

	Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten und dergleichen Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen (IEC 61558-1:1997, modifiziert) Deutsche Fassung EN 61558-1:1997	DIN EN 61558-1
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.	Klassifikation VDE 0570 Teil 1
ICS 29.180 Deskriptoren: Transformator, Netzgerät, Prüfung, Sicherheitsanforderung Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 1: General requirements and tests (IEC 61558-1:1997, modified); German version EN 61558-1:1997 Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation et analogues – Partie 1: Règles générales et essais (CEI 61558-1:1997, modifiée); Version allemande EN 61558-1:1997 Die Europäische Norm EN 61558-1:1997 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61558-1 wurde am 1997-07-01 angenommen. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN IEC 96/20/CDV (VDE 0570 Teil 1):1995-11. Fortsetzung Seite 2 bis 8 und 101 Seiten EN Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung EN 61558-1:1997-08 „Safety of power transformers, power supply units and similar – Part 1: General requirements and tests“, in die die Internationale Norm IEC 61558-1:1997-02 mit gemeinsamen Modifizierungen übernommen worden ist.

Die Internationale Norm wurde vom Technischen Komitee 96 „Small power transformers, reactors and power supply units and special transformers, reactors and power supply units: Safety requirements“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet und der Parallelen Abstimmung bei IEC und CENELEC unterworfen. Der Text dieser Norm wurde von den CENELEC-Mitgliedern mit den von der zuständigen CENELEC BT Task Force 64-1 „Trenn- und Sicherheitstransformatoren“ erarbeiteten gemeinsamen Abänderungen, die im Vorwort der EN aufgeführt sind, angenommen.

Die gemeinsamen Abänderungen gegenüber IEC 61558-1:1997 sind in dieser Norm eingearbeitet und mit einem senkrechten Strich am Textrand gekennzeichnet.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 323 „Kleintransformatoren“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Die Normen-Reihe DIN EN 61558 (VDE 0570) besteht aus dem hier vorliegenden Teil 1 und je einem entsprechenden Teil 2 für jede im Anwendungsbereich dieser Normenreihe liegende Geräteart. Der jeweilige Teil 2 ergibt zusammen mit diesem Teil 1 von DIN EN 61558 die jeweilige Produktnorm des Gerätes.

Diese Norm ersetzt **DIN VDE 0550-1 (VDE 0550 Teil 1):1969-12** und **DIN EN 60742 (VDE 0551):1995-09** für die Transformatorenarten, die in einem gültigen Teil 2 von DIN EN 61558 behandelt werden. **DIN VDE 0550-1 (VDE 0550 Teil 1):1969-12** bleibt gültig, solange ein anderer Teil dieser Normenreihe auf **DIN VDE 0550-1 (VDE 0550 Teil 1):1969-12** bezug nimmt. DIN EN 60742 (VDE 0551):1995-09 wird durch die vorliegende Norm vollständig ersetzt, sobald der letzte Teil 2 von EN 61558 angenommen wurde, der in den Anwendungsbereich von **DIN EN 60742 (VDE 0551):1995-09** fällt.

In dieser Norm werden folgende Schriftarten verwendet:

- Anforderungen: Normalschrift;
- Prüfvorschriften: *kursiv*;
- Erläuterungen: Normalschrift (kleinere Schriftgröße).

Die **fett geschriebenen** Begriffe in dieser Norm sind im Abschnitt 3 definiert.

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

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

Der Zusammenhang der zitierten Normen und anderen Unterlagen mit den entsprechenden Deutschen Normen und anderen Unterlagen ist nachstehend wiedergegeben. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

IEC hat 1997 die Benummerung der IEC-Publikationen geändert. Zu den bisher verwendeten Normnummern wird jeweils 60000 addiert. So ist zum Beispiel aus IEC 68 nun IEC 60068 geworden.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050(421):1990	IEV Kapitel 421:1995	–
Normen der Reihe EN 60051	Normen der Reihe IEC 60051	Normen der Reihe DIN EN 60051	–
EN 60065:1993	IEC 60065:1985, modifiziert	DIN EN 60065 (VDE 0860):1994-04	VDE 0860
EN 60068-2-2:1993	IEC 60068-2-2:1974	DIN EN 60068-2-2:1994-08	–
–	IEC 60068-2-6:1982	–	–
EN 60068-2-32:1993	IEC 60068-2-32:1975	DIN EN 60068-2-32:1995-03	–
EN 60068-2-63:1994	IEC 60068-2-63:1991	DIN EN 60068-2-63:1995-03	–
EN 60076-1:1997	IEC 60076-1:1993, modifiziert	DIN EN 60076-1 (VDE 0532 Teil 101):1997-12	VDE 0532 Teil 101
–	IEC 60083:1975	DIN 49440-1:1989-12 und DIN 49440-6:1989-12	–

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 566 S1:1990	IEC 60085:1984	DIN IEC 60085 (VDE 0301 Teil 1):1993-03	VDE 0301 Teil 1
HD 214 S2:1980	IEC 60112:1979	DIN VDE 0303-1 (VDE 0303 Teil 1):1984-06	VDE 0303 Teil 1
Normen der Reihe EN 60127	Normen der Reihe IEC 60127	Normen der Reihe DIN EN 60127 (VDE 0820)	VDE 0820
Harmonisierungs- dokumente der Reihe HD 611	Normen der Reihe IEC 60216	Normen der Reihe DIN VDE 0304-2X (VDE 0304 Teil 2X)	VDE 0304 Teil 2X
Harmonisierungs- dokumente der Reihe HD 21	Normen der Reihe IEC 60227	Normen der Reihe DIN VDE 0281 (VDE 0281)	VDE 0281
Harmonisierungs- dokumente der Reihe HD 22	Normen der Reihe IEC 60245	Normen der Reihe DIN VDE 0282 (VDE 0282)	VDE 0282
EN 60269-2:1995	IEC 60269-2:1986	DIN EN 60269-2 (VDE 0636 Teil 20):1995-12	VDE 0636 Teil 20
HD 630.2.1 S1:1996	IEC 60269-2-1:1987, modifiziert	DIN VDE 0636-201 (VDE 0636 Teil 201):1997-03	VDE 0636 Teil 201
EN 60269-3:1995	IEC 60269-3:1987	DIN EN 60269-3 (VDE 0636 Teil 30):1995-12	VDE 0636 Teil 30
HD 630.3.1 S1:1996	IEC 60269-3-1:1994, modifiziert	DIN VDE 0636-301 (VDE 0636 Teil 301):1997-03	VDE 0636 Teil 301
Normen der Reihe EN 60309	Normen der Reihe IEC 60309	Normen der Reihe DIN EN 60309 (VDE 0623)	VDE 0623
Normen der Reihe EN 60317	Normen der Reihe IEC 60317	Normen der Reihe DIN EN 60317	–
Normen der Reihe EN 60320	Normen der Reihe IEC 60320, modifiziert	Normen der Reihe DIN EN 60320 (VDE 0625)	VDE 0625
HD 384-4-41:1982 + S1:1980	IEC 60364-4-41:1992	DIN VDE 0100-410 (VDE 0100 Teil 410):1983-11	VDE 0100 Teil 410
HD 384-5-51 S1:1985 + S1/A1:1995	IEC 60364-5-51:1979, modifiziert	DIN VDE 0100-510 (VDE 0100 Teil 510):1995-11	VDE 0100 Teil 510
–	IEC 60384-14:1993	–	–
–	IEC 60417:1973	DIN 24900-23:1991-08 und DIN 30603:1985-11	–
HD 193 S2:1982	IEC 60449:1973	–	–
Normen der Reihe EN 60454	Normen der Reihe IEC 60454	Normen der Reihe DIN EN 60454 (VDE 0340)	VDE 0340
EN 60529:1991	IEC 60529:1989	DIN VDE 0470-1 (VDE 0470 Teil 1):1992-11	VDE 0470 Teil 1
HD 366 S1:1977	IEC 60536:1976	DIN VDE 0106-1 (VDE 0106 Teil 1):1982-05	VDE 0106 Teil 1
–	IEC 60536-2:1992	–	–

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
HD 625.1 S1:1996	IEC 60664-1:1992, modifiziert	DIN VDE 0110-1 (VDE 0110 Teil 1):1997-04	VDE 0110 Teil 1
–	IEC 60664-3:1992	–	–
EN 60691:1995	IEC 60691:1993	DIN EN 60691 (VDE 0821):1996-08	VDE 0821
EN 60695-2-1/0	IEC 60695-2-1/0:1994	DIN EN 60695-2-1/0 (VDE 0471 Teil 2-1/0):1997-04	VDE 0471 Teil 2-1/0
EN 60695-2-1/1	IEC 60695-2-1/1:1994	DIN EN 60695-2-1/1 (VDE 0471 Teil 2-1/1):1997-04	VDE 0471 Teil 2-1/1
HD 441 S1:1983	IEC 60707:1981	DIN VDE 0304-3 (VDE 0304 Teil 3):1985-09	VDE 0304 Teil 3
EN 60730-1:1995	IEC 60730-1:1993, modifiziert	DIN EN 60730-1 (VDE 0631 Teil 1):1996-01	VDE 0631 Teil 1
–	IEC 60738-1:1982	DIN 44080:1983-10	–
Normen der Reihe EN 60851	Normen der Reihe IEC 60851	Normen der Reihe DIN EN 60851	–
–	IEC 60884-1:1994	–	–
–	IEC 60884-2-4:1993	–	–
–	IEC 60898:1995	–	–
–	IEC 60906-1:1986	–	–
–	IEC 60906-3:1994	–	–
EN 60947-7-1:1991	IEC 60947-7-1:1989	DIN VDE 0611-1 (VDE 0611 Teil 1):1992-08	VDE 0611 Teil 1
–	IEC 60990:1990	–	–
EN 60998-1:1993	IEC 60998-1:1990, modifiziert	DIN EN 60998-1 (VDE 0613 Teil 1):1994-04	VDE 0613 Teil 1
EN 60998-2-1:1993	IEC 60998-2-1:1990, modifiziert	DIN EN 60998-2-1 (VDE 0613 Teil 2-1):1994-04	VDE 0613 Teil 2-1
EN 60998-2-2:1992	IEC 60998-2-2:1991	DIN EN 60998-2-2 (VDE 0613 Teil 2-2):1994-08	VDE 0613 Teil 2-2
EN 60999:1993	IEC 60999-1:1990	DIN EN 60999 (VDE 0609 Teil 1):1994-04	VDE 0609 Teil 1
EN 61000-3-2:1995	IEC 61000-3-2:1995	DIN EN 61000-3-2 (VDE 0838 Teil 2):1996-03	VDE 0838 Teil 2
EN 61000-3-3:1995	IEC 61000-3-3:1994	DIN EN 61000-3-3 (VDE 0838 Teil 3):1996-03	VDE 0838 Teil 3
HD 601 S1:1991	IEC 61032:1990	DIN IEC 61032 (VDE 0470 Teil 2):1993-04	VDE 0470 Teil 2
EN 61058-1:1992	IEC 61058-1:1990	DIN EN 61058-1 (VDE 0630 Teil 1):1993-05	VDE 0630 Teil 1
–	IEC 61140:1992	–	–
–	ISO 3:1973	DIN 323-1:1974-08	–
–	ISO 4046:1978	–	–
–	Normen der Reihe ISO 8820	DIN 72581-3:1987-08	–

Die im Abschnitt 22.5 aufgeführten Leitungen sind in den folgenden DIN-VDE-Normen abgehandelt:

Kurzbezeichnung		Deutsche Norm
IEC	CENELEC	
227 IEC 53 227 IEC 52	H05 VV-F oder H05 VVH2-F H03 VV-F oder H03 VVH2-F	DIN VDE 0281-5 (VDE 0281 Teil 5)
245 IEC 53 245 IEC 57	H05 RR-F H05 RN-F	DIN VDE 0282-4 (VDE 0282 Teil 4)

Änderungen

Gegenüber **DIN VDE 0550-1 (VDE 0550 Teil 1):1969-12** und **DIN EN 60742 (VDE 0551):1995-09** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) EN 61558-1 wurde übernommen;
- b) Anforderungen und Prüfungen für alle Transformatoren und Netzgeräte wurden so vereinheitlicht, daß eine gemeinsame Basis für alle im Anwendungsbereich der Normen liegenden Geräte entstanden ist.

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0550-1 (VDE 0550 Teil 1): 1929-01, 1937-01, 1955-02, 1959-03, 1962-09, 1966-04, 1969-12

DIN VDE 0550-2 (VDE 0550 Teil 2): 1955-02, 1959-03

DIN VDE 0550-3 (VDE 0550 Teil 3): 1955-02, 1961-03, 1966-04, 1969-12

DIN VDE 0550-4 (VDE 0550 Teil 4): 1955-02, 1966-04

DIN VDE 0550-5 (VDE 0550 Teil 5): 1959-03, 1966-04, 1972-09

DIN VDE 0550-6 (VDE 0550 Teil 6): 1966-04

DIN VDE 0551 (VDE 0551): 1967-11; Änderung b:1971-09, Änderung c:1972-05, Änderung e:1975-09

DIN VDE 0551-1 (VDE 0551 Teil 1): 1989-09

DIN EN 60742 (VDE 0551): 1995-09

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 323-1	Normzahlen und Normzahlreihen – Hauptwerte, Genauwerte, Rundwerte
DIN 24900-23	Bildzeichen für den Maschinenbau – Druckgießmaschinen
DIN 30603	Bildzeichen – Bildzeichen mit Pfeilen – Übersicht und Zuordnung
DIN 44080	Temperaturabhängige Widerstände – Kaltleiter – Technische Werte und Prüfbestimmungen
DIN 49440-1	Zweipolige Steckdosen mit Schutzkontakt, DC 10 A 250 V, AC 16 A 250 V – Hauptmaße
DIN 49440-6	Zweipolige Steckdosen mit Schutzkontakt, DC 10 A 250 V, AC 16 A 250 V für Verwendung auf Montageflächen, für Kupplungsdosen und für ortsveränderliche Steckdosen – Maße
DIN 72581-3	Sicherungen für Niederspannungsanlagen – Flachsicherungseinsätze
Normen der Reihe DIN EN 60051	Direkt wirkende anzeigende elektrische Meßgeräte und ihr Zubehör – Meßgeräte mit Skalanzeige
DIN EN 60065 (VDE 0860)	Sicherheitsbestimmungen für netzbetriebene elektronische Geräte und deren Zubehör für den Hausgebrauch und ähnliche allgemeine Anwendungen (IEC 60065:1985 + A1:1987 + A2:1989 + A3:1992, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60065:1993
DIN EN 60068-2-2	Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfgruppe B: Trockene Wärme (IEC 60068-2-2:1974 + IEC 60068-2-2A:1976 + A1:1993); Deutsche Fassung EN 60068-2-2:1993 + A1:1993
DIN EN 60068-2-32	Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Ed: Frei Fallen (IEC 60068-2-32:1975 + A1:1982 + A2:1990); Deutsche Fassung EN 60068-2-32:1993

DIN EN 60068-2-63	Umweltprüfungen – Teil 2: Prüfungen – Prüfung Eg: Stoßen, Federhammer (IEC 60068-2-63:1991); Deutsche Fassung EN 60068-2-63:1994
DIN EN 60076-1 (VDE 0532 Teil 101)	Leistungstransformatoren – Teil 1: Allgemeines (IEC 60076-1:1993, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60076-1:1997
Normen der Reihe DIN EN 60127 (VDE 0820)	Geräteschutzsicherungen
DIN EN 60269-2 (VDE 0636 Teil 20)	Niederspannungssicherungen – Teil 2: Zusätzliche Anforderungen an Sicherungen zum Gebrauch durch Elektrofachkräfte bzw. elektrotechnisch unterwiesene Personen (Sicherungen überwiegend für den industriellen Gebrauch) (IEC 60269-2:1986); Deutsche Fassung EN 60269-2:1995
DIN EN 60269-3 (VDE 0636 Teil 30)	Niederspannungssicherungen – Teil 3: Zusätzliche Anforderungen an Sicherungen zum Gebrauch durch Laien (Sicherungen überwiegend für Hausinstallationen und ähnliche Anwendungen) (IEC 60269-3:1987); Deutsche Fassung EN 60269-3:1995
Normen der Reihe DIN EN 60309 (VDE 0623)	Stecker, Steckdosen und Kupplungen für industrielle Anwendungen
Normen der Reihe DIN EN 60317	Technische Lieferbedingungen für bestimmte Typen von Wickeldrähten
Normen der Reihe DIN EN 60320 (VDE 0625)	Gerätesteckvorrichtungen für den Hausgebrauch und ähnliche Zwecke
Normen der Reihe DIN EN 60454 (VDE 0340)	Bestimmungen für selbstklebende Isolierbänder für elektrotechnische Anwendungen
DIN EN 60691 (VDE 0821)	Temperatursicherungen – Anforderungen und Anwendungshinweise (IEC 60691:1993 + A1:1995); Deutsche Fassung EN 60691:1995
DIN EN 60695-2-1/0 (VDE 0471 Teil 2-1/0)	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2: Prüfverfahren – Hauptabschnitt 1/Blatt 0: Prüfungen mit dem Glühdraht – Allgemeines (IEC 60695-2-1/0:1994); Deutsche Fassung EN 60695-2-1/0:1996
DIN EN 60695-2-1/1 (VDE 0471 Teil 2-1/1)	Prüfungen zur Beurteilung der Brandgefahr – Teil 2: Prüfverfahren – Hauptabschnitt 1/Blatt 1: Prüfungen mit dem Glühdraht am Enderzeugnis und Anleitung (IEC 60695-2-1/1:1994); Deutsche Fassung EN 60695-2-1/1:1996
DIN EN 60730-1 (VDE 0631 Teil 1)	Automatische elektrische Regel- und Steuersysteme für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60730-1:1993, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60730-1:1995 + A11:1995
Normen der Reihe DIN EN 60851	Wickeldrähte – Prüfverfahren
DIN EN 60998-1 (VDE 0613 Teil 1)	Verbindungsmaterial für Niederspannungs-Stromkreise für Haushalt und ähnliche Zwecke – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 60998-1:1990, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60998-1:1993
DIN EN 60998-2-1 (VDE 0613 Teil 2-1)	Verbindungsmaterial für Niederspannungs-Stromkreise für Haushalt und ähnliche Zwecke – Teil 2-1: Besondere Anforderungen für Verbindungsmaterial als selbständige Betriebsmittel mit Schraubklemmstellen (IEC 60998-2-1:1990, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60998-2-1:1993
DIN EN 60998-2-2 (VDE 0613 Teil 2-2)	Verbindungsmaterial für Niederspannungs-Stromkreise für Haushalt und ähnliche Zwecke – Teil 2-2: Besondere Anforderungen für Verbindungsmaterial als selbständige Betriebsmittel mit schraubenlosen Klemmstellen (IEC 60998-2-2:1991); Deutsche Fassung EN 60998-2-2:1993
DIN EN 60999 (VDE 0609 Teil 1)	Verbindungsmaterial – Sicherheitsanforderungen für Schraubklemmstellen und schraubenlose Klemmstellen für elektrische Kupferleiter (IEC 60999-1, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60999:1993

