

	DIN EN 61558-2-16 (VDE 0570-2-16)	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 29.180

Einsprüche bis 2008-09-30

Entwurf

**Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für Versorgungsspannungen bis 1 100 V –
Teil 2-16: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Schaltnetzteile und Transformatoren in Schaltnetzteilen
(IEC 96/275A/CDV:2007);
Deutsche Fassung prEN 61558-2-16:2007**

Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for voltages up to 1 100 V –
Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units
(IEC 96/275A/CDV:2007);
German version prEN 61558-2-16:2007

Sécurité des transformateurs, alimentations, bobines d'inductance et produits analogues pour des tensions d'alimentation jusqu'à 1 100 V –
Partie 2-16: Règles particulières et essais pour les transformateurs de commande et les alimentations incorporant les transformateurs de commande
(CEI 96/275A/CDV:2007);
Version allemande prEN 61558-2-16:2007

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2008-07-14 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an **dke@vde.com** in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter **www.dke.de/stellungnahme** abgerufen werden
- oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 66 Seiten

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 61558-2-16:2007 „Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für Versorgungsspannungen bis 1 100 V – Teil 2-16: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Schaltnetzteile und Transformatoren in Schaltnetzteilen“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dementsprechend ist das internationale Dokument IEC 96/275A/CDV:2007 „Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for voltages up to 1 100 V – Part 2-16: Particular requirements and tests for switch mode power supply units and transformers for switch mode power supply units“ unverändert in den Entwurf prEN 61558-2-16:2007-11 übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung des IEC-CDV entsprechend der diesbezüglich durch die IEC erteilten Erlaubnis beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen IEC-Text.

Das internationale Dokument wurde vom TC 96 „Small power transformers, reactors, power supply units and similar products“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium K 323 „Kleintransformatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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
EN 60601-1:2006	IEC 60601-1:2005	DIN EN 60601-1 (VDE 0750-1):2007-07	VDE 0750-1
EN 60950-1:2006	IEC 60950-1:2005 mod.	DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1):2006-11	VDE 0805-1
EN 61010-1:2001	IEC 61010-1:2001	DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1):2002-08	VDE 0411-1
EN 61204-7:2006	IEC 61204-7:2006	DIN EN 61204-7 (VDE 0557-7):2007-07	VDE 0557-7
Normen der Reihe EN 61347	Normen der Reihe IEC 61347	Normen der Reihe DIN EN 61347 (VDE 0712)	Normen der Reihe VDE 0712
EN 62040-1-1:2003	IEC 62040:2002 + Corr. 2002	DIN EN 62040-1-1 (VDE 0558-511):2003-10	VDE 0558-511

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60601-1 (VDE 0750-1):2007-07, *Medizinische elektrische Geräte – Teil 1: Allgemeine Festlegungen für die Sicherheit einschließlich der wesentlichen Leistungsmerkmale (IEC 60601-1:2005); Deutsche Fassung EN 60601-1:2006*

DIN EN 60950-1 (VDE 0805-1):2006-11, *Einrichtungen der Informationstechnik – Sicherheit – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60950-1:2005, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60950-1:2006*

DIN EN 61010-1 (VDE 0411-1):2002-08, *Sicherheitsbestimmungen für elektrische Mess-, Steuer-, Regel- und Laborgeräte – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61010-1:2001); Deutsche Fassung EN 61010-1:2001*

DIN EN 61204-7 (VDE 0557-7):2007-07, *Stromversorgungsgeräte für Niederspannung mit Gleichstromausgang – Teil 7: Sicherheitsanforderungen (IEC 61204-7:2006); Deutsche Fassung EN 61204-7:2006*

Normen der Reihe DIN EN 61347-1 (Normen der Reihe VDE 0712-30), *Geräte für Lampen*

DIN EN 62040-1-1 (VDE 0558-511):2003-10, *Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) – Teil 1-1: Allgemeine Anforderungen und Sicherheitsanforderungen an USV außerhalb abgeschlossener Betriebsräume (IEC 62040-1-1:2002 + Corrigendum 2002); Deutsche Fassung EN 62040-1-1:2003*

— **Entwurf** —

E DIN EN 61558-2-16 (VDE 0570-2-16):2008-07

– Leerseite –

Deutsche Fassung

**Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für
Versorgungsspannungen bis 1 100 V –
Teil 2-16: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Schaltnetzteile und
Transformatoren in Schaltnetzteilen**

Inhalt

	Seite
Einleitung	3
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Allgemeine Anforderungen	5
5 Allgemeines über die Prüfungen	6
6 Bemessungsdaten	6
7 Klassifikation	6
8 Aufschriften und weitere Informationen	6
9 Schutz gegen elektrischen Schlag	8
10 Änderung der Eingangsspannungseinstellung	8
11 Ausgangsspannung und Ausgangsstrom bei Belastung	8
12 Leerlauf-Ausgangsspannung	8
13 Kurzschlussspannung	9
14 Erwärmung	9
15 Kurzschluss- und Überlastschutz	10
16 Mechanische Festigkeit	10
17 Schutz gegen gefährliches Eindringen von Staub, festen Gegenständen und Feuchte	10
18 Isolationswiderstand, Durchschlagfestigkeit und Ableitstrom	10
19 Aufbau	10
20 Einzelteile	14
21 Innere Verdrahtung	14
22 Anschluss an den Versorgungsstromkreis und andere äußere Anschlussleitungen/-kabel	14
23 Anschlüsse für äußere Leiter	14
24 Schutzleiteranschluss	14
25 Schrauben und Verbindungen	14
26 Kriech- und Luftstrecken sowie Abstände durch die Isolierung	14
27 Wärme- und Feuerbeständigkeit sowie Kriechstromfestigkeit	27
28 Rostbeständigkeit	27
Anhänge	28
2.4 Allgemeine Anforderungen	29
2.6 Bemessungsdaten	29

