

Trenntransformatoren und Sicherheitstransformatoren Anforderungen

(IEC 742 (1983 – 1. Ausgabe, modifiziert))
Deutsche Fassung EN 60742:1989

DIN
VDE 0551
Teil 1

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm **EN 60742**

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.

Isolating transformers and
safety isolating transformers;
Requirements
(IEC 742 (1983 – 1st edition, modified))
German version EN 60742 edition 1989
Transformateurs de séparation de circuits et
transformateurs de sécurité;
Règles
(CEI 742 (1983 – 1ère édition modifiée))
Version allemand EN 60742 édition 1989

Teilweise Ersatz für
VDE 0550 Teil 1/12.69,
VDE 0550 Teil 3/12.69,
VDE 0551/05.72 und
VDE 0551e/09.75
Siehe jedoch Übergangsfrist!

Die Europäische Norm EN 60742 hat den Status einer Deutschen Norm.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. September 1989.

Daneben gelten für Sicherheitstransformatoren VDE 0551/05.72 und die in VDE 0551e/09.75 für "Hauptabschnitt 1: Allgemeine Bestimmungen" angegebenen Änderungen sowie für Trenntransformatoren VDE 0550 Teil 1/12.69 und VDE 0550 Teil 3/12.69 noch bis zum 1. Oktober 1989.

Für Transformatoren, die vor dem 1. Oktober 1989 nachweislich für Sicherheitstransformatoren VDE 0551/05.72 und VDE 0551e/09.75 bzw. für Trenntransformatoren VDE 0550 Teil 1/12.69 und VDE 0550 Teil 3/12.69 entsprochen haben, darf für Sicherheitstransformatoren VDE 0551/05.72 und VDE 0551e/09.75 und für Trenntransformatoren VDE 0550 Teil 1/12.69 und VDE 0550 Teil 3/12.69 für die Herstellung noch in einer Übergangsfrist bis 1. Oktober 1991 und für das Inverkehrbringen noch in einer Übergangsfrist bis 1. Oktober 1992 angewendet werden.

Für Batterie-Kleinladegeräte für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke gelten VDE 0551/05.72 "Hauptabschnitt 1: Allgemeine Bestimmungen" und VDE 0551e/09.75 solange weiter, bis sie durch entsprechende neue Normen ersetzt werden.

Entwürfe waren veröffentlicht als

DIN VDE 0551 Teil 1/11.75,
DIN VDE 0551 Teil 2/02.76,
DIN VDE 0551 Teil 3/02.76,
DIN VDE 0551 Teil 4/02.76,
DIN VDE 0551 Teil 5/02.76,
DIN VDE 0551 Teil 21/02.76,
DIN VDE 0551 Teil 22/02.76,
DIN IEC 14D(CO)7/VDE 0551 Teil 100/10.79,
DIN IEC 14D(CO)9/VDE 0551 Teil 100 A1/05.80,
DIN IEC 14D(CO)10/VDE 0551 Teil 100 A2/05.80,
DIN IEC 14D(CO)11/VDE 0551 Teil 100 A3/10.80,
DIN IEC 14D(CO)12/VDE 0551 Teil 100 A4/10.80,
DIN IEC 14D(CO)17/VDE 0551 Teil 100 A5/09.81,
DIN IEC 14D(CO)23/VDE 0551 Teil 100 A6/12.82 und
DIN IEC 14D(CO)25/VDE 0551 Teil 100 A7/03.84.

Fortsetzung Seite 2
und 111 Seiten EN-Norm

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)

Nationales Vorwort

Zuständig für diese Europäische Norm ist in Deutschland das Unterkomitee 321.1 „Kleintransformatoren“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE).

Im Anhang ZC sind den Internationalen Normen – zusätzlich zu EN 60742 – die entsprechenden Deutschen Normen gegenübergestellt.

Frühere Ausgaben

VDE 0550 Teil 1:01.29,01.37,02.55,03.59,09.62,04.66,12.69

VDE 0550 Teil 2:02.55,03.59

VDE 0550 Teil 3:02.55,03.61,04.66,12.69

VDE 0551:11.67; Änderung b/09.71, Änderung c/05.72, Änderung e/09.75

Änderungen

Gegenüber VDE 0550 Teil 1/12.69 und VDE 0550 Teil 3/12.69 und VDE 0551/05.72, VDE 0551e/09.75 wurden folgende Änderungen durchgeführt:

- Festlegungen für Sicherheitstransformatoren und Trenntransformatoren zusammengefaßt.
- Festlegungen der EN 60742 übernommen.

Internationale Patentklassifikation

H 01 F 27/00

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 60742
Januar 1989

DK 621.314.21.614.8

Deskriptoren: Trenntransformatoren; Sicherheitstransformatoren; Sicherheitsanforderungen; Rasiersteckdosen-Transformatoren; Spielzeugtransformatoren; Klingeltransformatoren; Transformatoren für Handleuchten der Schutzklasse III

DEUTSCHE FASSUNG

**Trenntransformatoren und Sicherheitstransformatoren
Anforderungen**

(IEC 742 (1983 - 1. Ausgabe, modifiziert))

**Isolating transformers and
safety isolating transformers
Requirements
(IEC 742 (1983 – 1st edition, modified))**

**Transformateurs de séparation des circuits et
transformateurs de sécurité
Règles
(CEI 742 (1983 – 1ère édition, modifiée))**

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 28. Juni 1988 ratifiziert. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die Forderungen der CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR ELEKTROTECHNISCHE NORMUNG
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Électrotechnique

Zentralsekretariat: Rue Bréderode 2, B-1000 Brüssel

ENTSTEHUNGSGESCHICHTE

Das CENELEC Fragebogenverfahren zur unveränderten Annahme der IEC 742 (erste Ausgabe, 1983) ergab, daß für die Annahme als Europäische Norm (EN) gemeinsame CENELEC-Abänderungen notwendig waren. Diese Abänderungen wurden von einer vom Technischen Büro des CENELEC eingesetzten Arbeitsgruppe in einer Sitzung erarbeitet, den CENELEC-Mitgliedern zur Abstimmung vorgelegt und von CENELEC genehmigt.

TECHNISCHER TEXT

Der Text der Internationalen Norm IEC 742 (erste Ausgabe, 1983) wurde von CENELEC am 28. Juni 1988 mit vereinbarten, gemeinsamen Abänderungen als Europäische Norm genehmigt und ratifiziert. Diese gemeinsamen CENELEC-Abänderungen wurden der besseren Übersicht wegen in den Text von IEC 742 (1983) eingearbeitet und am linken Seitenrand mit einem senkrechten Strich gekennzeichnet. Die IEC-Originaltexte sind gekennzeichnet mit „INFORMATION zum IEC-Originaltext“ direkt hinter dem Text der gemeinsamen Abänderungen aufgeführt.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

spätestes Datum für die Ankündigung (doa)	1989-04-01
spätestes Datum für die Veröffentlichung (dop)	1989-10-01
spätestes Datum für die Zurückziehung (dow)	1989-10-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm ist Anhang A normativ
 Anhang B informativ

INHALT

	Seite
ENTSTEHUNGSGESCHICHTE	2
TECHNISCHER TEXT	2
EINLEITUNG zur IEC 742 (1983)	5
GLIEDERUNG DER NORM	6

KAPITEL I: ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

Abschnitt		
1 Anwendungsbereich und Zweck		7
2 Begriffe		7
3 Allgemeine Anforderungen		12
4 Allgemeines über die Prüfungen		12
5 Nennwerte		14
6 Klassifikation		14
7 Aufschriften		14
8 Schutz gegen gefährliche Körperströme		18
9 Änderung der Eingangsspannungseinstellung		21
10 Ausgangsspannung und Ausgangsstrom bei Belastung		21
11 Leerlauf-Ausgangsspannung		22
12 Kurzschlußspannung		22
13 Erwärmung		22
14 Kurzschluß- und Überlastschutz		27
15 Mechanische Festigkeit		29
16 Wasser- und Feuchteschutz		30
17 Isolationswiderstand und Spannungsfestigkeit		31
18 Aufbau		33
19 Einzelteile		35
20 Innere Verdrahtung		36
21 Anschluß an den Versorgungsstromkreis und äußere flexible Leitungen		37
22 Anschlüsse für äußere Leiter		41
23 Schutzleiteranschluß		46
24 Schrauben und Verbindungen		47
25 Kriech- und Luftstrecken		49
26 Wärme- und Feuerbeständigkeit sowie Kriechstromfestigkeit		55
27 Rostschutz		58
ANHANG IA – Prüfungen bei der Fertigung		59
ANHANG IB – Ausführungsbeispiele zu Abschnitt 8.6		60
ANHANG IC – Beispiele zur Prüfung der Spannungsfestigkeit		63
ANHANG ID – Messung von Kriech- und Luftstrecken		65
ANHANG IE – Beispiele für Meßstellen zur Messung von Kriech- und Luftstrecken		70

KAPITEL II: ZUSÄTZLICHE ANFORDERUNGEN FÜR TRENNTRANSFORMATOREN**HAUPTABSCHNITT EINS – TRENNTRANSFORMATOREN FÜR ALLGEMEINE ANWENDUNG, RASIERSTECKDOSEN-TRANSFORMATOREN UND RASIERSTECKDOSEN-EINHEITEN**

2 Begriffe	72
5 Nennwerte	72
7 Aufschriften	73
8 Schutz gegen gefährliche Körperströme	73
11 Leerlauf-Ausgangsspannung	73
13 Erwärmung	74
14 Kurzschluß- und Überlastschutz	74
15 Mechanische Festigkeit	74
18 Aufbau	76
19 Einzelteile	76
21 Anschluß an den Versorgungsstromkreis und äußere flexible Leitungen	77
22 Anschlüsse für äußere Leiter	77
23 Schutzleiteranschluß	77
ANHANG II-1-A – Anforderungen an Spezialsteckdosen für Rasiersteckdosen-Einheiten	78

KAPITEL III: ZUSÄTZLICHE ANFORDERUNGEN FÜR SICHERHEITSTRANSFORMATOREN

HAUPTABSCHNITT EINS – SICHERHEITSTRANSFORMATOREN FÜR ALLGEMEINE ANWENDUNG

Abschnitt

5	Nennwerte	79
7	Aufschriften	79
11	Leerlauf-Ausgangsspannung	79
21	Anschluß an den Versorgungsstromkreis und äußere flexible Leitungen	80

HAUPTABSCHNITT ZWEI – SPIELZEUGTRANSFORMATOREN

2	Begriffe	80
5	Nennwerte	80
7	Aufschriften	81
8	Schutz gegen gefährliche Körperströme	81
9	Änderung der Eingangsspannungseinstellung	81
10	Ausgangsspannung und Ausgangsstrom bei Belastung	81
11	Leerlauf-Ausgangsspannung	81
12	Kurzschlußspannung	81
13	Erwärmung	82
14	Kurzschluß- und Überlastschutz	82
15	Mechanische Festigkeit	83
18	Aufbau	83
19	Einzelteile	83
21	Anschluß an den Versorgungsstromkreis und äußere flexible Leitungen	84

HAUPTABSCHNITT DREI – KLINGELTRANSFORMATOREN

2	Begriffe	84
4	Allgemeines über die Prüfungen	84
5	Nennwerte	85
6	Klassifikation	85
7	Aufschriften	85
8	Schutz gegen gefährliche Körperströme	85
10	Ausgangsspannung und Ausgangsstrom bei Belastung	86
11	Leerlauf-Ausgangsspannung	86
13	Erwärmung	86
14	Kurzschluß- und Überlastschutz	87
15	Mechanische Festigkeit	87
18	Aufbau	87
19	Einzelteile	88
21	Anschluß an den Versorgungsstromkreis und äußere flexible Leitungen	88
22	Anschlüsse für äußere Leiter	89
24	Schrauben und Verbindungen	89

HAUPTABSCHNITT VIER – TRANSFORMATOREN FÜR HANDLEUCHTEN DER SCHUTZKLASSE III

2	Begriffe	89
5	Nennwerte	89
7	Aufschriften	90
10	Ausgangsspannung und Ausgangsstrom bei Belastung	90
11	Leerlauf-Ausgangsspannung	90
18	Aufbau	90
21	Anschluß an den Versorgungsstromkreis und äußere flexible Leitungen	90

BILDER		91
Anhang ZA	(normativ)	100
Anhang ZB	(informativ)	106
Anhang ZC	Andere in dieser Norm zitierte internationale Publikationen	108

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Das Vorwort der IEC 742 (1983) ist nicht

Bestandteil dieser Europäischen Norm:

Anhang ZA (normativ), Anhang ZB (informativ) und

Anhang ZC sind in IEC 742 (1983) nicht enthalten

EINLEITUNG zur IEC 742 (1983)

Diese Norm wurde vom Unterkomitee 14D „Kleintransformatoren“ des Technischen Komitees Nr 14 „Transformatoren“ der IEC erarbeitet.

Entwürfe wurden auf den Sitzungen 1976 in Nizza und 1978 in Florenz beraten. Als Ergebnis der letztgenannten Sitzung wurde den Nationalen Komitees im Februar 1979 ein Entwurf, Schriftstück 14D(Central Office)7, zur Abstimmung unter der Sechsmonatsregel vorgelegt.

Ergänzende Entwürfe wurden auf den Sitzungen 1979 in Paris und Berlin beraten. Als Ergebnis der Sitzung in Paris wurden den Nationalen Komitees im September bzw. Oktober 1979 Entwürfe, Schriftstücke 14D(Central Office)9 und 10, zur Abstimmung unter der Sechsmonatsregel vorgelegt. Als Ergebnis der Sitzung in Berlin wurden den Nationalen Komitees im April 1980 bzw. März 1981 Entwürfe, Schriftstücke 14D (Central Office) 11, 12 und 17, zur Abstimmung unter der Sechsmonatsregel vorgelegt.

Änderungen zu Schriftstück 14D (Central Office) 9, Schriftstück 14D (Central Office) 16, wurden den Nationalen Komitees im März 1981 zur Abstimmung unter dem Zweimonatsverfahren vorgelegt.

Die Nationalen Komitees der folgenden Länder stimmten ausdrücklich für die Veröffentlichung:

Schrift- stück Land	14D(CO)7	14D(CO)9	14D(CO)10	14D(CO)11	14D(CO)12	14D(CO)16	14D(CO)17
Ägypten	x	x		x	x	x	x
Australien	x			x	x	x	x
Belgien	x	x	x	x	x	x	x
Dänemark	x	x	x			x	x
Deutschland		x	x	x	x	x	x
Frankreich	x	x	x	x	x	x	x
Irland				x	x		
Israel	x		x	x	x	x	
Italien	x		x	x	x	x	
Japan	x	x	x	x	x	x	x
Korea							
(Demokratische Volksrepublik					x	x	
Korea (Republik)						x	
Neuseeland				x			
Niederlande	x		x	x		x	
Norwegen	x		x	x	x		x
Österreich		x	x	x	x		x
Polen	x	x	x			x	x
Rumänien				x	x	x	
Schweden	x		x	x	x		x
Schweiz	x		x	x	x		x
Sowjetunion		x	x	x	x	x	x
Spanien	x		x				
Südafrika	x	x	x	x	x	x	x
Türkei	x	x	x	x	x		
Ungarn	x	x	x	x	x	x	x
Vereinigtes Königreich	x	x		x	x	x	x
Vereinigte Staaten	x		x	x	x	x	x

In dieser Norm werden folgende Schrifttypen benutzt:

- Anforderungen: in Normalschrift
- Prüffestlegungen: in Kursivschrift
- Erläuternde Angaben: in Kleinschrift

Andere internationale Publikationen, die in dieser Norm zitiert werden, sind in Anhang ZC (normativ) aufgeführt. Sofern diese Publikationen als Harmonisierungsdokumente (HD) bzw. Europäische (EN) übernommen wurden, wurden die entsprechenden HD/EN mit angegeben.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Er lautet: Andere in dieser Norm zitierte IEC-Publikationen:

Die unter dieser Überschrift aufgeführte Liste enthält folgende Publikationen nicht:

GLIEDERUNG DER NORM

Die vorliegende Norm umfaßt mehrere Kapitel:

- Kapitel I enthält allgemeine Anforderungen für alle Trenn- und Sicherheitstransformatoren aller Anwendungsgebiete.
- Kapitel II enthält zusätzliche Anforderungen für Trenntransformatoren.

Es ist in Hauptabschnitte für verschiedene Arten von Transformatoren unterteilt¹⁾

Hauptabschnitt eins: Trenntransformatoren für allgemeine Anwendung, Rasiersteckdosen-Transformatoren und Rasiersteckdosen-Einheiten

Jeder Hauptabschnitt ist unabhängig von den anderen Hauptabschnitten, und die angegebenen Ergänzungen (oder Änderungen) beziehen sich alle auf Kapitel I: Allgemeine Anforderungen.