DIN EN 61000-3-2 (VDE 0838 Teil 2)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 3: Grenzwerte – Hauptabschnitt 2: Grenzwerte für Oberschwingungsströme (Geräte-Eingangsstrom ≤ 16 A je Leiter) (IEC 61000-3-2:1995); Deutsche Fassung EN 61000-3-2:1995 + A12:1995
DIN EN 61000-3-3 (VDE 0838 Teil 3)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 3: Grenzwerte – Hauptabschnitt 3: Grenzwerte für Spannungsschwankungen und Flicker in Niederspannungsnetzen für Geräte mit einem Eingangsstrom ≤ 16 A (IEC 61000-3-3:1994); Deutsche Fassung EN 61000-3-3:1995
DIN EN 61058-1 (VDE 0630 Teil 1)	Geräteschalter; Teil 1: Allgemeine Bestimmungen (IEC 61058-1:1990); Deutsche Fassung EN 61058-1:1992 + A1:1992
IEV Kapitel 421	Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 421: Transformatoren und Drosselspulen; Identisch mit IEC 60050(421):1990
DIN IEC 60085 (VDE 0301 Teil 1)	Bewertung und Klassifikation von elektrischen Isolierungen nach ihrem thermischen Verhalten (Identisch mit IEC 60085:1984); Deutsche Fassung HD 566 S1:1990
DIN IEC 61032 (VDE 0470 Teil 2)	Prüfsonden zum Nachweis des Schutzes durch Gehäuse (IEC 61032:1990 + Corrigendum September 1990); Deutsche Fassung HD 601 S1:1991
DIN VDE 0100-410 (VDE 0100 Teil 410)	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Schutzmaßnahmen – Schutz gegen gefährliche Körperströme
DIN VDE 0100-510 (VDE 0100 Teil 510)	Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1000 V – Teil 5: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel – Kapitel 51: Allgemeine Bestimmungen (IEC 60364-5-51:1979 + A1:1992, modifiziert); Deutsche Fassung HD 384.5.51 S1:1985 + A1:1995
DIN VDE 0106-1 (VDE 0106 Teil 1)	Schutz gegen elektrischen Schlag – Klassifizierung von elektrischen und elektronischen Betriebsmitteln
DIN VDE 0110-1 (VDE 0110 Teil 1)	Isulationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen (IEC 60664-1:1992, modifiziert); Deutsche Fassung HD 625.1 S1:1996
Normen der Reihe DIN VDE 0281 (VDE 0281)	PVC-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V
DIN VDE 0281-5 (VDE 0281 Teil 5)	PVC-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 5: Flexible Leitungen (IEC 60227-5:1979, modifiziert); Deutsche Fassung HD 21.5 S3:1994
Normen der Reihe DIN VDE 0282 (VDE 0282)	Gummi-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V
DIN VDE 0282-4 (VDE 0282 Teil 4)	Gummi-isolierte Leitungen mit Nennspannungen bis 450/750 V – Teil 4: Flexible Leitungen (IEC 60245-4:1994, modifiziert); Deutsche Fassung HD 22.4 S3:1995
DIN VDE 0303-1 (VDE 0303 Teil 1)	Verfahren zur Bestimmung der Vergleichszahl und Prüfzahl der Kriechwegbildung auf festen isolierenden Werkstoffen unter feuchten Bedingungen
Normen der Reihe DIN VDE 0304 (VDE 0304)	Thermische Eigenschaften von Elektroisierstoffen
DIN VDE 0470-1 (VDE 0470 Teil 1)	Schutzarten durch Gehäuse (IP Code) (IEC 60529 (1989), 2. Ausgabe); Deutsche Fassung EN 60529:1991
DIN VDE 0611-1 (VDE 0611 Teil 1)	Niederspannungs-Schaltgeräte – Teil 7: Hilfseinrichtungen – Hauptabschnitt eins: Reihenklemmen für Kupferleiter (IEC 60947-7-1:1989); Deutsche Fassung EN 60947-7-1:1991
DIN VDE 0636-201 (VDE 0636 Teil 201)	Niederspannungssicherungen (NH-System) – Teil 2: Zusätzliche Anforderungen an Sicherungen zum Gebrauch durch Elektrofachkräfte bzw. elektrotechnisch unterwiesene Personen (Sicherungen überwiegend für den industriellen Gebrauch) – Hauptabschnitt I bis III (IEC 60269-2-1:1987 + A1:1993 + A2:1994, modifiziert); Deutsche Fassung HD 630.2.1 S1:1996

Seite 8

DIN EN 61558-1 (VDE 0570 Teil 1):1998-07

DIN VDE 0636-301
(VDE 0636 Teil 301)

Niederspannungssicherungen (D-System) – Teil 3-1: Zusätzliche Anforderungen an Sicherungen zum Gebrauch durch Laien (Sicherungen überwiegend für Hausinstallationen und ähnliche Anwendungen) – Hauptabschnitt I bis IV
(IEC 60269-3-1:1994, modifiziert);
Deutsche Fassung HD 630.3.1 S1:1996

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 61558-1

November 1997

ICS 29.180

Ersatz für EN 60742:1995 (teilweise)

Deskriptoren: Transformatoren, Sicherheitstransformatoren, Sicherheitsanforderungen, Kurzschlußfestigkeit, Überlastungsschutz, Übertemperaturen, mechanische Festigkeit, Isolationswiderstand, Erdung

Deutsche Fassung

Sicherheit von Transformatoren, Netzgeräten und dergleichen

Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Prüfungen
(IEC 61558-1:1997, modifiziert)

Safety of power transformers, power supply units
and similar
Part 1: General requirements and tests
(IEC 61558-1:1997, modified)

Sécurité des transformateurs, blocs d'alimentation
et analogues
Partie 1: Règles générales et essais
(CEI 61558-1:1997, modifiée)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1997-07-01 angenommen.

Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 96/47/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe der IEC 61558-1, ausgearbeitet von dem IEC TC 96, „Small power transformers, reactors and power supply units and special transformers, reactors and power supply units: Safety requirements“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1997-07-01 zusammen mit den von der CENELEC BTTF 64-1 „Trenn- und Sicherheitstransformatoren“ ausgearbeiteten gemeinsamen Abänderungen als EN 61558-1 angenommen.

Diese Europäische Norm wird EN 60742:1995 ersetzen, sobald der letzte Teil 2 von EN 61558, der den Anwendungsbereich von EN 60742 betrifft, ratifiziert ist.

Folgende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muß (dop): 1998-02-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): –

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norm-Inhalt.

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

In dieser Norm sind die Anhänge A bis K, ZA und ZB normativ und die Anhänge L bis U informativ.

Die Anhänge ZA und ZB wurden von CENELEC hinzugefügt.

Dieser Teil 1 ist in Verbindung mit dem entsprechenden Teil 2 zu verwenden, der Abschnitte enthält, die Abschnitte in diesem Teil 1 ergänzen oder ändern. Somit erhält man die besonderen Anforderungen für jede Produktart.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61558-1:1997 wurde von CENELEC als Europäische Norm mit vereinbarten, gemeinsamen Abänderungen angenommen, die nachstehend angegeben sind.

Gemeinsame Abänderungen**20 Einzelteile****20.3 Ergänze** folgende Anmerkung nach dem zweiten Absatz:

ANMERKUNG: Da IEC 60906-3 nur 6, 12, 24 und 48 V abdeckt, ist der Gerätehersteller aufgefordert,

- entweder dafür Sorge zu tragen, daß sein Gerät mit Zwischenwerten bei der Versorgungsspannung den Anforderungen bei der nächst höheren Spannung entspricht,
- oder bei IEC SC 23C Zwischenwerte zu erfragen.

Andere Stecker und Steckdosen-Systeme sind nur für Gerätetransformatoren zugelassen.

22 Anschluß an den Versorgungsstromkreis und andere äußere Anschlußleitungen/-kabel

22.5 Ersetze „Code-Bezeichnung 53 von IEC 60245-1“ durch „Code-Bezeichnung H05 RR-F“ und **ersetze** „Code-Bezeichnung 53 von IEC 60227-1“ durch „Code-Bezeichnung H05 VV-F oder H05 VVH2-F“.

Ergänze:

„Netzanschlußkabel von Transformatoren mit einer IP-Schutzart größer IPX0 dürfen nicht schwächer als gewöhnliche Polychloropren-überzogene Leitungen (Code: H05 RN-F) sein, außer bei Transformatoren, die nur für die Verwendung in Räumen bestimmt sind.“

„Für Transformatoren der Schutzart IPX0 mit weniger als 3 kg Masse darf das Netzanschlußkabel nicht schwächer als H03 VV-F sein.“

23 Anschlüsse für äußere Leiter

23.1 Ersetze IEC 60947-7-2 durch IEC 60947-7-1.

Anhang S Literaturhinweise

Nachstehende Anmerkungen sind den aufgelisteten Normen **hinzuzufügen**:

- IEC 60038 ANMERKUNG: Harmonisiert als HD 472 S1:1989 (modifiziert).
 IEC 60555-1 ANMERKUNG: Harmonisiert als EN 60555-1:1987 (nicht modifiziert).
 CISPR 11 ANMERKUNG: Harmonisiert als EN 55011:1991 (modifiziert).
 CISPR 14 ANMERKUNG: Harmonisiert als EN 55014-1:1993 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	5
3 Definitionen	7
4 Allgemeine Anforderungen	12
5 Allgemeines über die Prüfungen	13
6 Bemessungsdaten	14
7 Klassifikation	14
8 Aufschriften und weitere Informationen	15
9 Schutz gegen die Berührbarkeit von gefährlichen aktiven Teilen	18
10 Änderung der Eingangsspannungseinstellung	19
11 Ausgangsspannung und Ausgangsstrom bei Belastung	19
12 Leerlauf-Ausgangsspannung	20
13 Kurzschlußspannung	20
14 Erwärmung	20
15 Kurzschluß- und Überlastschutz	24
16 Mechanische Festigkeit	26
17 Schutz gegen Staub, feste Gegenstände und Feuchte	27
18 Isolationswiderstand und Spannungsfestigkeit	30
19 Aufbau	32
20 Einzelteile	36
21 Innere Verdrahtung	39
22 Anschluß an den Versorgungsstromkreis und andere äußere Anschlußleitungen/-kabel	40
23 Anschlüsse für äußere Leiter	44
24 Schutzleiteranschluß	45
25 Schrauben und Verbindungen	46
26 Kriech- und Luftstrecken sowie Abstände durch die Isolierung	48
27 Wärme- und Feuerbeständigkeit sowie Kriechstromfestigkeit	54
28 Rostschutz	55
Bilder 1 bis 7	56
Anhang A (normativ) Messung von Kriech- und Luftstrecken	61
Anhang B (normativ) Prüfung einer Transformatorbaureihe	65
Anhang C (normativ) Tabelle C.1	67
Anhang D (normativ) Tabelle D.1	70
Anhang E (normativ) Glühdrahtprüfung	73
Anhang F (normativ) Anforderungen an Schalter nach IEC 61058	74
Anhang G (normativ) Prüfung der Kriechstrombeständigkeit	76
Anhang H (normativ) Elektronische Stromkreise	77
Anhang J (normativ) Meßschaltung für Berührungsströme	81
Anhang K (normativ) Isolierte Wickeldrähte zum Gebrauch als mehrlagige Isolierung	82
Anhang L (informativ) Stückprüfung (Prüfungen während der Fertigung)	83
Anhang M (normativ) Beispiele, die als Anleitung zu 19.1 vorgesehen sind	84
Anhang N (informativ) Beispiele für Stellen zum Anlegen von Prüfspannungen	87
Anhang P (informativ) Beispiele für Meßstellen zur Messung von Kriech- und Luftstrecken	89
Anhang Q (informativ) Erläuterung der IP-Kennziffern für Schutzarten	91
Anhang R (informativ) Erläuterungen zur Anwendung des Punktes 4.1.1.2.1 der IEC 60664-1	93
Anhang S (informativ) Literaturhinweise	94
Anhang T (informativ) Verzeichnis der Begriffe	95
Anhang U (informativ) Liste der Teile 2 (zur Veröffentlichung vorgesehen)	96
Anhang ZA (normativ) Besondere nationale Bedingungen	97
Anhang ZB (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	99

Einleitung

Diese Norm behandelt im allgemeinen Sicherheitsanforderungen für Transformatoren.

Bei der Ausarbeitung dieser Norm wurden die Anforderungen nach IEC 60364 so weit wie möglich berücksichtigt, so daß ein Transformator in Übereinstimmung mit diesen Errichtungsbestimmungen installiert werden kann. Nationale Errichtungsbestimmungen können jedoch abweichen.

Diese Norm beachtet den international anerkannten Stand der Technik zum Schutz gegen elektrische und mechanische Gefährdungen sowie Brand an Transformatoren, wenn diese unter Berücksichtigung der Herstelleranweisungen bestimmungsgemäß betrieben werden. Sie umfaßt auch außergewöhnliche Situationen, die in der Praxis auftreten können.

Ein Transformator, der dieser Norm entspricht, muß nicht unbedingt den Sicherheitsprinzipien der Norm entsprechen, wenn bei Untersuchungen und Prüfungen festgestellt wird, daß dieser Transformator andere Merkmale aufweist, die den durch diese Anforderungen beschriebenen Sicherheitsstandard beeinträchtigen.

Ein Transformator, für den Werkstoffe verwendet werden oder der Konstruktionsformen aufweist, die von den in dieser Norm aufgeführten Anforderungen abweichen, kann nach dem Ziel der Anforderung untersucht und geprüft werden. Wenn dieses im wesentlichen als gleich befunden wird, darf der Transformator als mit den Sicherheitsprinzipien dieser Norm in Übereinstimmung stehend bewertet werden.

Folgende Normen behandeln die nicht sicherheitsrelevanten Aspekte von Transformatoren:

- CISPR 11 und CISPR 14 hinsichtlich Funk-Entstörung;
- IEC 61000-3-2 und IEC 61000-3-3 hinsichtlich der elektromagnetischen Verträglichkeit.

Der Zweck von Teil 1 der IEC 61558 besteht darin, eine Reihe von Anforderungen und Prüfungen zur Verfügung zu stellen, die im allgemeinen für die meisten Transformatortypen anwendbar sind. Auf diese kann zurückgegriffen werden, wenn dies für die Bauartspezifikationen im Teil 2 der IEC 61558 erforderlich ist. Der Teil 1 selbst wird deshalb nicht als Festlegung für irgendeinen Transformatortyp angesehen. Seine Festlegungen gelten für die jeweiligen Transformatortypen nur in dem Umfang, wie es in dem entsprechenden Teil 2 bestimmt wird.

Die einzelnen Teile 2 legen, indem sie auf jeden der Abschnitte von Teil 1 verweisen, das Ausmaß, in dem dieser Teil 2 anwendbar ist, sowie die Reihenfolge, in der die Prüfungen durchzuführen sind, fest. Sie enthalten je nach Notwendigkeit auch zusätzliche Anforderungen. Jeder Teil 2 ist in sich abgeschlossen und enthält deshalb keine Verweisungen auf andere Teile 2.

