

Bestimmungen für Sicherheitstransformatoren

VDE
0551/5.72

VDE 0551 b/9.71 (mit Änderung a) und VDE 0551 c/5.72 sind eingearbeitet.

Dies sind VDE-Bestimmungen im Sinne von VDE 0022/1.64.

Inhalt

I. Allgemeine Bestimmungen

Einleitung

- § 1 Gültigkeit
 - a) Geltungsbeginn
 - b) Geltungsbereich
- § 2 Begriffserklärungen
- § 3 Allgemeine Anforderungen
- § 4 Allgemeines über die Prüfungen
- § 5 Nennwerte
- § 6 Klassifikation
- § 7 Aufschriften
- § 8 Schutz gegen elektrischen Schlag
- § 9 Änderung der Spannungseinstellung
- § 10 Ausgangsspannung bei Belastung
- § 11 Ausgangsspannung bei Leerlauf
- § 12 Leerlaufbedingungen und Kurzschlußspannung
- § 13 Erwärmung
- § 14 Kurzschluß- und Überlastungsschutz
- § 15 Mechanische Festigkeit
- § 16 Feuchtebeständigkeit
- § 17 Isolationswiderstand und elektrische Festigkeit
- § 18 Aufbau
- § 19 Einzelteile
- § 20 Innere Leitungen
- § 21 Netzanschluß
- § 22 Äußere Anschlußmittel
- § 23 Anschluß des Schutzleiters
- § 24 Schrauben und Verbindungen
- § 25 Kriech- und Luftstrecken
- § 26 Wärme- und Feuerbeständigkeit sowie Kriechstromfestigkeit der Isolierstoffteile
- § 27 Rostschutz

- § 28 Prüfung bei der Fertigung (Stückprüfung)
- § 29 Instandsetzungen
- § 30 Weitere VDE-Bestimmungen, VDE Druckschriften und DIN-Normen

II. Besondere Bestimmungen

A. Spielzeugtransformatoren

- § 2 Begriffserklärungen
- § 5 Nennwerte
- § 7 Aufschriften
- § 8 Schutz gegen elektrischen Schlag
- § 9 Änderung der Spannungseinstellung
- § 10 Ausgangsspannung bei Belastung
- § 11 Ausgangsspannung bei Leerlauf
- § 12 Leerlaufbedingungen und Kurzschlußspannung
- § 14 Kurzschluß- und Überlastungsschutz
- § 15 Mechanische Festigkeit
- § 18 Aufbau
- § 19 Einzelteile
- § 21 Netzanschluß
- § 22 Äußere Anschlußmittel

B. Klingeltransformatoren

- § 2 Begriffserklärungen
- § 5 Nennwerte
- § 7 Aufschriften
- § 8 Schutz gegen elektrischen Schlag
- § 11 Ausgangsspannung bei Leerlauf
- § 12 Leerlaufbedingungen und Kurzschlußspannung
- § 14 Kurzschluß- und Überlastungsschutz
- § 15 Mechanische Festigkeit
- § 18 Aufbau
- § 22 Äußere Anschlußmittel

Verband Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V.

Die vorliegende Fassung gilt, bis eine Änderung oder Neufassung gemäß einer Bekanntmachung in der ETZ in Kraft tritt.

VDE-Verlag GmbH, 1 Berlin 12 (Charlottenburg)

VDE-Vertr.-Nr. 0551000
Documents
 Document Sharing Hub

C. Handleuchtentransformatoren	§ 10 Ausgangsspannung bei Belastung
§ 2 Begriffserklärungen	§ 11 Ausgangsspannung bei Leerlauf
§ 5 Nennwerte	§ 12 Leerlaufbedingungen und Kurzschlußspannung
§ 7 Aufschriften	§ 13 Erwärmung
§ 8 Schutz gegen elektrischen Schlag	§ 14 Kurzschluß- und Überlastungsschutz
§ 11 Ausgangsspannung bei Leerlauf	§ 18 Aufbau
§ 18 Aufbau	§ 19 Einzelteile
§ 21 Netzanschluß	§ 21 Netzanschluß
D. Aufbautransformatoren	§ 25 Kriech- und Luftstrecken
§ 2 Begriffserklärungen	Bilder
§ 7 Aufschriften	1 Tastfinger
§ 8 Schutz gegen elektrischen Schlag	2 Prüfstift
§ 11 Ausgangsspannung bei Leerlauf	3 Federhammer-Schlag-Prüfgerät
§ 12 Leerlaufbedingungen und Kurzschlußspannung	4 Spritzgerät
§ 18 Aufbau	5 Kugeldruck-Prüfgerät
§ 21 Netzanschluß	6 Glühorn-Prüfgerät
E. Transformatoren für medizinische und zahnmedizinische Geräte	7 Anordnung und Abmessungen der Elektroden für die Prüfung der Kriechstromfestigkeit
§ 2 Begriffserklärungen	8 Pendelschlaggerät für Spielzeugtransformatoren
§ 5 Nennwerte	Anhang
§ 8 Schutz gegen elektrischen Schlag	Wesentliche Abweichungen von der CEE-Publikation 15
§ 21 Netzanschluß	Zusammenstellung der verwendeten Symbole
F. Transformatoren in Lötpistolen	
§ 2 Begriffserklärungen	
§ 5 Nennwerte	
§ 7 Aufschriften	

Diese Bestimmungen bestehen aus zwei Teilen.