- Kapitel III enthält zusätzliche Anforderungen für Sicherheitstransformatoren.

Es ist in Hauptabschnitte für verschiedene Arten von Transformatoren unterteilt¹⁾

Hauptabschnitt eins: Sicherheitstransformatoren für allgemeine Anwendung

Hauptabschnitt zwei: Spielzeugtransformatoren

Hauptabschnitt drei: Klingeltransformatoren

Hauptabschnitt vier: Transformatoren für Handleuchten der Schutzklasse III

Jeder Hauptabschnitt ist unabhängig von den anderen Hauptabschnitten und die angegebenen Ergänzungen (oder Änderungen) beziehen sich alle auf Kapitel I: Allgemeine Anforderungen.

¹⁾ Die Unterteilung der Kapitel II und III wurde vorgenommen, um weitere Anforderungen für andere Arten von Transformatoren anfügen zu können.

TRENNTRANSFORMATOREN UND SICHERHEITSTRANSFORMATOREN

Anforderungen

KAPITEL I: ALLGEMEINE ANFORDERUNGEN

1 Anwendungsbereich und Zweck

1.1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für ortsfeste und ortsveränderliche, einphasige oder mehrphasige luftgekühlte Trenn- und Sicherheitstransformatoren, auch wenn sie in Geräte eingebaut oder auf andere Weise zugeordnet sind, mit einer Nenn-Eingangsspannung von nicht mehr als 1000 V Wechselspannung, einer Nennfrequenz von nicht mehr als 500 Hz und einer Nennleistung von nicht mehr als:

- für Trenntransformatoren:
25 kVA für Einphasen-Transformatoren
40 kVA für Mehrphasen-Transformatoren
- für Sicherheitstransformatoren:
10 kVA für Einphasen-Transformatoren
16 kVA für Mehrphasen-Transformatoren.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

In IEC 742 ist im ersten Absatz 3. Zeile enthalten:

„... als 1000 V Wechselspannung und 1000 $\sqrt{2}$ V ungeglättete Gleichspannung“.

Die Leerlauf- und die Nenn-Ausgangsspannung überschreiten nicht:

- für Trenntransformatoren 1000 V Wechselspannung und 1000 $\sqrt{2}$ V ungeglättete Gleichspannung;
- für Sicherheitstransformatoren 50 V Wechselspannung (Effektivwert) und/oder 50 $\sqrt{2}$ V ungeglättete Gleichspannung, zwischen den Leitern oder zwischen jedem Leiter und Erde.

Nennwerte für die verschiedenen Arten von Transformatoren sind in den zusätzlichen Teilen, Kapitel II und III, angegeben.

Diese Norm gilt für Trenntransformatoren, die verwendet werden, wenn die Errichtungsbestimmungen die elektrische Trennung von Stromkreisen für die Versorgung von bestimmten Stromkreisen oder Geräten (Rasiergeräte, ortsveränderliche Werkzeuge, Rasenmäher usw.) fordern.

Diese Norm gilt für Sicherheitstransformatoren für die Versorgung von Stromkreisen oder Geräten mit Schutzkleinspannung (Spielzeuge, Klingelanlagen, ortsveränderliche Werkzeuge, Handleuchten usw.).

Sie gilt auch für Transformatoren, die mit bestimmten Geräteteilen verbunden sind, soweit dies von den entsprechenden Technischen Komitees der IEC gefordert wird.

Diese Norm gilt für trockene oder gekapselte Transformatoren. Sie gilt nicht für Transformatoren, die mit flüssigen Dielektrika oder pulverisierten Stoffen gefüllt sind.

In Räumen, in denen besondere Umgebungsbedingungen herrschen, können besondere Anforderungen nach IEC 364-5-51: Electrical Installations of Buildings, Part 5: Selection and Erection of Electrical Equipment. Chapter 51: Common Rules, notwendig sein.

1.2 Zweck

Der Hauptzweck dieser Norm ist die Festlegung von Sicherheitsanforderungen für Trenntransformatoren und Sicherheitstransformatoren.

2 Begriffe

Für die in dieser Norm benutzten allgemeinen Begriffe gilt das Internationale Elektrotechnische Wörterbuch der IEC.

2.1 Soweit nicht anders festgelegt, sind Wechselspannungs- und -stromangaben Effektivwerte, Gleichspannungs- und -stromangaben arithmetische Mittelwerte.

2.2 *Schutzkleinspannung* (SELV) ist eine Spannung, die nicht größer als 50 V Wechselspannung (Effektivwert) oder 50 $\sqrt{2}$ V ungeglättete Gleichspannung ist, zwischen den Leitern oder zwischen jedem Leiter und Erde in einem Stromkreis, welcher vom Netz elektrisch durch Mittel wie ein Sicherheitstransformator getrennt ist.

Der Gleichspannungswert 50 $\sqrt{2}$ V ist vorläufig in Erwartung eines Beschlusses des Technischen Komitees Nr 64 bezüglich gleichgerichteter Gleichspannung.

Maximalspannungen kleiner als 50 V Wechselspannung (Effektivwert) oder 50 $\sqrt{2}$ V ungeglättete Gleichspannung dürfen in besonderen Anforderungen festgelegt sein, insbesondere wenn direktes Berühren unter Spannung stehender Teile zulässig ist.

Die Spannungsgrenze darf weder bei Vollast noch bei Leerlauf überschritten werden.

- 2.3 *Trenntransformator* ist ein Transformator, dessen Eingangs- und Ausgangswicklungen durch doppelte oder verstärkte Isolierung elektrisch getrennt sind, um in dem durch die Ausgangswicklung versorgten Stromkreis Gefahren einzuschränken, die sich aus zufälligem gleichzeitigem Berühren von Erde und unter Spannung stehenden Teilen oder Teilen des Körpers ergeben, die im Fall eines Isolationsfehlers unter Spannung stehen können.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Er lautet: Trenntransformator ist ein Transformator, dessen Eingangs- und Ausgangswicklungen elektrisch getrennt sind, um Gefahren einzuschränken, die sich aus zufälligem gleichzeitigem Berühren von Erde und unter Spannung stehenden Teilen oder Metallteilen ergeben, die im Fall eines Isolationsfehlers unter Spannung stehen können.

- 2.4 *Sicherheitstransformator* ist ein Trenntransformator zur Versorgung von SELV-Stromkreisen. Begriffe von Transformatoren für bestimmte Anwendungen sind in den betreffenden Hauptabschnitten angegeben. Der Ersatz des Ausdrucks „Sicherheitstransformator“ ist bei ACOS in Beratung.

- 2.5 *Transformator für Unterputzmontage* ist ein Transformator, der zum Einbau in eine Unterputzdose bestimmt ist.

- 2.6 *Gerätetransformator* ist ein Transformator, der dazu bestimmt ist, bestimmte Geräte oder Ausrüstungen zu versorgen und entweder in diese eingebaut oder nicht eingebaut ist, aber besonders hergerichtet ist, um nur zusammen mit dem (den) bestimmten Gerät(en) oder der (den) bestimmten Ausrüstung(en) verwendet zu werden.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Er lautet: Gerätetransformator ist ein Transformator, der dazu bestimmt ist bestimmte Geräte oder Ausrüstungen zu versorgen und entweder eingebaut oder besonders hergerichtet ist zur ausschließlichen Anwendung mit den bestimmten Geräten oder Ausrüstungen.

Diese Transformatoren können sein:

- Einbautransformatoren
- Zubehörtransformatoren.

- 2.7 *Einbautransformator* ist ein Gerätetransformator, der dazu bestimmt ist, in ein bestimmtes Gerät oder eine bestimmte Ausrüstung eingebaut zu werden, dessen (deren) Gehäuse den Schutz gegen gefährliche Körperströme sicherstellt.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Er lautet: Einbautransformator ist ein Gerätetransformator, der in ein bestimmtes Gerät oder einer bestimmte Ausrüstung eingebaut wird.

- 2.8 *Zubehörtransformator* ist ein Gerätetransformator, der ohne in ein Gerät oder eine Ausrüstung eingebaut zu sein, an dem Gerät oder der Ausrüstung angebracht ist oder mit diesem (dieser) geliefert wird.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Er lautet: Zubehörtransformator ist ein Gerätetransformator, der einem bestimmten Gerät oder einer bestimmten Ausrüstung zugeordnet ist oder hieran angebaut ist.

- 2.9 *Eingangswicklung* ist die zum Anschluß an den Versorgungsstromkreis bestimmte Wicklung.

- 2.10 *Ausgangswicklung* ist eine zum Anschluß eines Verteilungsstromkreises, eines Gerätes oder einer anderen Einrichtung bestimmte Wicklung.

- 2.11 *Nenn-Eingangsspannung* ist die vom Hersteller dem Transformator für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnete Versorgungsspannung (bei Mehrphasensystemen die Außenleiterspannung).

- 2.12 *Nenn-Eingangsspannungsbereich* ist der vom Hersteller dem Transformator zugeordnete Eingangsspannungsbereich, ausgedrückt durch seine untere und obere Grenze.

- 2.13 *Nennfrequenz* ist die vom Hersteller dem Transformator für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnete Frequenz.

- 2.14 *Nenn-Ausgangsstrom* ist der Ausgangsstrom bei Nenn-Eingangsspannung und Nennfrequenz den der Hersteller dem Transformator für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.

Ist dem Transformator kein Nenn-Ausgangsstrom zugeordnet, kann er aus der Nennleistung und der Nenn-Ausgangsspannung berechnet werden.

- 2.15 *Nenn-Ausgangsspannung* ist die Ausgangsspannung (bei Mehrphasensystemen die Außenleiterspannung) bei Nenn-Eingangsspannung, Nennfrequenz, Nenn-Ausgangsstrom und bei Nenn-Leistungsfaktor, die der Hersteller dem Transformator für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.
- 2.16 *Nenn-Leistungsfaktor* ist der Leistungsfaktor, den der Hersteller dem Transformator für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.
- 2.17 *Nennleistung* ist das Produkt aus Nenn-Ausgangsspannung und Nenn-Ausgangsstrom, oder bei Mehrphasen-Transformatoren das $\sqrt{n}$ -fache des Produktes aus Nenn-Ausgangsspannung und Nenn-Ausgangsstrom, wobei n die Anzahl der Phasen ist. Falls der Transformator mehr als eine Ausgangswicklung oder eine Ausgangswicklung mit Anzapfungen hat, ist die Nennleistung die Summe der Produkte aus Nenn-Ausgangsspannung und Nenn-Ausgangsstrom aller gleichzeitig belastbarer Stromkreise.
- 2.18 *Leerlaufleistung* ist die Leistung des unbelasteten Transformators bei Nenn-Eingangsspannung und Nennfrequenz.
- 2.19 *Leerlauf-Ausgangsspannung* ist die Ausgangsspannung des unbelasteten Transformators bei Nenn-Eingangsspannung und Nennfrequenz.
- 2.20 *Kurzschlußspannung* ist die Spannung, die an die Eingangswicklung anzulegen ist, um bei Raumtemperatur der Wicklungen in der kurzgeschlossenen Ausgangswicklung einen Strom hervorzurufen, der gleich dem Nenn-Ausgangsstrom ist.
Die Kurzschlußspannung wird üblicherweise in Prozent der Nenn-Eingangsspannung angegeben.
- 2.21 *Netzanschlußleitung* ist eine flexible Leitung zur Stromversorgung, die entsprechend einer der folgenden Arten an dem Transformator befestigt oder mit ihm zusammengebaut ist:
- Anbringungsart X ist eine Anbringungsart, bei der die flexible Leitung ohne Spezialwerkzeuge leicht ersetzt werden kann, wobei die Anschlußleitung keine besondere Vorbereitung erfordert.
 - Anbringungsart M ist eine Anbringungsart, bei der die flexible Leitung ohne Spezialwerkzeuge leicht ersetzt werden kann, wobei die Verwendung einer Spezialleitung, beispielsweise mit angespritzter Biegeschutztülle oder Quetschverbindung vorgesehen ist.
 - Anbringungsart Y ist eine Anbringungsart, bei der die flexible Leitung nur mit Hilfe von speziell für diesen Zweck vorgesehenen Werkzeugen, die üblicherweise nur dem Hersteller oder seinen Vertretern zur Verfügung stehen, ersetzt werden kann.
Anbringungsart Y darf bei üblichen flexiblen Leitungen oder bei Spezialleitungen angewandt werden.
 - Anbringungsart Z ist eine Anbringungsart, bei der die flexible Leitung nicht ersetzt werden kann, ohne einen Teil des Transformators zu zerbrechen oder zu zerstören.
- 2.22 *Abnehmbares Teil* ist ein Teil, das ohne Werkzeug entfernt werden kann.
Nicht abnehmbares Teil ist ein Teil, das nur mit Hilfe eines Werkzeuges entfernt werden kann.
- 2.23 *Werkzeug* ist ein Schraubendreher, eine Münze oder ein anderer Gegenstand, der zum Betätigen einer Schraube oder eines ähnlichen Befestigungsmittels benutzt werden kann.
- 2.24 *Basisisolierung* ist die Isolierung unter Spannung stehender Teile zum grundlegenden Schutz gegen gefährliche Körperströme.
Basisisolierung umfaßt nicht unbedingt Isolierung, die ausschließlich für Betriebszwecke verwendet wird.
- 2.25 *Zusätzliche Isolierung* ist eine unabhängige Isolierung, zusätzlich zur Basisisolierung, die den Schutz gegen gefährliche Körperströme im Fall des Versagens der Basisisolierung sicherstellt.
- 2.26 *Doppelte Isolierung* ist eine Isolierung, die aus Basisisolierung und zusätzlicher Isolierung besteht.
- 2.27 *Verstärkte Isolierung* ist ein einziges Isoliersystem für unter Spannung stehende Teile, das den gleichen Schutz gegen gefährliche Körperströme wie die doppelte Isolierung bietet.
Der Begriff „Isoliersystem“ besagt nicht, daß die Isolierung aus einem homogenen Stück bestehen muß. Es darf mehrere Lagen umfassen, die nicht einzeln als zusätzliche oder Basisisolierung geprüft werden können.
- 2.28 *Transformator der Schutzklasse I* ist ein Transformator, bei dem der Schutz gegen gefährliche Körperströme nicht allein auf der Basisisolierung beruht, sondern der eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme in der Weise enthält, daß ein Erdungsanschluß, zum Anschluß von berührbaren leitfähigen Teilen an den Schutzleiter in der festen Verdrahtung der Anlage in der Weise vorgesehen sind, daß berührbare leitfähige Teile im Fall des Versagens der Basisisolierung nicht unter Spannung geraten können. Transformatoren, die zum Anschluß mit einer flexiblen Leitung bestimmt sind, müssen mit einer fest angeschlossenen flexiblen Leitung mit Schutzleiter und einem Stecker mit Schutzkontakt versehen sein.
Transformatoren der Schutzklasse I dürfen Teile mit doppelter oder verstärkter Isolierung enthalten.
- 2.29 *Transformator der Schutzklasse II* ist ein Transformator, bei dem der Schutz gegen gefährliche Körperströme nicht allein auf der Basisisolierung beruht, sondern in dem zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen wie doppelte Isolierung oder verstärkte Isolierung vorhanden sind; sie enthalten keine Vorrichtung zum Anschluß eines Schutzleiters und sind von den Schutzmaßnahmen der festen Installation unabhängig.

Ein Transformator der Schutzklasse II darf mit Mitteln zur Aufrechterhaltung der ununterbrochenen Schutzleiter-Durchverbindung versehen sein, vorausgesetzt, daß diese Mittel sich innerhalb des Transformators befinden und gegen berührbare Oberflächen entsprechend den Anforderungen der Schutzklasse II isoliert sind.

In besonderen Fällen kann es notwendig sein, zwischen „isolierstoffumschlossenen“ und „metallumschlossenen“ Transformatoren der Schutzklasse II zu unterscheiden.

Ein Transformator mit einem dauerhaften und im wesentlichen zusammenhängenden Gehäuse aus Isolierstoff, das alle Metallteile umschließt, ausgenommen kleine Metallteile, wie Leistungsschilder, Schrauben und Niete, die von unter Spannung stehenden Teilen durch eine der verstärkten Isolierung mindestens gleichwertige Isolierung getrennt sind, wird als isolierstoffumschlossener Transformator der Schutzklasse II bezeichnet.

Ein Transformator mit einem im wesentlichen zusammenhängenden Gehäuse aus Metall, in dem durchweg doppelte Isolierung angewendet wurde, ausgenommen für solche Teile, die mit verstärkter Isolierung versehen wurden, weil doppelte Isolierung nachweisbar nicht anwendbar ist, wird als metallumschlossener Transformator der Schutzklasse II bezeichnet.

Enthält ein Transformator mit durchweg doppelter Isolierung und/oder verstärkter Isolierung einen Schutzleiteranschluß, so gilt er als Transformator der Schutzklasse I.