Wenn auf die Anforderungen in einem der Abschnitte von Teil 1 in einem Teil 2 mit den Worten „Die Anforderung dieses Abschnittes von Teil 1 ist anwendbar“ verwiesen wird, ist diese Formulierung so zu verstehen, daß alle Anforderungen dieses Abschnittes von Teil 1 anzuwenden sind. Davon ausgenommen sind solche, die eindeutig nicht für den betreffenden Transformatortyp anzuwenden sind, der von diesem Teil 2 behandelt wird.

Jeder Teil 2 der IEC 61558, der Anforderungen für einzelne Transformatortypen beinhaltet, wird getrennt veröffentlicht, um Änderungen und das Hinzufügen zusätzlicher Teile 2 zu erleichtern, falls eine Notwendigkeit dafür besteht.

1 Anwendungsbereich

1.1 Diese Internationale Norm behandelt alle Sicherheitsaspekte (wie elektrische, thermische und mechanische) von:

- a) **Ortsfesten** oder **ortsveränderlichen**, einphasigen oder mehrphasigen luftgekühlten (natürliche oder erzwungene Kühlung) **Trenn- und Sicherheitstransformatoren**, auch wenn sie in Geräte eingebaut oder ihnen auf andere Weise zugeordnet sind, mit einer **Bemessungs-Eingangsspannung** von nicht mehr als 1000 V Wechselspannung und einer **Bemessungsfrequenz** nicht über 1 MHz, wobei die **Bemessungsleistung** folgende Werte nicht überschreitet:

ANMERKUNG 1: Für höhere Frequenzen kann diese Norm als Anleitung verwendet werden.

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

Die **Leerlauf-Ausgangsspannung** und **Bemessungs-Ausgangsspannung** überschreitet nicht:

- für **Trenntransformatoren** 500 V Wechselspannung oder 708 V geglättete Gleichspannung;

ANMERKUNG 2: Für **Trenntransformatoren** kann die **Leerlauf-Bemessungs-Ausgangsspannung** bis zu 1000 V Wechselspannung oder 1415 V geglättete Gleichspannung in Übereinstimmung mit nationalen Errichtungsbestimmungen oder für besondere Anwendungen betragen.

- für **Sicherheitstransformatoren** 50 V Wechselspannung (Effektivwert) und/oder 120 V geglättete Gleichspannung zwischen den Leitern oder zwischen jedem Leiter und Erde.

ANMERKUNG 3: **Trenntransformatoren** und **Sicherheitstransformatoren** werden verwendet, wenn eine **doppelte** oder **verstärkte Isolierung** zwischen den Stromkreisen durch Errichtungsbestimmungen oder die Gerätevorschrift gefordert wird (z. B. Spielzeuge, Klingeln, ortsveränderliche **Werkzeuge**, Handlampen).

Bemessungswerte sind in dem betreffenden Teil 2 für jeden Transformatortyp angegeben.

b) **Ortsfesten** oder **ortsveränderlichen**, einphasigen oder mehrphasigen luftgekühlten (natürliche oder erzwungene Kühlung) **Netztransformatoren**, Spartransformatoren, Stelltransformatoren und Kleindrosseln, unabhängig davon, ob sie in Geräte eingebaut sind oder nicht, mit einer **Bemessungs-Eingangsspannung** von nicht mehr als 1000 V Wechselspannung, einer **Bemessungsfrequenz** nicht über 1 MHz, einer **Bemessungs-Ausgangsspannung** bei Leerlauf oder Belastung nicht über 15 kV Wechsel- oder Gleichspannung und für **unabhängige Transformatoren** nicht weniger als 50 V Wechselspannung und/oder 120 V geglätteter Gleichspannung und einer **Bemessungsleistung**, die folgende Werte nicht übersteigt:

- 1 kVA für Einphasen-Transformatoren;
- 2 kVAR für Einphasen-Drosselspulen;
- 5 kVA für Mehrphasen-Transformatoren;
- 10 kVAR für Mehrphasen-Drosselspulen,

sofern in dem betreffenden Teil 2 nichts anderes festgelegt ist.

ANMERKUNG 1: **Netztransformatoren** werden verwendet, wenn eine **doppelte** oder **verstärkte Isolierung** zwischen den Stromkreisen durch Errichtungsbestimmungen oder die Gerätevorschrift nicht gefordert wird.

ANMERKUNG 2: Die technologische Entwicklung der Transformatoren kann es erfordern, einen höheren Grenzwert der **Bemessungsfrequenz** einzuführen.

ANMERKUNG 3: Üblicherweise werden Transformatoren Betriebsmitteln zugeordnet, um für die Funktionsanforderung des Betriebsmittels Spannungen bereitzustellen, die sich von der Netzspannung unterscheiden. Die Schutzisolierung darf durch Teile des Gerätes übernommen (oder vervollständigt) werden, wie z. B. durch den **Körper**. Teile der **Ausgangsstromkreise** dürfen mit dem **Eingangsstromkreis** oder mit dem Schutzleiter verbunden sein.

c) **Netzgeräten**, die einen Transformator des Typs a) oder b) beinhalten.

ANMERKUNG 1: Diese dürfen Bauteile zum Transformieren, Gleichrichten, Umwandeln, Frequenzumrichten oder Kombinationen davon enthalten, die für elektrische Stromversorgungseinrichtungen vorgesehen sind; davon ausgenommen sind Schaltnetzteile.

ANMERKUNG 2: Beispiele für **Netzgeräte** sind Transformatoren, Netzanschlußteile für batteriebetriebene Geräte und Stromrichter, eingebaut oder unabhängig. Ein unabhängiges Bauteil kann sogar mit eingebauten Steckerstiften versehen sein, so daß es in festmontierte Steckdosen gesteckt werden kann.

ANMERKUNG 3: Anforderungen an Transformatoren für Schaltnetzteile sind in IEC 61558-2-17 enthalten.

1.2 Diese Norm gilt für **Trocken-Transformatoren**. Die Wicklungen können gekapselt oder ungekapselt sein.

ANMERKUNG 1: Für Transformatoren, die mit einem flüssigen Dielektrikum oder einem pulverartigen Material, wie z. B. Sand, gefüllt sind, sind die Anforderungen in Beratung.

Diese Norm gilt auch für Transformatoren, die bestimmten Teilen eines Betriebsmittels zugeordnet sind. Hierüber ist von dem betreffenden Technischen Komitee der IEC zu entscheiden.

Transformatoren mit eingebauten elektronischen Stromkreisen werden ebenfalls in dieser Norm behandelt.

Diese Norm gilt nicht für äußere Stromkreise und deren Bauelemente, die mit den Anschlüssen oder Steckdosen des Transformators verbunden sind.

ANMERKUNG 2: Beispiele sind Verdrahtung, Sicherungen und Schalter.

ANMERKUNG 3: Es wird darauf hingewiesen, daß:

- für Transformatoren, die für den Einsatz in Kraftfahrzeugen, auf Schiffen oder in Luftfahrzeugen vorgesehen sind, zusätzliche Anforderungen erforderlich sein können.
- für Transformatoren, die für den Einsatz in tropischen Ländern vorgesehen sind, zusätzliche Anforderungen erforderlich sein können.
- an Standorten, an denen spezielle Umgebungsbedingungen herrschen, zusätzliche Anforderungen nach IEC 60364-5-51 erforderlich sein können.

2 Normative Verweisungen

Diese Europäische Norm enthält durch datierte und undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen zu dieser Europäischen Norm nur, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

IEC 60050(421):1990 International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 421: Power transformers and reactors

Seite 6
EN 61558-1:1997

IEC 60051	Direct acting indicating analogue electrical measuring instruments and their accessories
IEC 60065:1985	Safety requirements for mains operated electronic and related apparatus for household and similar general use
IEC 60068-2-2:1974	Environmental testing – Part 2: Tests – Test B: Dry heat
IEC 60068-2-6:1982	Environmental testing – Part 2: Tests – Test Fc and guidance: Vibration (sinusoidal)
IEC 60068-2-32:1975	Environmental testing – Part 2: Tests – Test Ed: Free fall (procedure 1)
IEC 60068-2-63:1991	Environmental testing – Part 2: Tests – Test Eg: Impact, spring hammer
IEC 60076-1:1993	Power transformers – Part 1: General
IEC 60083:1975	Plugs and socket-outlets for domestic and similar general use – Standards
IEC 60085:1984	Thermal evaluation and classification of electrical insulation
IEC 60112:1979	Method for determining the comparative and the proof tracking indices of solid insulating materials under moist conditions
IEC 60127	Miniature fuses
IEC 60216	Guide for the determination of thermal endurance properties of electrical insulating materials
IEC 60227	Polyvinyl chloride insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V
IEC 60245	Rubber insulated cables of rated voltages up to and including 450/750 V
IEC 60269-2:1986	Low voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application)
IEC 60269-2-1:1987	Low voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Sections I to III
IEC 60269-3:1987	Low voltage fuses – Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications)
IEC 60269-3-1:1994	Low voltage fuses – Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications) – Sections I to IV
IEC 60309	Plugs, socket-outlets and couplers for industrial purposes
IEC 60317	Specifications for particular types of windings wires
IEC 60320	Appliance couplers for household and similar general purposes
IEC 60364-4-41:1992	Electrical installations of buildings – Part 4: Protection for safety – Chapter 41: Protection against electrical shock
IEC 60364-5-51:1994	Electrical installations of buildings – Part 5: Selection and erection of electrical equipment – Chapter 51: Common rules
IEC 60384-14:1993	Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 14: Sectional specification: Fixed capacitors for electromagnetic interference suppression and connection to the supply mains
IEC 60417:1973	Graphical symbols for use on equipment. Index, survey and compilation of the single sheets
IEC 60449:1973	Voltage bands for electrical installations of building
IEC 60454	Specification for pressure-sensitive adhesive tapes for electrical purposes
IEC 60529:1989	Degrees of protection provided by enclosures (IP Code)
IEC 60536:1976	Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock
IEC 60536-2:1992	Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock – Part 2: Guidelines to requirements for protection against electric shock
IEC 60664-1:1992	Insulation co-ordination for equipment within low voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests
IEC 60664-3:1992	Insulation co-ordination for equipment within low voltage systems – Part 3: Use of coating to achieve insulation co-ordination of printed board assemblies
IEC 60691:1993	Thermal-links – Requirements and application guide
IEC 60695-2-1/0:1994	Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 1/sheet 0: Glow-wire test methods – General
IEC 60695-2-1/1:1994	Fire hazard testing – Part 2: Test methods – Section 1/sheet 1: Glow-wire end-product test and guidance
IEC 60707:1981	Method of test for the determination of the flammability of solid electrical insulating materials when exposed to an igniting source

IEC 60730-1:1993	Automatic electrical controls for household and similar use – Part 1: General requirements
IEC 60738-1:1982	Directly heated positive step-function temperature coefficient thermistors – Part 1: Generic specification
IEC 60851	Methods of test for windings wires
IEC 60884-1:1994	Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: General requirements
IEC 60884-2-4:1993	Plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 2: Particular requirements for plugs and sockets-outlets for SELV
IEC 60898:1995	Electrical accessories – Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installation
IEC 60906-1:1986	IEC System of plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 1: Plugs and socket-outlets 16 A 250V a.c.
IEC 60906-3:1994	IEC System of plugs and socket-outlets for household and similar purposes – Part 3: SELV plugs and socket-outlets, 16 A 6 V, 12 V, 24 V, 48 V, a.c. and d.c.
IEC 60947-7-1:1989	Low voltage switchgear and controlgear – Part 7: Ancillary equipment – Section 1: Terminal blocks for copper conductors
IEC 60990:1990	Methods of measurement of touch-current and protective conductor current
IEC 60998-1:1990	Connecting devices for low voltage circuits for household and similar purposes – Part 1: General requirements
IEC 60998-2-1:1990	Connecting devices for low voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-1: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screw-type clamping units
IEC 60998-2-2:1991	Connecting devices for low voltage circuits for household and similar purposes – Part 2-2: Particular requirements for connecting devices as separate entities with screwless-type clamping units
IEC 60999-1:1990	Connecting devices – Safety requirements for screw-type and screwless-type clamping units for electrical copper conductors – Part 1: General requirements and particular requirements for conductors from 0,5 mm ² up to 35 mm ² (included)
IEC 61000-3-2:1995	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 2: Limitation of emission of harmonic currents in low-voltage power supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A
IEC 61000-3-3:1994	Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 3: Limitation of voltage fluctuation and flicker in low-voltage power supply systems for equipment with rated current ≤ 16 A
IEC 61032:1990	Test probes to verify protection by enclosures
IEC 61058-1:1990	Switches for appliances – Part 1: General requirements
IEC 61140:1992	Protection against electric shock. Common aspects for installations and equipment
ISO 3:1973	Preferred numbers – Series of preferred numbers
ISO 4046:1978	Paper, board, pulp and related terms – Vocabulary
ISO 8820	Road vehicles – Blade type fuse-links

3 Definitionen

Weitere Definitionen für Transformatoren für besondere Verwendung befinden sich in den betreffenden Teilen 2.

Wenn der Begriff Transformator verwendet wird, beinhaltet er Transformatoren, Drosseln und Netzgeräte, soweit anwendbar.

Wenn die Begriffe Strom und Spannung verwendet werden, bedeutet dies für Wechselspannungen und Wechselströme Effektivwerte, soweit nicht anders festgelegt. Für Gleichströme und Gleichspannungen sind arithmetische Mittelwerte gemeint, soweit nicht anders festgelegt.

Für die Anwendung dieser Norm gelten die folgenden Definitionen:

3.1 Transformatoren

3.1.1 (Leistungs-)Transformator: Statisches Gerät mit zwei oder mehreren Wicklungen, das durch elektromagnetische Induktion ein System von Wechselspannung und Wechselstrom, gewöhnlich mit verschiedenen Werten bei derselben Frequenz, zum Zwecke der Übertragung elektrischer Energie umwandelt [IEV: 421-01-01].

ANMERKUNG: Diese Definition umfaßt auch Ringkerntransformatoren.

3.1.2 Trenntransformator: Transformator mit **Schutztrennung** zwischen **Eingangs-** und **Ausgangswicklungen**.

3.1.3 Sicherheitstransformator: **Trenntransformator** zur Versorgung von **SELV** (safety extra-low voltage)- oder **PELV** (protective extra-low voltage)-**Stromkreisen**.

3.1.4 Netztransformator: Transformator mit einer oder mehreren **Eingangswicklung(en)**, die von der (den) **Ausgangswicklung(en)** mindestens durch **Basisisolierung** getrennt ist (sind).

3.1.5 Transformator für Unterputzmontage: Transformator, der zum Einbau in eine Unterputzdose vorgesehen ist.

3.1.6 Gerätetransformator: Transformator, der dazu vorgesehen ist, bestimmte Geräte oder Anlagen oder eines ihrer Teile zu versorgen; dieser ist entweder in diese eingebaut oder nicht eingebaut, wurde aber speziell dafür konstruiert, um nur mit diesem (diesen) spezifischen Gerät(en) oder Anlage(n) verwendet zu werden.

3.1.7 Einbautransformator: **Gerätetransformator**, der dazu vorgesehen ist, in ein bestimmtes Gerät oder eine bestimmte Anlage eingebaut zu werden, dessen (deren) **Gehäuse** Schutz gegen elektrischen Schlag bietet.

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

3.1.9 Kurzschlußfester Transformator: Transformator, bei dem die Temperatur festgelegte Grenzwerte nicht überschreitet, wenn der Transformator überlastet oder kurzgeschlossen ist, und der nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses weiterhin alle Anforderungen dieser Norm erfüllt.

3.1.9.1 Bedingt kurzschlußfester Transformator: **Kurzschlußfester Transformator**, der mit einer Schutzeinrichtung ausgerüstet ist, die den **Eingangs-** oder **Ausgangsstromkreis** öffnet oder den Strom im **Eingangs-** oder **Ausgangsstromkreis** verringert, wenn der Transformator überlastet oder kurzgeschlossen ist, und der nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses und dem Rücksetzen oder Ersetzen der Schutzeinrichtung auch weiterhin alle Anforderungen dieser Norm erfüllt.

ANMERKUNG 1: Beispiele für Schutzeinrichtungen sind Sicherungen, **Überlastauslöser**, Temperatursicherungen, Thermo-Schmelzeinsätze, **Temperaturbegrenzer**, PTC-Kaltleiter und automatisch auslösende mechanische Schutzschalter.

ANMERKUNG 2: Im Fall der Schutzauslösung durch eine Schutzeinrichtung, die nicht ersetzt oder zurückgesetzt werden kann, bedeutet der Ausdruck „nach dem Entfernen der Überlast weiterhin alle Anforderungen erfüllen“ nicht, daß der Transformator weiterhin funktioniert.

3.1.9.2 Unbedingt kurzschlußfester Transformator: **Kurzschlußfester Transformator** ohne Schutzeinrichtung, bei dem die Temperatur bei Überlast oder Kurzschluß auf Grund seiner Konstruktion festgelegte Grenzwerte nicht überschreitet, und der nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses auch weiterhin funktioniert und alle Anforderungen dieser Norm erfüllt.

3.1.10 Nicht kurzschlußfester Transformator: Transformator, bei dem vorgesehen ist, daß er gegen übermäßige Temperatur durch eine Schutzeinrichtung geschützt wird, die nicht Bestandteil des Transformators ist, und der nach dem Entfernen der Überlast oder des Kurzschlusses weiterhin alle Anforderungen dieser Norm erfüllt.