- Teil I Allgemeine Bestimmungen enthält die Paragraphen allgemeiner Art.
- Teil II Sonderbestimmungen, umfaßt Abschnitte A, B usw., von denen jeder eine besondere Art von Sicherheitstransformatoren behandelt. Die Paragraphen dieser Abschnitte ergänzen oder ändern die entsprechenden Paragraphen oder Unterabschnitte in Teil I. Wo kein entsprechender Paragraph oder Unterabschnitt in Teil II aufgeführt ist, gilt der Paragraph oder Unterabschnitt von Teil I unverändert. Wo im Text von Teil II festgestellt wird „zusätzlich“ oder wo er sich auf eine Änderung bezieht, gilt dieser Zusatz oder diese Änderung; in allen anderen Fällen ersetzt der Wortlaut von Teil II die ihm entsprechende Anforderung, Prüfbestimmung oder Erläuterung von Teil I.

In diesen Bestimmungen ist das Giorgi-Maßsystem angewendet, in welchem das Newton (Symbol N) die Einheit der Kraft ist (ein Newton = 0,102 Kilopond).

Bei der Umrechnung der in Newton angegebenen Werte darf $1 \text{ N} \approx 0,1 \text{ kp}$ angenommen werden.

Im Rahmen dieser VDE-Bestimmungen sind gekennzeichnet:

Anforderungen durch Fettdruck,

Prüfbestimmungen, Begriffserklärungen und Tafeln durch
Normaldruck,

Erläuterungen durch Kleindruck.

Einleitung

Vorstand, Delegiertenversammlung und Technischer Ausschuß des VDE haben dringend empfohlen, die VDE-Bestimmungen soweit irgend möglich den entsprechenden internationalen Festlegungen anzugleichen (Harmonisierung). Unter diesem Gesichtspunkt hat die VDE-Kommission 0550 „Kleintransformatoren“ VDE 0550 Teil 2/3.59 „Vorschriften für Kleintransformatoren, Teil 2 Sondervorschriften für Schutz-, Spielzeug- und Klingeltransformatoren“ in möglichst weitgehender Anlehnung an die Neubearbeitung der CEE-Publ. 15 und anderer einschlägiger internationaler Arbeiten neu gefaßt.

Der Entwurf 1 wurde als selbständige VDE-Arbeit unter der Bezeichnung VDE 0551/....64 der deutschen Fachwelt zum Einsprechen vorgelegt. Aus der Fülle der eingegangenen Einsprüche ergaben sich Abweichungen von der CEE-Publikation 15, so daß es im Jahre 1966 geboten erschien, einen Entwurf 2 zu veröffentlichen. Die daraus entstandene Schlußfassung ist unter der Bezeichnung

„VDE 0551/11.67 „Bestimmungen für Sicherheitstransformatoren““ herausgegeben worden. Die wesentlichen Abweichungen dieser Bestimmungen von den CEE-Anforderungen sind im Anhang aufgeführt.

I. Allgemeine Bestimmungen

§ 1

G ü l t i g k e i t

a) Geltungsbeginn

Diese Bestimmungen galten ab 1. November 1967.

Mit den Änderungen a und b galten sie ab 1. September 1971.

Mit den Änderungen a bis c gelten sie ab 1. Mai 1972¹⁾).

a) Geltungsbereich

1. Diese Bestimmungen gelten für ortsfeste oder ortsveränderliche einphasige oder dreiphasige luftgekühlte Transformatoren für Schutzkleinspannung auf der Ausgangsseite mit einer

¹⁾ Genehmigt durch den Vorstand des VDE im August 1967, bekanntgegeben in ETZ-B 1964 S. 490 (Entwurf 1), ETZ-B 1966 S. 61 (Entwurf 2) und ETZ-B 1967 Heft 22.

Änderung b: Genehmigt vom Vorstand des VDE im Juli 1971, bekanntgegeben in ETZ-B 21 (1969) Seite M 158, 22 (1970) Seite M 93 und 23 (1971) Seite M 110.

Änderung c: Genehmigt vom Vorstand des VDE im März 1972, bekanntgegeben in ETZ-B 23 (1971) Seite M 130 und 24 (1972) Seite M 70.

Frühere Fassung:	Genehmigt:	Gültig ab:	Bekanntm. in ETZ:
VDE 0550 Teil 2/2.55	12. 54	1. 2. 55	A 1953 S. 279 A 1955 S. 141
Änderung a	1. 59	1. 3. 59	A 1958 S. 483 A 1959 S. 156

Nenn-Eingangsspannung von nicht mehr als 500 V, einer Nennleistung von nicht mehr als 10 kVA und einer Nennfrequenz von nicht mehr als 500 Hz für Stromkreise, bei denen die Schutzmaßnahme Schutzkleinspannung nach VDE 0100 angewendet wird.

Beispiele hierfür sind:

Transformatoren für ortsveränderliche Werkzeuge,
Spielzeugtransformatoren,
Klingeltransformatoren,
Handleuchtentransformatoren,
Auftautransformatoren,
Transformatoren für medizinische Geräte,
Transformatoren für Heizdecken und Heizkissen.

Diese Bestimmungen gelten auch für offene Transformatoren (Geräteeinbau-Transformatoren) mit Schutzkleinspannung auf der Ausgangsseite, wobei die im Gerät vorliegenden Bedingungen zu berücksichtigen sind. Beispiele für solche Transformatoren sind:

Transformatoren in Geräten für Haar- oder Hautbehandlung,
Transformatoren in Lötpistolen,
Transformatoren für medizinische und zahnmedizinische Geräte.
Gleichrichtertransformatoren.