Bild 26.101 – Bemessungsdiagramm für Luftstrecken 15	
Bild 26.102 – Bemessungsdiagramm für Kriechstrecken	19
Bild 3 – Zulässige Feldstärke bei Bemessung der festen Isolierung nach Gleichung (3)	26
Tabelle 101 – Verhältnis der Ausgangsspannungen	9
Tabelle 13.101 – Werte für die Luftstrecke für Frequenzen > 30 kHz mit annähernd homogenen Feldbedingungen nach IEC 60664-4, Unterabschnitt 4.3.....	16
Tabelle 13.102 – Werte für die Luftstrecke für transiente Überspannungen oder wiederkehrende Spitzenspannungen erzeugt durch Sekundärschaltkreise von SMPS für Frequenzen ≤ 30 kHz	17
Tabelle 13.103 – Mindestwerte für die Luftstrecke für inhomogene Feldbedingungen für Frequenzen > 30 kHz.....	18
Tabelle 13.104 – Basis oder zusätzliche Isolierung – Mindestwerte für Kriechstrecken für unterschiedliche Frequenzbereiche (Verschmutzungsgrad 1)	20
Tabelle 13.105 – Basis – oder zusätzliche Isolierung – Mindestwerte für Kriechstrecken für unterschiedliche Frequenzbereiche (Verschmutzungsgrad 2)	21
Tabelle 13.106 – Basis – oder zusätzliche Isolierung – Mindestwerte für Kriechstrecken für unterschiedliche Frequenzbereiche (Verschmutzungsgrad 3)	22
Tabelle 13.107 – Doppelte oder verstärkte Isolierung – Mindestwerte für Kriechstrecken für unterschiedliche Frequenzbereiche (Verschmutzungsgrad 1)	23
Tabelle 13.108 – Doppelte oder verstärkte Isolierung – Minimalwerte für Kriechstrecken für unterschiedliche Frequenzbereiche (Verschmutzungsgrad 2)	24
Tabelle 13.109 – Doppelte oder verstärkte Isolierung – Minimalwerte für Kriechstrecken für unterschiedliche Frequenzbereiche (Verschmutzungsgrad 3)	25

Einleitung

Diese Internationale Norm behandelt Sicherheitsanforderungen für Schaltnetzteile und Transformatoren, konstruiert und enthalten in Schaltnetzteilen.

Wenn diese Norm zusammen mit IEC 61558-2-1, IEC 61558-2-2, IEC 61558-2-4, IEC 61558-2-6 und IEC 61558-2-13 angewandt wird, sind die notwendigen Anforderungen in diesem Teil 2 enthalten. Wenn diese Norm mit anderen Teilen 2 angewandt wird, sind die notwendigen Anforderungen in den zuvor angegebenen Teilen 2 ebenfalls anzuwenden.

1 Anwendungsbereich

Ersatz:

Diese Internationale Norm behandelt Sicherheitsanforderungen für Schaltnetzteile und Transformatoren für Schaltnetzteile. **Transformatoren** die **elektronische Schaltkreise** beinhalten werden ebenfalls in dieser Norm behandelt.

ANMERKUNG 1 Sicherheit beinhaltet elektrische, thermische und mechanische Aspekte.

Dieser Teil 2-16 gilt für:

- Schaltnetzteile** die **Sicherheitstransformatoren** enthalten und als **Ausgangsspannungen SELV, PELV oder FELV** Wechselspannung(en) oder Gleichspannung(en) oder eine Kombination aus diesen abgeben, entsprechend IEC 61140 und IEC 60364-4-41 für die Anwendung im Haushalt und andere Konsumerprodukte mit der Ausnahme von Produkten nach IEC 60065, Normenreihe IEC 61347, IEC 61204 und IEC 60950.
- Schaltnetzteile** für die Anwendung im Haushalt oder andere Konsumerprodukte mit einer maximalen **Ausgangsspannung**, die 1 000 V Wechselspannung oder 1 414 V geglättete Gleichspannung nicht übersteigt für die Anwendung im Haushalt und andere Konsumerprodukten, ausgenommen sind Produkte beschrieben in a) und Produkte nach IEC 60065, Normenreihe IEC 61347, IEC 61204 und IEC 60950.
- Diese Norm kann ebenfalls für **Transformatoren** in **Schaltnetzteilen** angewendet werden (siehe Anhang B).^{N1)}

Diese Norm kann zusammen mit allen anderen Teilen des Teils 2 der IEC 61558, der Reihe für Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten, Drosseln und dergleichen angewandt werden.

Schaltnetzteile nach dieser Norm sind luftgekühlte (Konvektion oder künstlich), **unabhängige, ortsfeste, ortsveränderliche, in Geräten** eingebaut, einphasig oder mehrphasig, mit einer **Bemessungs-Versorgungsspannung** die 1 100 V Wechselspannung nicht überschreitet. Die Bemessungs-Versorgungsfrequenz überschreitet nicht 500 Hz, die **interne Betriebsfrequenz** übersteigt 500 Hz, aber überschreitet nicht 100 MHz und die **Bemessungsleistung** überschreitet nicht 1 kVA oder 1 kW, eingeschlossen sind **Trockentransformatoren** mit vergossenen oder nicht vergossenen Wicklungen.

Gerätetransformatoren für Schaltnetzteile nach Anhang 2 dieser Norm haben eine **Bemessungsleistung** die folgende Werte nicht überschreiten darf:

- 25 kVA bei einphasigen **Transformatoren**;
- 40 kVA bei mehrphasigen **Transformatoren**.

ANMERKUNG 2 Für höhere Frequenzen können zusätzliche Anforderungen notwendig sein. Trotzdem kann diese Norm als Leitfaden benutzt werden.

^{N1)} Nationale Anmerkung: Nach Ansicht des Nationalen Deutschen Komitees muss es Anhang 2 heißen.

E DIN EN 61558-2-16 (VDE 0570-2-16):2008-07
prEN 61558-2-16:2007

Die **Leerlauf-Ausgangsspannung** und die **Bemessungs-Ausgangsspannung** von **Schaltnetzteilen** dürfen folgende Werte nicht überschreiten:

- 1 000 V Wechselspannung oder 1 415 V geglättete Gleichspannung wenn **Netztransformatoren** oder **Spartransformatoren** eingesetzt werden;
- 500 V Wechselspannung oder 708 V geglättete Gleichspannung sofern **Trenntransformatoren** eingesetzt werden;
- 50 V Wechselspannung oder 120 V geglättete Gleichspannung sofern **Sicherheitstransformatoren** eingesetzt werden.