3.1.11 Fail-safe-Transformator: Transformator, der bei nicht bestimmungsgemäßem Gebrauch durch eine Unterbrechung des **Eingangs-Stromkreises** bleibend ausfällt, aber für den Anwender oder die Umgebung keine Gefahr darstellt.

3.1.12 Ortsveränderlicher Transformator: Transformator, der entweder während des Betriebes bewegt wird, oder der leicht von einer Stelle zur anderen gebracht werden kann, während er an die Stromversorgung angeschlossen ist.

ANMERKUNG: Ein Transformator, der direkt an einer Steckdose angebracht ist, wird als **ortsveränderlicher** Transformator angesehen, obwohl er nicht bewegt werden kann, während er an die Stromversorgung angeschlossen ist.

3.1.13 Handtransformator: **Ortsveränderlicher Transformator**, der dazu bestimmt ist, bei bestimmungsgemäßem Gebrauch in der Hand gehalten zu werden.

3.1.14 Festmontierter Transformator: Transformator, der dazu bestimmt ist, während des Betriebes befestigt zu sein oder der anderweitig in einer festgelegten Art gesichert wird.

3.1.15 Ortsfester Transformator: Entweder ein **festmontierter Transformator** oder ein Transformator, der eine Masse von über 18 kg aufweist und nicht mit einem oder mehreren Tragegriff(en) bestückt ist.

3.1.16 Gewöhnlicher Transformator: Transformator mit **Gehäuse** ohne besonderen Schutz gegen Staub und Feuchtigkeit, jedoch der Prüfung mit dem Norm-Prüffinger entsprechend.

3.1.17 Unabhängiger Transformator: Transformator, der dafür ausgelegt ist, beliebige Geräte zu versorgen, und der ohne zusätzliches **Gehäuse** verwendet werden kann. Ein solcher Transformator enthält alle notwendigen Schutzmaßnahmen entsprechend seiner Kennzeichnung.

ANMERKUNG: Bei einem solchen Transformator kann es sich sowohl um einen **ortsveränderlichen** als auch um einen **ortsfesten** Typ handeln.

3.1.18 Trockentransformator: Transformator, bei dem Kern und Wicklungen sich nicht in einer Isolierflüssigkeit befinden.

3.1.19 Netzgerät: Gerät, das Energie vom Netz nimmt und von dem aus ein oder mehrere andere Geräte versorgt werden.

ANMERKUNG: **Netzgeräte** dürfen Bauteile zum Transformieren, Gleichrichten, Umwandeln, Frequenzumrichten oder Kombinationen davon enthalten.

3.2 Allgemeine Begriffe

3.2.1 Äußere Anschlußleitung/-kabel: Anschlußleitung/-kabel für den äußeren Anschluß an den **Eingangs-** oder **Ausgangsstromkreis**, die/das nach einer der folgenden Anbringungsarten an dem Transformator fest montiert oder angebracht ist:

- **Anbringungsart X** ist eine Art der Anbringung, bei der die/das **Anschlußleitung/-kabel** leicht ausgewechselt werden kann;

ANMERKUNG 1: Die **Netzanschlußleitung** darf besonders vorbereitet und nur vom Hersteller oder seinem Kundendienst zu beziehen sein.

ANMERKUNG 2: Eine besonders vorbereitete **Leitung** darf auch einen Teil des Transformators einschließen.

ANMERKUNG 3: Die **Anbringungsart X** umfaßt die Anbringungsarten X und M nach den IEC 60742 und IEC 60989.

- **Anbringungsart Y** ist eine Art der Anbringung, bei der jegliches Auswechseln nur vom Hersteller, seinem Kundendienst oder einer gleichwertig qualifizierten Person durchzuführen ist.

ANMERKUNG: Bei der **Anbringungsart Y** dürfen entweder gewöhnliche flexible Leitungen/Kabel oder spezielle Leitungen/Kabel verwendet werden.

- **Anbringungsart Z** ist eine Art der Anbringung, bei der die/das **Anschlußleitung/-kabel** nicht ausgewechselt werden kann, ohne dabei ein Transformatorteil zu zerbrechen oder zu zerstören.

3.2.2 Netzanschlußleitung: Äußere Anschlußleitung/-kabel, die/das auf der Eingangsseite für Versorgungszwecke verwendet wird.

ANMERKUNG: **Netzanschlußleitungen** werden:

- an dem Transformator ebenfalls entsprechend der **Anbringungsarten X, Y oder Z** fest montiert oder angebracht, oder
- mit dem Transformator durch einen Gerätestecker verbunden.

3.2.3 Verbindungsleitung: Das Ende einer Wicklung, das die Wicklung mit einer Anschlußklemme verbindet.

ANMERKUNG: **Verbindungsleitungen** werden als Innenverdrahtung angesehen.

3.2.4 Körper: Wird in dieser Norm als eine allgemeine Bezeichnung verwendet und umfaßt alle berührbaren Metallteile, Achsen, Handgriffe, Knöpfe, Hebel und dergleichen, berührbare metallische Befestigungsschrauben und Metallfolien auf berührbaren Isolierstoffoberflächen. Er umfaßt keine nichtberührbaren Metallteile.

3.2.5 Berührbares Teil: Wird in dieser Norm als allgemeine Bezeichnung verwendet und umfaßt alle Teile, die nach ordnungsgemäßigem Anschluß des Transformators mit dem Norm-Prüffinger berührt werden dürfen.

3.2.6 Abnehmbares Teil: Teil, das ohne **Werkzeug** entfernt werden kann.

3.2.7 Nichtabnehmbares Teil: Teil, das nur mit Hilfe eines **Werkzeuges** entfernt werden kann.

3.2.8 Werkzeug: Schraubendreher, Münze oder irgendein anderer Gegenstand, der zum Betätigen einer Schraube oder eines ähnlichen Befestigungsmittels verwendet werden kann.

3.2.9 Gehäuse: Teil, das dem Transformator Schutz gegen bestimmte äußere Einflüsse und in jeder Richtung Schutz gegen direkte Berührungen bietet (siehe 3.1 der IEC 60529).

ANMERKUNG: Beispiele für äußere Einflüsse sind mechanische Stöße, Korrosion, Pilzbefall, Ungeziefer, Sonneneinstrahlung, Vereisung und Feuchtigkeit.

3.3 Betrieb und Schutzmaßnahmen

3.3.1 Allpoliges Abschalten: Abschaltung aller Versorgungsleiter durch einen einzigen Schaltvorgang.

ANMERKUNG 1: Ein Schutzleiter wird nicht als Versorgungsleiter angesehen.

ANMERKUNG 2: Ein Neutraleiter wird als Versorgungsleiter angesehen.

ANMERKUNG 3: Nationale Errichtungsbestimmungen dürfen das Abschalten des Neutraleiters fordern oder auch nicht.

3.3.2 Temperaturbegrenzer: Temperaturempfindliche Einrichtung, die bei nicht bestimmungsgemäßigem Betrieb die Temperatur des Transformators oder von Teilen des Transformators begrenzt, entweder durch selbsttätiges Öffnen des Stromkreises oder durch Verringerung des Stromes, und die so gebaut ist, daß ihre Einstellung nicht durch den Anwender verändert werden kann.

3.3.3 Selbsttätig zurückstellender Temperaturbegrenzer: Temperaturbegrenzer, der den Stromfluß selbsttätig wiederherstellt, sobald der betroffene Teil des Transformators ausreichend abgekühlt ist oder die Belastung entfernt wurde.

3.3.4 Nicht selbsttätig zurückstellender Temperaturbegrenzer: Temperaturbegrenzer, der von Hand zurückgestellt oder bei dem ein Teil ersetzt werden muß, um den Stromfluß wiederherzustellen.

3.3.5 Thermo-Sicherung: Temperaturbegrenzer, der nur einmal anspricht und dann teilweise oder vollständig ersetzt werden muß.

3.3.6 Überlastauslöser: Stromabhängiger Schalter, der einen Stromkreis durch Öffnen gegen Überlast schützt, wenn der Strom in diesem Stromkreis einen vorgegebenen Wert erreicht, und der dann in dieser geöffneten Position verharrt.

3.3.7 Arbeitsspannung: Der höchste Effektivwert der Gleich- oder Wechselspannung, der bei Bemessungseingangsspannung unter Leerlaufbedingungen oder während des bestimmungsgemäßen Betriebs über jeder Isolation (örtlich) auftreten kann, wobei transiente Überspannungen unberücksichtigt bleiben.

ANMERKUNG 1: Bei Betrachtung des Isoliersystems zwischen Wicklungen, die nicht miteinander verbunden werden sollen, wird die **Arbeitsspannung** als die höchste Spannung angesehen, die an einer dieser Wicklungen auftritt.

ANMERKUNG 2: Es ist zu beachten, daß die **Arbeitsspannung** gegen Erde auf der Eingangsseite einen anderen Wert haben kann als der tatsächliche Wert in Einphasensystemen ohne Neutralleiter sowie in Drehstromnetzen in Sternschaltung mit isoliertem Sternpunkt oder in Dreieckschaltung. Die Ausgangsspannung eines Transformators kann infolge der Bedingungen, die in Geräten oder Ausrüstungen auftreten, künstlich gegenüber dem Erdpotential angehoben sein.

3.3.8 Kurzschlußspannung: Die Spannung, die an die **Eingangswicklung** anzulegen ist, um bei Umgebungstemperatur der Wicklungen in der kurzgeschlossenen **Ausgangswicklung** einen Strom hervorzurufen, der gleich dem **Bemessungs-Ausgangsstrom** ist.

ANMERKUNG: Die **Kurzschlußspannung** wird üblicherweise in Prozent der **Bemessungs-Eingangsspannung** angegeben.

3.3.9 Dauerbetrieb: Betrieb über eine unbegrenzte Zeitdauer.

3.3.10 Kurzzeitbetrieb: Betrieb über eine festgelegte Zeitdauer, wobei der Anlauf aus dem Kaltzustand erfolgt und die Zeitabstände zwischen den Betriebsperioden ausreichend sind, damit sich das Gerät etwa auf Umgebungstemperatur abkühlen kann.

3.3.11 Aussetzbetrieb: Betrieb in einer Reihe von festgelegten identischen Zyklen.

3.4 Stromkreise und Wicklungen

3.4.1 Eingangsstromkreis: Stromkreis, der zum Anschluß an den Versorgungsstromkreis vorgesehen ist.

3.4.2 Ausgangsstromkreis: Stromkreis, an den der Verteilerstromkreis, ein Gerät oder eine andere Anlage anzuschließen ist.

3.4.3 Eingangswicklung: Wicklung des **Eingangsstromkreises**.

3.4.4 Ausgangswicklung: Wicklung des **Ausgangsstromkreises**.

3.5 Bemessungsdaten

3.5.1 Bemessungs-Eingangsspannung: Die Versorgungsspannung (bei Mehrphasen-Systemen die Spannung zwischen den Außenleitern), die der Hersteller dem Transformator für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.

3.5.2 Bemessungs-Eingangsspannungsbereich: Der Versorgungsspannungsbereich, den der Hersteller dem Transformator zugeordnet hat, angegeben durch seinen oberen und unteren Grenzwert.

3.5.3 Bemessungsfrequenz: Die Frequenz, die der Hersteller dem Transformator für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.

3.5.4 Bemessungs-Ausgangsstrom: Der Ausgangsstrom bei **Bemessungs-Eingangsspannung** und **Bemessungsfrequenz**, den der Hersteller dem Transformator für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.

3.5.5 Bemessungs-Ausgangsspannung: Die Ausgangsspannung (bei Mehrphasen-Systemen die Spannung zwischen den Außenleitern) bei **Bemessungs-Eingangsspannung**, **Bemessungsfrequenz**, **Bemessungs-Ausgangsstrom** und bei **Bemessungs-Leistungsfaktor**, die der Hersteller dem Transformator für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.

3.5.6 Bemessungs-Leistungsfaktor: Der Leistungsfaktor, den der Hersteller dem Transformator für die festgelegten Betriebsbedingungen zugeordnet hat.

3.5.7 Bemessungsleistung: Das Produkt aus **Bemessungs-Ausgangsspannung** und **Bemessungs-Ausgangsstrom**, bei Mehrphasen-Transformatoren das $\sqrt{n}$ -fache des Produktes aus **Bemessungs-Ausgangsspannung** und **Bemessungs-Ausgangsstrom**, wobei n die Anzahl der Phasen ist. Falls der Transformator mehr als eine **Ausgangswicklung** oder eine **Ausgangswicklung** mit Anzapfungen hat, ist die **Bemessungsleistung** die größte Summe der Produkte aus **Bemessungs-Ausgangsspannung** und **Bemessungs-Ausgangsstrom** aller Stromkreise, die gleichzeitig belastet werden können.

3.5.8 Bemessungs-Umgebungstemperatur t_a : Die höchste Temperatur, bei der der Transformator unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen im Dauerbetrieb betrieben werden kann.

ANMERKUNG: Der Wert der **Bemessungs-Umgebungstemperatur** (t_a) schließt nicht aus, daß der Transformator zeitweilig bei einer Temperatur, die ($t_a + 10$) °C nicht überschreitet, betrieben wird.

3.6 Leerlaufwerte

3.6.1 Leerlaufleistung: Die Leistung des unbelasteten Transformators bei **Bemessungs-Eingangsspannung** und **Bemessungsfrequenz**.

3.6.2 Leerlauf-Ausgangsspannung: Die Ausgangsspannung des unbelasteten Transformators bei **Bemessungs-Eingangsspannung** und **Bemessungsfrequenz**.

3.7 Isolierung

3.7.1 Basisisolierung: Die Isolierung von **gefährlichen aktiven Teilen**, um einen grundlegenden Schutz gegen elektrischen Schlag zu erreichen (siehe 2.1 von IEC 60536).

ANMERKUNG: **Basisisolierung** beinhaltet nicht unbedingt Isolierung, die ausschließlich zu Funktionszwecken verwendet wird, z. B. lackisierte Drähte.

3.7.2 Zusätzliche Isolierung: Unabhängige Isolierung zusätzlich zur **Basisisolierung** zum Schutz gegen elektrischen Schlag für den Fall des Versagens der **Basisisolierung** (siehe 2.2 von IEC 60536).

3.7.3 Doppelte Isolierung: Isolierung, die aus **Basisisolierung** und **zusätzlicher Isolierung** besteht (siehe 2.3 von IEC 60536).

3.7.4 Verstärkte Isolierung: Ein einziges Isoliersystem für **gefährliche aktive Teile**, das die gleiche Schutzwirkung gegen elektrischen Schlag hat wie die **doppelte Isolierung** (siehe 2.4 von IEC 60536).

ANMERKUNG: 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.

3.7.5 Transformator der Schutzklasse I: Transformator, bei dem der Schutz gegen elektrischen Schlag nicht allein auf der **Basisisolierung** beruht, sondern der eine zusätzliche Sicherheitsmaßnahme in Form einer Erdungsklemme enthält, die für die Verbindung von berührbaren leitenden Teilen zum Schutzleiter in der festen Verdrahtung der Installation vorgesehen ist, so daß berührbare leitfähige Teile im Falle des Versagens der **Basisisolierung** nicht unter Spannung geraten können.

ANMERKUNG: **Transformatoren der Schutzklasse I** dürfen Teile mit **doppelter** oder **verstärkter Isolierung** enthalten.

3.7.6 Transformator der Schutzklasse II: Transformator, bei dem der Schutz gegen elektrischen Schlag nicht allein auf der **Basisisolierung** beruht, sondern in dem zusätzliche Sicherheitsvorkehrungen wie **doppelte** oder **verstärkte Isolierung** enthalten sind. Er enthält keine Vorrichtung zum Anschluß eines Schutzleiters und ist von den Schutzmaßnahmen der festen Installation unabhängig.

ANMERKUNG 1: Ein **Transformator der Schutzklasse II** darf mit Mitteln zur Aufrechterhaltung der Durchgängigkeit von Schutzleiterverbindungen ausgerüstet sein, vorausgesetzt, daß sich diese Hilfsmittel innerhalb des Transformators befinden und gegen berührbare Oberflächen entsprechend den Anforderungen der **Schutzklasse II** isoliert sind.

ANMERKUNG 2: In besonderen Fällen kann es notwendig sein, zwischen „isolierstoffumschlossenen“ und „metallumschlossenen“ **Transformatoren der Schutzklasse II** zu unterscheiden.

ANMERKUNG 3: 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 **gefährlichen aktiven Teilen** durch eine der **verstärkten Isolierung** mindestens gleichwertigen Isolierung getrennt sind, wird als isolierstoffumschlossener **Transformator der Schutzklasse II** bezeichnet.

ANMERKUNG 4: Ein Transformator mit einem im wesentlichen zusammenhängenden **Gehäuse** aus Metall, in dem durchgehend **doppelte Isolierung** verwendet wird, mit Ausnahme der Teile, für die **verstärkte Isolierung** verwendet wird, weil der Einsatz von **doppelter Isolierung** nachweislich nicht durchführbar ist, wird als metallumschlossener **Transformator der Schutzklasse II** bezeichnet.