Diese Bestimmungen gelten nicht für Öltransformatoren, Transformatoren mit Sandfüllung oder ähnliche Transformatoren.

2. Für die Verwendung in Räumen, in denen besondere Verhältnisse auftreten, z. B. auf Schiffen, Fahrzeugen oder dgl. und in Räumen mit gefährlicher Atmosphäre, z. B. in explosionsgefährdeten Räumen, können Sonderausführungen notwendig werden.

§ 2

Begriffserklärungen

- a) Spannungs- und Stromangaben beziehen sich auf Effektivwerte, falls nichts anderes angegeben ist.
 - b) Die nachstehenden Begriffserklärungen finden für die Zwecke dieser Bestimmungen Anwendung.
1. **Sicherheitstransformator** (nachfolgend kurz Transformator genannt) ist ein Transformator, dessen Eingangswicklung von der Ausgangswicklung elektrisch getrennt ist und der dazu bestimmt ist, einen Verteilungsstromkreis, ein Gerät oder andere Einrichtungen mit Nennspannungen bis 42 V zwischen den Außenleitern (50 V Leerspannung) bzw. – bei Dreiphasen-Transformato-

ren – mit Nennspannungen bis 24 V zwischen Außen- und Mittelpunkt-leiter) (29 V Leerlaufspannung) zu speisen, um die Gefahr eines elektrischen Schlages zu vermindern.

1.1 **Schutzkleinspannung** ist die Spannung, die gemäß VDE 0100 bei Anwendung der Schutzmaßnahme Schutzkleinspannung erforderlich ist.

2. **Eingangswicklung** ist die Wicklung, die zum Anschluß an das Netz bestimmt ist.
3. **Ausgangswicklung** ist die Wicklung, die zum Anschluß an den Verteilungsstromkreis oder an das Gerät bestimmt ist.
4. **Nenn-Eingangsspannung** ist die Netzspannung (bei Dreiphasennetzen die Leiterspannung), für die der Transformator bezeichnet ist.
5. **Nenn-Eingangsspannungsbereich** ist der Bereich zwischen den Eingangsspannungsgrenzen, für die der Transformator vom Hersteller bezeichnet ist.
6. **Nennfrequenz** ist die Frequenz, für die der Transformator bezeichnet ist.
7. **Nenn-Ausgangsstrom** ist der Strom, für den der Transformator für den Betrieb mit Nenn-Eingangsspannung bei Nennfrequenz bezeichnet ist.
8. **Nenn-Ausgangsspannung** ist die Spannung (bei Dreiphasennetzen die Leiterspannung), für die der Transformator für den Betrieb mit Nenn-Eingangsspannung, Nennfrequenz und Nenn-Ausgangsstrom beim Leistungsfaktor 1 bezeichnet ist.

Die Nenn-Ausgangsspannung ist für volle Belastung und nicht für Leerlauf festgelegt, weil der Unterschied in der Ausgangsspannung für beide Bedingungen beträchtlich sein kann.

8.1 **Leerlaufspannung** ist die Ausgangsspannung eines unbelasteten Transformators bei Nenn-Eingangsspannung und Nennfrequenz.

9. **Nennleistung** ist das Produkt aus der Nenn-Ausgangsspannung und dem Nenn-Ausgangsstrom, bei Dreiphasentransformatoren das $\sqrt{3}$ fache Produkt aus der Nenn-Ausgangsspannung und dem Nenn-Ausgangsstrom. Falls der Transformator mehr als eine Ausgangswicklung oder eine Ausgangswicklung mit Anzapfungen besitzt, ist die Nennleistung gleich der Summe der Produkte aus Nenn-Ausgangsspannung und Nenn-Ausgangsstrom für die Stromkreise, die gleichzeitig belastet werden können.
10. **Leerlaufleistung** ist die vom Transformator aufgenommene Leistung, wenn er an die Nenn-Eingangsspannung bei Nennfrequenz und offener Ausgangswicklung angeschlossen ist.
11. **Kurzschlußspannung** ist die Spannung, die an die Eingangswicklung angelegt werden muß, um in der kurzgeschlossenen Ausgangswicklung den Nenn-Ausgangsstrom hervorzurufen.

fen. Dabei sollen die Wicklungen Raumtemperatur [§ 4 d)] haben. Sie wird in Prozenten der Nenn-Eingangsspannung ausgedrückt.

12. **Festangeschlossene flexible Leitung** ist eine Leitung, die so am Transformator befestigt ist, daß sie nur unter Benutzung eines Werkzeuges abgetrennt werden kann.
13. **Auswechselbare Teile** sind Teile, die ohne Hilfe von Werkzeug entfernt werden können.
14. **Betriebsisolierung** ist die Isolierung, die für den ordnungsgemäßen Betrieb des Transformators und zum grundlegenden Schutz gegen elektrischen Schlag erforderlich ist.
15. **Zusätzliche Isolierung** (Schutzisolierung) ist eine unabhängige Isolierung, die zusätzlich zur Betriebsisolierung vorgesehen wird, um für den Fall eines Versagens der Betriebsisolierung Schutz gegen elektrischen Schlag zu gewährleisten.
16. **Doppelte Isolierung** ist eine Isolierung, die sowohl Betriebsisolierung als auch zusätzliche Isolierung umfaßt.
17. **Verstärkte Isolierung** ist eine verbesserte Betriebsisolierung mit solchen mechanischen und elektrischen Eigenschaften, daß sie den gleichen Schutz gegen elektrischen Schlag wie die doppelte Isolierung gewährleistet.
18. **Transformator der Schutzklasse I** ist ein Transformator, der mindestens durchweg Betriebsisolierung aufweist und mit einer Vorrichtung für den Anschluß des Schutzleiters versehen ist und bei Transformatoren für den Anschluß mittels biegsamer Leitung entweder mit einem Gerätestecker mit Schutzkontakt ausgerüstet ist oder eine festangeschlossene flexible Leitung mit einem Schutzleiter und einem Stecker mit Schutzkontakt besitzt.