- 2.30 *Transformator der Schutzklasse III* ist ein Transformator, bei dem der Schutz gegen gefährliche Körperströme auf der Versorgung mit Schutzkleinspannung (SELV) beruht und in dem keine höheren Spannungen als Schutzkleinspannung erzeugt werden.

Ein Transformator der Schutzklasse III darf keinen Anschluß für einen Schutzleiter enthalten.

Die Einteilung nach Schutzklasse I, II oder III bezieht sich nicht auf das Isoliersystem zwischen Eingangs- und Ausgangswicklungen.

- 2.31 *Kurzschlußfester Transformator* ist ein Transformator, bei dem die Temperaturerhöhung bei Überlast oder im Kurzschluß die festgelegten Grenzen nicht überschreitet und der nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses weiterhin alle Anforderungen dieser Norm erfüllt.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

In IEC 742, Abschnitt 2.31 lautet die letzte Zeile des Absatzes wie folgt
„... nach dem Entfernen der Überlast wieder betriebsfähig ist.“

- 2.32 *Bedingt kurzschlußfester Transformator* ist ein kurzschlußfester Transformator, der mit einer Schutzeinrichtung ausgerüstet ist, die den Eingangs- oder den Ausgangstromkreis öffnet oder den Strom im Eingangs- oder Ausgangskreis verringert, wenn der Transformator überlastet oder kurzgeschlossen ist, und der nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses weiterhin alle Anforderungen dieser Norm erfüllt.

Beispiele für Schutzeinrichtungen sind Sicherungen, Überlastauslöser, Temperatursicherungen, Thermo-Schmelzeinsätze, Temperaturbegrenzer, Kaltleiter und automatisch mechanisch auslösende Schutzschalter.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Der erste Absatz lautet: Bedingt kurzschlußfester Transformator ist ein kurzschlußfester Transformator mit einer eingebauten Schutzeinrichtung, die den Stromkreis öffnet oder den Strom im Eingangs- oder Ausgangskreis begrenzt, wenn der Transformator überlastet oder kurzgeschlossen wird.

- 2.33 *Unbedingt kurzschlußfester Transformator* ist ein kurzschlußfester Transformator ohne Schutzeinrichtung, bei welchem die Temperatur bei Überlast oder im Kurzschluß die festgelegten Grenztemperaturen nicht überschreitet und der nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses weiterhin alle Anforderungen dieser Norm erfüllt.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Die letzte Zeile des Absatzes 2.33 lautet:
„... nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses weiterbetrieben werden kann.“

- 2.34 *Fail-safe-Transformator* ist ein Transformator, der infolge nicht bestimmungsgemäßen Gebrauchs bleibend ausfällt, aber für den Anwender oder die Umgebung keine Gefahr darstellt.

- 2.35 *Nicht kurzschlußfester Transformator* ist ein Transformator, der dazu bestimmt ist, gegen übermäßige Temperatur durch eine Schutzeinrichtung geschützt zu werden, mit der der Transformator nicht ausgerüstet ist.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Der letzte Satzteil des Absatzes 2.35 lautet:
„... die nicht im Transformator eingebaut ist.“

- 2.36 *Ortsveränderlicher Transformator* ist entweder ein Transformator, der während des Betriebes bewegt wird oder ein Transformator, der leicht von einem Platz zu einem anderen gebracht werden kann, während er an den Versorgungsstromkreis angeschlossen ist.

Ein Transformator, der direkt in eine Steckdose eingeführt wird, gilt als ortsveränderlicher Transformator, obwohl er nicht bewegt werden kann, während er mit dem Versorgungsstromkreis verbunden ist.

- 2.37 *Handtransformator* ist ein ortsveränderlicher Transformator, der dazu bestimmt ist, während des bestimmungsgemäßen Gebrauchs in der Hand gehalten zu werden.

- 2.38 *Ortsfester Transformator* ist entweder ein festmontierter Transformator oder ein Transformator, der nicht leicht von einem Platz zu einem anderen gebracht werden kann.

- 2.39 *Allpoliges Abschalten* ist die Abschaltung aller spannungsführender Versorgungsleiter durch einen einzigen Schaltvorgang.

Ein Schutzleiter wird nicht als spannungsführender Versorgungsleiter angesehen.

Der Neutralleiter wird als spannungsführender Versorgungsleiter angesehen.

Nationale Errichtungsbestimmungen dürfen die Unterbrechung des Neutralleiters fordern oder auch nicht.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Anmerkung 3 ist nicht enthalten.

Der Zusatz „spannungsführend“ zu dem Begriff Versorgungsleiter ist nicht enthalten.

- 2.40 *Temperaturbegrenzer* ist eine temperaturempfindliche Einrichtung, die während anomalem Betrieb die Temperatur eines Transformators oder von Teilen des Transformators begrenzt, entweder durch selbsttätiges Öffnen des Stromkreises oder durch Vermindern des Stromes, und die so gebaut ist, daß ihre Einstellung nicht durch den Anwender verändert werden kann.

- 2.41 *Selbsttätig zurückstellender Temperaturbegrenzer* ist ein Temperaturbegrenzer, der den Stromfluß selbsttätig wieder herstellt, sobald das betroffene Transformatorteil genügend abgekühlt ist oder die Belastung entfernt wurde.

- 2.42 *Nicht selbsttätig zurückstellender Temperaturbegrenzer* ist ein Temperaturbegrenzer, der von Hand zurückgestellt oder bei dem ein Teil ersetzt werden muß, um den Stromfluß wieder herzustellen.

- 2.43 *Überlastauslöser* ist ein stromabhängiger Schalter, der einen Stromkreis gegen Überlast schützt, indem er ihn unterbricht, wenn der Strom in diesem Stromkreis einen vorgegebenen Wert erreicht.

- 2.44 Der Begriff „*Körper*“ wird in dieser Norm als eine allgemeine Bezeichnung verwendet; er umfaßt alle berührbaren Metallteile, Achsen, Handgriffe, Knöpfe, Knebel und dergleichen, berührbare metallische Befestigungsschrauben und Metallfolien auf berührbaren Isolierstoffoberflächen; er umfaßt nicht nichtberührbare Metallteile.

- 2.45 Der Begriff „*berührbares Teil*“ wird in dieser Norm als allgemeine Bezeichnung verwendet; er umfaßt alle Teile, die nach ordnungsgemäßem Anschluß des Transformators mit dem Norm-Prüffinger berührt werden können.

- 2.46 *Nenn-Umgebungstemperatur* ist die höchste Temperatur, bei der der Transformator dauernd bei normalen Betriebsbedingungen betrieben werden darf.

Der Wert der Nenn-Umgebungstemperatur (t_a) schließt einen zeitweisen Betrieb des Transformators bei einer Temperatur von nicht mehr als $t_a + 10\text{ °C}$ nicht aus.

- 2.47 *Luftstrecke* ist die kürzeste Entfernung in Luft zwischen zwei leitfähigen Teilen.

Zur Bestimmung einer Luftstrecke zu berührbaren Teilen muß die berührbare Oberfläche einer Isolierhülle als leitfähig betrachtet werden, so als ob sie überall dort mit einer Metallfolie überzogen wäre, wo sie mit dem Norm-Prüffinger (Bild 3, Seite 93) berührt werden kann.

- 2.48 *Kriechstrecke* ist die kürzeste Entfernung (durch Luft) entlang der Oberfläche eines Isolierstoffes zwischen zwei leitfähigen Teilen.

Zur Bestimmung einer Kriechstrecke zu berührbaren Teilen muß die berührbare Oberfläche einer Isolierhülle als leitfähig betrachtet werden, so als ob sie überall dort mit einer Metallfolie überzogen wäre, wo sie mit dem Norm-Prüffinger (Bild 3) berührt werden kann.

Anmerkung zu den Abschnitten 2.47 und 2.48:

Kriech- und Luftstrecken werden durch die Verbindungsstelle zwischen zwei Teilen eines Isoliersteiges gemessen; dies gilt nicht, wenn:

- entweder die beiden Teile, die die Verbindungsstelle bilden, durch Wärmeschweißung oder andere ähnliche Verfahren an der entscheidenden Stelle verbunden sind,

- oder wenn die Verbindungsstelle an den erforderlichen Stellen mit Bindemittel so ausgefüllt ist und das Bindemittel die Oberflächen des Isoliersteiges so abdichtet, daß keine Feuchte durch die Verbindungsstelle eindringen kann,
- oder wenn die Verbindungsstelle so abgedichtet ist, daß sie für die Lebenserwartung des Transformators als dicht angesehen werden kann.

- 2.49 *Arbeitsspannung* ist die höchste effektive Spannung, die über irgendein Isoliersystem bei Nenn-Eingangsspannung unter Leerlaufbedingungen oder während des normalen Betriebes auftreten kann, wobei Phasenwinkel und transiente Überspannungen unberücksichtigt bleiben.

Bei Betrachtung des Isoliersystems zwischen Wicklungen, die nicht miteinander verbunden werden sollen, gilt die Arbeitsspannung als die höchste Spannung, die an einer dieser Wicklungen auftritt.

Es ist zu beachten, daß sich die Arbeitsspannung gegen Erde auf der Eingangsseite unterscheiden kann von dem wirklich auftretenden Wert in Einphasensystemen ohne Neutralleiter und in Dreiphasensystemen mit nicht geerdetem Neutralleiter in Sternschaltung oder wenn Dreieckschaltung verwendet wird. Die Ausgangsspannung eines Transformators kann infolge der Bedingungen, die in Geräten oder Ausrüstungen auftreten, künstlich gegenüber dem Erdpotential angehoben sein.

- 2.50 *Verschmutzung* ist jedes Auftreten von festen, flüssigen oder gasförmigen (ionisierte Gase) Fremdstoffen, das die Durchschlagsfestigkeit oder den spezifischen Oberflächenwiderstand verringern kann.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Er lautet: Verschmutzung ist jedes Auftreten von festen, flüssigen oder gasförmigen (ionisierte Gase) Fremdstoffen, das die Durchschlagsfestigkeit oder den spezifischen Oberflächenwiderstand verringert.

- 2.51 *Unmittelbare Umgebung* ist die Gesamtheit der Umgebungsbedingungen, die unmittelbar an den Luft- und Kriechstrecken auftreten.

Die unmittelbare Umgebung der Luft- und Kriechstrecken und nicht die Umgebung des Betriebsmittels bestimmt die Wirkung auf die Isolation. Die unmittelbare Umgebung kann besser oder schlechter sein als die Umgebung des Betriebsmittels. Sie schließt alle die Isolation beeinflussenden Faktoren ein, wie klimatische Einflüsse, elektromagnetische Einflüsse, Verschmutzung usw.

- 2.52 Um *Luft- und Kriechstrecken* zu beurteilen, werden die folgenden Verschmutzungsgrade in der unmittelbaren Umgebung festgelegt:

Normale Verschmutzung:

Gewöhnlich tritt nur nicht leitfähige Verschmutzung auf. Gelegentlich muß jedoch mit zeitweiliger Leitfähigkeit durch Betauung gerechnet werden.

Starke Verschmutzung:

Es tritt leitfähige Verschmutzung auf oder trockene, nicht leitfähige Verschmutzung, die durch zu erwartende Betauung leitfähig wird.

3 Allgemeine Anforderungen

Transformatoren müssen so bemessen und gebaut sein, daß sie bei Betrieb, bei Einbau und bei Wartung entsprechend der Herstellerangaben keine voraussehbaren Gefahren für Personen oder die Umgebung darstellen, auch bei so sorgloser Benutzung, wie sie im bestimmungsgemäßen Gebrauch vorkommen kann.

Im allgemeinen wird die Übereinstimmung mit dieser Anforderung durch die Ausführung aller vorgeschriebenen Prüfungen nachgewiesen.

4 Allgemeines über die Prüfungen

- 4.1 *Prüfungen nach dieser Norm sind Typprüfungen.*

Empfehlungen für Prüfungen bei der Fertigung sind im Anhang IA von Kapitel I angegeben.

- 4.2 *Prüfungen werden an Prüflingen im Anlieferungszustand durchgeführt. Falls es nicht notwendig ist, die Prüfungen nach den Abschnitten 13.3 und 14.5 durchzuführen, beträgt die Anzahl der Prüflinge:*

- 1 Stück für alle Nennleistungen

Wenn die Prüfungen nach Abschnitt 13.3 durchzuführen sind, sind drei zusätzliche Prüflinge erforderlich. Weitere drei Prüflinge sind erforderlich, wenn die Prüfungen wiederholt werden müssen.

Alle Prüflinge müssen allen betreffenden Prüfungen standhalten; Ausnahme siehe Abschnitt 13.3.

Wenn die Prüfungen nach Abschnitt 14.5 durchzuführen sind, werden diese an drei zusätzlichen Prüflingen durchgeführt. Diese Prüflinge werden nur für die Prüfungen nach Abschnitt 14.5 verwendet.

Für Gerätetransformatoren darf die Gerätenorm eine andere Anzahl von Prüflingen vorschreiben.

Zusätzliche Prüflinge können auch notwendig sein, wenn andere Prüfungen eine teilweise Zerstörung des Transformators erfordern.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Die dritte und vierte Zeile des Absatzes 4.2 lauten:

„- 2 Stück bei Nennleistungen bis einschließlich 1000 VA; “ und „- 1 Stück bei Nennleistungen über 100 VA.“

- 4.3 Sofern nicht anders festgelegt, werden die Prüfungen in der Reihenfolge der Abschnitte vorgenommen.
- 4.4 Werden die Prüfergebnisse durch die Temperatur der umgebenden Luft beeinflusst, so wird die Raumtemperatur im allgemeinen auf $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ gehalten. Wird jedoch die Temperatur eines Teils durch eine temperaturempfindliche Einrichtung begrenzt oder wird sie durch die Temperatur, die eine Änderung des Zustandes dieses Teils bewirkt, beeinflusst, so ist die Raumtemperatur im Zweifelsfall auf $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ zu halten.
Die Prüfungen werden in der ungünstigsten Lage des Transformators oder jedes beweglichen Transformatorteils ausgeführt, die im bestimmungsgemäßen Gebrauch vorkommen kann.
- 4.5 Prüfwechselspannungen sind im wesentlichen sinusförmig.
- 4.6 Transformatoren für mehr als eine Nenn-Eingangsspannung, für einen Nenn-Eingangsspannungsbereich oder für mehr als eine Nennfrequenz, werden, wenn in dieser Norm nicht anders festgelegt, mit der für sie ungünstigsten Spannung oder Frequenz geprüft.
- 4.7 Soweit möglich, werden die Messungen mit Meßgeräten vorgenommen, welche die zu messenden Werte nicht wesentlich beeinflussen; falls erforderlich, werden solche Einflüsse durch Korrekturen berücksichtigt.
- 4.8 Soweit nicht anders festgelegt, werden Transformatoren, die zur Anwendung mit einer Netzanschlußleitung bestimmt sind, mit der am Transformator angeschlossenen Netzanschlußleitung geprüft (siehe Begriff in Abschnitt 2.21).
- 4.9 Enthalten Transformatoren der Schutzklasse I berührbare Metallteile, die nicht mit einem Schutzleiteranschluß oder einem Schutzkontakt verbunden sind und nicht durch eine, mit einem Schutzleiteranschluß oder einem Schutzkontakt verbundene eingelegetes Metallteil von unter Spannung stehenden Teilen getrennt sind, werden solche Teile auf Übereinstimmung mit den entsprechenden Anforderungen dieser Norm für Transformatoren der Schutzklasse II geprüft.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Er lautet: Enthalten Transformatoren der Schutzklasse I Teile mit doppelter oder verstärkter Isolierung, so werden diese Teile auch auf Übereinstimmung mit den entsprechenden Anforderungen für Transformatoren der Schutzklasse II geprüft.

- 4.10 Ein Transformator für Unterputzmontage wird mit einer entsprechenden Unterputzdose aus Isolierstoff geprüft. Diese Dose wird in einen Sperrholzkasten wie in Bild 1, Seite 91 angegeben eingebaut, dessen Wandstärke 20 mm beträgt und dessen Innenflächen mattschwarz gestrichen sind. Der Abstand zwischen der Rückseite der Unterputzdose und der Rückwand des Kastens beträgt 5 mm.
- 4.11 Zubehörtransformatoren, für die es keine entsprechende Gerätenormen gibt, werden wie Transformatoren für allgemeine Anwendung geprüft, wobei die Nennwerte aus der Leistungsaufnahme und dem Leistungsfaktor der (des) Geräte(s) oder der Ausrüstung, für die sie bestimmt sind, zugrunde gelegt werden.
- 4.12 Gerätetransformatoren zur Anwendung mit einem Gerät oder einer Ausrüstung für die es eine entsprechende Gerätenorm gibt, werden unter den im Gerät oder in der Ausrüstung, für die sie bestimmt sind, vorhandenen Bedingungen geprüft; dabei werden die Anforderungen der entsprechenden Gerätenormen berücksichtigt.