ANMERKUNG 5: Enthält ein Transformator mit durchgehend **doppelter Isolierung** und/oder **verstärkter Isolierung** einen Schutzleiteranschluß, gilt er als **Transformator der Schutzklasse I**.

3.7.7 Transformator der Schutzklasse III: Transformator, bei dem der Schutz gegen elektrischen Schlag auf der Versorgung mit **SELV** beruht, und in dem keine höheren Spannungen als die **SELV** erzeugt werden.

ANMERKUNG: Die Einteilung in Schutzklassen I, II oder III ist nicht auf das Isoliersystem zwischen **Eingangs-** und **Ausgangswicklungen** bezogen.

3.7.8 Luftstrecke: Kürzeste Entfernung in Luft zwischen zwei leitfähigen Teilen (siehe 1.3.2 von IEC 60664-1).

ANMERKUNG: Zur Bestimmung einer **Luftstrecke** zu **berührbaren Teilen** muß die berührbare Oberfläche eines Isolierstoffgehäuses als leitfähig angesehen werden, so als ob sie überall dort mit einer Metallfolie überzogen wäre, wo sie mit dem Norm-Prüffinger (siehe Bild 2) berührt werden kann.

3.7.9 Kriechstrecke: Kürzeste Entfernung entlang der Oberfläche eines Isolierstoffes zwischen zwei leitenden Teilen (siehe 1.3.3 von IEC 60664-1).

ANMERKUNG: Zur Bestimmung einer **Kriechstrecke** zu **berührbaren Teilen** muß die berührbare Oberfläche eines Isolierstoffgehäuses als leitfähig angesehen werden, so als ob sie überall dort mit einer Metallfolie überzogen wäre, wo sie mit dem Norm-Prüffinger (siehe Bild 2) berührt werden kann.

3.7.10 Verschmutzung: Jede Ablagerung fester, flüssiger oder gasförmiger Fremdstoffe, die die elektrische Festigkeit oder den Oberflächenwiderstand der Isolierung verringern kann (siehe 1.3.11 von IEC 60664-1).

3.7.11 Mikro-Umgebung: Unmittelbare Umgebung der Isolierung, die im besonderen die Bemessung der **Kriechstrecken** oder **Luftstrecken** beeinflusst (siehe **1.3.12.2 von IEC 60664-1**).

ANMERKUNG: Die **Mikro-Umgebung** der **Kriech-** oder **Luftstrecke**, und nicht die Umgebung des Betriebsmittels, bestimmt den Einfluß auf die Isolation. Die **Mikro-Umgebung** kann besser oder schlechter als die Umgebung des Betriebsmittels sein. Sie schließt alle die Isolation beeinflussenden Faktoren ein, wie z. B. klimatische und elektromagnetische Faktoren sowie durch **Verschmutzung** hervorgerufene usw.

3.7.12 Verschmutzungsgrade (siehe **2.5.1 von IEC 60664-1**)

Für die Bewertung von **Luft-** und **Kriechstrecken** wurden die folgenden **Verschmutzungsgrade** für die **Mikro-Umgebung** festgelegt.

3.7.12.1 Verschmutzungsgrad 1 (P1): Es tritt keine oder nur trockene, nichtleitfähige **Verschmutzung** auf. Die **Verschmutzung** hat keinen Einfluß.

3.7.12.2 Verschmutzungsgrad 2 (P2): Es tritt nur nicht leitfähige **Verschmutzung** auf. Gelegentlich muß jedoch mit vorübergehender Leitfähigkeit durch Betauung gerechnet werden.

ANMERKUNG: Transformatoren mit annähernd dichtem **Gehäuse** werden dem **Verschmutzungsgrad 2 (P2)** zugeordnet, eine hermetische Abdichtung ist nicht erforderlich.

3.7.12.3 Verschmutzungsgrad 3 (P3): Es tritt leitfähige **Verschmutzung** auf oder trockene, nicht leitfähige **Verschmutzung**, die leitfähig wird, da Betauung zu erwarten ist.

3.7.13 Schutztrennung: Trennung zwischen Stromkreisen durch Basis- und zusätzlichen Schutz (**Basisisolierung** plus **zusätzliche Isolierung** oder **Schutzschirm**) oder durch eine äquivalente Schutzmaßnahme (z. B. **verstärkte Isolierung**) (siehe 2.9 von IEC 60536-2).

3.7.14 Schutzschirm: Trennung von **gefährlichen aktiven Teilen** mit Hilfe einer dazwischen befindlichen leitenden Abschirmung, die mit dem Anschluß für einen äußeren Schutzleiter verbunden ist (siehe 2.8 von IEC 60536-2).

3.7.15 ELV (Kleinspannung): Spannung, die den oberen Grenzwert des Spannungsbereiches 1 nicht überschreitet (siehe IEC 60449).

3.7.16 SELV: Spannung, die 50 V Wechselspannung oder 120 V geglättete Gleichspannung zwischen den Leitern oder zwischen einem Leiter und Erde in einem Stromkreis, der vom Versorgungsnetz z. B. durch einen **Sicherheitstransformator** getrennt ist, nicht überschreitet.

ANMERKUNG 1: Für bestimmte Anforderungen darf eine höchste Spannung unter 50 V Wechselspannung oder 120 V geglätteter Gleichspannung festgelegt werden, insbesondere dann, wenn das direkte Berühren von **aktiven Teilen** zulässig ist.

ANMERKUNG 2: Erfolgt die Spannungsversorgung durch einen **Sicherheitstransformator**, sollte der Spannungsgrenzwert bei keiner Belastung zwischen Leerlauf und Vollast überschritten werden.

ANMERKUNG 3: Vereinbarungsgemäß ist „geglättet“ der Effektivwert des Wechselspannungsanteils, der nicht mehr als 10 % der Gleichspannungskomponente beträgt. In einem geglätteten Gleichspannungssystem beträgt bei einer Nennspannung von 120 V der höchste Scheitelwert 140 V und bei einer Nennspannung von 60 V beträgt er 70 V.

3.7.17 SELV-Stromkreis: Mit **Schutztrennung** gegenüber anderen Stromkreisen ausgeführter **ELV-Stromkreis**, der keine Anschlüsse zum Erden des Stromkreises oder der berührbaren leitfähigen Teile besitzt.

3.7.18 PELV-Stromkreis: Mit **Schutztrennung** gegenüber anderen Stromkreisen ausgeführter **ELV-Stromkreis**, der aus Funktionsgründen geerdet sein darf, und/oder dessen berührbare leitfähige Teile geerdet sein dürfen.

ANMERKUNG: **PELV-Stromkreise** werden verwendet, wenn die Stromkreise geerdet sind und **SELV** nicht erforderlich ist.

3.7.19 FELV-Stromkreis: **ELV-Stromkreis**, bei dem die **ELV-Spannung** aus Funktionsgründen vorhanden ist und nicht die Anforderungen erfüllt, die an **SELV** oder **PELV** gestellt werden.

3.7.20 Aktives Teil: Teil, das Strom führen kann.

3.7.21 Gefährliches aktives Teil: **Aktives Teil**, das unter bestimmten äußeren Einflußbedingungen einen elektrischen Schlag abgeben kann (siehe 4.3 der IEC 61140).

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Transformatoren müssen so bemessen und gebaut sein, daß sie bei Betrieb, Einbau und Wartung entsprechend den Herstellerangaben keine vorhersehbaren Gefahren für Personen oder die Umgebung darstellen; auch nicht bei so sorgloser Benutzung, wie sie im normalen Betrieb vorkommen kann.

Im allgemeinen muß die Übereinstimmung durch die Ausführung aller vorgeschriebenen Prüfungen nachgewiesen werden.

4.2 Ein Transformator muß mit einem Teil 2 übereinstimmen. Wenn es jedoch für einen bestimmten Transformator oder eine Transformatorengruppe keinen entsprechenden Teil 2 gibt, darf derjenige Teil 2 als Richtlinie für Anforderungen und Prüfungen verwendet werden, der in der Anwendung diesem am nächsten kommt. Wenn für die Bauart eines Transformators zwei oder mehrere Teile 2 anwendbar sind, muß der Transformator beide oder alle entsprechenden Teile 2 erfüllen.

5 Allgemeines über die Prüfungen

5.1 Prüfungen nach dieser Norm sind Typprüfungen.

ANMERKUNG: Empfehlungen für Stückprüfungen sind im [Anhang L](#) gegeben.

Jeder Muster-Transformator muß alle vorgeschriebenen Prüfungen erfüllen. Zur Verringerung der Prüfungsdauer und um alle Prüfungen, die zerstörender Natur sein können, zu ermöglichen, darf der Hersteller zusätzliche Transformatoren oder Transformatorenteile unter der Voraussetzung einreichen, daß diese die gleichen Werkstoffe und Ausführungen haben wie der ursprüngliche Transformator und daß die Ergebnisse der Prüfungen die gleichen sind, wie sie bei einer Prüfung an einem identischen Transformator erzielt worden wären. Wenn die Prüfung auf Übereinstimmung mit „durch Besichtigung“ angegeben ist, muß dies jede erforderliche Handhabung einschließen.

Transformatoren, die für den Einsatz mit nicht abnehmbaren flexiblen Leitungen/Kabeln vorgesehen sind, müssen mit der/dem am Transformator angeschlossenen flexiblen Leitung/Kabel geprüft werden.

5.2 Prüfungen werden an Prüflingen im Anlieferungszustand durchgeführt, wobei sie für den bestimmungsgemäßen Gebrauch nach Herstellerangaben installiert sein müssen. Falls die Prüfungen nach [14.3](#), [15.5](#) und [16.4](#) nicht erforderlich sind, wird für alle **Bemessungsleistungen** nur ein Prüfling vorgesehen.

Für Bauelemente, die unter den im Transformator herrschenden Bedingungen geprüft werden, muß die Anzahl der Prüflinge mit der in der betreffenden Norm angegebenen Anzahl übereinstimmen.

Wenn die Prüfungen nach [14.3](#) durchzuführen sind, sind drei zusätzliche Prüflinge erforderlich. Weitere drei Prüflinge sind erforderlich, wenn die Prüfungen wiederholt werden müssen.

Zur Prüfung einer Serie von Transformatoren siehe [Anhang B](#).

Alle Prüflinge müssen alle betreffenden Prüfungen erfüllen, Ausnahme siehe [14.3](#).

Wenn die Prüfungen nach [15.5](#) durchzuführen sind, werden diese an drei zusätzlichen Prüflingen durchgeführt. Diese Prüflinge werden nur für die Prüfungen nach [15.5](#) verwendet.

ANMERKUNG 1: Für **Gerätetransformatoren** darf die Gerätenorm eine andere Anzahl von Prüflingen vorschreiben.

ANMERKUNG 2: Zusätzliche Prüflinge können erforderlich sein, wenn andere Prüfungen eine teilweise Zerstörung des Transformators erfordern.

ANMERKUNG 3: Im Fall einer nicht auswechselbaren und nicht zurückstellbaren Schutzeinrichtung wird die Übereinstimmung an einem speziell vorbereiteten Prüfling überprüft.

Wenn die Prüfungen nach [16.4](#) durchzuführen sind, werden diese an vier zusätzlichen Prüflingen durchgeführt.

5.3 Sofern nichts anderes festgelegt ist, werden die Prüfungen in der Reihenfolge der Abschnitte und Unterabschnitte durchgeführt.

5.4 Wenn die Prüfergebnisse nicht durch die Temperatur der Umgebungsluft beeinflusst werden, wird die Umgebungstemperatur im allgemeinen bei $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ gehalten. Anderenfalls, und wenn die von einem Teil erreichte Temperatur von einer temperaturempfindlichen Einrichtung begrenzt oder durch die Temperatur, bei der eine Zustandsänderung eintritt, beeinflusst wird, dann wird die Umgebungstemperatur im Zweifelsfall bei $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ oder für Transformatoren, bei denen t_a angegeben ist, bei $t_a \pm 2^\circ\text{C}$ gehalten.

Die Prüfungen sind in der ungünstigsten Lage des Transformators oder eines beweglichen Transformatorteiles durchzuführen, die bei bestimmungsgemäßem Gebrauch vorkommen darf.

5.5 Prüfwechselspannungen sind im wesentlichen sinusförmig und haben eine Frequenz von 50 Hz oder 60 Hz, sofern nichts anderes festgelegt ist.

ANMERKUNG: Sofern in einem vorliegenden Teil 2 nichts anderes festgelegt ist, ist die Prüfspannungsfrequenz für Wechselströme über 1 kHz in Beratung.

5.6 Transformatoren für mehr als eine **Bemessungs-Eingangsspannung**, für einen **Bemessungs-Eingangsspannungsbereich** oder für mehr als eine **Bemessungsfrequenz** werden, sofern in dieser Norm nicht anders festgelegt, mit der für die ungünstigsten Spannung oder Frequenz geprüft.

5.7 Soweit möglich, werden Messungen mit Meßgeräten durchgeführt, die die zu messenden Werte nicht wesentlich beeinflussen. Falls erforderlich, werden solche Einflüsse durch Korrekturen berücksichtigt.

5.8 Soweit nicht anders festgelegt, werden Transformatoren, die zur Anwendung mit **äußeren Anschlußleitungen/-kabeln** vorgesehen sind, mit **Leitung(en)** (siehe Definition [3.2.1](#)) geprüft, die am Transformator angeschlossen ist (sind).

5.9 Wenn **Transformatoren der Schutzklasse I** berührbare Metallteile enthalten, die nicht mit einem Schutzleiteranschluß oder einem Schutzkontakt verbunden sind und nicht durch ein zwischenliegendes Metallteil, das mit dem Schutzleiteranschluß oder Schutzkontakt verbunden ist, von **gefährlichen aktiven Teilen** getrennt sind, werden solche Teile auf Übereinstimmung mit den entsprechenden Anforderungen dieser Norm für **Transformatoren der Schutzklasse II** geprüft.

5.10 Ein **Transformator für Unterputzmontage** wird mit einer entsprechenden Unterputzdose aus Isolierstoff geprüft. Diese Dose wird in ein **Sperrholzgehäuse**, wie in [Bild 1](#) angegeben, eingebaut, dessen Wandstärke 20 mm beträgt und dessen Innenseiten mattschwarz gestrichen sind. Der Abstand zwischen der Rückseite der Unterputzdose und der **Gehäuserückwand** beträgt 5 mm.

5.11 Zubehörtransformatoren, für die es keine entsprechenden Geräte- oder Anlagennormen gibt, werden wie Transformatoren für allgemeine Anwendung geprüft, wobei die Bemessungswerte aus der Leistungsaufnahme und dem Leistungsfaktor der (des) Geräte(s) oder der Anlage, für die sie bestimmt sind, zugrundegelegt werden.

5.12 Gerätetransformatoren für die Anwendung in einem Gerät oder einer Ausrüstung müssen mit dem betreffenden Teil 2 dieser Norm übereinstimmen, und die Bedingungen, unter denen sie in dem Gerät oder der Anlage betrieben werden, müssen mit ihrer Kennzeichnung übereinstimmen. Wenn sie jedoch in einem Gerät oder einer Anlage eingesetzt werden, für das es eine einschlägige Geräte- oder Anlagennorm gibt, dürfen sie unter den Bedingungen geprüft werden, die im Gerät oder in der Anlage, für die sie bestimmt sind, herrschen.

Demzufolge muß ein Transformator, der unter den im Gerät oder der Anlage herrschenden Bedingungen geprüft wird, mit den nachstehenden Abschnitten, Unterabschnitten oder deren Teilen übereinstimmen. Alle weiteren Abschnitte, Unterabschnitte oder deren Teile werden als durch die betreffende Produktnorm erfaßt angesehen:

1 – 2 – 3 – 4 – 5.1 – 5.2 – 5.3 – 5.4 – 5.5 – 5.6 – 5.7 – 5.12 – 7.1 – 7.2 – 7.5 – 7.6 – 8.2 – 8.11 – 14.1 – 14.2, außer bei **Tabelle 1** alle Anforderungen, die wie folgt beginnen: Äußere **Gehäuse** ..., – 14.3 – 15.1, beschränkt auf das erste Kästchen der **Tabelle 3**, – 18.1 – 18.2 – 18.3, außer den Punkten 3 und 4 der **Tabelle 8**, – 18.4 – 19.1 – 19.12 – 20.9 – 26.1 – 26.2 – 26.3 – **Anhänge A, C, D, G, L, M, N, P**.

ANMERKUNG: Es ist zu beachten, daß, falls die Geräte- oder Betriebsmittelnorm keine Prüfungen für Kurzschluß- oder Überlastschutz des Transformators enthält, unter Umständen die entsprechenden Prüfungen nach **Abschnitt 15** durchgeführt werden müssen.

5.13 Transformatoren der Schutzart IP00, deren Anwendung unbekannt ist, werden ohne zusätzliches **Gehäuse** geprüft.

Für diese Transformatoren werden die festgelegten Anforderungen der **Abschnitte 9 und 17** nicht angewendet.

5.14 Transformatoren der Schutzart IP00, deren Anwendung bekannt ist, werden im Montagezustand entsprechend den Herstellerangaben geprüft.

6 Bemessungsdaten

Bemessungsdaten für die verschiedenen Arten von Transformatoren werden im betreffenden Teil 2 angegeben.