Transformatoren der Schutzklasse I können Teile mit doppelter Isolierung oder verstärkter Isolierung besitzen. Solche Teile werden den Prüfungen für die Schutzklasse II unterworfen.

19. **Transformator der Schutzklasse II** ist ein Transformator ohne Vorrichtungen für den Anschluß des Schutzleiters.
Der Transformator kann doppelt isoliert oder verstärkt isoliert (oder als eine Kombination aus beiden) gebaut sein.

Solche Transformatoren können einer der nachstehenden Bauarten angehören:

- 19.1 Transformator, der ein widerstandsfähiges und durchgehendes Gehäuse aus Isolierstoff besitzt, das alle Metallteile einschließt, mit der Ausnahme von kleinen Teilen wie Leistungsschilder, Schrauben und Nieten, die von unter Spannung stehenden Teilen durch eine mindestens der verstärkten Isolierung gleichwertige Isolierung getrennt sind. Ein derartiger Transformator wird als ein in Isolierstoff eingeschlossener Transformator der Schutzklasse II bezeichnet.
- 19.2 Transformator, der ein durchgehendes Gehäuse aus Metall besitzt, bei dem durchweg doppelte Isolierung angewendet ist, mit Ausnahme von solchen Teilen, bei denen doppelte Isolierung offen-

sichtlich nicht anwendbar ist. Ein derartiger Transformator wird als ein in Metall eingeschlossener Transformator der Schutzklasse II bezeichnet.

- 19.3 Transformator, der eine Kombination aus den Bauarten 1 und 2 darstellt.

Das Gehäuse eines in Isolierstoff eingeschlossenen Transformators der Schutzklasse II kann einen Teil oder die Gesamtheit der zusätzlichen Isolierung oder der verstärkten Isolierung bilden.

Falls ein Transformator einer dieser Bauarten mit einer Anschlußklemme für den Schutzleiter oder einem Schutzkontakt versehen ist, wird er als zur Schutzklasse I gehörig angesehen.

20. **Kurzschluffester Transformator** ist ein Transformator, bei dem die Temperaturerhöhung die vorgeschriebenen Grenzen nicht überschreitet, wenn der Transformator überlastet oder kurzgeschlossen wird.
21. **Bedingt kurzschluffester Transformator** ist ein Transformator, der eine Schutzvorrichtung enthält, wie eine Sicherung, einen Überlastschutz oder einen Temperaturbegrenzer, die den Eingangs- oder Ausgangstromkreis öffnet, wenn der Transformator überlastet oder kurzgeschlossen wird.
22. **Unbedingt kurzschluffester Transformator** ist ein Transformator ohne irgendeine Vorrichtung zur selbsttätigen Öffnung des Eingangs- oder Ausgangstromkreises im Falle der Kurzschließung oder Überlastung.
23. **Nicht kurzschluffester Transformator** ist ein Transformator, der gegen übermäßige Temperaturerhöhung mittels einer Schutzeinrichtung in der Installation geschützt ist.
24. **Ortsveränderlich** ist ein Transformator, der im normalen Gebrauch bewegt wird oder leicht bewegt werden kann, auch während er an das Netz angeschlossen ist.
25. **Ortsfest** ist ein festinstallierter Transformator, der nur mit Hilfe von Werkzeug von seinem Aufstellungsort entfernt werden kann.

In Fahrzeugen fest eingebaute Transformatoren gelten als ortsfest.

26. **Temperaturbegrenzer** ist eine temperaturempfindliche Vorrichtung, durch die bei unsachgemäßem Gebrauch die Temperatur eines Transformators oder seiner Teile durch selbsttätiges Öffnen des Stromkreises begrenzt wird und die so gebaut ist, daß ihre Einstellung durch den Benutzer nicht geändert werden kann.

Temperaturbegrenzer können auf die Temperatur, den Strom oder beides ansprechen.

27. **Selbsttätig zurückstellender Temperaturbegrenzer** ist ein Temperaturbegrenzer, der den Strom selbsttätig wieder einschaltet, nachdem das betreffende Teil sich ausreichend abgekühlt hat.
28. **Nicht selbsttätig zurückstellender Temperaturbegrenzer** ist ein Temperaturbegrenzer, bei dem die

Wiedereinschaltung von Hand oder die Auswechslung eines Teiles erforderlich ist, um den Strom wieder einzuschalten.