Demzufolge gelten die Festlegungen der folgenden Abschnitte nicht, und jede Verweisung auf diese Abschnitte wird, soweit anwendbar, durch eine Verweisung auf die entsprechenden Abschnitte oder Abschnitte der Gerätenormen ersetzt:

4.8 – 4.9 – 4.10 – 4.13 – 5 – 6.3 – 6.4 – 7.1 – 7.3 – 7.4 – 7.5 – 7.6 – 7.7 – 7.8 – 7.10 – 7.11 – 7.12 – 8.1 – 8.3 – 8.4 – 8.5 – 8.7 – 9 – 10 – 11 – 12 – 13.2 (nur die Wicklungstemperaturen werden gemessen) – 14.1 (der zweite Absatz und die Tabelle III werden nicht angewendet) – 14.3 – 15 – 16 – 17.3 (Punkte 2 und 3 der Tabelle VI) – 18.2 – 18.3 – 18.4 – 18.5 – 18.6 – 18.7 – 18.8 – 18.9 – 18.10 – 18.12 – 18.13 – 19.1 – 19.2 – 19.4 – 19.5 – 19.6 – 19.7 – 20 – 21 – 22 – 23 – 24 – 25 (Punkte 1b, 3, 4, 5 und 6 der Tabelle XV) – 26 und 27 und Anhang IA.

- 4.13 *Transformatoren der Schutzart IP 00, deren Anwendung unbekannt ist, werden ohne Gehäuse geprüft. Für diese Transformatoren werden die betreffenden Anforderungen der folgenden Abschnitte nicht angewendet:*
Abschnitt 8.1, 8.3, 16 und 20.
Abschnitt 20 wird angewendet, wenn der Transformator außer Anschlüssen und Zuleitungen andere äußere Metallteile hat.

5 Nennwerte

Nennwerte werden in den getrennten Kapiteln für die verschiedenen Arten von Transformatoren angegeben.

Werden andere als die als bevorzugte Werte angegebenen Werte gewählt, so wird empfohlen, diese, soweit anwendbar, der R-10-Reihe zu entnehmen.

6 Klassifikation

Transformatoren werden unterteilt:

- 6.1 Nach der Art des Schutzes gegen gefährliche Körperströme:
- Transformatoren der Schutzklasse I;
 - Transformatoren der Schutzklasse II;
 - Transformatoren der Schutzklasse III.
- Einbautransformatoren sind nicht klassifiziert, die Art des Schutzes gegen gefährliche Körperströme wird durch die Einbauart bestimmt.
- 6.2 Nach der Art der Kurzschlußfestigkeit oder des nicht bestimmungsgemäßen Gebrauchs:
- unbedingt kurzschlußfeste Transformatoren,
 - bedingt kurzschlußfeste Transformatoren,
 - nicht kurzschlußfeste Transformatoren,
 - Fail-safe-Transformatoren.
- INFORMATION zum IEC-Originaltext
 Der Satzteil „oder des nicht bestimmungsgemäßen Gebrauchs“ ist nicht enthalten.
- 6.3 Nach der Art des Schutzes, der durch das Gehäuse sichergestellt und nach IEC 529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures, definiert ist.
- 6.4 Nach der Art der Bewegbarkeit:
- ortsfeste Transformatoren,
 - ortsveränderliche Transformatoren,
 - Handtransformatoren.

7 Aufschriften

- 7.1 *Transformatoren müssen mit nachstehenden Aufschriften versehen sein:*
- Nenn-Eingangsspannung(en) oder Nenn-Eingangsspannungsbereich(e) in Volt;
 - Nenn-Ausgangsspannung(en) in Volt;
 - Bei Transformatoren mit angebautem Gleichrichter muß die Nenn-Ausgangsspannung hinter dem Gleichrichter als arithmetischer Mittelwert angegeben werden. Falls jedoch die Ausgangsspannung als Effektivwert angegeben ist, muß dies gekennzeichnet werden.
 - Nennleistung in Voltampere oder Kilovoltampere;
 Bei Transformatoren mit angebautem Gleichrichter darf die Leistung in Watt statt in Voltampere oder Kilovoltampere angegeben sein.
 - Nenn-Ausgangsstrom(-ströme) in Ampere, wahlweise anstelle der Angabe der Nenn-Ausgangsleistung;
 - Nennfrequenz(en) in Hertz;
 - Nenn-Leistungsfaktor, wenn abweichend von 1;
 - Symbol für die Ausgangs-Stromart bei Transformatoren mit angebautem Gleichrichter;
 - Bildzeichen, das die elektrische Funktion des Transformators kennzeichnet, z.B. Trenntransformator oder Sicherheitstransformator;
 - Name des Herstellers oder Handelsmarke;
 - Typ- oder Modellbezeichnung des Herstellers;

- Bildzeichen für Schutzklasse II, nur für Transformatoren der Schutzklasse II;
- Bezeichnung für die Schutzart IP (wenn abweichend von IP 00 oder IP 20);
- höchste Nenn-Umgebungstemperatur (t_a), wenn von 25 °C abweichend.
Es wird empfohlen, daß die Werte von t_a für $t_a \leq 50$ °C in Stufen von 5 °C und für $t_a > 50$ °C in Stufen von 10 °C angegeben werden.
- Kurzschlußspannung in Prozent der Nenn-Eingangsspannung, nur für ortsfeste Transformatoren mit Nennleistungen über 1000 VA.

Hat der Transformator mehr als eine Ausgangswicklung, so ist die anzugebende Kurzschlußspannung der niedrigste Wert der verschiedenen Wicklungen. Es wird empfohlen, Dreiphasen-Transformatoren mit einem Symbol für die Schaltgruppe nach IEC 76; Power-Transformers, zu kennzeichnen.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Die dritte Anforderung ist in der IEC 742 als Anmerkung aufgeführt. Hier steht in der 3. Zeile „sollte“ statt muß.

Der Text in der 9. Anforderung lautet: Bildzeichen, das die spezielle Anwendung des Transformators kennzeichnet (falls vorhanden)

Die letzte Anmerkung zur letzten Anforderung lautet: Transformatoren dürfen mit Bildzeichen versehen werden, die ihre elektrische Funktion kennzeichnen (Trenntransformatoren, Sicherheitstransformatoren, kurzschlußfeste oder nicht kurzschlußfeste Transformatoren).

- 7.2 Bei Transformatoren der Schutzart IP 00 oder bei Gerätetransformatoren ist es zulässig, nur den Hersteller-namen (oder Handelsmarke) und Typbezeichnung (oder Katalogbezeichnung) anzubringen, wenn der verfügbare Raum nicht ausreicht. Die übrigen Kennwerte müssen in dem Datenblatt des Transformators aufgeführt sein.

In gewissen Fällen darf der Herstellername und die Typbezeichnung durch eine Code-Nummer ersetzt werden.

Die Kennzeichnung muß derart sein, daß ein Ersatztransformator beschafft werden kann, der elektrisch, mechanisch, in seinen Abmessungen und seiner Funktion nach völlig mit dem Originaltransformator austauschbar ist.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Der letzte Absatz ist nicht enthalten.

- 7.3 Ist der Transformator zum Anschluß an verschiedene Nenn-Eingangsspannungen bestimmt, so muß die Spannung, auf die er eingestellt ist, leicht und deutlich erkennbar sein.

- 7.4 Transformatoren mit angezapften oder mehreren Ausgangswicklungen müssen gekennzeichnet sein mit:
- der Nenn-Ausgangsspannung für jede Anzapfung oder Wicklung, soweit der Transformator nicht für Sonderzwecke bestimmt ist, die häufiges Ändern der Ausgangsspannung einschließen;
 - der Nennleistung für jede Anzapfung oder Wicklung, soweit sie nicht für jede Anzapfung oder Wicklung gleich ist.

Die Anordnung der für das Erreichen der verschiedenen Ausgangsspannungen notwendigen Verbindungen muß deutlich auf dem Transformator angegeben sein.

- 7.5 Kurzschlußfeste Transformatoren dürfen zusätzlich mit dem Bildzeichen für kurzschlußfeste Transformatoren versehen sein.

Bedingt kurzschlußfeste Transformatoren mit eingebauten Sicherungen und nicht kurzschlußfeste Transformatoren müssen zusätzlich mit dem Nennstrom des Schmelzeinsatzes in Ampere oder Milliampere gekennzeichnet sein, hinter dem, falls zutreffend, das Symbol für die Strom/Zeit-Kennlinie der Sicherung anzubringen ist.

Bedingt kurzschlußfeste Transformatoren, die statt Sicherungen andere eingebaute auswechselbare Schutzeinrichtungen enthalten, müssen zusätzlich mit Modell- oder Typbezeichnung des Herstellers und/oder den Nennwerten der Einrichtung gekennzeichnet sein.

Bedingt kurzschlußfeste Transformatoren mit nicht auswechselbaren Schutzeinrichtungen benötigen keine zusätzlichen Kennzeichnungen bezüglich der Schutzeinrichtung.

Die Kennzeichnung muß ausreichend sein, um ein korrektes Auswechseln der Schutzeinrichtung sicherzustellen.

Fail-safe-Transformatoren dürfen zusätzlich mit ihrem kennzeichnenden Symbol versehen sein.

- 7.6 Ausschließlich zum Anschluß des Neutralleiters bestimmte Anschlüsse müssen durch das Zeichen für den Neutralleiter gekennzeichnet sein.

Schutzleiter-Anschlüsse müssen durch das Bildzeichen für den Schutzleiter gekennzeichnet sein.

Anschlüsse von Eingangs- und Ausgangswicklungen müssen eindeutig gekennzeichnet sein.

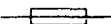
Wenn irgendeine Stelle einer Wicklung oder eines Anschlusses mit der Halterung oder dem Kern verbunden ist, muß diese mit dem entsprechenden Bildzeichen gekennzeichnet sein.

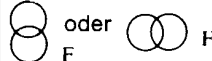
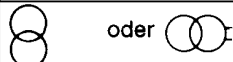
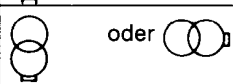
7.7 Transformatoren müssen mit eindeutigen Kennzeichnungen für ihren Anschluß versehen sein.

7.8 Bei Transformatoren mit Anbringungsart M, Y oder Z muß die Gebrauchsanleitung den wesentlichen Inhalt der folgenden Angaben enthalten:

- bei Anbringungsart M:
„Eine beschädigte Anschlußleitung ist durch eine Spezialleitung vom Hersteller oder dessen Vertreter zu ersetzen.“
- bei Anbringungsart Y:
„Bei beschädigter Anschlußleitung ist der Transformator zum Auswechseln der Leitung an den Hersteller oder dessen Vertreter einzusenden.“
- bei Anbringungsart Z:
„Eine beschädigte Anschlußleitung kann nicht ersetzt werden; der Transformator darf nicht mehr betrieben werden.“

7.9 Werden Zeichen oder Bildzeichen verwendet, so müssen nachstehende benutzt werden:

V (oder kV)	Volt (oder Kilovolt)
A (oder mA)	Ampere (oder Milliampere)
VA	Voltampere
kVA	Kilovoltampere
W	Watt
Hz	Hertz
PRI	Eingang
SEC	Ausgang
---	Gleichstrom
N	Neutralleiter
~	Einphasen
3 ~	Dreiphasen
3N ~	Dreiphasen mit Neutralleiter
$\cos \varphi$	Leistungsfaktor
	Schutzisolierung (Schutzklasse II)
	Sicherung (Kennzeichen für Strom/Zeit-Kennlinie hinzufügen)
t_a	höchste Nenn-Umgebungstemperatur
	Anschluß Halterung oder Kern
	Schutzleiter
 oder 	Trenntransformator

	Sicherheitstransformator
	Fail-safe-Transformator
	Nicht kurzschlußfester Transformator
	Kurzschlußfester Transformator (bedingt oder unbedingt)

Die letzten drei Bildzeichen dürfen mit den Bildzeichen für Trenntransformatoren oder Sicherheitstransformatoren kombiniert werden.

Beispiel: 

Die Abmessungen des Bildzeichens für Schutzklasse II müssen so sein, daß die Seitenlänge des äußeren Quadrates etwa zweimal so groß ist, wie die des inneren Quadrates. Die Seitenlänge des äußeren Quadrates darf nicht kleiner als 5 mm sein; ausgenommen die größte Abmessung des Transformators überschreitet 15 cm nicht; in diesem Fall dürfen die Abmessungen des Bildzeichens verringert werden, wobei jedoch die Seitenlänge des äußeren Quadrates nicht kleiner als 3 mm sein darf.

- 7.10 Die verschiedenen Stellungen von Regeleinrichtungen und die verschiedenen Stellungen von Schaltern müssen durch Zahlen, Buchstaben oder andere sichtbare Mittel gekennzeichnet sein.

Wenn Zahlen zur Kennzeichnung der verschiedenen Stellungen verwendet werden, muß die „Aus“-Stellung durch die Zahl 0 gekennzeichnet sein, und die Stellungen für größere Ausgangs-, Eingangswerte usw. müssen mit einer höheren Zahl gekennzeichnet sein.

Die Zahl 0 darf nicht für andere Kennzeichnungen verwendet werden. Die verwendeten Kennzeichnungen müssen ohne Kenntnis von Sprachen, nationalen Normen usw. verständlich sein.

- 7.11 Aufschriften dürfen nicht auf Schrauben oder anderen leicht entfernbaren Teilen angebracht sein.

Aufschriften müssen, mit Ausnahme der nachstehend erwähnten, deutlich erkennbar sein, wenn der Transformator betriebsbereit ist.

Die Kennzeichnung bezüglich der Anschlüsse muß so angebracht sein, daß sie, erforderlichenfalls nach Entfernen der Abdeckung, deutlich erkennbar ist; sie muß derart sein, daß keine Verwechslung zwischen Eingangs- und Ausgangsanschlüssen möglich ist.

Aufschriften, die sich auf auswechselbare Schutzeinrichtungen beziehen, müssen in der Nähe der Grundfläche dieser Einrichtung angebracht sein und müssen nach Entfernen aller Abdeckungen und der Schutzeinrichtung deutlich erkennbar sein.

Das Bildzeichen Schutzisolierung (für Schutzklasse II) muß so angebracht sein, daß seine Zugehörigkeit zu den technischen Angaben offensichtlich ist und eine Verwechslung mit dem Namen des Herstellers oder der Handelsmarke unwahrscheinlich ist.

Die Übereinstimmung mit den Anforderungen der Abschnitte 7.1 bis 7.11 ist durch Besichtigung zu prüfen.

- 7.12 Die Aufschriften müssen dauerhaft und leicht lesbar sein.

Prüfung erfolgt durch Besichtigung und jeweils 15 s dauerndes Reiben der Aufschriften von Hand mit einem in Wasser getauchten und anschließend mit einem in Testbenzin getauchten Lappen. Nach allen Prüfungen dieser Norm müssen die Aufschriften leicht lesbar sein, Bezeichnungsschilder dürfen sich nicht leicht entfernen lassen und dürfen sich nicht wellen.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Der folgende Originaltext wurde nicht übernommen:

Anmerkung: Eine Überarbeitung der Prüfung auf Dauerhaftigkeit der Aufschriften ist in Vorbereitung.

8 Schutz gegen gefährliche Körperströme

8.1 Gehäuse von Transformatoren dürfen keine anderen Öffnungen haben als solche Öffnungen, die für den einwandfreien Betrieb des Transformators notwendig sind. Solche Öffnungen müssen die Anforderungen dieses Abschnittes erfüllen.

Außerdem müssen Transformatoren mit einer anderen Schutzart als IP 00 so gebaut und umschlossen sein, daß sie ausreichenden Schutz gewährleisten gegen zufälliges Berühren unter Spannung stehender Teile und bei Transformatoren der Schutzklasse II, von Metallteilen, die von unter Spannung stehenden Teilen nur durch Basisisolierung getrennt sind. Diese Anforderung gilt auch nach dem Entfernen von abnehmbaren Teilen, ausgenommen:

- Teile, die unter Spannung stehende Teile zugänglich machen, die normalerweise mit einem Ausgangsstromkreis verbunden sind, der aufgrund seiner Anwendung berührbar ist, unter der Voraussetzung, daß bei Leerlauf-Ausgangsspannungen von mehr als 33 V Wechselspannung oder $33\sqrt{2}$ V ungeglättete Gleichspannung ein Pol unberührbar bleibt.
- Lampen mit anderen Sockeln als E 10.
- D-Sicherungshalter.

Eine Abdeckung ist nicht erforderlich für unter Spannung stehende Teile, die üblicherweise mit berührbaren Ausgangsstromkreisen verbunden sind.