ANMERKUNG: Werden andere als die als bevorzugte Werte angegebenen Werte gewählt, so wird empfohlen, diese nach Möglichkeit aus der Reihe R10 zu entnehmen (siehe ISO 3).

7 Klassifikation

Transformatoren werden unterteilt:

7.1 Nach der Art des Schutzes gegen elektrischen Schlag:

- **Transformatoren der Schutzklasse I;**
- **Transformatoren der Schutzklasse II;**
- **Transformatoren der Schutzklasse III.**

ANMERKUNG: **Einbautransformatoren** sind nicht klassifiziert; die Art des Schutzes gegen elektrischen Schlag ist durch die Einbauart bestimmt.

7.2 Nach der Art der Kurzschlußfestigkeit oder Schutz gegen nichtbestimmungsgemäßen Gebrauch:

- **unbedingt kurzschlußfeste Transformatoren;**
- **bedingt kurzschlußfeste Transformatoren;**
- **nicht kurzschlußfeste Transformatoren;**
- **Fail-safe-Transformatoren.**

7.3 Nach der Art des Schutzes, der durch das **Gehäuse** sichergestellt und nach **IEC 60529** definiert ist (IP-System, weitere Informationen siehe **Anhang Q**).

7.4 Nach der Art der Bewegbarkeit:

- **ortsfeste Transformatoren;**
- **festmontierte Transformatoren;**
- **ortsveränderliche Transformatoren;**
- **Handtransformatoren.**

7.5 Nach der Betriebsdauer:

- **Dauerbetrieb;**
- **Kurzzeitbetrieb;**
- **Aussetzbetrieb.**

7.6 Nach der vorgesehenen Anwendung:

7.6.1 Als Gerätetransformator

- als Einbautransformator;
- als Zubehörtransformator.

7.6.2 Als unabhängiger Transformator.

8 Aufschriften und weitere Informationen

8.1 Transformatoren müssen mit nachstehenden Aufschriften versehen sein:

a) **Bemessungs-Eingangsspannung(en)** oder **Bemessungs-Eingangsspannungsbereich(e)** in Volt;

Transformatoren, die einen Bereich von Bemessungswerten haben und die ohne Einstellung überall innerhalb des Bereiches betrieben werden können, müssen mit den unteren und oberen Grenzen des Bereiches, getrennt durch einen Bindestrich, gekennzeichnet werden.

ANMERKUNG 1: Beispiel: 115 V-230 V: der Transformator ist für jeden Wert innerhalb des gekennzeichneten Bereiches geeignet.

Transformatoren mit unterschiedlichen Bemessungswerten und bei denen jeder einzelne Wert durch den Betreiber oder Installateur eingestellt werden muß, müssen mit den unterschiedlichen Werten, getrennt durch einen Schrägstrich, gekennzeichnet sein.

ANMERKUNG 2: Beispiel: 115 V/230 V: der Transformator ist nur für die gekennzeichneten Werte geeignet (Transformator mit einem Wahlschalter).

ANMERKUNG 3: Diese Anforderung gilt auch für Transformatoren, die zum Anschluß sowohl an Einphasen- als auch an Mehrphasen-Systeme vorgesehen sind.

Beispiel: 230 V/400 V: der Transformator ist nur für die angegebenen Spannungen geeignet, wobei 230 V für Einphasen- und 400 V für Dreiphasen-Betrieb gilt (ein Transformator mit Anschlüssen für beide Versorgungsarten).

b) **Bemessungs-Ausgangsspannung(en)** in Volt oder Kilovolt;

Bei Transformatoren mit angebaute Gleichrichter muß die **Bemessungs-Ausgangsspannung** hinter dem Gleichrichter als arithmetischer Mittelwert angegeben werden. Falls jedoch die Ausgangsspannung als Effektivwert angegeben ist, muß dies gekennzeichnet werden.

ANMERKUNG 4: Ein Effektivwert wird von einem arithmetischen Mittelwert durch die Angabe r.m.s. in der Kennzeichnung unterschieden.

c) **Bemessungsleistung** in Voltampere oder Kilovoltampere und VAR oder kVAR für Drosseln;

ANMERKUNG 5: Bei Transformatoren mit angebaute Gleichrichter darf die Leistung in Watt anstatt in Voltampere oder Kilovoltampere angegeben sein.

d) **Bemessungs-Ausgangsstrom(-ströme)** in Ampere oder Milliampere, wahlweise anstelle der Angabe der **Bemessungsleistung**;

e) **Bemessungsfrequenz(en)** in Hertz;

f) **Bemessungs-Leistungsfaktor**, wenn dieser bei einem Transformator über 25 VA von 1 abweicht;

g) Bildzeichen oder Abkürzung DC für die Ausgangs-Stromart bei Transformatoren mit angebaute Gleichrichter;

h) Bildzeichen, das die Transformatorart darstellt, wie im betreffenden Teil 2 angegeben;

i) Name oder Handelsmarke des Herstellers oder verantwortlichen Händlers;

j) Typ- oder Modellbezeichnung;

k) Schaltgruppe nach IEC 60076-1 (für Dreiphasen-Transformatoren, falls erforderlich);

l) Bildzeichen für Ausführung nach **Schutzklasse II**, nur für **Transformatoren der Schutzklasse II**;

m) Bildzeichen für Ausführung nach **Schutzklasse III**, nur für **Transformatoren der Schutzklasse III**;

n) Bezeichnung für die Schutzart IP, wenn diese von IP00 abweicht und es sich nicht um einen **gewöhnlichen Transformator** handelt;

o) höchste **Bemessungs-Umgebungstemperatur** (t_a), wenn diese von 25 °C abweicht;

ANMERKUNG 6: 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.

p) Transformatoren für **Kurzzeit-** oder **Aussetzbetrieb** müssen entweder mit der Bemessungs-Einschaltzeit oder mit der Bemessungs-Einschaltzeit und der Bemessungs-Ausschaltzeit gekennzeichnet sein, außer die Einschaltzeit ist durch den Aufbau des Transformators begrenzt oder die Betriebsbedingungen entsprechen den im betreffenden Teil 2 festgelegten Bedingungen.

Die Kennzeichnung für **Kurzzeit-** oder **Aussetzbetrieb** muß dem bestimmungsgemäßen Gebrauch entsprechen.

Die Kennzeichnung für **Aussetzbetrieb** muß so erfolgen, daß die Bemessungs-Einschaltzeit vor der Bemessungs-Ausschaltzeit angegeben ist, dabei müssen beide Angaben durch einen Schrägstrich getrennt sein. Außerdem muß der Hersteller in der Lage sein, dem Betreiber folgende Informationen zu liefern (in Begleitpapieren oder auf andere Art):

- für **ortsfeste Transformatoren** mit einer **Bemessungsleistung** über 1000 VA: die **Kurzschlußspannung** in Prozent der **Bemessungs-Eingangsspannung**;
- die elektrische Funktion des Transformators.

ANMERKUNG 7: Wenn der Transformator mehr als eine **Ausgangswicklung** hat, ist als **Kurzschlußspannung** der niedrigste Wert für die verschiedenen Wicklungen anzugeben.

ANMERKUNG 8: Zusätzliche Aufschriften sind zulässig, vorausgesetzt, sie sind unmißverständlich.

8.2 Transformatoren der Schutzart IP00 oder **Gerätetransformatoren** dürfen mit nur dem Namen (oder Handelszeichen) des Herstellers oder verantwortlichen Händlers und der Typbezeichnung (oder Katalogbezeichnung) gekennzeichnet sein. Die übrigen Kennwerte müssen dann in den Datenblättern des Transformators oder in den Herstelleranweisungen enthalten sein, die mit dem Transformator geliefert werden.

ANMERKUNG 1: Der Name des Herstellers oder des verantwortlichen Händlers und die Typbezeichnung dürfen durch eine Codenummer ersetzt werden.

Diese Angaben müssen so gehalten sein, daß ein Ersatztransformator geliefert werden kann, der vollständig austauschbar mit dem ursprünglichen Transformator ist.

ANMERKUNG 2: Vollständig austauschbar bedeutet elektrisch, mechanisch, maßbezogen und funktionell.

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

8.4 Transformatoren mit angezapften oder mehreren **Ausgangswicklungen** müssen gekennzeichnet sein mit:

- der **Bemessungs-Ausgangsspannung** für jede Anzapfung oder Wicklung, soweit der Transformator nicht für Sonderzwecke bestimmt ist, die häufiges Ändern der Ausgangsspannung einschließen;
- der **Bemessungsleistung** 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.

8.5 Als **kurzschlußfest** angegebene **Transformatoren**, die den Anforderungen für solche Transformatoren entsprechen, müssen mit dem Bildzeichen für **kurzschlußfeste Transformatoren** gekennzeichnet sein.

Bedingt kurzschlußfeste Transformatoren mit eingebauten Sicherungen sowie **nicht kurzschlußfeste Transformatoren**, die durch Sicherungen zu schützen sind, müssen zusätzlich mit dem Bemessungsstrom des als Schutz vorgesehenen Schmelzeinsatzes in Ampere oder Milliampere gekennzeichnet sein. Hinter oder vor dieser Kennzeichnung muß das Bildzeichen für die Strom/Zeit-Kennlinie der Sicherungen entsprechend der einschlägigen Norm stehen, falls zutreffend.

Bedingt kurzschlußfeste Transformatoren, die statt Sicherungen andere eingebaute auswechselbare Schutzeinrichtungen enthalten, sowie **nicht kurzschlußfeste Transformatoren**, die nicht durch Sicherungen, sondern durch andere Schutzeinrichtungen zu schützen sind, müssen zusätzlich mit der Modell- oder Typbezeichnung des Herstellers für die Einrichtung und/oder den Bemessungswerten der Einrichtung gekennzeichnet sein.

ANMERKUNG: **Bedingt kurzschlußfeste Transformatoren** mit nicht auswechselbaren Einrichtungen benötigen hinsichtlich der Schutzeinrichtung keine zusätzliche Kennzeichnung.

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

Für den Fall, daß auswechselbare Schutzeinrichtungen und keine Sicherungen verwendet werden, müssen Angaben zu ihrem Einbau in einer Gebrauchsanleitung oder dergleichen enthalten sein, die dem Transformator beizulegen ist.

Transformatoren, die als **Fail-safe-Transformatoren** bezeichnet sind und den Anforderungen an solche Transformatoren entsprechen, müssen mit dem Bildzeichen für **Fail-safe-Transformatoren** gekennzeichnet sein.

8.6 Ausschließlich zum Anschluß des Neutralleiters bestimmte Anschlüsse müssen durch das Bildzeichen 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.

8.7 Transformatoren müssen mit eindeutigen Kennzeichnungen für ihren Anschluß versehen sein, sofern das nicht durch den Transformatoraufbau ersichtlich ist.

8.8 Bei Transformatoren mit der **Anbringungsart X, Y und Z** muß die Gebrauchsanleitung den wesentlichen Inhalt der folgenden Angaben enthalten:

- bei **Anbringungsart X** mit einer besonders angefertigten Leitung:

„Bei beschädigter/m **äußerer/m Anschlußleitung/-kabel** dieses Transformators muß diese durch eine Spezialleitung oder eine spezielle Baugruppe ersetzt werden, die vom Hersteller oder dessen Kundendienst zu beziehen ist.“

- bei **Anbringungsart Y**:

„Bei beschädigter/m **äußerer/m Anschlußleitung/-kabel** dieses Transformators muß diese vom Hersteller oder dessen Kundendienst oder einer gleichermaßen qualifizierten Person ersetzt werden, um eine Gefährdung zu vermeiden.“

– bei **Anbringungsart Z**:

„Die/das **äußere Anschlußleitung/-kabel** dieses Transformators kann nicht ersetzt werden. Wenn die Leitung beschädigt ist, sollte der Transformator verschrottet werden.“

8.9 Transformatoren zur Anwendung ausschließlich in Räumen müssen mit dem entsprechenden Bildzeichen gekennzeichnet werden.

Da noch kein Bildzeichen verfügbar ist, muß der Hersteller, solange dies noch in Vorbereitung ist, den Wortlaut: „ausschließlich zum Gebrauch in Räumen“ in die Gebrauchsanweisung aufnehmen.

8.10 Transformatoren der Schutzklasse II müssen mit dem graphischen Bildzeichen Nr. 5172 von IEC 60417 gekennzeichnet werden, das bei den Angaben zur Spannungsversorgung angebracht werden muß, z. B. auf dem Typenschild, so daß es offensichtlich ist, daß das Bildzeichen ein Teil der technischen Angaben ist und in keiner Weise mit dem Namen des Herstellers oder einer anderen Kennzeichnung verwechselt werden kann (siehe 5.2.2.3 von IEC 60536-2).

8.11 Werden Zeichen oder Bildzeichen auf Geräten oder in Anleitungen verwendet, müssen es nachstehende sein:

Symbol	Bedeutung	IEC 60417
V*)	Volt	
A*)	Ampere	
VA (oder VAR*)	Voltampere (Blindleistung bei Drosselspulen)	
W*)	Watt	
Hz*)	Hertz	
PRI	Eingang	
SEC	Ausgang	
— — —	Gleichstrom	5031
N	Neutralleiter	
~	Einphasen-Wechselstrom	5032
3~	Dreiphasen-Wechselstrom	
3N~	Dreiphasen-Wechselstrom mit Neutralleiter	
$\cos \varphi$	Leistungsfaktor	
	Schutzklasse II	5172
	Schutzklasse III	5180
	Sicherung (Kennzeichen für Strom/Zeit-Kennlinie hinzufügen)	5016
t_a	höchste Bemessungs-Umgebungstemperatur	
	Anschluß für Halterung oder Kern	5020
	Schutzleiter (Erde)	5019
IPXX	IP-Nummer**)	
in Vorbereitung	Ausschließlich zum Gebrauch in Räumen	
*) Dezimale Vielfache oder dezimale Teiler dürfen verwendet werden. **) In diesem Schema bedeutet das in der IP-Nummer verwendete X eine fehlende Ziffer in dem Beispiel; auf dem Transformator müssen jedoch die beiden entsprechenden Ziffern gekennzeichnet sein, sofern zutreffend. Zusätzliche und ergänzende Buchstaben nach IEC 60529 dürfen verwendet werden, falls erforderlich.		

8.12 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 Stellung für größere Ausgangs- oder Eingangswerte usw. muß mit einer höheren Zahl gekennzeichnet sein.

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

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

Jede Aufschrift muß, außer den nachstehend erwähnten, deutlich erkennbar sein, wenn der Transformator betriebsbereit ist.

Die Kennzeichnung für Anschlüsse muß so angebracht sein, daß sie deutlich zu erkennen ist, auch nach Entfernen der Abdeckung. 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 Grundflächen dieser Einrichtungen angebracht sein und nach Entfernen jeder Abdeckung und der Schutzeinrichtung deutlich erkennbar sein.

Übereinstimmung der Anforderungen nach 8.1 bis 8.13 wird durch Besichtigung überprüft.

8.14 Falls es notwendig ist, zur Installation oder zur Benutzung bestimmte Sicherheitsmaßnahmen zu ergreifen, müssen diese, detailliert beschrieben, mitgeliefert werden.

8.15 Die Aufschriften müssen dauerhaft und leicht lesbar sein.

Übereinstimmung wird durch Besichtigung und durch 15 s dauerndes Reiben der Aufschriften von Hand mit einem wassergetränkten und anschließend 15 s mit einem benzingertränkten Baumwollappen überprüft.

Das für die Prüfung verwendete Benzin ist eine aliphatische Hexanlösung (mit einem Volumenanteil an Aromaten von höchstens 0,1 %, einem Kauri-Butanol-Wert von 29, einem Siedepunkt von etwa 65 °C, einem Trockenpunkt von etwa 69 °C und einem spezifischen Gewicht von 0,68 g/cm³).

Durch Gießen, Pressen oder Gravieren hergestellte Aufschriften werden dieser Prüfung nicht unterzogen.

Nach allen Prüfungen dieser Norm müssen die Aufschriften leicht lesbar sein. Bezeichnungsschilder dürfen sich nicht leicht entfernen lassen und dürfen sich nicht wellen.

9 Schutz gegen die Berührbarkeit von gefährlichen aktiven Teilen

Transformatoren müssen so konstruiert und gekapselt sein, daß ein ausreichender Schutz gegen unbeabsichtigte Berührung **gefährlicher aktiver Teile** gegeben ist.

Übereinstimmung muß durch die Prüfungen nach 9.1 und 9.2 nachgewiesen werden.

9.1 Um nachzuweisen, daß es sich bei einem **aktiven Teil** nicht um ein **gefährliches aktives Teil** handelt, werden die folgenden Messungen zuerst zwischen zwei beliebigen Teilen oder Kontakten und anschließend zwischen einem beliebigen Teil oder Kontakt und jedem Pol der während der Prüfung verwendeten Spannungsquelle durchgeführt. Zusätzlich muß die Entladung 5 s nach Abschalten der Stromversorgung zwischen den Steckerstiften des Transformators, sofern vorhanden, und/oder zwischen berührbaren Stellen der Leiter der Sekundärseite gemessen werden.