29. **Ü b e r l a s t - A u s l ö s e r** ist ein vom Strom betätigter Schalter, der einen Stromkreis gegen Überlastung schützt, indem er sich öffnet, wenn der Strom in diesem Stromkreis einen bestimmten Wert erreicht hat.
30. **W e r k z e u g** ist ein Schraubenzieher, eine Münze oder ähnlicher anderer Gegenstand, der geeignet ist, zum Betätigen einer Schraube oder ähnlicher Befestigungsmittel verwendet zu werden.
31. **G e k a p s e l t e r T r a n s f o r m a t o r** ist ein Transformator mit Gehäuse in abgedeckter, tropf- oder spritzwassergeschützter oder wasserdichter Ausführung.
 - 31.1 **A b g e d e c k t e r T r a n s f o r m a t o r** ist ein Transformator, bei dem die spannungführenden Teile der zufälligen Berührung entzogen sind und der keinen Schutz gegen Feuchte hat.
 - 31.2 **T r o p f w a s s e r g e s c h ü t z t e r T r a n s f o r m a t o r** ist ein Transformator, der Schutz gegen hohe Luftfeuchte, Wrasen und senkrecht fallende Wassertropfen besitzt.
 - 31.3 **S p r i t z w a s s e r g e s c h ü t z t e r T r a n s f o r m a t o r** ist ein Transformator, der Schutz gegen aus allen Richtungen auffallende Wassertropfen besitzt.
 - 31.4 **W a s s e r d i c h t e r T r a n s f o r m a t o r** ist ein Transformator, der Schutz gegen Eindringen von Wasser ohne Druck besitzt.
32. **O f f e n e r T r a n s f o r m a t o r** ist ein Transformator, bei dem der erforderliche Schutz durch das Gehäuse des Gerätes oder Betriebsmittels hergestellt wird, in das der Transformator eingebaut wird.
- c) Der Ausdruck **K ö r p e r** wird in diesen Bestimmungen als ein allgemeiner Ausdruck verwendet, der alle berührbaren Metallteile einschließt, Achsen von Handgriffen, Knöpfen u. dgl., berührbare Metallschrauben und Metallbelag in Berührung mit berührbaren Teilen aus Isolierstoff; nicht berührbare Metallteile schließt er nicht ein.

§ 3

Allgemeine Anforderungen

Transformatoren müssen so gebaut und bemessen sein, daß bei ihrem normalen Gebrauch ihre Wirkungsweise zuverlässig ist, und daß sie selbst im Falle von Fehlern keine Gefahr für den Benutzer oder die Umgebung mit sich bringen.

Im allgemeinen erfolgt die Kontrolle durch die Ausführung sämtlicher vorgeschriebener Prüfungen.

§ 4

Allgemeines über die Prüfungen

- a) Die Prüfungen gemäß diesen Anforderungen sind Typenprüfungen.
- b) Die Prüfungen werden an den Prüflingen im Anlieferungszustand ausgeführt.

Falls die Prüfungen gemäß § 13 c) 2. nicht erforderlich sind, beträgt die Zahl der Prüflinge

2, falls die Nenn-Ausgangsleistung 100 VA nicht übersteigt,

1, falls die Nenn-Ausgangsleistung 100 VA übersteigt.

Falls die Prüfungen gemäß § 13 c) 2. erforderlich sind, werden drei zusätzliche Prüflinge verlangt mit weiteren drei, falls die Prüfungen wiederholt werden müssen.

Alle Prüflinge müssen den einschlägigen Prüfungen standhalten mit der Ausnahme, die in § 13 c) 2. angegeben ist.

- c) Die Prüfungen werden in der Reihenfolge der Paragraphen vorgenommen.
- d) Falls nichts anderes vorgeschrieben ist, werden die Prüfungen bei Nennfrequenz, bei einer Umgebungstemperatur von $20\text{ °C} \pm 5\text{ grd}$ und in der ungünstigsten normalen Gebrauchslage vorgenommen.
- e) Prüfwechselspannungen sollen praktisch sinusförmig sein.
- f) Transformatoren, die für mehr als eine Nenn-Eingangsspannung, für einen Nenn-Eingangsspannungsbereich oder für mehr als eine Nennfrequenz bestimmt sind, werden bei der für jede Prüfung ungünstigsten Spannung oder Frequenz geprüft.
- g) Soweit wie möglich werden die Messungen mit Instrumenten ausgeführt, die die zu messenden Werte nicht nennenswert beeinflussen; wenn nötig, werden Korrekturen zur Berücksichtigung dieses Einflusses vorgenommen.
- h) Transformatoren, die für den Anschluß mittels festangeschlossener flexibler Leitung bestimmt sind, werden mit dieser Leitung geprüft.

§ 5

Nennwerte

- a) **Die Nenn-Ausgangsspannung darf 42 V nicht überschreiten.**

Bevorzugte Werte für die Nenn-Ausgangsspannung sind 6, 12, 24 und 42 V.

Ausnahmen siehe II, Abschnitt A, B, C und E für Spielzeugtransformatoren, Klingeltransformatoren und Transformatoren für medizinische und zahnmedizinische Geräte.

b) Für die Nennleistung empfohlene Werte sind:

für Einphasentransformatoren 25, 40, 63, 100, 160, 250, 400, 630, 1000, 1600, 2500, 4000, 6300 und 10 000 VA,

für Dreiphasentransformatoren 630, 1000, 1600, 2500, 4000, 6300, 10 000 VA.

Ausnahmen siehe II, Abschnitt A und B für Spielzeugtransformatoren und Klingeltransformatoren.

Die Kontrolle zu a) und b) erfolgt durch Besichtigung der Aufschriften.