Die **Leerlauf-Ausgangsspannung** und die **Bemessungs-Ausgangsspannung** von **unabhängigen Schalt-
netzteilen** dürfen folgende Werte nicht unterschreiten:

- 0 V Wechselspannung oder 120 V geglättete Gleichspannung wenn **Netztransformatoren** oder **Spar-
transformatoren** eingesetzt werden.

Diese Norm gilt auch für **Schaltnetzteile**, Umformer und Wechselrichter ohne Begrenzung der **Bemes-
sungs-Ausgangsleistung**. Trotzdem können solche **Schaltnetzteile** für spezielle Anwendungen ausgelegt
sein und sind zwischen Käufer und Hersteller abzustimmen.

ANMERKUNG 3 Im Zusammenhang mit dieser Norm werden Umformer und Wechselrichter als **Schaltnetzteile**
betrachtet.

Diese Norm kann auch als Leitfaden für Produkte die nicht durch den Anwendungsbereich dieser Norm, so-
wie der IEC 61204 oder der IEC 61347 abgedeckt werden angewandt werden.

Diese Norm ist nicht anwendbar für:

- Motor-Generator Einheiten;
- Notstromversorgungen (UPS) nach IEC 62040;
- **Schaltnetzteile** nach IEC 61204 (z. B. Niederspannungs-Netzgeräte, Gleichspannungsausgänge – Lei-
stungscharakteristik) und Gleichstromleistungs- und Verteilnetz-Einrichtungen und **Schaltnetzteile** in An-
wendungen nach IEC 60950, IEC 61010–1, IEC 60601–1 und IEC 60065;
- Lampensteuerungen nach IEC 61347–1;
- externe Stromkreise und ihre Komponenten die zum Anschluss an die Eingangs- und Ausgangsan-
schlüsse der **Transformatoren** vorgesehen sind.

ANMERKUNG 4 IEC 61204 ist in Überarbeitung bei SC 22E.

ANMERKUNG 5 Folgendes ist zu beachten:

- **Transformatoren**, die in Fahrzeugen, an Bord von Schiffen und Flugzeugen eingesetzt werden sollen, können zu-
sätzliche Anforderungen erforderlich werden (gemäß anwendbaren Normen, Nationalen Regelungen etc.);
- Maßnahmen zum Schutz des **Gehäuses** und der Bauelemente innerhalb des **Gehäuses** gegen externe Einflüsse,
wie Pilzbefall, Ungeziefer, Termiten, Sonneneinstrahlung und Vereisung müssen ebenfalls beachtet werden;
- die unterschiedlichen Bedingungen für Transport, Lagerung und Betrieb von **Transformatoren** müssen ebenfalls
beachtet werden;
- zusätzliche Anforderungen gemäß anderer zutreffender Normen und Nationalen Regelungen können **Trans-
formatoren**, die in speziellen Umgebungen, wie auch in den Tropen eingesetzt werden, betreffen.

ANMERKUNG 6 Zukünftige technologische Entwicklungen bei **Transformatoren** können es erfordern, dass die obere
Frequenzbegrenzung angehoben wird. In diesem Fall kann dieser Teil 2–16 als Leitfaden angewandt werden.

Sofern nicht anders angegeben steht von hier an die Abkürzung **SMPS** für **Schaltnetzteile**.

2 Normative Verweisungen

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1 mit folgender Änderung:

Ergänzung:

IEC 60601–1:2005, *Medical electrical equipment*

IEC 60950–1:2005, *Information technology equipment*

IEC 61010–1: 2001, *Safety requirements for electrical equipment for measurement, control and laboratory use*

IEC 61204–7:2006, *Low voltage power supplies, d. c. output*

IEC 61347:2007, *Lamp controlgear*

IEC 62040-1:2002, *General and safety requirements for UPS used in operators access areas*

3 Begriffe

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1 mit folgender Änderung:

Ergänzung:

Mit Begriff **Transformator** in Teil 1 wird auch ein **SMPS**, wie in Teil 2–16 beschrieben, bezeichnet.

In Anhang B^{N2)} dieser Norm wird mit dem Begriff **Transformator** ein **Transformator** eines **SMPS** bezeichnet.

In dieser Norm werden die aktuellen anwendbaren Begriffe benutzt.

3.3.8 Ergänzung

Als **Arbeitsspannung** zwischen jedem Punkt im Stromkreis der vom Netz versorgt wird und anderen isolierten Teilen wird angenommen:

- die **Bemessungs-Eingangsspannung** oder
- die gemessene **Arbeitsspannung**

was immer die höhere ist.

4 Allgemeine Anforderungen

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1 mit folgender Änderung:

Ergänzung:

4.101 SMPS die von dieser Norm behandelt werden sind wechsellspannungsbetrieben und haben eine **Bemessungs-Versorgungsfrequenz** von bis zu 500 Hz und eine **internen Betriebsfrequenz** von 500 Hz bis 100 MHz, und enthalten einen oder mehrere der folgenden Transformatoren:

- Netztransformatoren nach Teil 2–1
- Trenntransformatoren nach Teil 2–4
- Sicherheitstransformatoren nach Teil 2–6
- Spartransformatoren nach Teil 2–13

^{N2)} Nationale Anmerkung: Nach Ansicht des Nationalen Deutschen Komitees muss es Anhang 2 heißen.

5 Allgemeines über die Prüfungen

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

6 Bemessungsdaten

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1 mit folgender Änderung:

Ergänzung:

6.101 Die **Bemessungs-Ausgangsspannung** darf folgende Werte nicht überschreiten:

- 1 000 V Wechselspannung bzw. 1 415 V geglättete Gleichspannung für **SMPS** die **Netztransformatoren** oder **Spartransformatoren** enthalten;
- 500 V Wechselspannung bzw. 708 V geglättete Gleichspannung für **SMPS** die **Trenntransformatoren** enthalten;
- 50 V Wechselspannung oder 120 V geglättete Gleichspannung für **SMPS** die **Sicherheitstransformatoren** enthalten.

Für **unabhängige SMPS** die **Sicherheitstransformatoren** oder **Spartransformatoren** enthalten, muss die **Bemessungs-Ausgangsspannung** 50 V Wechselspannung bzw. 120 V geglättete Gleichspannung übersteigen, darf jedoch nicht 1 000 V Wechselspannung bzw. 1 000 V geglättete Gleichspannung überschreiten.