Unter Spannung stehende Teile, deren Leerlauf-Ausgangsspannung 33 V Wechselspannung oder $33\sqrt{2}$ V ungeglättete Gleichspannung nicht überschreitet, dürfen in jedem Fall berührbar sein.

- Der geforderte Schutz gegen zufälliges Berühren unter Spannung stehender Teile darf nicht von den isolierenden Eigenschaften von Lack, Emaille, Papier, Baumwolle, Oxidschichten und Metallteilen und Vergußmasse abhängen.

Selbsthärtende Harze werden nicht als Vergußmasse angesehen.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Der 1. Absatz des Abschnittes 8.1 lautet: Gehäuse von Transformatoren dürfen außer den Öffnungen, die für den einwandfreien Betrieb des Transformators notwendig sind, keine Öffnungen haben, die unter Spannung stehende Teile zugänglich machen.

Der letzte Absatz einschließlich der Anmerkung befindet sich im Originaltext in Abschnitt 8.1. c), Absatz 5.

Falls der Schutz gegen zufälliges Berühren unter Spannung stehender Teile durch einen isolierenden Überzug sichergestellt ist, muß dieser die folgenden Prüfungen bestehen:

a) Alterungsprüfung

Das überzogene Teil wird den Bedingungen nach Hauptabschnitt eins, (Prüfung Ba) von IEC 68-2-2: Basic Environmental Testing Procedures, Part 2: Tests - Tests B: Dry Heat, bei einer Temperatur von $(70 \pm 2)^\circ\text{C}$ und für eine Dauer von 7 Tagen (168 h) unterworfen.

Nach dieser Behandlung wird das Teil auf Raumtemperatur abgekühlt, und eine Besichtigung muß zeigen, daß sich der Überzug weder vom Grundmaterial gelöst hat noch weggeschrumpft ist.

b) Schlagprüfung

Das Teil wird dann für die Dauer von 4 h auf eine Temperatur von $(-10 \pm 2)^\circ\text{C}$ gebracht. Bei dieser Temperatur werden auf jeden schwachen Punkt des Überzuges Schläge mit einem Schlagprüfgerät (Bild 2, Seite 92) ausgeführt.

Nach dieser Prüfung darf der Überzug nicht zerstört sein; insbesondere darf er keine Risse aufweisen, die mit normaler oder mit korrigierter Sehkraft ohne Vergrößerung erkennbar sind.

c) Ritzprüfung

Zum Schluß wird der Teil, der unter normalen Betriebsbedingungen die höchste Temperatur erreicht, einer Ritzprüfung unterworfen. Das Ritzen wird mit einer gehärteten Stahlnadel ausgeführt, deren Ende eine kegelförmige Form mit einem Öffnungswinkel von 40° hat und deren Spitze mit einem Radius von $(0,25 \pm 0,02)$ mm gerundet ist.

Zum Ritzen wird die Stahlnadel entlang der Oberfläche mit einer Geschwindigkeit von etwa 20 mm/s gezogen. Die Nadel wird so belastet, daß die aufgewendete Kraft entlang ihrer Achse $(10 \pm 0,5)$ N beträgt. Das Ritzen wird mit einem Mindestabstand von 5 mm und mindestens 5 mm vom Rand der Probe ausgeführt.

Nach dieser Prüfung darf sich der Überzug weder gelöst haben, noch darf er durchstoßen sein und er muß eine Spannungsfestigkeitsprüfung nach Abschnitt 17 bestehen, wobei die anzuwendende Prüfschwingung zwischen dem Grundmaterial und einer Metallfolie auf dem Überzug angelegt wird.

Die Prüfung darf an einer gesonderten Probe des überzogenen Teiles durchgeführt werden.

Prüfung erfolgt durch Besichtigung und die Prüfungen nach IEC 529 entsprechend Schutzart IP 2X mit dem Prüffinger nach Bild 3, Seite 93.

Zusätzlich werden Öffnungen in Transformatoren der Schutzklasse II und Öffnungen in Transformatoren der Schutzklasse I, ausgenommen diejenigen in Metallteilen, welche mit dem Schutzleiteranschluß verbunden sind, mit dem Prüfstift nach Bild 4, Seite 94 geprüft.

Der Prüffinger und der Prüfstift werden ohne merkbare Kraft in jeder möglichen Lage angewendet.

Bei Öffnungen, durch die dieser Prüffinger nicht eindringt, wird eine weitere Prüfung mit einem geraden, gelenklosen Prüffinger gleicher Abmessungen vorgenommen, der mit einer Kraft von 20 N angewendet wird. Dringt dieser Prüffinger ein, so wird die Prüfung mit dem Norm-Prüffinger wiederholt, der dann, wenn notwendig, durch die Öffnung gezwängt wird. Dringt der starre Prüffinger nicht ein, so wird die angewandte Kraft auf 30 N erhöht. Wird dann die Öffnung so verformt, daß der Norm-Prüffinger ohne Kraftanwendung eindringen kann, so wird die Prüfung mit dem letzteren wiederholt.

Es darf nicht möglich sein, mit dem Prüffinger blanke, unter Spannung stehende Teile oder unter Spannung stehende Teile, die nur mit Lack, Emaille, Papier, Baumwolle, Oxidfilmen oder Vergußmasse geschützt sind, zu berühren. Bei Transformatoren der Schutzklasse II darf es nicht möglich sein, Metallteile, die von unter Spannung stehenden Teilen nur durch Basisisolierung getrennt sind, zu berühren.

Es darf nicht möglich sein, blanke, unter Spannung stehende Teile mit dem Prüfstift zu berühren. Diese Anforderung gilt nicht für Lampensockel und Steckdosen.

Im Zweifelsfall wird das Berühren blanker, unter Spannung stehender Teile mit einem elektrischen Kontaktanzeiger festgestellt, wobei die Spannung mindestens 40 V beträgt.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Der 4. Absatz des Abschnittes 8.1 c) hat folgende Ergänzung:

"Schärfere Prüfungen, die für isolierende Überzüge auf äußeren Flächen von Metallteilen notwendig sind, sind in Vorbereitung.

Nach Absatz 4 des Abschnittes 8.1 c) ist im Originaltext folgender Absatz zusätzlich enthalten:

Der geforderte Schutz gegen zufälliges Berühren unter Spannung stehender Teile darf nicht von den isolierenden Eigenschaften von Lack, Emaille, Papier, Baumwolle, Oxidschichten auf Metallteilen und Vergußmasse abhängen.

Anmerkung: Selbsthärtende Harze werden nicht als Vergußmasse angesehen.

- 8.2 Zwischen Ausgangswicklung und dem Körper oder dem Schutzerdungsstromkreis, soweit vorhanden, darf keine Verbindung bestehen, es sei denn, die entsprechende Gerätenorm erlaubt dies bei Gerätetransformatoren.

Die Prüfung erfolgt durch Besichtigung.

- 8.3 Teile, die den Schutz gegen gefährliche Körperströme gewährleisten, müssen ausreichende mechanische Festigkeit besitzen und dürfen sich bei bestimmungsgemäßem Gebrauch nicht lockern.

Die Prüfung erfolgt durch Besichtigung, Handprobe und die Prüfungen nach Abschnitt 15.

- 8.4 Achsen, Handgriffe, Betätigungshebel, Knöpfe und dergleichen dürfen nicht unter Spannung stehen.

Mit dem Ausgangsstromkreis verbundene Teile werden als unter Spannung stehende Teile angesehen.

- 8.5 Handgriffe, Betätigungshebel, Knöpfe und dergleichen müssen entweder aus Isolierstoff bestehen oder zuverlässig mit zusätzlicher Isolierung umkleidet sein oder gegenüber ihren Achsen oder Befestigungsmitteln durch zusätzliche Isolierung getrennt sein, wenn ihre Achsen oder Befestigungsmittel im Fall eines Isolationsfehlers Spannung annehmen können.

Holz wird, selbst wenn es imprägniert ist, nicht als zusätzliche Isolierung angesehen.

Die Prüfung auf Übereinstimmung mit den Anforderungen der Abschnitte 8.4 und 8.5 erfolgt durch Besichtigung und, wenn notwendig, durch die für zusätzliche Isolierung festgelegten Prüfungen.

- 8.6 Eingangs- und Ausgangswicklungen müssen elektrisch voneinander getrennt und derart angeordnet sein, daß sie nicht miteinander in Verbindung kommen können, weder direkt noch indirekt über andere Metallteile.

Insbesondere müssen Vorkehrungen getroffen sein, um folgendes zu verhindern:

- unzulässiges Verlagern der Eingangs- oder Ausgangswicklungen oder ihrer Windungen,
- unzulässiges Verlagern der inneren Verdrahtung oder der Leiter für äußere Anschlüsse,

- unzulässiges Verlagern von Wicklungsteilen oder der inneren Verdrahtung im Fall des Brechens von Leitern oder Lockerns der Verbindungen,
- Überbrücken irgendeines Teiles der Isolierung zwischen Eingangs- und Ausgangswicklungen, einschließlich der Wicklungsanschlüsse durch Leiter, Schrauben, Unterlegscheiben oder dergleichen, falls diese sich lockern oder lösen sollten.

Es wird angenommen, daß sich zwei voneinander unabhängige Befestigungen nicht gleichzeitig lösen.

Prüfung erfolgt durch Besichtigung unter Berücksichtigung der Abschnitte 8.6.1 und 8.6.3 und durch die Prüfungen nach Abschnitt 15.

8.6.1 Die Isolation zwischen Eingangs- und Ausgangswicklungen muß aus doppelter und/oder verstärkter Isolierung bestehen.

Falls verstärkte Isolierung verwendet wird, muß die Isolierung:

- der Spannungsfestigkeitsprüfung für verstärkte Isolierung nach Abschnitt 17 im Anschluß an die Feuchtebehandlung nach Abschnitt 16 standhalten,
- derartige Abmessungen besitzen, daß Kriech- und Luftstrecken und die Abstände durch die Isolierung den Anforderungen für verstärkte Isolierung nach Abschnitt 25 genügen,
- entweder mindestens die festgelegte Dicke für verstärkte Isolierung haben, oder aus mindestens drei Lagen für Isolierfolie bestehen (siehe Abschnitt 25).

Falls gefiederte Isolation verwendet wird, muß mindestens eine zusätzliche Lage verwendet werden, um das Risiko zu vermindern, daß die Fiederung zweier benachbarter Lagen zusammenfällt.

Falls ein Isoliersteg aus einer nicht eingeklebten aufgeschobenen Trennwand besteht, werden die Kriechstrecken durch die Verbindungsstelle hindurch gemessen. Wenn die Verbindungsstelle mit einer selbstklebenden Isolierfolie nach IEC 454: Specifications for Pressure-Sensitive Adhesive Tapes for Electrical Purposes, abgedeckt wird, dann ist auf jeder Seite der Trennwand eine Lage Isolierfolie erforderlich, um das Risiko eines Umfaltens während der Herstellung zu mindern.

Falls doppelte Isolierung verwendet wird, muß die Isolierung zwischen Eingangswicklung und einem eingelegten Metallteil (z.B. dem Eisenkern) Basisisolierung und die Isolierung zwischen dem eingelegten Metallteil und der Ausgangswicklung zusätzliche Isolierung sein.

Wenn ein Eisenkern mit dem Körper verbunden ist, muß die Isolierung zwischen der Eingangswicklung und dem Körper und der Ausgangswicklung und dem Körper aus doppelter oder verstärkter Isolierung bestehen.

Bei Gerätetransformatoren für ein besonderes Gerät darf die Basisisolierung und die zusätzliche Isolierung vertauscht werden, falls dies technische Vorteile bietet.

Die Basisisolierung:

- muß der Spannungsfestigkeitsprüfung für Basisisolierung nach Abschnitt 17 im Anschluß an die Feuchtebehandlung nach Abschnitt 16 standhalten,
- muß derartige Abmessungen besitzen, daß Kriech- und Luftstrecken und Abstände durch die Isolierung den Anforderungen für Basisisolierung nach Abschnitt 25 genügen,
- braucht keine besonderen Anforderungen bezüglich ihrer Dicke zu erfüllen.

Falls ein eingelegtes Metallteil mit berührbaren Metallteilen verbunden ist, müssen die entsprechenden Anforderungen anderer Abschnitte dieser Norm beachtet werden.

Die zusätzliche Isolierung:

- muß der Spannungsfestigkeitsprüfung für zusätzliche Isolierung nach Abschnitt 17 im Anschluß an die Feuchtebehandlung nach Abschnitt 16 standhalten,
- muß derartige Abmessungen besitzen, daß Kriech- und Luftstrecken und Abstände durch die Isolierung den Anforderungen für zusätzliche Isolierung nach Abschnitt 25 genügen,
- muß entweder mindestens die für zusätzliche Isolierung festgelegte Dicke besitzen, oder aus mindestens drei Lagen Isolierfolie bestehen (siehe Abschnitt 25).

Falls gefiederte Isolation verwendet wird, ist eine zusätzliche Lage erforderlich, um das Risiko zu mindern, daß die Fiederung zweier benachbarter Lagen zusammenfällt.

Die folgenden abweichenden Anforderungen gelten nur für Transformatoren für festen Anschluß an den Versorgungsstromkreis.

Falls ein eingelegtes Metallteil in Form eines Metallschirmes mit dem Schutzleiter verbunden ist, muß die Isolation zwischen diesem eingelegten Metallteil und der Ausgangswicklung, entgegen den obengenannten Anforderungen, den entsprechenden Anforderungen für die Spannungsfestigkeitsprüfung nach Abschnitt 17 im Anschluß an die Feuchtebehandlung nach Abschnitt 16 entsprechen.

Zusätzlich

- muß der Metallschirm aus einer Metallfolie oder einer Schirmwicklung bestehen, die mindestens die volle Breite einer der dem Schirm benachbarten Wicklungen überdeckt,
- muß der Metallschirm so angeordnet sein, daß beide Ränder nicht gleichzeitig den Eisenkern berühren können (zur Vermeidung von Wirbelstromverlusten infolge der Entstehung einer Kurzschlußwindung),
- müssen der Metallschirm und sein Anschlußdraht ausreichenden Querschnitt besitzen, so daß beim Versagen der Isolation ein Überlastschutz den Stromkreis öffnet, bevor der Schirm zerstört wird,
- muß der Anschlußdraht mit dem Metallschirm verlötet oder gleichwertig befestigt sein.

Beispiele für den Aufbau der Wicklungen sind in Anhang IB angegeben.

8.6.2 Jede Wicklung muß aus aufeinanderfolgenden Lagen bestehen.

Diese Anforderung schließt das Vermischen von Windungen benachbarter Lagen nicht aus.

8.6.3 Die letzte Windung jeder Wicklung muß zuverlässig festgelegt sein, zum Beispiel durch Band oder geeignete Bindemittel.

Werden flanschlose Spulen verwendet, dann müssen die Endwindungen jeder Lage zuverlässig festgelegt sein. Jede Lage kann zum Beispiel in geeignetes Isoliermaterial eingebettet sein, das über die Endwindungen hinausragt und darüber hinaus:

- muß (müssen) entweder die Wicklung(en) mit warmhärtendem oder kalthärtendem Material getränkt sein, das die Zwischenräume im wesentlichen ausfüllt und die Endwindungen wirksam versiegelt.
- oder die Wicklung(en) muß (müssen) durch Isoliermaterial zusammengehalten sein.

Es wird angenommen, daß sich zwei voneinander unabhängige Befestigungen nicht gleichzeitig lösen.

Die Prüfung auf Übereinstimmung mit den Anforderungen der Abschnitte 8.6.1, 8.6.2 und 8.6.3 erfolgt durch Besichtigung und durch die Prüfungen nach den Abschnitten 15, 16 17.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Absatz 3 und 4 im Abschnitt 8.6.3 lauten im Originaltext wie folgt:

- ist (sind) entweder die Wicklung(en) mit warmhärtendem oder kalthärtendem Material getränkt, das die Zwischenräume im wesentlichen ausfüllt und die Endwindungen wirksam versiegelt,
- oder die Wicklung(en) ist (sind) durch Isoliermaterial zusammengehalten.

8.7 Transformatoren dürfen nicht mit Kondensatoren versehen sein, die Eingangs- und Ausgangskreis elektrisch verbinden.

Die Prüfung erfolgt durch Besichtigung.

9 Änderung der Eingangsspannungseinstellung

Ortsfeste Transformatoren dürfen einen Nenn-Eingangsspannungsbereich haben.

Ortsfeste Transformatoren mit mehr als einer Nenn-Eingangsspannung müssen so gebaut sein, daß die Spannungseinstellung nicht ohne ein Werkzeug geändert werden kann.