§ 6**K l a s s i f i k a t i o n****Transformatoren werden unterteilt:****1. nach der Art des Schutzes gegen elektrischen Schlag in:**

Transformatoren der Schutzklasse I,

Transformatoren der Schutzklasse II;

Offene Transformatoren können nicht der Schutzklasse II zugeordnet werden, sie können jedoch hierfür vorbereitet werden.

2. Nach der Art der Kurzschlußfestigkeit in:

unbedingt kurzschlußfeste Transformatoren,

bedingt kurzschlußfeste Transformatoren,

nicht kurzschlußfeste Transformatoren;

3. nach der Art des Schutzes gegen Feuchte in:

abgedeckte Transformatoren,

tropfwassergeschützte Transformatoren,

spritzwassergeschützte Transformatoren,

wasserdichte Transformatoren.

4. Nach der Art der Zugänglichkeit von unter Spannung stehenden Teilen:

gekapselte Transformatoren,

offene Transformatoren.

§ 7**A u f s c h r i f t e n****a) Transformatoren müssen mit nachstehenden Aufschriften versehen sein:**

Symbol für Sicherheitstransformatoren,

Nenn-Eingangsspannung oder -spannungen oder Nenn-Eingangsspannungsbereich in Volt,

**Nenn-Ausgangsspannung oder -spannungen in Volt,
Nennleistung in Voltampere oder Kilovoltampere,
Nennfrequenz oder -frequenzen in Hertz oder Perioden je Sekunde,**

Kurzschlußspannung in Prozenten bei ortsfesten Transformatoren mit einer Leistung von mehr als 630 VA,

Falls der Transformator mehr als eine Ausgangswicklung besitzt, ist die anzugebende Kurzschlußspannung der niedrigste Wert für die verschiedenen Wicklungen.

Temperaturbeständigkeitsangabe durch die Bezeichnung T Umgebungstemperatur/Temperaturbeständigkeitsklasse oder festgelegte Übertemperatur;

Beispiel: T 60/E für Umgebungstemperatur 60 °C und Temperaturbeständigkeitsklasse E; zulässige Übertemperatur 55 grd statt 75 grd.

Ursprungszeichen,

Modell- oder Typenzeichen,

gegebenenfalls Symbol für Transformatoren der Schutzklasse II,

gegebenenfalls Symbol für die Feuchteschutzart.

Es wird empfohlen, Dreiphasen-Transformatoren mit einem Symbol für die Schaltgruppe gemäß VDE 0532 zu kennzeichnen.

Ausnahmen siehe II, Abschnitt A, B, C und D.

- b) Bei Transformatoren mit einem Nenn-Eingangsspannungsbereich muß erkennbar sein, zu welchem Wert der Nenn-Eingangsspannung die anderen Werte gehören.**

Diese Anforderung kann erfüllt werden durch Unterstreichen des betreffenden Wertes der Nenn-Eingangsspannung oder durch eine gesonderte Kennzeichnung.

- c) Falls ein Transformator zum Anschluß an verschiedene Nenn-Betriebsspannungen vorgesehen ist, muß die Spannung, auf die er eingestellt ist, leicht und deutlich erkennbar sein.**

- d) Transformatoren mit Ausgangsanszapfungen oder mit mehreren Ausgangswicklungen müssen gekennzeichnet sein mit:**

Nenn-Ausgangsspannung für jede Anzapfung oder Wicklung, es sei denn, der Transformator ist für solche Sonderzwecke bestimmt, die häufige Änderungen der Ausgangsspannung erfordern,

Nennleistung oder Nenn-Ausgangsstrom für jede Anzapfung oder Wicklung.

Die Anordnungen der Verbindungen, die erforderlich sind, um die verschiedenen Ausgangsspannungen zu erhalten, muß auf dem Transformator deutlich angegeben sein.

Beispiele für Transformatoren für Sonderzwecke, die häufige Änderungen der Ausgangsspannung bedingen, sind einige Transformatoren für Spielzeuge und Transformatoren für besondere Beleuchtungszwecke.

- e) Nicht kurzschlußfeste Transformatoren müssen zusätzlich durch nachstehende Aufschriften gekennzeichnet sein:

das Symbol  oder  hinter dem der Nennstrom der zugehörigen Sicherung in Ampere angegeben ist.

Unbedingt kurzschlußfeste Transformatoren müssen zusätzlich gekennzeichnet sein durch:

das Symbol .

Bedingt kurzschlußfeste Transformatoren mit eingebauten Sicherungen müssen zusätzlich mit nachstehender Aufschrift versehen sein:

Nennstrom der Sicherung, durch die sie geschützt sind, in Ampere.

Bedingt kurzschlußfeste Transformatoren, die mit anderen austauschbaren Schutzvorrichtungen versehen sind, müssen zusätzlich mit nachstehenden Aufschriften versehen sein:

Modellnummer oder Typenzeichen der Vorrichtung,
Nennwerte der Vorrichtung.

- f) Anschlußklemmen von Dreiphasentransformatoren, die ausschließlich zum Anschluß des Mittelleiters bestimmt sind, müssen durch das Symbol N gekennzeichnet sein.

Anschlußklemmen für die Schutzleiter müssen durch das Symbol  gekennzeichnet sein.

Die Kennzeichnung muß derart sein, daß die Eingangsklemmen eindeutig von den Ausgangsklemmen zu unterscheiden sind.