Das **aktive Teil** ist nicht **gefährlich aktiv**, wenn es von der Versorgung durch **doppelte** oder **verstärkte Isolierung** getrennt ist oder in Übereinstimmung mit 19.8:

- a) die Spannung 35 V (Scheitelwert) Wechselspannung oder 60 V geglättete Gleichspannung nicht überschreitet; oder
- b) der mit der Meßanordnung nach [Anhang J](#) gemessene Berührungsstrom, ausgedrückt als Spannung U_1 und U_2 , folgende Werte nicht überschreitet:
 - für Wechselstrom: $U_1 = 35 \text{ V}$ (Scheitelwert) und $U_2 = 0,35 \text{ V}$ (Scheitelwert);
 - für Gleichstrom: $U_1 = 1,0 \text{ V}$;

ANMERKUNG 1: Die Grenzwerte von $U_2 = 0,35 \text{ V}$ (Scheitelwert) für Wechselstrom und $U_1 = 1,0 \text{ V}$ für Gleichstrom entsprechen den Werten 0,7 mA (Scheitelwert) Wechselstrom und 2,0 mA Gleichstrom.

Der Grenzwert $U_1 = 35 \text{ V}$ (Scheitelwert) für Wechselstrom entspricht dem Wert 70 mA (Scheitelwert) Wechselstrom für höhere Frequenzen.

außerdem, sofern b) zutrifft:

- c) die Entladung für gespeicherte Spannungen zwischen 60 V und 15 kV den Wert von 50 µC nicht überschreitet; oder
- d) die Entladungsenergie den Wert von 350 mJ für gespeicherte Spannungen über 15 kV nicht überschreitet.

Die Messung des Berührungsstroms mit der Meßanordnung muß in Übereinstimmung mit [Anhang J](#) durchgeführt werden.

ANMERKUNG 2: Es wird für Betriebsmittel, die für den Einsatz bei tropischem Klima vorgesehen sind, empfohlen, die vorstehend in a) und b) angegebenen Werte zu halbieren.

ANMERKUNG 3: Um bei Zusammenschaltung mehrerer Geräte unnötig hohe Berührungsströme zu vermeiden, wird empfohlen, daß die einzelnen Berührungsstromwerte nicht höher sind, als es aus Funktionsgründen erforderlich ist.

9.2 Außerdem müssen Transformatoren, die eine andere Schutzart als IP00 aufweisen, so konstruiert und umschlossen sein, daß ein angemessener Schutz gegen zufälliges Berühren von **gefährlich aktiven Teilen** sichergestellt ist. Dies gilt auch bei **Transformatoren der Schutzklasse II** für zufälliges Berühren von Metallteilen,

die von **gefährlich aktiven Teilen** nur durch **Basisisolierung** getrennt sind. Diese Anforderung gilt auch nach dem Entfernen von **abnehmbaren Teilen**, außer bei:

- Lampen mit anderen Sockeln als E10;
- D-Sicherungshaltern.

Der geforderte Schutz gegen zufällige Berührung von **gefährlich aktiven Teilen** darf nicht von den Isoliereigenschaften von Lack, Emaille, Papier, Baumwolle, Oxidschichten auf Metallteilen und Vergußmasse abhängig sein.

ANMERKUNG 1: Selbsthärtende Harze werden nicht als Vergußmasse angesehen.

Wellen, Handgriffe, Bedienhebel, Knöpfe und dergleichen dürfen nicht **gefährlich aktiv** sein.

*Übereinstimmung wird durch Besichtigung überprüft und muß durch die entsprechenden Prüfungen nach IEC 60529 nachgewiesen werden. **Gewöhnliche Transformatoren** werden nur mit dem in **Bild 2** dargestellten Norm-Prüffinger geprüft.*

*Zusätzlich werden Öffnungen in **Transformatoren der Schutzklasse II** sowie Öffnungen in **Transformatoren der Schutzklasse I** mit dem in **Bild 3** dargestellten Prüfstift geprüft; ausgenommen sind Öffnungen in Metallteilen, die mit einem Schutzleiteranschluß verbunden sind.*

Der Prüffinger und der Prüfstift werden ohne nennenswerte Kraftanstrengung in jeder möglichen Lage verwendet.

*Der Prüffinger nach **Bild 2** wird ohne nennenswerte Kraftanstrengung verwendet, wobei der Transformator sich in jeder möglichen Lage befindet. Ausgenommen hiervon sind Transformatoren, die üblicherweise auf dem Boden stehen und eine Masse von mehr als 40 kg haben. Diese werden nicht gekippt. Der Prüffinger wird so weit wie möglich durch die Öffnungen gesteckt, davor gedreht und in jedem möglichen Winkel angesetzt, während und nachdem er von jeder Position aus hineingesteckt wurde. Wenn die Öffnung es nicht erlaubt, den Finger hineinstecken, wird die Kraft in gerader Richtung bis auf 20 N gesteigert. Sollte dann der Finger in die Öffnung eindringen, wird die Prüfung in gewinkelter Position wiederholt.*

*Es darf nicht möglich sein, mit dem Prüffinger blanke **gefährliche aktive Teile** oder **gefährliche aktive Teile**, die nur durch Lack, Emaille, Papier, Baumwolle, Oxidschichten oder Vergußmasse geschützt sind, zu berühren. Bei **Transformatoren der Schutzklasse II** darf es nicht möglich sein, Metallteile mit dem Prüffinger zu berühren, die von **gefährlichen aktiven Teilen** nur durch **Basisisolierung** geschützt sind.*

*Es darf nicht möglich sein, mit dem Prüfstift blanke, **gefährliche aktive Teile** zu berühren.*

ANMERKUNG 2: Diese Anforderung gilt nicht für Lampensockel oder Steckdosen.

ANMERKUNG 3: Im Zweifelsfall wird ein Spannungsanzeiger mit einer Spannung von mindestens 40 V und einem Prüfstift verwendet.

10 Änderung der Eingangsspannungseinstellung

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

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

Übereinstimmung wird durch Besichtigung überprüft.

ANMERKUNG: Die Anforderung für die Spannungseinstellung ist erfüllt, wenn ein **Werkzeug** zum Entfernen einer Abdeckung erforderlich ist, bevor die Spannungseinstellung geändert werden kann.

11 Ausgangsspannung und Ausgangsstrom bei Belastung

11.1 Bei Anschluß des Transformators an **Bemessungs-Eingangsspannung**, bei **Bemessungsfrequenz** und Belastung mit einer Impedanz, die bei **Bemessungs-Ausgangsspannung** und für Wechselstrom bei **Bemessungs-Leistungsfaktor Bemessungsleistung** ergibt, darf die Ausgangsspannung von ihrem Bemessungswert um nicht mehr abweichen als:

- a) 10 % für die Ausgangsspannung von **unbedingt kurzschlußfesten Transformatoren** mit einer **Bemessungs-Ausgangsspannung**;
- b) 10 % für die höchste Ausgangsspannung von **unbedingt kurzschlußfesten Transformatoren** mit mehr als einer **Bemessungs-Ausgangsspannung**;
- c) 15 % für die anderen Ausgangsspannungen von **unbedingt kurzschlußfesten Transformatoren** mit mehr als einer **Bemessungs-Ausgangsspannung**;
- d) 5 % für die Ausgangsspannungen von anderen Transformatoren.

Für Transformatoren mit Gleichrichtern erhöhen sich die oben genannten Prozentwerte um 5.

*Die Übereinstimmung wird überprüft durch Messung der Ausgangsspannung im Beharrungszustand bei Anschluß des Transformators an **Bemessungs-Eingangsspannung**, bei **Bemessungsfrequenz** und Belastung mit einer Impedanz, die bei **Bemessungs-Ausgangsspannung** und **Bemessungs-Leistungsfaktor Bemessungsleistung** ergibt.*

Bei Transformatoren mit angebautem Gleichrichter wird die Ausgangsspannung an den Anschlüssen des Gleichstromkreises mit einem Spannungsmeßgerät als arithmetischer Mittelwert gemessen, soweit die Spannung nicht ausdrücklich als Effektivwert angegeben ist (siehe 8.1).

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

Bei Transformatoren mit mehreren **Ausgangswicklungen** wird jede Wicklungsgruppe gleichzeitig belastet, sofern es nicht anders festgelegt ist.

11.2 Wenn ein Transformator mit **Bemessungsleistung**, **Bemessungs-Ausgangsspannung**, **Bemessungs-Ausgangsstrom** und **Bemessungs-Leistungsfaktor** gekennzeichnet ist, so müssen diese Werte vom Grundsatz her übereinstimmen.

Ist dem Transformator kein **Bemessungs-Ausgangsstrom** zugeordnet, kann der **Bemessungs-Ausgangsstrom** für diese Zwecke aus der **Bemessungsleistung** und der **Bemessungs-Ausgangsspannung** berechnet werden.

Übereinstimmung wird durch Berechnung überprüft.

12 Leerlauf-Ausgangsspannung

Die entsprechenden Festlegungen sind in den Teilen 2 für die verschiedenen Transformatortypen angegeben.

Bei Transformatoren mit angebautem Gleichrichter werden die Ausgangsspannungen an beiden Seiten des Gleichrichters gemessen, wenn diese an Anschlußklemmen oder Anschlüsse angeschlossen sind. Die Messung an den Eingangsanschlüssen des Gleichrichters wird durchgeführt, sofern diese für den Betreiber zugänglich sind. Die **Ausgangsspannung** wird an den Anschlüssen des Stromkreises als arithmetischer Mittelwert mit einem Spannungsmeßgerät gemessen, soweit die Spannung nicht ausdrücklich als Effektivwert angegeben ist (siehe 8.1).

13 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.

Übereinstimmung wird durch Messung der **Kurzschlußspannung** überprüft, wobei der Transformator Umgebungstemperatur hat.

14 Erwärmung

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

Übereinstimmung wird nach 14.2 überprüft. Darüber hinaus gelten folgende Anforderungen für die Wicklungen.

14.1.1 Wenn der Hersteller weder angegeben hat, welcher klassifizierte Werkstoff verwendet wurde, noch einen Wert für t_a (siehe 3.5.8) angegeben hat und die gemessene Temperatur den in Tabelle 1 für Werkstoffe der Isolierstoffklasse A angegebenen Wert nicht überschreitet, werden die Prüfungen nach 14.3 nicht durchgeführt.

Wenn die gemessene Temperatur jedoch den in Tabelle 1 für Werkstoffe der thermischen Klasse A angegebenen Wert überschreitet, werden die **aktiven Teile** des Transformators (Kern und Wicklungen) den Prüfungen nach 14.3 unterworfen. Die Temperatur des Wärmeschranks ist nach Tabelle 2 zu wählen. Der aus Tabelle 2 zu wählende Temperaturwert ist der nächsthöhere Wert gegenüber dem gemessenen Temperaturwert.

14.1.2 Wenn der Hersteller nicht angegeben hat, welcher klassifizierte Werkstoff verwendet wurde, aber einen Wert für t_a angegeben hat und die gemessene Temperatur den in Tabelle 1 für Werkstoffe der thermischen Klasse A angegebenen Wert, unter Berücksichtigung des Wertes von t_a (siehe 14.2), nicht überschreitet, werden die Prüfungen nach 14.3 nicht durchgeführt.

Wenn die gemessene Temperatur jedoch unter Berücksichtigung des Wertes von t_a den in Tabelle 1 für Werkstoffe der thermischen Klasse A angegebenen Wert überschreitet, dann werden die **aktiven Teile** des Transformators (Kern und Wicklungen) den Prüfungen nach 14.3 unterworfen. Die Temperatur des Wärmeschranks ist unter Berücksichtigung des Wertes von t_a nach Tabelle 2 zu wählen. Der in Tabelle 2 zu wählende Temperaturwert ist der nächsthöhere Wert gegenüber dem berechneten Temperaturwert.

14.1.3 Wenn der Hersteller angegeben hat, welcher klassifizierte Werkstoff verwendet wurde, aber keinen Wert für t_a angegeben hat und die gemessene Temperatur den entsprechenden Wert in Tabelle 1 nicht überschreitet, werden die Prüfungen nach 14.3 nicht durchgeführt.

Wenn jedoch die gemessene Temperatur den in Tabelle 1 angegebenen Wert überschreitet, gilt der Transformator als den Anforderungen nach 14.1 nicht entsprechend.

14.1.4 Wenn der Hersteller angegeben hat, welcher klassifizierte Werkstoff verwendet wurde und einen Wert für t_a angegeben hat und die gemessene Temperatur unter Berücksichtigung des Wertes von t_a den entsprechenden Wert in Tabelle 1 nicht überschreitet, werden die Prüfungen nach 14.3 nicht durchgeführt.

Wenn jedoch die gemessene Temperatur unter Berücksichtigung des Wertes von t_a den in [Tabelle 1](#) angegebenen Wert überschreitet, gilt der Transformator als den Anforderungen nach [14.1](#) nicht entsprechend.

14.2 Die Temperaturen sind unter den folgenden Bedingungen im Beharrungszustand zu ermitteln.

Die Prüfung und die Messungen werden in einem zugfreien Raum durchgeführt, der solche Abmessungen hat, daß die Prüfergebnisse nicht beeinflußt werden. Wenn der Transformator einen Bemessungswert für t_a hat, wird die Prüfung bei $t_a \pm 5^\circ\text{C}$ durchgeführt.

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 auf der Unterlage hinausragen.

Transformatoren, die mit integrierten Steckerstiften ausgerüstet sind, die dazu vorgesehen sind, in feste Steckdosen gesteckt zu werden, werden geprüft, indem sie in einer unter Putz montierten Steckdose in einem Kasten auf einer mattschwarz gestrichenen Sperrholzunterlage angebracht werden, wie in [Bild 1](#) gezeigt.

Transformatoren für Unterputzmontage werden nach [5.10](#) geprüft.

Transformatoren mit einer anderen Schutzart als IP00 werden in ihrem **Gehäuse** geprüft.

Transformatoren mit der Schutzart IP00, deren Anwendung nicht bekannt ist, werden geprüft wie in [5.13](#) beschrieben.

ANMERKUNG 1: Im Fall von Transformatoren der Schutzklasse IP00 wird die Temperatur der Unterlage gemessen, aber der in den [Tabellen 1](#) und [3](#) angegebene Wert wird nicht berücksichtigt.

Bei Transformatoren mit Anschlüssen der **Anbringungsart X** mit einer speziell vorbereiteten Leitung sowie für die **Anbringungsarten Y** und **Z** müssen die Verbindungsstellen unmittelbar vor der Durchführung der Erwärmungsprüfung mit einer Zugkraft von 5 N belastet werden.

Transformatoren werden an die **Bemessungs-Eingangsspannung** angeschlossen und mit einer Impedanz belastet, die bei **Bemessungs-Ausgangsspannung** und für Wechselstrom bei **Bemessungs-Leistungsfaktor Bemessungsleistung** ergeben würde. Anschließend wird die Eingangsspannung um 6 % erhöht. Nach dieser Spannungserhöhung wird im Stromkreis nichts verändert. Die Prüfung wird unter Leerlaufbedingungen wiederholt, wenn dies eine ungünstigere Situation ist.

Gerätetransformatoren werden unter den Bedingungen betrieben, die auftreten, wenn das Gerät oder ein anderes Betriebsmittel unter den Bedingungen des bestimmungsgemäßen Gebrauchs betrieben wird, die in den entsprechenden Festlegungen angegeben sind.

Die Temperaturen von Wicklungen werden nach dem Widerstandsverfahren ermittelt.

ANMERKUNG 2: Ein Verfahren ist es, die Messungen an jeder Wicklung einzeln durchzuführen und den Widerstand der Wicklungen zum Schluß der Prüfung durch Widerstandsmessungen zu bestimmen, so bald wie möglich nach dem Abschalten und in kurzen Zeitabständen fortsetzend, so daß eine Widerstandskurve über der Zeit aufgetragen werden kann, um hieraus den Widerstand zum Zeitpunkt des Abschaltens zu ermitteln.

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

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

Dabei ist: $x = 234,5$ für Kupfer

$x = 225$ für Aluminium

und: Δt Temperaturerhöhung über t_2 , so daß die höchste Temperatur gleich $\Delta t + t_2$ beträgt;

R_1 Widerstand zu Beginn der Prüfung bei der Temperatur t_1 ;

R_2 Widerstand am Ende der Prüfung, im Beharrungszustand;

t_1 Umgebungstemperatur zu Beginn der Prüfung;

t_2 Umgebungstemperatur am Ende der Prüfung.

Bei Beginn der Prüfung müssen die Wicklungen Umgebungstemperatur aufweisen.

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

Für Transformatoren mit mehr als einer **Eingangs-** oder **Ausgangswicklung** oder mit einer angezapften **Eingangs-** oder **Ausgangswicklung** werden die Ergebnisse in Betracht gezogen, die die höchste Temperatur zeigen.

Andere Temperaturen werden mit Thermoelementen bestimmt, die so auszuwählen und anzuordnen sind, daß sie den geringsten Einfluß auf die Temperatur des zu prüfenden Teiles haben.

Thermoelemente zur Bestimmung der Oberflächentemperatur von Unterlagen werden auf der Rückseite von kleinen geschwärzten Kupfer- oder Messingscheiben mit 1 mm Dicke und 15 mm Durchmesser befestigt, die mit der Oberfläche bündig sind.