6.102 Die **Bemessungsleistung** des **SMPS** darf 1 kVA oder 1 kW nicht überschreiten.

ANMERKUNG Siehe Anhang 2 für einen **Transformator** in einem **SMPS**.

6.103 Die **Bemessungs-Versorgungsfrequenz** darf nicht mehr als 500 Hz betragen.

6.104 Die **Bemessungs-Versorgungsspannung** darf 1 100 V Wechselspannung nicht überschreiten.

Übereinstimmung mit den Anforderungen nach 6.101 bis 6.104 wird durch Besichtigung der Aufschriften überprüft.

7 Klassifikation

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

8 Aufschriften und weitere Informationen

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1 mit folgender Änderung:

Ergänzung:

Der Begriff **Transformator** muss durch **SMPS** ersetzt werden, mit Ausnahme der Kennzeichnung für **Geräte-transformatoren** und für **SMPS**.

8.11 Die folgenden Symbole müssen benutzt werden um die Art des/der **Transformator(en)** zu kennzeichnen, die eingebaut sind:

Bildzeichen	Bedeutung oder Titel	Kennzeichnung
 F oder  F	SMPS die einen Fail-safe-Netztransformator enthalten	XXX
 oder 	SMPS die einen nicht kurzschlussfesten Netztransformator enthalten	IEC 60417-5223 (2002-10)
 oder 	SMPS die einen kurzschlussfesten Netztransformator (unbedingt oder bedingt) enthalten	IEC 60417-5220 (2002-10)
 F oder  F	SMPS die einen Fail-safe-Trenntransformator enthalten	XXX
 oder 	SMPS die einen nicht kurzschlussfesten Trenntransformator enthalten	XXX
 oder 	SMPS die einen kurzschlussfesten Trenntransformator (unbedingt oder bedingt) enthalten	XXX
 F	SMPS die einen Fail-safe-Sicherheitstransformator enthalten	XXX
	SMPS die einen nicht kurzschlussfesten Sicherheitstransformator enthalten	XXX
	SMPS die einen kurzschlussfesten Sicherheitstransformator (unbedingt oder bedingt) enthalten	XXX

Bildzeichen			Bedeutung oder Titel	Kennzeichnung
	oder		SMPS die einen Fail-safe-Spartransformator enthalten	XXX
	oder		SMPS die einen nicht kurzschlussfesten Spartransformator enthalten	XXX
	oder		SMPS die einen kurzschlussfesten Spartransformator (unbedingt oder bedingt) enthalten	XXX

9 Schutz gegen elektrischen Schlag

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

10 Änderung der Eingangsspannungseinstellung

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1 mit folgender Änderung:

Ergänzung:

10.101 Ein weiterer Bereich (z. B. 100 – 240 V Wechselspannung) der **Versorgungsspannung** ist erlaubt sofern die **Ausgangsspannung** nicht die **Bemessungs-Ausgangsspannung** überschreitet und die **Leerlauf-Ausgangsspannung** nicht die Grenzen der Ausgangsspannungsabweichung entsprechend der Art des **Transformators** der den entsprechenden **Ausgangskreis** versorgt überschreitet.

11 Ausgangsspannung und Ausgangsstrom bei Belastung

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

12 Leerlauf-Ausgangsspannung

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1 mit folgender Änderung:

Ergänzung:

12.101 Die **Leerlauf-Ausgangsspannung** darf folgende Werte nicht überschreiten:

- 1 000 V Wechselspannung bzw. 1 415 V geglättete Gleichspannung für **SMPS** die **Netztransformatoren** oder **Spartransformatoren** enthalten.
- 500 V Wechselspannung bzw. 708 V geglättete Gleichspannung für **SMPS** die **Trenntransformatoren** enthalten.
- 50 V Wechselspannung oder 120 V geglättete Gleichspannung für **SMPS** die **Sicherheitstransformatoren** enthalten.

Für unabhängige **Transformatoren** gilt diese **Ausgangsspannungsbegrenzung** auch wenn **Ausgangswicklungen**, die nicht dafür bestimmt sind miteinander verbunden zu werden, in Reihe geschaltet sind.

12.102 Die Differenz zwischen der **Leerlauf-Ausgangsspannung** und der **Ausgangsspannung** bei Belastung darf nicht übermäßig sein.

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen nach 12.101 und 12.102 wird durch die Messung der **Leerlaufspannung** bei **Umgebungstemperatur** geprüft, wenn der **Transformator** an die **Bemessungs-Versorgungsspannung** bei **Bemessungs-Versorgungsfrequenz** angeschlossen ist.

*Die Differenz zwischen der **Leerlauf-Ausgangsspannung**, gemessen nach diesem Abschnitt, und der **Ausgangsspannung** bei Belastung während der Prüfung nach Abschnitt 11, angegeben als Prozentwert der letzteren Spannung, darf die in Tabelle 101 angegebenen Werte nicht überschreiten.*

ANMERKUNG Die Differenz wird wie folgt bestimmt:

$$\frac{U_{\text{Leerlauf}} - U_{\text{Belastung}}}{U_{\text{Belastung}}} \cdot 100 \%$$

Tabelle 101 – Verhältnis der Ausgangsspannungen

Art des Spartransformators Bemessungsleistung VA	Verhältnis zwischen Leerlauf-Ausgangs- spannung und Ausgangsspannung unter Last %
bis einschließlich 63	20
über 63 bis einschließlich 250	15
über 250 bis einschließlich 630	10
über 630	5

ANMERKUNG Die Werte der Tabelle 101 basieren auf den Werten des Teils 2-4 und sind ebenfalls auf **SMPS** nach Teil 2-1, 2-6 und 2-13 anwendbar.

12.103 *Sofern nicht anders vom Hersteller angegeben, müssen **SMPS** mit hoher **Bemessungs-Ausgangsfrequenz** mit 20 cm bis 200 cm langen Drähten, die mit den **Ausgangsanschlüssen** verbunden sind, unter den ungünstigsten Bedingungen geprüft werden. Zwei Drähte oder Kabel bemessen nach 227 IEC 53 können verwendet werden. Der Querschnitt der Anschlüsse muss entsprechend der **Ausgangsleistung** der **SMPS** ausgewählt werden und die Stromdichte darf 5 A/mm² für die übliche Anwendung nicht überschreiten.*

13 Kurzschlussspannung

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

14 Erwärmung

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1 mit folgender Änderung:

Ergänzung:

14.101 Für **SMPS**, die **Transformatoren** mit internen Frequenzen höher als 1 kHz enthalten, können Thermoelemente oder gleichwertige Mittel zur Temperaturmessung verwendet werden, um die Temperaturen der Wicklungen und der Isoliermaterialien zu bestimmen.