Erfolgt die Kennzeichnung durch Buchstaben, so sind die Eingangsklemmen mit großen, die Ausgangsklemmen mit kleinen Buchstaben zu bezeichnen.

- g) Transformatoren mit Anschlußklemmen für mehr als eine Nenn-Eingangsspannung müssen mit einer der nachstehenden zusätzlichen Kennzeichnungen versehen sein:

einem Schaltbild mit Kreisen zur Darstellung der Klemmen, wobei die betreffenden Kreise durch Linien mit den zugehörigen Werten der Nenn-Betriebsspannung zu verbinden sind, die an diesen Linien angebracht sind,

einer Angabe der Werte der Nenn-Betriebsspannung in der Nachbarschaft der in Betracht kommenden Klemmen, aus denen ersichtlich ist, wie der Transformator an das Netz anzuschließen ist.

- h) Werden Abkürzungen verwendet, so müssen nachstehende Buchstaben benutzt werden:

Volt	V
Ampere	A
Voltampere	VA
Kilovoltampere	kVA
Hertz oder Perioden je Sekunde	Hz oder c/s

Folgende Symbole sind zu verwenden:

für gekapselte Sicherheitstransformatoren:



für offene Sicherheitstransformatoren:



für Sicherheitstransformatoren der Schutzklasse II zusätzlich:



Ausführung nach DIN 40 014.

tropfwassergeschützt	 (ein Tropfen)
spritzwassergeschützt	 (ein Tropfen im Dreieck)
wasserdicht	 (zwei Tropfen)
Sicherung	
träge Sicherung	
unbedingt kurzschlußfeste Transformatoren	
Mittelleiter	N
Schutzleiter	

- i) **Schalter und Stellvorrichtungen von Transformatoren müssen mit Zahlen, Buchstaben oder ähnlichen Aufschriften (Kometenschweif) gekennzeichnet sein, um die Schaltstellungen der Umsteller oder Vorrichtungen anzuzeigen.**

Bezeichnungen, die diesem Zweck dienen, müssen verständlich sein, ohne daß hierzu Sprachkenntnisse oder die Kenntnis nationaler Normen usw. erforderlich sind.

- j) **Aufschriften dürfen nicht auf Schrauben oder anderen leicht entfernbaren Teilen angebracht sein. Aufschriften müssen mit Ausnahme der nachstehend erwähnten klar erkennbar sein, wenn der Transformator betriebsfertig ist.**

Das Symbol für nicht abgedeckte Sicherheitstransformatoren darf nicht sichtbar sein, wenn der Transformator in einem Gerät oder anderem Betriebsmittel montiert ist.

Bei ortsfesten Transformatoren kann das in g) erwähnte Schaltbild auf der Innenseite der Abdeckung angebracht sein.

Kennzeichnungen von Anschlußklemmen müssen so auf oder in der Nähe der Klemmen angeordnet sein, daß sie nötigenfalls nach Entfernung der Abdeckung klar erkennbar sind. Sie müssen derart sein, daß keine Verwechslung zwischen Eingangsklemmen und Ausgangsklemmen möglich ist.

Aufschriften auf auswechselbaren Schutzvorrichtungen müssen so auf oder in der Nähe ihrer Befestigungsunterlage angebracht sein, daß sie nötigenfalls nach Entfernung der Abdeckung und der Schutzeinrichtung klar erkennbar sind.

Das Symbol für Bauart Klasse II muß so angebracht sein, daß es offensichtlich ist, daß es Teil einer technischen Information ist und eine Verwechslung mit dem Ursprungszeichen unwahrscheinlich ist.

Die Kontrolle zu a) bis j) erfolgt durch Besichtigung.

k) Aufschriften müssen dauerhaft und gut leserlich ausgeführt sein.

Die Kontrolle erfolgt durch Besichtigung und durch Reiben der Aufschrift von Hand mit Stofflappen, von denen der eine mit Wasser, der andere mit Benzin getränkt ist.

l) Für Transformatoren, die diesen Bestimmungen entsprechen, wird auf Antrag durch die VDE-Prüfstelle gemäß ihrer Prüfordnung die Berechtigung zum Anbringen des VDE-Zeichens erteilt.

Näheres siehe VDE 0024 „Prüfstelle und Prüfzeichen des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. [VDE-Druckschrift]“.

§ 8

Schutz gegen elektrischen Schlag

a) Die Gehäuse von Transformatoren dürfen Öffnungen nur insoweit besitzen, als sie für den Gebrauch und den Betrieb des Transformators notwendig sind. Außerdem müssen gekapselte Transformatoren so gebaut sein, daß sie ausreichenden Schutz gegen zufällige Berührung unter Spannung stehender Teile gewährleisten. Dasselbe gilt bei Transformatoren der Schutzklasse II für Metallteile, die von unter Spannung stehenden Teilen nur durch Betriebsisolierung getrennt sind.