Ortsveränderliche Transformatoren dürfen nur eine Nenn-Eingangsspannung haben, es sei denn, der Transformator kann, wenn die höhere gekennzeichnete Spannung versehentlich an die Wicklung für die niedrigste Spannung angeschlossen wird, keine Spannung erzeugen, die die im Anwendungsbereich angegebenen Grenzwerte überschreitet.

Transformatoren, die auf verschiedene Nenn-Eingangsspannungen eingestellt werden können, müssen so gebaut sein, daß die eingestellte Spannung am betriebsbereiten Transformator eindeutig erkennbar ist.

Die Prüfung erfolgt durch Besichtigung.

Die Anforderung für ortsfeste Transformatoren ist erfüllt, wenn ein Werkzeug benutzt werden muß, um eine Abdeckung zu entfernen, bevor die Spannungseinstellung verändert werden kann.

Im Sinne dieser Anforderung gilt ein ortsveränderlicher Transformator mit einer Einrichtung zum Einstellen der Eingangsspannung über einen Einstellbereich von höchstens 10 % des Mittelwertes dieses Bereiches nicht als Transformator mit mehr als einer Nenn-Eingangsspannung.

10 Ausgangsspannung und Ausgangsstrom bei Belastung

10.1 Bei Anschluß des Transformators an Nenn-Eingangsspannung, bei Nennfrequenz und Belastung mit einer Impedanz, die bei Nenn-Ausgangsspannung und für Wechselstrom bei Nenn-Leistungsfaktor Nennleistung ergibt, darf die Ausgangsspannung nicht mehr von ihrem Nennwert abweichen als um

- 10 % für die Ausgangsspannung von unbedingt kurzschlußfesten mit einer Nenn-Ausgangsspannung,

- 10 % für die höchste Ausgangsspannung von unbedingt kurzschlußfesten Transformatoren mit mehr als einer Nenn-Ausgangsspannung,
- 15 % für die anderen Ausgangsspannungen von unbedingt kurzschlußfesten Transformatoren mit mehr als einer Nenn-Ausgangsspannung,
- 5 % für die Ausgangsspannungen von anderen Transformatoren.

Für Transformatoren mit Gleichrichtern erhöhen sich die obengenannten Prozentwerte um 5.

Prüfung erfolgt durch Messung der Ausgangsspannung im Beharrungszustand bei Anschluß des Transformators an Nenn-Eingangsspannung, bei Nennfrequenz und Belastung mit einer Impedanz, die bei Nenn-Ausgangsspannung und Nenn-Leistungsfaktor Nennleistung ergibt.

Bei Transformatoren mit angebaute Gleichrichter wird die Ausgangsspannung an den Anschlüssen des Gleichstromkreises mit einem Spannungsmesser als arithmetischer Mittelwert gemessen, soweit die Spannung nicht ausdrücklich als Effektivwert angegeben ist (siehe Abschnitt 7.1).

Bei Transformatoren mit mehr als einer Nenn-Eingangsspannung gilt die Anforderung für jede Nenn-Eingangsspannung.

Bei Transformatoren mit angezapfter (angezapften) Ausgangswicklung(en) wird jeder Wicklungsteil einzeln belastet, es sei denn, es ist angegeben, daß alle Wicklungsteile gleichzeitig belastet werden müssen.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Der Originaltext in Abschnitt 10.1 elfte Zeile lautet wie folgt: Für Transformatoren mit Gleichrichtern erhöhen sich die obengenannten Prozentwerte um 5 %.

Der letzte Absatz in Abschnitt 10.1 lautet: Bei Transformatoren mit angezapften Ausgangswicklungen wird jeder Wicklungsteil einzeln belastet, es sei denn, daß alle Wicklungsteile offensichtlich gleichzeitig zu belasten sind.

- 10.2 Wenn ein Transformator mit Nenn-Ausgangsleistung, Nenn-Ausgangsspannung, Nenn-Ausgangsstrom und Nenn-Leistungsfaktor gekennzeichnet ist, so müssen diese Werte mathematisch übereinstimmen.

Prüfung erfolgt durch Berechnung.

11 Leerlauf-Ausgangsspannung

Die entsprechenden Festlegungen sind in den einzelnen Hauptabschnitten für die verschiedenen Arten von Transformatoren angegeben.

Bei Transformatoren mit angebaute Gleichrichter werden die Ausgangsspannungen am Eingang und Ausgang des Gleichrichters gemessen; die Ausgangsspannung wird an den Anschlüssen des Stromkreises als arithmetischer Mittelwert mit einem Spannungsmesser gemessen, soweit die Spannung nicht ausdrücklich als Effektivwert angegeben ist.

12 Kurzschlußspannung

Ist ein Wert bezüglich der Kurzschlußspannung angegeben, so darf die gemessene Kurzschlußspannung um nicht mehr als 20 % von dem aus dem angegebenen Wert berechneten abweichen.

Prüfung erfolgt durch Messung der Kurzschlußspannung, während sich der Transformator auf Raumtemperatur befindet.

13 Erwärmung

- 13.1 Transformatoren und ihre Unterlagen dürfen bei bestimmungsgemäßem Gebrauch keine unzulässige Temperatur annehmen.

Prüfung erfolgt nach Abschnitt 13.2. Darüber hinaus gelten folgende Anforderungen für die Wicklungen.

- 13.1.1 Wenn der Hersteller weder angegeben hat, welcher klassifizierte Werkstoff verwendet wurde noch einen Wert für t_a (siehe Abschnitt 2.46) angegeben hat und die gemessene Temperaturerhöhung den in Tabelle I für Werkstoffe der Isolierstoffklasse A angegebenen Wert nicht überschreitet, werden die Prüfungen nach Abschnitt 13.3 nicht durchgeführt.

Wenn jedoch die gemessene Temperaturerhöhung den in Tabelle I für Werkstoffe der Isolierstoffklasse A angegebenen Wert überschreitet, werden die Aktivteile des Transformators (Kern und Wicklung) den Prüfungen nach Abschnitt 13.3 unterworfen. Die Temperatur des Wärmeschranks ist nach Tabelle II zu wählen. Als Temperaturerhöhung ist der nächsthöhere Wert nach Tabelle II gegenüber dem gemessenen Wert der Temperaturerhöhung zu wählen.

- 13.1.2 Wenn der Hersteller nicht angegeben hat, welcher klassifizierte Werkstoff verwendet wurde, aber einen Wert für t_a angegeben hat, und die gemessene Temperaturerhöhung den in Tabelle I für Werkstoffe der Iso-

Isolierstoffklasse A angegebenen Wert, unter Berücksichtigung des Wertes von t_a (siehe Abschnitt 13.2) nicht überschreitet, werden die Prüfungen nach Abschnitt 13.3 nicht durchgeführt.

Wenn jedoch die gemessene Temperaturerhöhung unter Berücksichtigung des Wertes von t_a den in Tabelle I für Werkstoffe der Isolierstoffklasse A angegebenen Wert überschreitet, werden die Aktivteile des Transformators (Kern und Wicklungen) den Prüfungen nach Abschnitt 13.3 unterworfen. Die Temperatur des Wärmeschrankes ist unter Berücksichtigung des Wertes von t_a nach Tabelle II zu wählen. Als Temperaturerhöhung ist der nächsthöhere Wert nach Tabelle II gegenüber dem errechneten Wert der Temperaturerhöhung zu wählen.

- 13.1.3 Wenn der Hersteller angegeben hat, welcher klassifizierte Werkstoff verwendet wurde aber keinen Wert für t_a angegeben hat und die gemessene Temperaturerhöhung den entsprechenden Wert nach Tabelle I nicht überschreitet, werden die Prüfungen nach Abschnitt 13.3 nicht durchgeführt.

Wenn jedoch die gemessene Temperaturerhöhung den in Tabelle I angegebenen Wert überschreitet, so gilt der Transformator als den Anforderungen dieses Abschnittes nicht entsprechend.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Der letzte Absatz von Abschnitt 13.1.3 lautet: Wenn jedoch die gemessene Temperaturerhöhung den in Tabelle I angegebenen Wert überschreitet, so gilt der Transformator als den Anforderungen nicht entsprechend.

- 13.1.4 Wenn der Hersteller angegeben hat, welcher klassifizierte Werkstoff verwendet wurde und einen Wert für t_a angegeben hat und die gemessene Temperaturerhöhung nicht den entsprechenden Wert der Tabelle I überschreitet unter Berücksichtigung der Umgebungstemperatur t_a werden die Prüfungen nach Abschnitt 13.3 nicht durchgeführt.

Wenn jedoch die gemessene Temperaturerhöhung unter Berücksichtigung des Wertes von t_a den in Tabelle I angegebenen Wert überschreitet, gilt der Transformator als den Anforderungen dieses Abschnittes nicht entsprechend.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Der letzte Absatz des Abschnittes 13.1.4 lautet: Wenn jedoch die gemessene Temperaturerhöhung, unter Berücksichtigung des Wertes von t_a den in Tabelle I angegebenen Wert überschreitet, gilt der Transformator als den Anforderungen nicht entsprechend.

- 13.2 Temperaturerhöhungen sind unter den folgenden Bedingungen bei Beharrungszustand zu bestimmen.

Die Erwärmungsprüfung und die Messungen werden in einem allseitig geschlossenen zugfreien Prüfraum durchgeführt, der solche Abmessungen hat, daß die Prüfergebnisse nicht beeinflußt werden. Wenn der Nennwert t_a des Transformators 50 °C überschreitet, muß die Raumtemperatur während der Prüfung innerhalb $\pm 5\text{ °C}$ des Nennwertes t_a liegen und vorzugsweise beim Nennwert t_a .

Ortsveränderliche Transformatoren werden auf eine mattschwarz gestrichene Sperrholzunterlage gestellt; ortsfeste Transformatoren werden wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch auf einer mattschwarz gestrichenen Sperrholzunterlage angebracht. Die Unterlage ist etwa 20 mm dick und hat Abmessungen, die mindestens 200 mm über die Außenkonturen des Prüflings hinausragen.

Transformatoren mit einer anderen Schutzart als IP 00, werden in ihrem Gehäuse geprüft.

Transformatoren mit der Schutzart IP 00, deren Anwendung nicht bekannt ist, werden ohne Gehäuse geprüft.

Bei Transformatoren mit Anschlüssen für die Anbringungsarten M, Y und Z müssen die Verbindungsstellen nach Aufzählung b) von Abschnitt 22.3 vor Durchführung der Erwärmungsprüfung geprüft werden.

Transformatoren werden an Nenn-Eingangsspannung angeschlossen und mit einer Impedanz belastet, die bei Nenn-Ausgangsspannung und für Wechselstrom bei Nennleistungsfaktor Nennleistung ergeben würde, dann wird die Eingangsspannung um 6 % erhöht. Nach dieser Spannungserhöhung wird im Stromkreis nichts verändert.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Der erste Satz des siebten Absatzes lautet: Transformatoren werden an Nenn-Eingangsspannung angeschlossen und mit Nenn-Ausgangsstrom bei Nenn-Leistungsfaktor belastet; dann wird die Eingangsspannung um 6 % erhöht.

Gerätetransformatoren werden unter den Bedingungen betrieben, die auftreten, wenn das Gerät oder die Einrichtung unter den Bedingungen des bestimmungsgemäßen Gebrauchs betrieben wird, die in den

Festlegungen für das entsprechende Gerät oder die Ausrüstung angegeben sind. Wenn die Auslegung des Gerätes oder der Ausrüstung den Betrieb des Transformators ohne Last zuläßt, so wird die Prüfung unter Leerlauf-Bedingungen wiederholt.

Die Temperaturerhöhung der Wicklungen werden nach dem Widerstandsverfahren ermittelt, andere Temperaturerhöhungen werden durch Messungen mit Thermoelementen bestimmt, die so zu wählen und anzuordnen sind, daß sie den geringsten Einfluß auf die Temperatur des zu prüfenden Teils haben.

Für die Bestimmung der Temperaturerhöhung der Wicklungen wird die Umgebungstemperatur in einem solchen Abstand vom Prüfling gemessen, daß die Temperaturanzeige nicht beeinflußt wird. An dieser Stelle darf während der Messung die Lufttemperatur nicht mehr als 10 °C schwanken.

Thermoelemente zur Messung der Temperaturerhöhung der Oberfläche von Unterlagen werden auf der Rückseite von kleinen geschwärzten Scheiben aus Kupfer oder Messing befestigt, die mit der Oberfläche bündig sind.

Die Temperaturerhöhung elektrischer Isolierungen (ausgenommen die der Wicklungsisolierung) wird an der Oberfläche an den Stellen bestimmt, an denen ein Fehler zum Kurzschluß, zum Kontakt zwischen unter Spannung stehenden und berührbaren Metallteilen oder zur Herabsetzung der Kriech- und Luftstrecken unter die in Abschnitt 25 angegebenen Werte führen könnte.

Während der Prüfung:

- darf für Transformatoren ohne t_a -Angabe die Temperaturerhöhung die Werte nach Tabelle I nicht überschreiten,
- darf für Transformatoren mit t_a -Angabe die Summe aus Temperaturerhöhung und t_a die Werte nach Tabelle I plus 25 °C nicht überschreiten.

Beispiel: zulässige Temperaturerhöhung der Wicklungen für:

a) Transformator mit $t_a = + 35\text{ °C}$,
Isolierstoffklasse A
 $\Delta t + 35 \leq 75 + 25$
 $\Delta t \leq 65\text{ K}$

b) Transformator mit $t_a = - 10\text{ °C}$,
Isolierstoffklasse E
 $\Delta t + (- 10) \leq 90 + 25$
 $\Delta t \leq 125\text{ K}$

Die elektrischen Verbindungen dürfen sich nicht lösen, Kriech- und Luftstrecken dürfen nicht auf geringere als die in Abschnitt 25 festgelegten Werte verringert werden; Vergußmasse darf nicht auslaufen und Überlastschutzeinrichtungen dürfen nicht ansprechen.

Die Werte der Tabelle I basieren auf einer Umgebungstemperatur, die normalerweise 25 °C nicht überschreitet, gelegentlich jedoch 35 °C erreichen kann.

Die Wicklungstemperaturen basieren auf IEC 85, aber sie wurden unter Berücksichtigung der Tatsache angepaßt, daß in diesen Prüfungen Temperaturen Durchschnittswerte sind und nicht Heißpunktwerte.

Unmittelbar nach der Prüfung muß der Prüfling die Spannungsfestigkeitsprüfung nach Abschnitt 17.3 bestehen, wobei die Prüfspannung nur zwischen Eingangs- und Ausgangswicklungen angelegt wird.

Bei Transformatoren der Schutzklasse I ist zu beachten, daß die anderen Isolierungen nicht einer Spannung unterworfen werden, die den entsprechenden in Abschnitt 17.3 festgelegten Wert überschreitet.

Es wird empfohlen, die Messungen an jeder Wicklung gesondert vorzunehmen und den Widerstand der Wicklungen am Ende der Prüfung durch Widerstandsmessungen unmittelbar nach dem Abschalten zu bestimmen und dann in kurzen zeitlichen Abständen, so daß eine Kurve des Widerstandes in Abhängigkeit von der Zeit gezeichnet werden kann, um hieraus den Widerstand im Abschaltmoment zu ermitteln.

Bei Transformatoren mit mehr als einer Ausgangswicklung oder einer Ausgangswicklung mit Anzapfung werden die Ergebnisse zugrunde gelegt, die der höchsten Temperaturerhöhung entsprechen.

Für Transformatoren mit anderen Betriebsbedingungen, als die für Dauerbetrieb, sind die Prüfbedingungen in den entsprechenden Kapiteln angegeben.