Die Maximalwerte nach Tabelle 1 von Teil 1 für Wicklungstemperaturen müssen bei Thermoelementmessung um 10 °C reduziert werden. Die Thermoelemente dürfen nur an berührbaren Oberflächen von eingebauten Transformatoren montiert werden.

ANMERKUNG Thermoelemente dürfen nicht in die Wicklungen eingebaut werden.

15 Kurzschluss- und Überlastschutz

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1 mit folgender Änderung:

Ergänzung:

15.101 Elektronische Schaltungen müssen so konstruiert und eingesetzt werden, dass ein Fehlerfall innerhalb der **SMPS** nicht zu einem elektrischen Schlag oder Feuer führt und unerwartete Aktionen des Gerätes nicht die Sicherheit beeinträchtigen.

Übereinstimmung wird durch Bewertung der Fehlerbedingung, spezifiziert nach Anhang H von Teil 1, überprüft.

16 Mechanische Festigkeit

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

17 Schutz gegen gefährliches Eindringen von Staub, festen Gegenständen und Feuchte

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

18 Isolationswiderstand, Durchschlagfestigkeit und Ableitstrom

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1 mit folgender Änderung:

18.4 ist nicht anwendbar

Ergänzung:

Der Begriff **Transformator** sollte wo anwendbar durch **SMPS** ersetzt werden

18.101 Freigehalten

18.102 Das **SMPS** muss den Impulstest nach 4.1.1.2.1 von IEC 60664-1 mit 1,2/50 µs wie folgt einhalten:

*Nach der Prüfung von 18.3 muss das **SMPS** mit der Impulsprüfeinrichtung verbunden werden. Die Impulsprüfung wird mit 10 Impulsen jeder Polarität zwischen Eingang und Ausgang des **SMPS** durchgeführt. Der Intervall zwischen den Impulsen beträgt mind. 1 s wenn innerhalb des **SMPS** Impulse erzeugt werden.*

*Während der Prüfung darf kein Durchschlag zwischen der Isolierung der benachbarten Wicklungen, zwischen den **Eingangs-** und **Ausgangskreisen**, zwischen angrenzenden **Eingangs-** und **Ausgangskreisen** oder zwischen den Wicklungen und einem leitenden Kern auftreten.*

19 Aufbau

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1 mit folgender Änderung:

Ersatz:

ANMERKUNG Dieser Unterabschnitt wird wiederholt um die folgenden Punkte separat anzusprechen.

- a) **SMPS die Netztransformatoren oder Spartransformatoren enthalten**
- b) **SMPS die Trenntransformatoren enthalten**
- c) **SMPS die Trenntransformatoren und Sicherheitstransformatoren enthalten**

19.1 Ersatz:

a) **SMPS die Netztransformatoren oder Spartransformatoren enthalten**

19.1.a): 19.1 von Teil 1 ist nicht anwendbar.

Ergänzung:

19.101.a) bis 19.105.a) Freigehalten.

Netzgeräte 19.106.a) Das Potential zu Erde an der Ausgangssteckdose darf nicht höher sein als die **Bemessungs-Ausgangsspannung** für Steckeranschluss SMPS mit einer **Bemessungs-Vorsorgungsspannung** höher als die **Bemessungs-Ausgangsspannung**.

Die Übereinstimmung wird mit einer der folgenden Methoden überprüft:

19.106.1.a) Polunverwechselbare Eingangs- und Ausgangsstecker und Steckvorrichtungssystem

In diesem Fall muss eine Anleitung beigelegt werden, dass **SMPS** die **Spartransformatoren** enthalten nicht zusammen mit einem nicht-polunverwechselbarem Stecker- und Steckvorrichtungssystem benutzt werden dürfen.

19.106.2.a)

Eine zuverlässige selbsttätige Einrichtung, die Bestandteil des **SMPS** ist, darf den Ausgangsstromkreis nur versorgen, wenn das Potential gegen Erde an den Polen der Ausgangssteckdose nicht die **Bemessungs-Ausgangsspannung** überschreitet.

Übereinstimmung muss durch folgende Prüfung nachgewiesen werden:

Das **SMPS** das einen **Spartransformator** enthält, wird an das Netz mit den höchsten Abweichungen bei den unvorteilhaftesten Bedingungen bezüglich Belastung und Ausgangsspannung angeschlossen. Die Prüfung wird dann mit der umgekehrten Polung am Eingang wiederholt. Während der Prüfung darf das gemessene Potential von jedem Pol zur Erde die höchste **Ausgangsspannung** unter Last (d. h. **Bemessungs-Ausgangsspannung** zuzüglich höchster **Ausgangsspannungsabweichung**) nicht überschreiten.

Die Prüfung wird mit umgekehrter Polarität wiederholt.

Der Abstand der Kontakte der Einrichtung muss mindestens 3 mm an jedem Pol betragen.

Übereinstimmung wird durch Messung überprüft.

Wird in der Einrichtung ein Strom, der zur Erde abfließt, für die Funktion genutzt, darf dieser Strom 0,75 mA nicht überschreiten und darf ausschließlich für die Dauer der Messung bis die **Ausgangsspannung** angelegt wird fließen.

Übereinstimmung wird durch Messung überprüft.

Alle Prüfungen werden unter den Fehlerbedingungen nach H.15.8 im Anhang H von Teil 1 wiederholt. In diesem Fall darf das Potential von jedem Pol gegen Erde die höchste **Ausgangsspannung** unter Last zuzüglich der höchsten Ausgangsspannungsabweichung für nicht mehr als 5 s überschreiten.

Übereinstimmung wird durch Messung überprüft.

19.107.a) bis 19.110.a) Freigehalten.

b) **SMPS die Trenntransformatoren enthalten.**

19.1.b) Die **Eingangs-** und **Ausgangsschaltkreise** müssen elektrisch voneinander getrennt sein und die Konstruktion muss so sein, dass keine Möglichkeit einer Verbindung dieser Stromkreise untereinander möglich ist, weder direkt noch indirekt über andere Metallteile.

