teile mit Spannungen in der Bemessungsklasse 1B, siehe DIN VDE 0800 Teil 1/05.89, Tabellen 3 und 5; oder
- b) als **zusätzliche Isolierung** an nichtberührbaren Innenflächen leitfähiger Teile, mit dem Zweck, diese zu sicher isolierten Teilen zu machen, wenn
 - die Spannung an der Isolierstoffbeschichtung im Fehlerfall 250 V (Effektivwert) **nicht** übersteigt **und**
 - als Basisisolierung zu den aktiven Teilen **Luftstrecken** nach Abschnitt 11 oder **fest aufgebrachte Isolierungen** nach Abschnitt 13.4.4 vorhanden sind.

Einschichtige Isolierstoffbeschichtungen sind als verstärkte Isolierung **nicht** zulässig.

13.4.5.2 Prüfung:

Teile mit Isolierstoffbeschichtung sind den drei Prüfungen nach den Abschnitten 13.4.5.2.1 bis 13.4.5.2.3 in der angegebenen Reihenfolge zu unterwerfen. (Aus: DIN VDE 0860/05.89, Abschnitt 9.3.6; entspricht IEC 65.)

13.4.5.2.1 Alterungsprüfung

Das Teil ist einer Behandlung nach DIN IEC 68 Teil 2-2, Prüfungen Ba, bei einer Temperatur von $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ für die Dauer von 7 Tagen (168 h) zu unterwerfen. Nach dieser Behandlung darf sich das Teil auf Raumtemperatur abkühlen, und durch Besichtigen ist festzustellen, daß die Isolierschicht sich durch Schrumpfen oder auf andere Weise vom Trägermaterial nicht gelöst hat.

13.4.5.2.2 Schlagprüfung

Das Teil ist für die Dauer von 4 h auf eine Temperatur von $(-10 \pm 2)^\circ\text{C}$ zu bringen.

Bei dieser Temperatur ist die Beschichtung einem Schlag mit dem Schlagprüfgerät nach DIN VDE 0860/05.89, Bild 8 (entspricht IEC 65), auf alle vermutlich schwachen Stellen auszusetzen.

Nach dieser Prüfung darf die Beschichtung nicht beschädigt sein, insbesondere darf sie keine Risse aufweisen, die mit bloßem Auge zu sehen sind.

13.4.5.2.3 Ritzprüfung

Schließlich ist das Teil bei der höchsten Temperatur, die es im ungestörten Betrieb annimmt, einer Ritzprüfung zu unterwerfen.

Die Ritzlinien sind mit einer Nadel aus gehärtetem Stahl auszuführen, deren Ende in einem Winkel von 40° konisch ausläuft und deren Spitze mit einem Radius von $(0,25 \pm 0,02)$ mm abgerundet ist.

Zum Ritzen ist die Nadel auf der Oberfläche mit einer Geschwindigkeit von etwa 20 mm/s so entlang zu führen, wie in DIN VDE 0860/05.89, Bild 12 (entspricht IEC 65), gezeigt. Die Nadel ist dabei so zu belasten, daß in ihrer Achsrichtung gemessen die Kraft $(10 \pm 0,5)$ N beträgt. Die Ritzlinien müssen untereinander einen Abstand von mindestens 5 mm haben und wenigstens 5 mm von der Kante des Prüflings entfernt sein.

Nach dieser Prüfung darf sich die Beschichtung weder gelöst haben, noch darf sie durchbrochen sein; außerdem muß sie einer Spannungsprüfung nach Abschnitt 22.5 standhalten, bei der die Prüfspannung zwischen dem Trägermaterial und einer auf der Beschichtung liegenden Metallfolie anzulegen ist.

14 Bauteile

14.1 Bauteile, die für die Verwendung in Geräten verschiedener Art gebaut und somit als **selbständige Einzelteile** anzusehen sind, müssen den zutreffenden Normen (VDE-Bestimmungen) entsprechen.

14.1.1 Alle übrigen Bauteile sind nach der vorliegenden Norm zu beurteilen.

14.1.2 Prüfung: Besichtigen; erforderlichenfalls nach der vorliegenden Norm prüfen.

14.1.3 Außerdem müssen die Anforderungen nach den Abschnitten 14.2 bis 14.5 erfüllt sein.

14.2 Bauteile, die der **sicheren Trennung** dienen oder ein sicher isoliertes Gehäuse haben, z. B. Transformatoren, Relais, optoelektronische Koppellemente, Halbleiter mit sicher isoliertem Gehäuse und dergleichen, müssen die Anforderungen nach dieser Norm erfüllen, es sei denn, die Bauteile entsprechen einer Norm (VDE-Bestimmung), die für die sichere Trennung besondere Anforderungen stellt. Für solche Bauteile gilt auch Abschnitt 18.9.

Anmerkung: Bauteile nach Normen (VDE-Bestimmungen), die keine besonderen Anforderungen zur sicheren Trennung enthalten, können durchaus geeignet sein und die Anforderungen nach dieser Norm hinsichtlich sicherer Trennung erfüllen. Der Nachweis der sicheren Trennung ist dann für diese Bauteile gesondert zu erbringen.
KU-Werte von Bauteilen, Isolierungen, Transformatoren usw. siehe DIN VDE 0800 Teil 9.

14.3 Schalter müssen ausreichende Schaltleistung haben.

Schalter zum Freischalten müssen bei geöffneten Kontakten eine Stoßspannungsfestigkeit für verstärkte Isolierung