Der Wert der Temperaturerhöhung einer Wicklung wird nach folgender Gleichung berechnet:

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (x + t_1) - (t_2 - t_1)$$

mit: $x = 234,5$ für Kupfer
 $x = 228,1$ für Aluminium

und mit: Δt Temperaturerhöhung über t_2
 R_1 Widerstand zu Beginn der Prüfung bei der Temperatur
 R_2 Widerstand am Ende der Prüfung, im Beharrungszust:

Tabelle I. Werte der Temperaturerhöhungen im bestimmungsgemäßen Gebrauch

Teile	Temperaturerhöhung (K)
Wicklungen (Spulen und damit in Verbindung stehende Kernbleche), wenn die Wicklungsisolierung besteht:	
— aus Werkstoffen der Isolierstoffklasse A ¹⁾	75
— aus Werkstoffen der Isolierstoffklasse E	90
— aus Werkstoffen der Isolierstoffklasse B	95
— aus Werkstoffen der Isolierstoffklasse F	115
— aus Werkstoffen der Isolierstoffklasse H	140
aus anderen Werkstoffen ²⁾	—
Äußere Gehäuse ³⁾ von ortsfesten Transformatoren	60
Äußere Gehäuse ³⁾ , Handgriffe und dergleichen von ortsveränderlichen Transformatoren:	
— wenn im bestimmungsgemäßen Gebrauch diese Teile dauernd in der Hand gehalten werden:	
● aus Metall	30
● aus anderen Werkstoffen	50
— wenn im bestimmungsgemäßen Gebrauch diese Teile nicht dauernd in der Hand gehalten werden:	
● aus Metall	35
● aus anderen Werkstoffen	60
Anschlüsse für äußere Leiter und Anschlüsse für Schalter	45
Isolierung innerer und äußerer Leiter ⁴⁾ :	
aus Gummi	40
aus PVC	50
Teile, deren Schadhafwerden die Sicherheit beeinträchtigen könnte	
aus Gummi (andere als die Isolierung der Leiter)	50
aus Phenol-Formaldehyd	80
aus Harnstoff-Formaldehyd	60
aus imprägniertem Papier und Textilschichtpreßstoffen	60
aus imprägniertem Holz	60
aus PVC (andere als die Isolierung der Leiter), Polystyrol und ähnliche thermoplastische Werkstoffe	40
aus Lackgewebe	50
Auflagefläche (Unterlage)	60
¹⁾ Die Klassifizierung der Werkstoffe entspricht der IEC-Publikation 85: <i>Recommendations for the classification of Materials for the Insulation of Electrical Machinery and Apparatus in relation of their Stability in Service.</i> ²⁾ Werden andere Werkstoffe als die in IEC 85 unter A, E, B, F und H festgelegten eingesetzt, müssen sie die Prüfung nach Abschnitt 13.3 bestehen. ³⁾ Wenn irgendein Einzelteil Teil der äußeren Oberfläche des Transformators ist, darf die Temperaturerhöhung dieses Einzelteils den festgelegten Wert für entsprechende äußere Gehäuse nicht überschreiten. ⁴⁾ Die Qualität von Gummi- und PVC-Isolierungen entsprechen den in IEC 227: <i>Polyvinyl Chloride Insulated Cables of Rated Voltages up to and including 450/750 V</i>, und 245: <i>Rubber Insulated Cables of Rated Voltages up to and including 450/750 V</i> angegebenen Werten. Werden andere Werkstoffe verwendet, dürfen sie nur den Temperaturen ausgesetzt werden, für die sie zugelassen sind.	

t_1 Raumtemperatur bei Beginn der Prüfung

t_2 Raumtemperatur am Ende der Prüfung

Bei Beginn der Prüfung müssen die Wicklungen Raumtemperatur haben.

- 13.3 Wenn anzuwenden, (siehe Abschnitt 13.1) werden die Aktivteile des Transformators (Kern und Wicklungen) der folgenden zyklischen Prüfung unterzogen, wobei jeder Zyklus aus einer Wärmebeanspruchung, einer Feuchtebehandlung und einer Rüttelbeanspruchung besteht. Nach jedem Zyklus werden die Messungen durchgeführt.

Die Anzahl der Prüflinge muß der in Abschnitt 4.2 festgelegten entsprechen (drei zusätzliche Prüflinge).

Die Prüflinge müssen zehn Prüfzyklen ausgesetzt werden.

13.3.1 Wärmebeanspruchung

Abhängig von der Isolierstoffklasse werden die Prüflinge in einem Wärmeschrank für die Zeit und die Temperatur, die in Tabelle II festgelegt sind, gelagert.

Die Temperaturen im Wärmeschrank müssen innerhalb einer zulässigen Abweichung von $\pm 3^\circ\text{C}$ gehalten werden.

Tabelle II. Prüftemperatur und Prüfzeiten (in Tagen) je Zyklus

Prüftemperatur ($^\circ\text{C}$)	Temperaturerhöhung (K) für das Isoliersystem (bezogen auf eine Umgebungstemperatur von 25°C , gelegentlich 35°C erreichend)				
	75	90	95	115	140
220					4
210					7
200					14
190				4	
180				7	
170				14	
160			4		
150		4	7		
140		7			
130	4				
120	7				
Vorläufige Klassifikation, nur für die Prüfungen nach Abschnitt 14	A	E	B	F	H

13.3.2 Feuchtebehandlung

Die Prüflinge werden 2 Tage (48 Stunden) der Feuchtebehandlung nach Abschnitt 16.2 unterworfen.

13.3.3 Rüttelbeanspruchung

Bei senkrechter Lage der Wicklungsachsen werden die Prüflinge für 1 Stunde einer Rüttelbeanspruchung mit einer höchsten Beschleunigung von 1,5 g bei Nennfrequenz ausgesetzt.

13.3.4 Messungen

Nach jedem Zyklus wird der Isolationswiderstand nach den Abschnitten 17.1 und 17.2 gemessen. Eine Spannungsfestigkeitsprüfung nach den Abschnitten 17.3 und 17.4 wird durchgeführt. Nach der Wärmebeanspruchung wird die Feuchtebehandlung erst nach Abkühlung des Prüflings auf Raumtemperatur durchgeführt.

Die Werte der Prüfspannung für die Spannungsprüfung nach Abschnitt 17 werden jedoch auf 35 % der festgelegten Werte vermindert, und die Prüfzeiten müssen verdoppelt werden, ausgenommen die Wicklungsprüfung nach Abschnitt 17.4, die mit einer Prüfspannung von mindestens dem 1,2fachen der Nenn-Eingangsspannung durchgeführt werden muß. Bei der Wicklungsprüfung scheidet der Prüfling aus, wenn Leerlaufstrom oder Leerlaufwirkleistung um mehr als 30 % gegenüber dem entsprechenden Wert der ersten Messung abweichen. Wenn nach Ablauf von 10 Zyklen ein oder mehrere Prüflinge versagt haben, so gilt die Dauerprüfung als nicht bestanden.

Falls ein Prüfling durch Unterbrechung einer Windung versagt, so gilt dies nicht als Versagen beim Dauertest. Die Prüfung kann mit den zwei übrigen Prüflingen fortgesetzt werden.

14 Kurzschluß- und Überlastschutz

- 14.1 Die sichere Trennung muß bei Transformatoren nach Kurzschlüssen und Überlastungen, die im bestimmungsgemäßen Gebrauch auftreten können, erhalten bleiben.

Prüfung erfolgt durch Besichtigung und die folgenden Prüfungen, die unmittelbar nach der Prüfung nach Abschnitt 13.2 in unveränderter Lage des Transformators bei 1,06facher Nenn-Eingangsspannung oder, für bedingt kurzschlußfeste Transformatoren, mit einem Wert zwischen 0,94facher und 1,06facher Nenn-Eingangsspannung durchgeführt werden:

- für unbedingt kurzschlußfeste Transformatoren durch die Prüfungen nach Abschnitt 14.2;
- für bedingt kurzschlußfeste Transformatoren durch die Prüfungen nach Abschnitt 14.3;
- für Transformatoren mit nicht selbständig zurückstellenden Temperaturbegrenzern, die weder zurückgestellt noch ausgewechselt werden können, durch die Prüfung nach Abschnitt 14.5, als ob sie Fail-safe-Transformatoren wären;
- für nicht kurzschlußfeste Transformatoren durch die Prüfungen nach Abschnitt 14.4;
- für Fail-safe-Transformatoren durch die Prüfungen nach Abschnitt 14.5;
- für Transformatoren mit angebautem Gleichrichter wird die Prüfung nach den Abschnitten 14.2 und 14.3 zweimal durchgeführt, einmal mit Kurzschluß vor dem Gleichrichter und einmal mit Kurzschluß hinter dem Gleichrichter;
- für Transformatoren mit mehr als einer Ausgangswicklung oder einer Ausgangswicklung mit Anzapfungen werden die Verhältnisse berücksichtigt, die die höchste Temperaturerhöhung ergeben. Im ersten Fall werden alle Wicklungen, die dafür vorgesehen sind, gleichzeitig belastet zu werden, bei Nennleistung belastet und dann erfolgt der Kurzschluß an der gewählten Ausgangswicklung.

Bei Prüfungen nach den Abschnitten 14.2, 14.3 und 14.4 darf die Temperaturerhöhung die Werte nach Tabelle III nicht überschreiten.

Tabelle III. **Höchstwerte der Temperaturerhöhungen unter Kurzschluß- oder Überlastbedingungen**

Klassifikation der Isolierung	A	E	B	F	H
Höchste Temperaturerhöhung (K)					
Art des Schutzes:					
– unbedingt kurzschlußfeste Wicklungen	125	140	150	165	185
– Wicklungen mit Schutzeinrichtung					
● während der ersten Stunde oder für Sicherungen mit einem Nennstrom über 63 A, während der ersten 2 Stunden (a)	175	190	200	215	235
● nach der ersten Stunde, Spitzenwert (b)	150	165	175	190	210
● nach der ersten Stunde, arithmetischer Mittelwert (b)	125	140	150	165	185
Äußere Gehäuse (die mit dem Norm-Prüffinger berührt werden können)			80		
Gummiisolierung der Leiter			60		
PVC-Isolierung der Leiter			60		
Auflageflächen (z. B. jeder Bereich der Oberfläche der Kiefernsperrholzplatte, die durch den Transformator bedeckt ist)			80		
(a) Nach den Prüfungen nach Abschnitt 14.3.3 dürfen diese Werte infolge der Wärmeträgheit des Transformators überschritten werden.					
(b) Gilt nicht für Prüfungen nach Abschnitt 14.3.3					

- 14.2 Unbedingt kurzschlußfeste Transformatoren werden durch Kurzschließen der Ausgangswicklungen bis zum Erreichen des Beharrungszustandes geprüft.
- 14.3 Bedingt kurzschlußfeste Transformatoren werden wie folgt geprüft:
- 14.3.1 Die Anschlüsse der Ausgangswicklungen werden kurzgeschlossen. Bei jedem Wert der Eingangsspannung zwischen dem 0,94fachen und dem 1,06fachen der Nenn-Eingangsspannung muß die eingebaute Überlastschutzeinrichtung ansprechen, bevor die Temperaturerhöhung den Wert nach Tabelle III überschreitet.
- 14.3.2 Bei Schutz durch eine Sicherung nach IEC 269-2: Low-voltage fuses, Part 2: Supplementary requirements for fuses for industrial applications, oder nach IEC 269-3: Low-voltage fuses, Part 3: Supplementary requirements for fuses for domestic and similar applications, oder einer technisch gleichwertigen Sicherung wird der Transformator mit dem k-fachen des auf dem Transformator als Nennstrom des Schmelzeinsatzes angegebenen Stromes belastet, wobei k den Wert nach Tabelle IV hat.

Tabelle IV

Angegebener Nennstrom des Schmelzeinsatzes I_n (A)	k
Serie I (gI)	
$I_n \leq 4$	2,1
$4 < I_n \leq 10$	1,9
$10 < I_n \leq 25$	1,75
$25 < I_n \leq 100$	1,6
Serie II (gII)	
$I_n = 3 \text{ oder } 13$	1,9
$I_n < 100$	1,6

Der Strom ist für Schmelzeinsätze bis einschließlich 63A während 1 Stunde und für Schmelzeinsätze über 63 A während 2 Stunden beizubehalten.

INFORMATION zum IEC-Originaltext

Der erste Satzteil des ersten Absatzes zu Abschnitt 14.3.2 lautet im Originaltext wie folgt: Bei Schutz durch eine Sicherung nach IEC 269-3: Low-voltage fuses, Part 3: Supplementary requirements for fuses for domestic and similar applications, oder einer technisch gleichwertigen Sicherung wird ...

- 14.3.3 Bei Schutz durch Feinsicherungen nach IEC 127: Cartridge Fuse-links for Miniatures Fuses, oder durch eine technisch gleichwertige Sicherung wird der Transformator 30 Minuten mit dem 2,1fachen des Nennstromes der Sicherung belastet.
- 14.3.4 Bei Schutz durch eine andere Überlastschutzeinrichtung als eine Sicherung wird der Transformator mit dem 0,95fachen Wert des geringsten Stromes, der die Schutzeinrichtung zum Ansprechen bringt, bis zum Erreichen des Beharrungszustandes, belastet.
- 14.3.5 Für die Prüfungen nach den Abschnitten 14.3.2 und 14.3.3 ist der Schmelzeinsatz durch eine Verbindung mit vernachlässigbarer Impedanz zu ersetzen.
- Bei der Prüfung nach Abschnitt 14.3.4 erfolgt die Bestimmung des Auslösestromes so, daß bei Umgebungstemperatur die Belastung beginnend mit dem 1,1fachen Auslösestrom in Stufen von 2 % langsam reduziert wird, bis der Wert des Stromes erhalten wird, bei dem die Schutzeinrichtung nicht anspricht.
- Werden Temperatursicherungen benutzt, so muß der Prüfstrom für einen Prüfling in Stufen von 5 % erhöht werden. Nach jeder Stufe muß der Transformator den Beharrungszustand erreichen. Dies wird so lange weitergeführt, bis der Schmelzeinsatz der Temperatursicherung ausfällt. Dieser Stromwert ist festzuhalten. Die Prüfung ist mit den andern Prüflingen mit dem 0,95fachen des ermittelten Wertes zu wiederholen.

- 14.4 Nicht kurzschlußfeste Transformatoren werden nach Abschnitt 14.3 belastet. Die vom Hersteller festgelegte Schutzeinrichtung ist in den entsprechenden Eingangs- oder Ausgangskreis einzubeziehen.

Nicht kurzschlußfeste Gerätetransformatoren werden unter den ungünstigsten Bedingungen des bestimmungsgemäßen Gebrauchs mit der vom Hersteller festgelegten, in den Eingangs- oder Ausgangskreis einbezogenen Schutzeinrichtung und mit den ungünstigsten Belastungsbedingungen für die Art der Ausrüstung oder des Stromkreises geprüft, für die der Transformator bestimmt ist. Beispiele für ungünstige Belastungsbedingungen können Dauer-, Kurzzeit- oder Aussetzbetrieb sein.

14.5 Fail-safe-Transformatoren

- 14.5.1 Drei zusätzliche Prüflinge werden nur für die folgende Prüfung verwendet. Transformatoren, die in anderen Prüfungen verwendet werden, werden dieser Prüfung nicht unterzogen.

Jeder der drei Prüflinge wird wie im bestimmungsgemäßen Gebrauch auf eine 20 mm dicke, mattschwarz gestrichene Sperrholzunterlage montiert. Jeder Transformator wird an 1,06fache Nenn-Eingangsspannung angeschlossen, die Ausgangswicklung, die während der Prüfung nach Abschnitt 13.2 die höchste Temperaturerhöhung aufweist, wird mit dem 1,5fachen Nenn-Ausgangsstrom (oder, falls dies nicht möglich ist, mit dem erreichbaren Höchstwert des Ausgangsstromes) betrieben, bis der Beharrungszustand erreicht wird oder der Transformator ausfällt (je nachdem, was eher eintritt).

Falls der Transformator ausfällt, muß er während und nach den Prüfungen die Anforderungen nach Abschnitt 14.5.2 erfüllen.

Falls der Transformator nicht ausfällt, wird die Zeit zur Erreichung des Beharrungszustands festgehalten und die gewählte Ausgangswicklung daraufhin kurzgeschlossen. Die Prüfung wird fortgesetzt, bis der Transformator ausfällt. Der Ausfall der Prüflinge muß für diesen Teil der Prüfung innerhalb eines Zeitraumes geschehen, der nicht länger sein darf als der Zeitraum, der zur Erreichung des Beharrungszustandes erforderlich ist, jedoch nicht länger als 5 Stunden.

Die Transformatoren müssen sicher ausfallen sowie während und nach den Prüfungen den in Abschnitt 14.5.2 angegebenen Anforderungen entsprechen.

- 14.5.2 Zu jedem Zeitpunkt während der Prüfungen nach Abschnitt 14.5.1

- darf die Temperaturerhöhung jedes beliebigen Teils des Transformatorengehäuses, das mit dem Norm-Prüffinger berührt werden kann, 150 K nicht überschreiten,
- dürfen die Temperaturerhöhungen der Sperrholzunterlage nirgendwo 100 K überschreiten,
- dürfen aus dem Transformator keine Flammen, geschmolzener Werkstoff, glühende Teile oder brennende Tropfen von Isolierstoffen austreten.

Nach der Prüfung nach Abschnitt 14.5.1 und nach Abkühlung auf Raumtemperatur

- muß der Transformator einer Spannungsfestigkeitsprüfung standhalten, wobei die Prüfspannung 35 % der Werte nach Abschnitt 17, Tabelle VI ist, nur zwischen Eingangs- und Ausgangswicklungen sowie Eingangswicklung und Körper,
- dürfen Gehäuse, falls vorhanden, keine Öffnungen haben, durch die mit dem Norm-Prüffinger (nach Bild 3, Seite 93) blanke, unter Spannung stehende Teile zu berühren sind. Im Zweifelsfall ist der Kontakt mit blanken, unter Spannung stehenden Teilen durch einen elektrischen Spannungsprüfer nachzuweisen, wobei die Spannung nicht kleiner als 40 V ist.