Übereinstimmung wird durch Sichtprüfung und Messung, unter Einbeziehung von Abschnitt 18 und 26, überprüft.

19.1.1.b) Die **Isolierung** zwischen **Eingangs-** und **Ausgangswicklung(en)** muss mindestens aus **Basisisolierung** bestehen.

Zusätzlich gilt folgende Anforderung:

- für **Schutzklasse I SMPS** muss die **Isolierung** zwischen den **Eingangswicklungen** und dem **Körper** und zwischen den **Ausgangswicklungen** und dem **Körper** mindestens aus **Basisisolierung** bestehen;
- für **Schutzklasse II SMPS** muss die **Isolierung** zwischen den **Eingangswicklungen** und dem **Körper** und zwischen den **Ausgangswicklungen** und dem **Körper** mindestens aus doppelter oder verstärkter **Isolierung** bestehen.

19.1.2.b) Für **SMPS** mit zwischenliegenden Metallteilen (z. B. der Eisenkern) oder Resonanzkreisen, die nicht mit dem **Körper** verbunden sind und sich zwischen den **Eingangs-** und **Ausgangswicklungen** befinden muss die **Isolierung** zwischen den zwischenliegenden Metallteilen (oder einem Resonanzkreis) und den **Eingangswicklungen** oder zwischen den zwischenliegenden Metallteilen (oder einem Resonanzkreis) und den **Ausgangswicklungen** aus mindestens der **Basisisolierung** bestehen.

ANMERKUNG Ein zwischenliegendes Metallteil, das von der **Eingangs-** oder **Ausgangswicklung** oder dem **Körper** nicht durch mindestens **Basisisolierung** getrennt ist, wird als mit der anderen relevanten Teilen verbunden betrachtet.

Ergänzend gilt folgende Anforderung:

- für **Schutzklasse I SMPS** muss die Isolierung zwischen den **Eingangswicklungen** und den **Ausgangswicklungen** über das zwischenliegende Metallteil (oder einem Resonanzkreis) mindestens aus **Basisisolierung** bestehen;
- für **Schutzklasse II SMPS** muss die Isolierung zwischen den **Eingangswicklungen** und dem **Körper** und zwischen den **Ausgangswicklungen** und dem **Körper** über das zwischenliegende Metallteil (oder einem Resonanzkreis) mindestens aus **doppelter** oder **verstärkter Isolierung** bestehen.

Ergänzung:

19.101.b) Teile von **Ausgangskreisen** können mit dem Schutzleiter verbunden werden.

19.102.b) Es dürfen keine Verbindungen zwischen den **Ausgangskreisen** und dem **Körper** bestehen es sei denn dies wird für **Gerätetransformatoren** von den betreffenden Produktnormen erlaubt, oder 19.8 von Teil 1 wird erfüllt. Kondensatoren sind jedoch nach 19.8 erlaubt.

Übereinstimmung wird durch Sichtprüfung überprüft.

19.103.b) bis 19.110.b) Freigehalten.

c) SMPS die Trenntransformatoren und Sicherheitstransformatoren enthalten

19.1.c Die Eingangs- und Ausgangskreise von eingebauten **Trenntransformatoren** und **Sicherheitstransformatoren** müssen elektrisch voneinander getrennt sein und die Konstruktion muss so sein, dass keine Möglichkeit einer Verbindung dieser Stromkreise untereinander möglich ist, weder direkt noch indirekt über andere Metallteile.

Übereinstimmung wird durch Sichtprüfung unter Betrachtung von Abschnitt 18, 19 und 26 überprüft.

19.1.1.c) Die Isolierung zwischen **Eingangs-** und **Ausgangswicklung(en)** von **eingebauten Trenntransformatoren** und **Sicherheitstransformatoren** muss mindestens aus **doppelter** oder **verstärkter Isolierung** bestehen, außer die Anforderungen von 19.1.3 werden erfüllt.

Ergänzend gilt folgendes:

- für **eingebaute Schutzklasse I Transformatoren** muss die **Isolierung** zwischen den **Eingangswicklungen** und dem **Körper** mindestens aus **Basisisolierung**, und die **Isolierung** zwischen den **Ausgangswicklungen** und dem **Körper** mindestens aus **zusätzlicher Isolierung** bestehen.

- für **eingebaute Schutzklasse II Transformatoren** muss die **Isolierung** zwischen den **Eingangswicklungen** und dem **Körper** und zwischen den **Ausgangswicklungen** und dem **Körper** mindestens aus doppelter und verstärkter **Isolierung** bestehen.

19.1.2.c) Für **eingebaute Schutzklasse I Transformatoren** bei denen ein zwischenliegendes Metallteil (z. B. der Eisenkern) nicht mit dem **Körper** verbunden ist und sich zwischen den **Eingangs-** und **Ausgangswicklungen** befindet muss die **Isolierung** zwischen den **Eingangs-** und **Ausgangswicklungen** über das zwischenliegende Metallteil aus **doppelter** und **verstärkter Isolierung** bestehen. Für **Schutzklasse II Transformatoren** muss die **Isolierung** zwischen den **Eingangswicklungen** und dem **Körper** und zwischen den **Ausgangswicklungen** und dem **Körper** über das zwischenliegende Metallteil aus **doppelter** und **verstärkter Isolierung** bestehen.

Die **Isolierung** zwischen dem **zwischenliegende Metallteil** und den **Eingangs-** und **Ausgangswicklungen** muss in beiden Fällen mindestens aus **Basisisolierung** bestehen.

ANMERKUNG Ein zwischenliegendes Metallteil, das von einer der Wicklung nicht durch mindestens **doppelte** oder **verstärkter Isolierung** getrennt ist, wird als mit der anderen Wicklung verbunden betrachtet.