Die Temperatur elektrischer Isolierungen (ausgenommen die der Wicklungsisolierungen) wird an der Oberfläche der Isolierung an den Stellen bestimmt, an denen ein Fehler zum Kontakt zwischen **gefährlichen aktiven Teilen**

und berührbaren Metallteilen oder zur Herabsetzung der **Kriech-** oder **Luftstrecken** unter die im [Abschnitt 26](#) festgelegten Werte führen könnte.

Während der Prüfung darf die Temperatur die in Tabelle 1 angegebenen Werte nicht überschreiten, wenn der Transformator bei seiner **Bemessungs-Umgebungstemperatur** (25 °C oder t_a) betrieben wird. In den Fällen, in denen sich die Temperatur am Prüfort von der **Bemessungs-Umgebungstemperatur** unterscheidet, muß diese Differenz bei Anwendung der Grenzwerte nach Tabelle 1 und bei Festlegung der Prüftemperaturen in [27.1](#) und [27.4](#) berücksichtigt werden.

ANMERKUNG 3: Es wird darauf hingewiesen, daß Schutzeinrichtungen Heizelemente mit einer Oberflächentemperatur enthalten dürfen, die die höchstzulässige Temperatur für das betreffende Isoliersystem überschreitet.

Tabelle 1: Höchste Temperaturwerte bei bestimmungsgemäßigem Gebrauch

Teile	Temperatur °C
Wicklungen (Spulen und damit in Verbindung stehende Kernbleche), wenn das Isoliersystem besteht aus:	
– Werkstoff der thermischen Klasse A ¹⁾	100
– Werkstoff der thermischen Klasse E	115
– Werkstoff der thermischen Klasse B	120
– Werkstoff der thermischen Klasse F	140
– Werkstoff der thermischen Klasse H	165
– einem anderen Werkstoff ²⁾	–
Äußere Gehäuse ³⁾ (die mit dem Norm-Prüffinger berührt werden können) von ortsfesten Transformatoren , wenn aus:	
– Metall	70
– anderem Werkstoff	80
Äußere Gehäuse ³⁾ (die mit dem Norm-Prüffinger nicht berührt werden können) von ortsfesten Transformatoren	85
Äußere Gehäuse ³⁾ , Handgriffe und dergleichen von ortsveränderlichen Transformatoren :	
– wenn im bestimmungsgemäßen Gebrauch diese Teile dauernd fest gehalten werden (z. B. bei Handtransformatoren):	
• aus Metall	55
• aus anderem Werkstoff	75
– wenn bei bestimmungsgemäßigem Gebrauch diese Teile nicht dauernd fest gehalten werden:	
• aus Metall	60
• aus anderem Werkstoff	80
Anschlüsse für äußere Leiter und Anschlüsse für Schalter	70
Isolierung innerer und äußerer Leitungen ⁴⁾	
– aus Gummi	65
– aus PVC	70
Teile, deren Schadhafwerden die Sicherheit beeinträchtigen könnte ⁴⁾ :	
– aus Gummi (andere als die Isolierung der Leiter)	75
– aus Phenol-Formaldehyd	105
– aus Harnstoff-Formaldehyd	85
– aus imprägniertem Papier und Textilschichtpreßstoffen	85
– aus imprägniertem Holz	85
– aus PVC (andere als die Isolierung der Leiter), Polystyrol und ähnliche thermoplastische Werkstoffe	65
– aus Lackgewebe	75
Unterlagen	85
Gedruckte Schaltungen ⁴⁾ :	
– verklebt mit Phenol-Formaldehyd, Melamin-Formaldehyd, Phenol-Furfural oder Polyester	105
– verklebt mit Epoxidharz	140
1) Die Klassifizierung der Werkstoffe entspricht IEC 60085 und IEC 60216; aber die Werte wurden unter Berücksichtigung der Tatsache angepaßt, daß in diesen Prüfungen die Temperaturen Durchschnittswerte sind und keine Heißpunktwerte. 2) Werden andere Werkstoffe als die in IEC 60085 und IEC 60216 festgelegten eingesetzt, müssen diese die Prüfung nach 14.3 bestehen. 3) Wenn irgendein Einzelteil ein Teil der äußeren Transformatoroberfläche ist, darf die Temperatur dieses Einzelteils den für das entsprechende äußere Gehäuse festgelegten Wert nicht überschreiten. 4) Die Qualität von Gummi- und PVC-Isolierungen entspricht den in IEC 60227 bzw. in IEC 60245 angegebenen Werten. Werden andere Werkstoffe verwendet, dürfen sie nur den Temperaturen ausgesetzt werden, für die sie zugelassen sind.	

Unmittelbar nach der Prüfung muß der Prüfling die in 18.3 festgelegte Spannungsfestigkeitsprüfung bestehen, wobei die Prüfspannung nur zwischen **Eingangs-** und **Ausgangsstromkreisen** angelegt wird.

Bei **Transformatoren der Schutzklasse I** ist zu beachten, daß keine andere Isolierung durch eine Spannung beansprucht wird, die den in 18.3 festgelegten entsprechenden Wert überschreitet.

Nach der Prüfung dürfen sich die elektrischen Anschlüsse nicht gelöst haben, **Kriech-** und **Luftstrecken** dürfen nicht kleiner als die im **Abschnitt 26** festgelegten Werte geworden sein; Vergußmasse darf nicht ausgelaufen sein und Überlastschutzeinrichtungen dürfen nicht angesprochen haben.

14.3 Wenn anwendbar (siehe 14.1, 19.12.3 und 26.3), werden die **aktiven Teile** 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 gemäß 14.3.4 durchgeführt.

Die Anzahl der Prüflinge ist in 5.2 festgelegt. Die Prüflinge werden 10 Prüfzyklen ausgesetzt.

14.3.1 Wärmebeanspruchung

Abhängig von der thermischen Klasse werden die Prüflinge in einem Wärmeschränk für eine Zeit-/Temperatur-Kombination, die in Tabelle 2 festgelegt ist, gelagert. Es werden 10 Zyklen mit der gleichen Kombination durchgeführt.

Die Temperatur im Wärmeschränk muß innerhalb einer Grenzabweichung von $\pm 3^\circ\text{C}$ gehalten werden.

Tabelle 2: Prüftemperatur und Prüfzeiten (in Tagen) je Zyklus

Prüftemperatur °C	Temperatur für das Isoliersystem °C				
	100	115	120	140	165
220	—	—	—	—	4
210	—	—	—	—	7
200	—	—	—	—	14
190	—	—	—	4	—
180	—	—	—	7	—
170	—	—	—	14	—
160	—	—	4	—	—
150	—	4	7	—	—
140	—	7	—	—	—
130	4	—	—	—	—
120	7	—	—	—	—
Entsprechende Klassifizierung nach IEC 60085 und IEC 60216	A	E	B	F	H

14.3.2 Feuchtebehandlung

Die Prüflinge werden 2 Tage (48 Stunden) der Feuchtebehandlung nach 17.2 unterworfen.

14.3.3 Rüttelbeanspruchung

Die Prüflinge werden in ihrer bestimmungsgemäßen Lage am Rüttelgenerator, wie in IEC 60068-2-6 festgelegt, mit Hilfe von Gurten um das **Gehäuse** befestigt. Die Rüttelrichtung ist senkrecht, wobei folgende Beanspruchungsdaten gelten:

Dauer: 30 min;

Amplitude: 0,35 mm;

Frequenzbereich: 10 Hz, 55 Hz, 10 Hz;

Änderungsgeschwindigkeit des Frequenzdurchlaufs: etwa 1 Oktave je Minute.

14.3.4 Messungen

Nach jedem Zyklus wird der Isolationswiderstand nach 18.1 und 18.2 gemessen. Eine Spannungsfestigkeitsprüfung nach 18.3 und 18.4 wird durchgeführt. Nach der Wärmebeanspruchung wird die Feuchtebehandlung erst nach Abkühlung der Prüflinge auf Umgebungstemperatur durchgeführt.

Die Werte der Prüfspannung für die Spannungsprüfung nach **Abschnitt 18** werden jedoch auf 35 % der festgelegten Werte verringert, und die Prüfzeiten müssen verdoppelt werden, ausgenommen die Wicklungsprüfung nach 18.4, die mit einer Prüfspannung von mindestens dem 1,2fachen der **Bemessungs-Eingangsspannung** durchgeführt werden muß. Bei der Wicklungsprüfung erfüllt der Prüfling die Anforderungen nicht, bei dem **Leerlaufstrom** oder ohmsche Komponente um mehr als 30 % gegenüber dem entsprechenden Wert der ersten Messung abweichen. Wenn nach Ablauf aller 10 Zyklen ein oder mehrere Prüflinge versagt haben, so gilt die Dauerprüfung als nicht bestanden.

15 Kurzschluß- und Überlastschutz

15.1 Transformatoren dürfen nach Kurzschlüssen und Überlastungen, die im bestimmungsgemäßen Gebrauch auftreten können, nicht gefährlich werden.

Übereinstimmung muß durch Besichtigung und die folgenden Prüfungen nachgewiesen werden, die unmittelbar nach der Prüfung nach 14.2 bei gleicher Umgebungstemperatur in unveränderter Lage des Transformators bei 1,06facher **Bemessungs-Eingangsspannung** oder, für **bedingt kurzschlußfeste Transformatoren**, mit einem Wert zwischen 0,94facher und 1,06facher **Bemessungs-Eingangsspannung** durchgeführt werden:

- für **unbedingt kurzschlußfeste Transformatoren** durch die Prüfung nach 15.2;
- für **bedingt kurzschlußfeste Transformatoren** durch die Prüfung nach 15.3;
- für **nicht kurzschlußfeste Transformatoren** durch die Prüfung nach 15.4;
- für **Fail-safe-Transformatoren** durch die Prüfung nach 15.5;
- für Transformatoren mit angebautem Gleichrichter werden die Prüfungen nach 15.2 oder 15.3 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 Ergebnisse berücksichtigt, die die höchste Temperatur aufweisen. Im ersten Fall werden alle Wicklungen, die für gleichzeitige Belastung vorgesehen sind, mit **Bemessungsleistung** belastet und dann wird die gewählte **Ausgangswicklung** kurzgeschlossen.

Bei den Prüfungen nach 15.2, 15.3 und 15.4 dürfen die Temperaturen die Werte nach Tabelle 3 nicht überschreiten, wenn der Transformator bei seiner **Bemessungs-Umgebungstemperatur** (25 °C bzw. t_a) betrieben wird. In den Fällen, bei denen sich die Temperatur des Prüfraumes von der **Bemessungs-Umgebungstemperatur** unterscheidet, muß die Differenz bei Anwendung der Grenzwerte nach Tabelle 3 beachtet werden.

Tabelle 3: Höchstwerte der Temperaturen unter Kurzschluß- oder Überlastbedingungen

Klassifikation der Isolierung	A	E	B	F	H
	Höchst-Temperatur °C				
unbedingt kurzschlußfeste Wicklungen	150	165	175	190	210
Wicklungen mit Schutzeinrichtung:					
– während der Dauer T , angegeben in Tabelle 4¹⁾	200	215	225	240	260
– nach der ersten Stunde, Spitzenwert ²⁾	175	190	200	215	235
– nach der ersten Stunde, arithmetischer Mittelwert ²⁾	150	165	175	190	210
Äußere Gehäuse (die mit dem Norm-Prüffinger berührt werden können)	105				
Gummi-Isolierung der Leiter	85				
PVC-Isolierung der Leiter	85				
Auflageflächen (z. B. jeder Bereich der Oberfläche der Kiefernsperrholzplatte, die durch den Transformator bedeckt ist)	105				
1) Nach den Prüfungen nach 15.3.3 dürfen diese Werte infolge der Wärmeträgheit des Transformators überschritten werden.					
2) Gilt nicht für Prüfungen nach 15.3.3 .					

Während der Prüfung dürfen aus dem Transformator keine Flammen, kein geschmolzenes Metall und keine giftigen oder zündfähigen Gase in gefährlichen Mengen austreten, und die Temperaturen dürfen die in Tabelle 3 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Während und nach all diesen Prüfungen muß der Transformator den Anforderungen nach Abschnitt 9 entsprechen.

Nach den Prüfungen muß die Isolierung, nachdem sie auf etwa Umgebungstemperatur abgekühlt ist, die Prüfung auf Spannungsfestigkeit nach 18.3 bestehen.

ANMERKUNG: Die Feuchtebehandlung nach 17.2 wird nicht vor dieser Prüfung auf Spannungsfestigkeit durchgeführt.

15.2 Unbedingt kurzschlußfeste Transformatoren werden durch Kurzschließen der **Ausgangswicklungen** bis zum Erreichen des Beharrungszustands geprüft.

15.3 Bedingt kurzschlußfeste Transformatoren werden wie folgt geprüft:

15.3.1 Die Ausgangsanschlüsse werden kurzgeschlossen. Bei jedem Wert der Eingangsspannung zwischen dem 0,94fachen und dem 1,06fachen der **Bemessungs-Eingangsspannung** muß die eingebaute Überlastschutzeinrichtung ansprechen, bevor die Temperatur den Wert nach [Tabelle 3](#) überschreitet.

15.3.2 Bei Schutz durch eine Sicherung entweder nach [IEC 60269-2](#) oder nach [IEC 60269-3](#) oder einer technisch gleichwertigen Sicherung wird der Transformator für eine Dauer T mit dem k -fachen des auf dem Transformator als Bemessungsstrom des schützenden Sicherungseinsatzes angegebenen Stromes belastet, wobei k und T die Werte nach [Tabelle 4](#) haben.

Tabelle 4: Werte T und k für Sicherungen

Angegebener Bemessungsstrom I_n des schützenden Sicherungseinsatzes für gG	T	k
A	h	
$I_n \leq 4$	1	2,1
$4 < I_n < 16$	1	1,9
$16 \leq I_n \leq 63$	1	1,6
$63 < I_n \leq 160$	2	1,6
$160 < I_n \leq 200$	3	1,6
ANMERKUNG 1: Für zylindrische Sicherungen gG Typ B zum Gebrauch durch Laien (IEC 60269-3-1) und für Sicherungen mit Sicherungseinsätzen für Schraubanschluß (IEC 60269-2-1) zum Gebrauch durch Elektrofachkräfte bzw. elektrotechnisch unterwiesene Personen beträgt der Wert $k = 1,6$ für $I_n < 16$ A. ANMERKUNG 2: Für Sicherungen vom Typ D zum Gebrauch durch Laien (IEC 60269-3-1) ist $k = 1,9$ für einen Bemessungsstrom von 16 A.		

15.3.3 Bei Schutz durch Feinsicherungen nach [IEC 60127](#), durch Flachsicherungseinsätze für Kraftfahrzeuge nach [ISO 8820](#) oder durch eine technisch gleichwertige Sicherung wird der Transformator für eine Dauer, die der längsten Ansprechzeit entspricht, mit dem im einschlägigen Normblatt festgelegten Strom belastet.

ANMERKUNG: Eine technisch gleichwertige Sicherung ist ein Sicherungseinsatz mit derselben Zeit/Strom-Kennlinie wie eine der in [IEC 60127](#) oder [ISO 8820](#) angegeben.

15.3.4 Bei Schutz durch einen Leistungsschutzschalter nach [IEC 60898](#) oder einen technisch gleichwertigen Schutzschalter wird der Transformator für die in [IEC 60898](#) angegebene Dauer mit einem Strom belastet, der das 1,45fache des Bemessungsstromes des Schutzschalters beträgt.

15.3.5 Bei Schutz durch eine andere Überlastschutzeinrichtung als eine Sicherung nach [IEC 60127](#) oder [IEC 60269](#) oder einen Schutzschalter wird der Transformator mit dem 0,95fachen Wert des geringsten Stromes, der die Schutzeinrichtung zum Ansprechen bringt, bis zum Erreichen des Beharrungszustandes belastet.

15.3.6 Für die Prüfungen nach 15.3.2, 15.3.3 und 15.3.4 ist der Schmelzeinsatz durch einen Einsatz mit vernachlässigbarer Impedanz zu ersetzen.

Bei der Prüfung nach 15.3.5 erfolgt die Bestimmung des Auslösestromes so, daß bei Umgebungstemperatur die Belastung, beginnend mit dem 1,1fachen Auslösestrom, in Stufen von 2 % langsam verringert wird, bis der Strom auftritt, bei dem die Schutzeinrichtung nicht anspricht.

Werden nicht selbsttätig zurückstellende **Temperaturbegrenzer** verwendet, die weder zurückgestellt noch ersetzt werden können, 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 **Temperaturbegrenzer** anspricht. Dieser Stromwert ist festzuhalten. Die Prüfung ist mit den anderen Prüflingen mit dem 0,95fachen des ermittelten Wertes zu wiederholen.

15.4 Nicht kurzschlußfeste Transformatoren werden wie in [15.3](#) beschrieben geprüft. 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 sind: Dauer-, Kurzzeit- oder Aussetzbetrieb.

15.5 Fail-safe-Transformatoren

15.5.1 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 einer 20 mm dicken, mattschwarz gestrichenen Sperrholzunterlage befestigt. Jeder Transformator wird an 1,06fache **Bemessungs-Eingangsspannung** angeschlossen. Die **Ausgangswicklung**, die während der Prüfung nach [14.2](#) die höchste Temperatur aufweist,