Erfüllt einer der Prüflinge die Prüfungsbedingungen nicht, so gilt die ganze Prüfung als nicht bestanden.

15 Mechanische Festigkeit

- 15.1 Transformatoren müssen ausreichende mechanische Festigkeit besitzen und so gebaut sein, daß sie einer rauen Behandlung, die beim bestimmungsgemäßen Gebrauch erwartet werden kann, standhalten.

Prüfung erfolgt nach Abschnitt 15.2 für ortsfeste Transformatoren und nach den Abschnitten 15.2 und 15.3 für ortsveränderliche Transformatoren.

Nach den Prüfungen dürfen die Transformatoren keine Beschädigung im Sinne dieser Norm aufweisen; insbesondere dürfen unter Spannung stehende Teile nicht berührbar geworden sein, dies wird mit dem Prüfstift (Bild 4, Seite 94) überprüft, Isoliertrennwände dürfen nicht beschädigt worden sein, Handgriffe, Hebel, Knöpfe und dergleichen dürfen sich auf ihren Achsen nicht bewegt haben.

Beschädigungen des Oberflächenschutzes, kleine Einbeulungen, die die Kriech- und Luftstrecken nicht unter die in Abschnitt 25 festgelegten Werte herabsetzen und kleine Absplitterungen, die den Schutz gegen gefährliche Körperströme oder Feuchte nicht beeinträchtigen, werden vernachlässigt.

Risse, die mit normaler oder korrigierter Sehkraft ohne Vergrößerung nicht erkennbar sind und Oberflächenrisse in faserverstärkten Kunststoff-Formteilen und dergleichen werden nicht beachtet.

- 15.2 *Der Transformator wird einschließlich der Abdeckung und dergleichen fest auf eine starre Unterlage gesetzt und drei Schlägen mit dem Federhammer nach Bild 2, Seite 91 gegen jede mutmaßlich schwache Stelle des Gehäuses, die unter Spannung stehende Teile abdeckt, einschließlich der Handgriffe, Hebel, Schaltknöpfe und dergleichen, ausgesetzt, wobei der Hammerkopf senkrecht auf die Oberfläche gedrückt wird. Vor der Anwendung der Schläge werden die Befestigungsschrauben des Bodenteils und der Abdeckungen mit einem Drehmoment von 2/3 der in Tabelle XIV festgelegten Werte angezogen.*

Teile von Transformatoren der Schutzart IP 00, die nicht berührbar sind, wenn der Transformator in einem Gerät oder einer Ausrüstung montiert ist, werden der Prüfung nicht unterzogen.

- 15.3 *Ortsveränderliche Transformatoren werden in ihrer üblichen Gebrauchslage aus einer Höhe von 40 mm auf eine glatte Stahlplatte fallen gelassen, die mindestens 5 mm dick ist und auf einer ebenen Betonunterlage aufliegt. Es werden hundert derartige Fallbeanspruchungen vorgenommen, aber nicht mehr als 1 Fall jede 5. Sekunde.*

Die Fallhöhe muß von dem der Prüffläche nächstgelegenen Teil des vor dem Fall aufgehängten Prüflings gemessen werden.

Die Fallprobe muß einen ungehinderten freien Fall des Prüflings zulassen bei möglichst geringer Störung durch den Auslösevorgang.

16 Wasser- und Feuchteschutz

- 16.1 *Das Gehäuse von Transformatoren muß den seiner IP-Schutzart entsprechenden Wasserschutz gewährleisten.*

An Transformatoren, die nicht mit einer Netzanschlußleitung versehen sind, wird eine äußere Leitung nach Abschnitt 21.4 mit dem kleinsten festgelegten Querschnitt nach Abschnitt 22.3 angeschlossen.

Prüfung erfolgt durch die entsprechende Prüfung nach IEC 529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures, wobei der Transformator wie für den bestimmungsgemäßen Gebrauch auszurüsten ist, Stecker für den Ausgangsstromkreis, sofern vorhanden, sind eingesteckt.

Unmittelbar nach dieser Behandlung muß der Transformator eine Spannungsfestigkeitsprüfung nach Abschnitt 17 bestehen und Besichtigung muß zeigen, daß Wasser nicht in nennenswertem Ausmaß in den Transformator eingedrungen ist.

- 16.2 *Transformatoren müssen Feuchteeinwirkungen, wie sie im bestimmungsgemäßen Gebrauch vorkommen können, standhalten.*

Prüfung erfolgt durch die in diesem Abschnitt beschriebene Feuchtebehandlung, der unmittelbar anschließend die Prüfungen nach Abschnitt 17 folgen.

Transformatoren, die für einen festen Anschluß an den Versorgungsstromkreis vorgesehen sind, werden mit der Anschlußleitung geprüft, aber mit offenen Kabeleinführungen. Sind Ausbrechöffnungen vorhanden, so wird eine von ihnen ausgebrochen. Transformatoren, die zur Verwendung mit Netzanschlußleitung bestimmt sind, werden mit ordnungsgemäß montierten Leitungen und Leitungseinführungen geprüft.

Elektrische Einzelteile, Abdeckungen und andere ohne Werkzeug auswechselbare Teile werden abgenommen und erforderlichenfalls der Feuchtebehandlung zusammen mit dem Hauptteil unterworfen.

Die Feuchtebehandlung wird in einem Feuchtraum vorgenommen, der Luft enthält, deren relative Feuchte zwischen 91 % und 95 % aufrecht erhalten wird. Die Lufttemperatur wird an allen Stellen, an denen Prüflinge gelagert werden können, innerhalb von 1 °C auf einen beliebigen Wert t zwischen 20 °C und 30 °C gehalten.

Vor dem Einbringen in den Feuchtraum wird der Prüfling auf eine Temperatur zwischen t und $t + 4$ °C gebracht.

Der Prüfling wird in dem Feuchtraum belassen:

- 2 Tage (48 Stunden) für Transformatoren der Schutzart IP 20 oder niedriger,
- 7 Tage (168 Stunden) für andere Transformatoren.

In den meisten Fällen kann der Prüfling auf die festgelegte Temperatur gebracht werden, indem er vor der Feuchtebehandlung mindestens 4 Stunden auf dieser Temperatur gehalten wird.

Eine relative Feuchte zwischen 91 % und 95 % kann dadurch erzielt werden, daß in den Feuchtraum eine gesättigte wäßrige Lösung von Natriumsulfat (Na_2SO_4) oder Kaliumnitrat (KNO_3) gebracht wird, die eine ausreichend große Berührungsfläche mit der Luft im Feuchtraum hat. Damit die festgelegten Bedingungen im Feuchtraum erreicht werden, ist es notwendig, im Inneren eine ständige Luftzirkulation aufrechtzuerhalten und, im allgemeinen, einen thermisch isolierten Raum zu benutzen.

Nach dieser Behandlung und den Prüfungen nach Abschnitt 17 darf der Transformator keine Schäden im Sinne dieser Norm aufweisen.

17 Isolationswiderstand und Spannungsfestigkeit

17.1 Der Isolationswiderstand und die Spannungsfestigkeit von Transformatoren müssen ausreichend sein.

Die Prüfung erfolgt nach den Abschnitten 17.2 bis 17.4, die unmittelbar im Anschluß an die Prüfung nach Abschnitt 16.2 durchgeführt wird, und zwar in dem Feuchtraum oder in dem Raum, in welchem der Prüfling auf die vorgeschriebene Temperatur gebracht wurde, nach Wiederanbringung solcher Teile, die entfernt wurden.

17.2 Der Isolationswiderstand wird mit einer Gleichspannung von 500 V gemessen, wobei die Messung 1 min nach Anlegen der Spannung erfolgt.

Der Isolationswiderstand darf nicht kleiner sein als in Tabelle V angegeben.

Tabelle V. **Werte der Isolationswiderstände**

Zu prüfende Isolation	Isolationswiderstand (MΩ)
Zwischen unter Spannung stehenden Teilen und dem Körper	
<i>bei Basisisolierung</i>	2
<i>bei verstärkter Isolierung</i>	7
Zwischen Eingangs- und Ausgangsstromkreisen	5
Zwischen jedem Eingangsstromkreis und allen übrigen miteinander verbundenen Eingangsstromkreisen	2
Zwischen jedem Ausgangsstromkreis und allen übrigen miteinander verbundenen Ausgangsstromkreisen	2
Zwischen unter Spannung stehenden Teilen und Metallteilen von Transformatoren der Schutzklasse II, die von unter Spannung stehenden Teilen nur durch Basisisolierung getrennt sind	2
Zwischen Metallteilen von Transformatoren der Schutzklasse II, die von unter Spannung stehenden Teilen nur durch Basisisolierung getrennt sind, und dem Körper	5
Zwischen Metallfolien, die auf die innere und die äußere Oberfläche von Gehäusen aus Isolierstoff aufgebracht sind	2

17.3 Unmittelbar nach der Prüfung nach Abschnitt 17.2 wird die Isolierung eine Minute einer im wesentlichen sinusförmigen Spannung bei Nennfrequenz ausgesetzt. Der Wert der Prüfspannung und die Meßstellen sind in Tabelle VI angegeben.

Anfänglich wird nicht mehr als der halbe Wert der vorgeschriebenen Prüfspannung an den Prüfling gelegt, die dann schnell auf den vollen Wert gesteigert wird.

Während der Prüfung darf weder ein Überschlag noch ein Durchschlag auftreten, Koronaeffekte und ähnliche Erscheinungen bleiben unberücksichtigt. Beispiele zur Darstellung der Meßstellen der Prüfspannungen sind in Anhang IC angegeben.

Der für die Prüfung verwendete Hochspannungstransformator muß in der Lage sein, einen Strom von mindestens 200 mA abzugeben, wenn die Ausgangsanschlüsse kurzgeschlossen sind. Der Überlastauslöser darf bei keinem Strom von weniger als 100 mA ansprechen. Der Spannungsmesser zur Messung des Effektivwertes der Prüfspannung muß der Klasse 2,5 nach IEC Recommendations for Direct Acting Indicating Electrical Measuring Instruments and their Accessories, entsprechen.

Es ist dafür zu sorgen, daß die zwischen Eingangs- und Ausgangsstromkreisen angelegte Prüfspannung keine anderen Isolierungen überbeansprucht. Falls vom Hersteller angegeben wird, daß ein doppeltes Isoliersystem zwischen den Primär- und Sekundärwicklungen vorhanden ist, wie z.B. von der Primärwicklung zum Kern und vom Kern zur Sekundärwicklung, wird jede Isolierung getrennt geprüft, entsprechend der Prüfspannung nach Tabelle VI Punkt 2). Dasselbe gilt für eine doppelte Isolierung zwischen der Primärwicklung und dem Körper.

Bei Transformatoren der Schutzklasse II die sowohl verstärkte als auch doppelte Isolierung enthalten, ist dafür zu sorgen, daß die an die verstärkte Isolierung angelegte Spannung die Basis- oder zusätzliche Isolierung nicht überbeansprucht.

Tabelle VI. **Tabelle der Prüfspannungen**

Anwendung der Prüfspannung	Arbeitsspannung (V)*)				
	< 50	200	> 200 ≤ 450	700	1000
1) <i>Zwischen unter Spannung stehenden Teilen der Eingangsstromkreise und unter Spannung stehenden Teilen der Ausgangsstromkreise. (Anmerkung: Diese Anforderungen gelten nicht für Stromkreise, die durch einen geerdeten Metallschirm nach Abschnitt 8.6.1 voneinander getrennt sind.)</i>	500	2000	3750	5000	5500
2) <i>Über Basis- oder zusätzliche Isolierung zwischen</i> a) <i>unter Spannung stehenden Teilen, die verschiedene Polarität besitzen oder annehmen können (beispielsweise durch das Auslösen einer Sicherung);</i> b) <i>unter Spannung stehenden Teilen und dem Körper, wenn er zum Anschluß an den Schutzleiter vorgesehen ist;</i> c) <i>berührbaren Metallteilen und einem Metallstab vom gleichen Durchmesser wie die flexible Leitung (oder einem Metallbelag um die Leitung) eingeführt in Einführungstüllen, Biegeschutztüllen, Zugentlastungsvorrichtungen und dergleichen</i>	250	1000	1875	2500	2750
3) <i>Über verstärkte Isolierung zwischen dem Körper und unter Spannung stehenden Teilen</i>	500	2000	3750	5000	5500
*) <i>Die Werte der Prüfspannung für Zwischenwerte der Arbeitsspannung sind durch Interpolation zwischen den Tabellenwerten zu ermitteln, ausgenommen ist die Spalte > 200 ≤ 450.</i>					

17.4 Nach der Prüfung nach Abschnitt 17.3 wird eine Eingangswicklung für 5 Minuten an eine Spannung vom 2fachen Wert der Nenn-Eingangsspannung angeschlossen, wobei die Frequenz den 2fachen Wert der Nennfrequenz hat. An den Transformator ist keine Last angeschlossen.

Es darf eine höhere Prüffrequenz verwendet werden, wobei dann die Dauer der Anschlußzeit in Minuten der 10fachen Nennfrequenz geteilt durch die Prüffrequenz entspricht, jedoch nicht weniger als 2 Minuten. Während der Prüfung darf kein Durchschlag der Isolierung zwischen den Windungen einer Wicklung, zwischen Eingangs- und Ausgangswicklungen, zwischen benachbarten Eingangs- oder Ausgangswicklungen oder zwischen den Wicklungen und dem Kern erfolgen.

INFORMATION zum IEC-Originaltext
Tabelle VI sieht im Originaltext wie folgt aus:

Tabelle VI. **Tabelle der Prüfspannungen**

Anwendung der Prüfspannung	Arbeitsspannung (V) *					
	≤ 50	150	250	440	690	1000
1) Zwischen unter Spannung stehenden Teilen der Eingangsstromkreise und unter Spannung stehenden Teilen der Ausgangsstromkreise. (Anmerkung: Diese Anforderungen gelten nicht für Stromkreise, die durch einen geerdeten Metallschirm nach Abschnitt 8.6.1 voneinander getrennt sind.)	500	2000	3500	4200	5000	5500
2) Über Basis- oder zusätzliche Isolierung zwischen: a) unter Spannung stehenden Teilen, die verschiedene Polarität besitzen oder annehmen können (beispielsweise durch das Auslösen einer Sicherung); b) allen unter Spannung stehenden Teilen und dem Körper, wenn er zum Anschluß an den Schutzleiter vorgesehen ist c) berührbaren Metallteilen und einem Metallstab vom gleichen Durchmesser wie die flexible Leitung (oder einem Metallbelag um die Leitung) eingeführt in Einführungstüllen, Biegeschutztüllen, Zugentlastungsvorrichtungen und dergleichen	250	1000	1750	2100	2500	2750
3) Über verstärkte Isolierung zwischen dem Körper und unter Spannung stehenden Teilen	500	2000	3500	4200	5000	5500
*) Die Prüfspannungen für andere Arbeitsspannungen als in der Tabelle angegeben, sind durch Interpolation der Tabellenwerte zu errechnen.						

18 Aufbau

- 18.1 Transformatoren müssen so gebaut sein, daß sie alle Anforderungen der bestimmungsgemäßen Anwendung erfüllen und Wärme, Feuchte, Wasser sowie Erschütterungen (mechanisch und magnetisch) standhalten.

Prüfung erfolgt durch die Anwendung der entsprechenden Prüfungen.

- 18.2 Leicht brennbare Werkstoffe, wie zum Beispiel Zellhorn, dürfen für den Aufbau von Transformatoren nicht verwendet werden.

Prüfung erfolgt durch Besichtigung oder falls erforderlich durch eine Brennprüfung.

Einzelheiten dieser Prüfung sind in Vorbereitung.

Baumwolle, Seide, Papier und ähnliche faserige Werkstoffe dürfen nicht als Isolierung verwendet werden, soweit sie nicht imprägniert sind.

Wachs und ähnliche Imprägniermittel dürfen nicht verwendet werden, es sei denn, ihr Verlagern ist in geeigneter Weise verhindert.

Prüfung erfolgt durch Besichtigung.

Isolierstoffe gelten als imprägniert, wenn die Zwischenräume zwischen ihren Fasern mit geeigneten Isoliermitteln im wesentlichen ausgefüllt sind.

- 18.3 Ortsveränderliche Transformatoren müssen entweder kurzschlußfeste oder Fail-safe-Transformatoren sein.

Ortsveränderliche Transformatoren mit Nennleistungen von nicht mehr als 630 VA müssen der Schutzklasse II entsprechen.

Fail-safe-Transformatoren dürfen, soweit nicht anders festgelegt, ortsfest oder ortsveränderlich sein.

Prüfung erfolgt durch Besichtigung der Aufschriften und die für Transformatoren der Schutzklasse II festgelegten Prüfungen.