Für **Schutzklasse I Transformatoren** darf die **Isolierung** zwischen den **Eingangs-** und **Ausgangswicklungen** aus **Basisisolierung** und einem **Schutzschirm** anstelle von **doppelter** oder **verstärkter Isolierung** bestehen vorausgesetzt die folgenden Bedingungen werden erfüllt:

- die **Isolierung** zwischen der **Eingangswicklung** und dem **Schutzschirm** muss die Anforderungen für **Basisisolierung** erfüllen (bemessen für die **Eingangsspannung**);
- die **Isolierung** zwischen dem **Schutzschirm** und der **Ausgangswicklung** muss die Anforderungen für **Basisisolierung** erfüllen (bemessen für die **Ausgangsspannung**);
- der **Schutzschirm** muss, sofern nicht anders festgelegt, aus einer Metallfolie oder aus Drähten bestehen, die mindestens die volle Breite einer der **Wicklungen** angrenzend zum Schirm ausmacht und der Schirm aus Drähten darf keine Lücken zwischen den Windungen haben;
- der Draht von einem Schirm aus Drähten und der aus dem **Schutzschirm** herausgeführte Draht muss mindestens einen Querschnitt besitzen, der den **Bemessungsstrom** der Überstromschutzeinrichtung führen kann, um sicherzustellen, dass im Fall des Durchschlags der **Isolierung** die Überstromschutzeinrichtung den Stromkreis unterbricht, bevor der herausgeführte Draht zerstört wird.
- der aus dem **Schutzschirm** herausgeführte Draht muss mit dem **Schutzschirm** verlötet oder in einer anderen angemessenen Weise befestigt sein.

Für **Transformatoren** zum Anschluss an die Versorgung mittels eines Steckers jedweder Art (eingebaut oder nicht) ist die alternative Anwendung von **Basisisolierung** mit einem **Schutzschirm** nicht erlaubt.

ANMERKUNG Im Sinne dieses Unterabschnittes schließt der Begriff „Wicklungen“ **innere Stromkreise** nicht ein.

Beispiele für die Wicklungskonstruktion sind in Anhang M von Teil 1 aufgeführt.

Ergänzung:

19.101.c) Es darf keine Verbindung zwischen dem **Ausgangskreis** und dem Schutzleiter bestehen es sei denn dies wird für **Gerätetransformatoren** von den betreffenden Produktnormen erlaubt, oder Unterabschnitt 19.8 von Teil 1 wird erfüllt.

19.102.c) Es dürfen keine Verbindungen zwischen den **Ausgangskreisen** und dem **Körper** bestehen es sei denn dies wird für **Gerätetransformatoren** von den betreffenden Produktnormen erlaubt, oder Unterabschnitt 19.8 von Teil 1 wird erfüllt.

19.103.c) Für **SMPS** die **Trenntransformatoren** und **Sicherheitstransformatoren** enthalten müssen die **Eingangsanschlüsse** und die **Ausgangsanschlüsse** zum Anschluss einer externen Verdrahtung so gelegen sein dass die Entfernung gemessen am Einführungspunkt des Leiters von der Eingangs- zur Ausgangsanschlusseinheit dieser Anschlüsse nicht kleiner als 25 mm ist. Wenn die Entfernung durch eine Barriere erreicht wird muss diese aus Isoliermaterial bestehen und dauerhaft am **SMPS** befestigt sein.

20 Einzelteile

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

21 Innere Verdrahtung

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

22 Anschluss an den Versorgungsstromkreis und andere äußere Anschlussleitungen/-kabel

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

23 Anschlüsse für äußere Leiter

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

24 Schutzleiteranschluss

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

25 Schrauben und Verbindungen

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1.

26 Kriech- und Luftstrecken sowie Abstände durch die Isolierung

Es gilt dieser Abschnitt von Teil 1 mit folgender Änderung:

Ergänzung:

Übereinstimmung wird durch Prüfungen nach Anhang H.3 und durch folgende Anforderungen überprüft.

26.101 Kriech- und Luftstrecken sowie Abstände durch die Isolierung wie in Tabelle 13, Tabelle C.1 und Tabelle D.1 angegeben müssen grundsätzlich eingehalten werden.

26.102 In Übereinstimmung mit IEC 60664-4 (2005) sind die folgenden Anforderungen für Frequenzen über 30 kHz anwendbar. In IEC 60664-4 sind Werte für Kriechstrecken, Luftstrecken und feste Isolierung erforderlich bis zu Frequenzen von 3 MHz. Wenn Frequenzen über 3 MHz in dieser Norm benutzt werden sind die Prüfungen nach IEC 60664-4, Abschnitt 7 „Prüfung mit hochfrequenten Spannungen (hochfrequente Hochspannungsprüfung und hochfrequente **Teilentladungsprüfung**)“ erforderlich.

26.103 Luftstrecken

Zwei Arten der Ermittlung der Luftstrecken für Frequenzen > 30 kHz sind notwendig (siehe Bild 26.101):

- Ermittlung basierend auf dem gemessenen Spitzenwert der Arbeitsspannung nach Tabelle 13.103 und alternativ für annähernd homogene Feldbedingungen nach Tabelle 13.101.
- Ermittlung basierend auf dem gemessenen Effektivwert der Arbeitsspannung nach IEC 61558-1, Tabelle 13, C und D (IEC 60664-1, Tabelle 2).

Die Mindestluftstrecke ist größer als der Wert der für die transienten Überspannungen erforderlich ist (IEC 61558-1, Tabelle 13 (IEC 60664-1, Tabelle 2) oder für periodische Spannungen, Tabelle 13.103 (IEC 60664-4, Tabelle 1) oder sofern annähernd homogen, Tabelle 13.101 (125 % nach Tabelle 7 von Teil 1).

Zwei Arten der Ermittlung der Luftstrecken für Frequenzen ≤ 30 kHz sind notwendig:

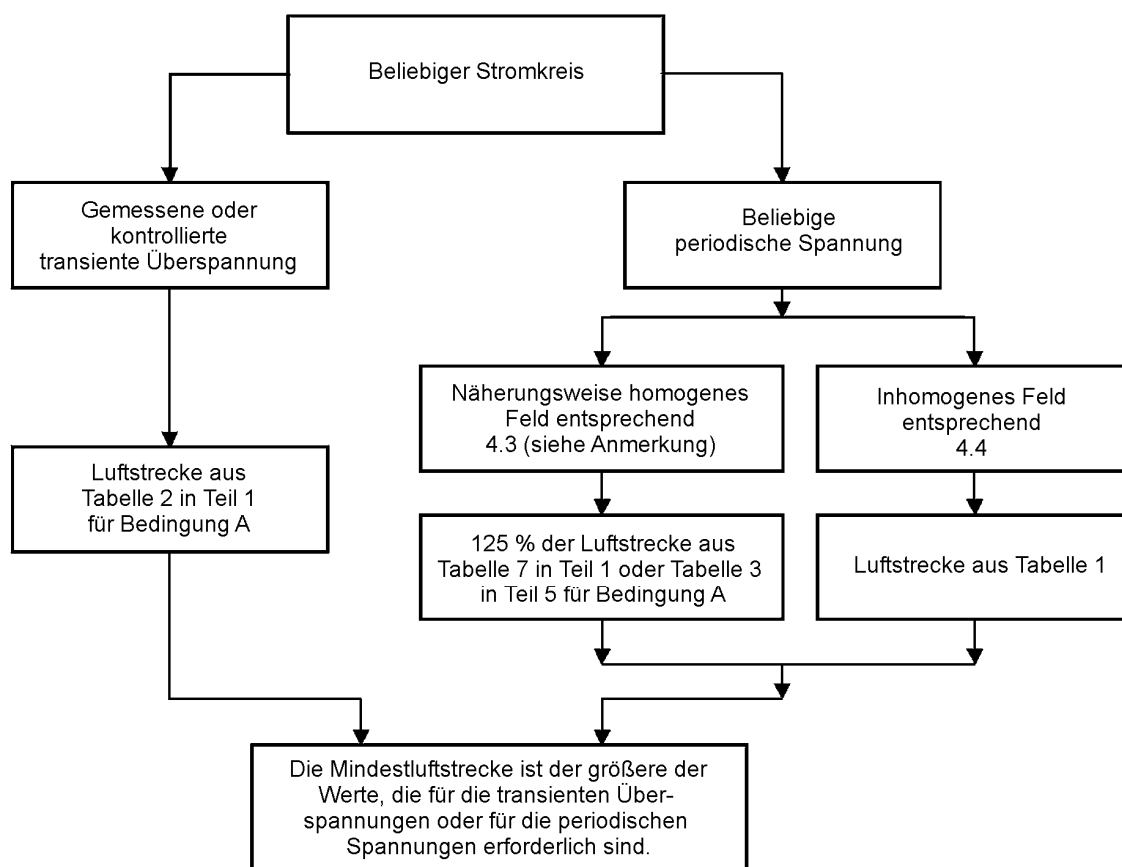
- Ermittlung basierend auf dem gemessenen Spitzenwert der Arbeitsspannung mit wiederkehrenden Spitzenspannungen nach Tabelle 13.103;
- Ermittlung basierend auf dem gemessenen Effektivwert der Arbeitsspannung nach IEC 61558-1, Tabelle 13, C und D (IEC 60664-1, Tabelle 2).

Die Mindestluftstrecke ist größer als der Wert der für die transienten Überspannungen erforderlich ist ((IEC 61558-1, Tabelle 13 (IEC 60664-1, Tabelle 2)), oder für periodische Spannungen, Tabelle 13.102 (IEC 60664-4, Tabelle 7a).

Bemessungsdiagramm

Die folgenden Diagramme zeigen das Zusammenwirken der Einflussgrößen, die die Bemessung der Luft- und Kriechstrecken zum Zwecke der Isolationskoordination beeinflussen. Die Diagramme stellen die wesentlichen Einflussgrößen dar, es ist nicht beabsichtigt, damit die Durchsicht der entsprechenden Textabschnitte zu ersetzen. Insbesondere sind nicht berücksichtigt der Fall der homogenen Feldverteilung (Werte nach Bedingung B), genauere Bemessung der Luftstrecken für Frequenzen zwischen f_{crit} und f_{min} und die Bemessung der festen Isolierung als Ersatz für Prüfungen mit hochfrequenten Spannungen.

Die Bemessung der Luftstrecken und der Kriechstrecken erfolgt unabhängig voneinander. Wenn daher oberhalb einer Isolierstoffoberfläche eine Luftstrecke und eine Kriechstrecke zusammenfallen, dann gilt der größere Wert der Luft- oder der Kriechstrecke.



ANMERKUNG Es wird angenommen, dass bei Frequenzen größer als 30 kHz eine näherungsweise homogene Feldverteilung dann besteht, wenn der Verrundungsradius der leitfähigen Teile größer oder gleich 20 % der Luftstrecke ist. Der erforderliche Verrundungsradius kann erst am Ende des Bemessungsvorgangs festgelegt werden.

Bild 26.101 – Bemessungsdiagramm für Luftstrecken

ANMERKUNG Das Bemessungsdiagramm (siehe Bild 26.101) ist aus IEC 60664-4, Anhang F entnommen.

Tabelle 13.101 – Werte für die Luftstrecke für Frequenzen > 30 kHz mit annähernd homogenen Feldbedingungen nach IEC 60664-4, Unterabschnitt 4.3

Arbeitsspannung (Spitzenwert)	Luftstrecken für annähernd homogenes Feld	
	Basisisolierung	Doppelte oder verstärkte Isolierung
V	mm	mm
330	0,02	0,075
400	0,04	0,16
500	0,07	0,33
600	0,11	0,53
800	0,26	0,68
1 000	0,46	1,59
1 200	0,76	1,72
1 500	1,14	3,00
2 000	1,80	4,75
2 500	2,55	5,19
3 000	3,45	9,88
4 000	5,70	11,00
5 000	8,30	15,20
6 000	10,23	19,00
8 000	15,20	26,80

ANMERKUNG Die Werte der Tabelle 13.101 basieren auf IEC 60664-1, Tabelle 7a (125 % der Spannung (Spitzenwert) Tabelle 7a). Die Werte für doppelte und verstärkte Isolierung werden nach IEC 60664-1 mit dem Faktor 1,6 der Spannung (Spitzenwert der Spannung zur Prüfung der Spannungsfestigkeit) ermittelt.

Wenn die Werte für die Luftstrecke nach Tabelle 13.101 niedriger, als die nach IEC 61558, Tabelle 13 (IEC 60664-1, Tabelle 2) erforderlichen Werte sind, dann sind die Werte nach IEC 61558-1 anzuwenden.

Es wird angenommen, dass näherungsweise homogene Feldverteilung dann besteht, wenn der Verrundungsradius der leitfähigen Teile größer oder gleich 20 % der Luftstrecke ist.