Diese Anforderung muß auch nach der Entfernung von auswechselbaren Teilen erfüllt sein, mit der Ausnahme von:

Teilen, die Zugang zu unter Spannung stehenden Teilen mit einer Spannung von nicht mehr als 24 V ermöglichen oder die normalerweise mit einem Stromkreis verbunden sind, der berührbar ist,

Transformatoren mit unter Spannung stehenden Teilen, die normalerweise mit einem Ausgangstromkreis verbunden sind, der berührbar ist, z. B. Transformatoren für Lötpistolen und Auftautransformatoren,

Lampen mit anderen Sockeln als E 10,

Schmelzeinsatzhaltern von Sicherungen des D-Typs oder Schmelzeinsatzhaltern von Sicherungen, die mindestens gleichwertigen Schutz gegen elektrischen Schlag gewährleisten, wenn sie in ortsfeste Transformatoren oder abgedeckte ortveränderliche Transformatoren oder in den Ausgangstromkreis von anderen als abgedeckten ortveränderlichen Transformatoren eingebaut sind.

Die Isoliereigenschaften von Lack, Emaille, Papier, Baumwolle, Oxyd-Überzug auf Metallteilen und Vergußmasse gelten nicht als ausreichend, um den verlangten Schutz gegen zufällige Berührung von unter Spannung stehenden Teilen zu gewährleisten.

Die Kontrolle erfolgt durch Besichtigung und durch eine Prüfung mit dem Tastfinger gemäß Bild 1.

Der Tastfinger wird ohne nennenswerte Kraftausübung in jeder möglichen Stellung angelegt. Öffnungen, die die Einführung des Tastfingers nicht zulassen, werden außerdem durch Anlegung eines Tastfingers ohne Gelenk der gleichen Abmessungen mit einer Kraft von 30 N geprüft, und falls dieser Tastfinger eindringt, wird die Prüfung mit dem Finger gemäß Bild 1 wiederholt, wobei der Finger nötigenfalls durch die Öffnung gedrückt wird. Ein eventuelles Berühren mit unter Spannung stehenden Teilen wird festgestellt.

Es darf nicht möglich sein, blanke unter Spannung stehende Teile oder unter Spannung stehende Teile, die nur durch Lack, Emaille, Papier, Baumwolle, Oxyd-Überzug, Vergußmassen (selbsthärtende Harze gelten nicht als Vergußmasse) oder dergleichen geschützt sind, mit dem Tastfinger zu berühren. Ebenso wenig darf es möglich sein, bei Transformatoren der Schutzklasse II Metallteile zu berühren, die von unter Spannung stehenden Teilen nur durch Betriebsisolierung getrennt sind. Außerdem darf es nicht möglich sein, Bauteile entsprechend den Bestimmungen der Schutzklasse II in den Transformatoren der Schutzklasse I zu berühren.

Außerdem werden Öffnungen im Isolierstoff- oder Metallgehäuse von Transformatoren der Schutzklasse II mit dem Prüfstift gemäß Bild 2 geprüft. Der Prüfstift wird ohne nennenswerte Kraftanwendung in jeder möglichen Stellung angelegt.

Es darf nicht möglich sein, blanke unter Spannung stehende Teile oder Metallteile zu berühren, die von unter Spannung stehenden Teilen nur durch die Betriebsisolierung getrennt sind.

Im Zweifelsfalle wird die Berührung mit blanken unter Spannung stehenden Teilen durch einen elektrischen Kontaktanzeiger festgestellt, dessen Spannung nicht kleiner als 40 V ist.

- b) Zwischen der Ausgangswicklung und dem Körper oder der etwaigen Anschlußklemme für den Schutzleiter darf keine Verbindung bestehen.**

Die Kontrolle erfolgt durch Besichtigung.

- c) Teile, die den Schutz gegen zufällige Berührung gewährleisten, müssen ausreichende mechanische Festigkeit besitzen und dürfen sich im normalen Gebrauch nicht lockern.**

Die Kontrolle erfolgt durch Besichtigung, durch Handprobe und durch die Prüfungen gemäß § 15.

d) Die Achsen von Handgriffen, Bedienungs- oder Betätigungshebel, Knöpfe und dgl. dürfen nicht unter Spannung stehen.

Teile, die in Verbindung mit dem Ausgangstromkreis stehen, werden als unter Spannung stehende Teile angesehen.

e) Falls Handgriffe, Bedienungs- oder Betätigungshebel, Knöpfe und dgl., deren Achsen im Falle eines Isolationsfehlers unter Spannung geraten können, Metallteile enthalten, müssen diese Metallteile entweder in geeigneter Weise mit Isolierstoff umkleidet oder von den Achsen durch zusätzlich Isolierung getrennt sein.

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

Die Kontrolle zu d) und e) erfolgt durch Besichtigung und nötigenfalls durch die Prüfungen, die für zusätzliche Isolierung vorgeschrieben sind.

f) Die Eingangs- und Ausgangswicklungen müssen durch eine Isolierstoff-Zwischenwand derart getrennt sein, daß keinerlei Möglichkeit einer Berührung zwischen diesen Wicklungen besteht und zwar weder direkt noch indirekt über andere Metallteile.

Im einzelnen müssen Vorkehrungen getroffen sein, um folgendes zu verhindern:

Verlagerung der Eingangs- oder Ausgangswicklungen oder ihrer Windungen,

Verlagerung von inneren Leitungen oder Leitungen für den äußeren Anschluß,

unzulässige Verlagerung von Teilen von Wicklungen oder von inneren Leitungen im Falle der Unterbrechung oder der Lockerung von Verbindungen,

Berührung zwischen berührbaren Metallteilen von Transformatoren der Schutzklasse I und Rohren oder Metallabdeckungen äußerer Leitungen des Ausgangsstromes. (Ausgenommen sind Auftautransformatoren.)

Berührung zwischen berührbaren Metallteilen von Transformatoren der Schutzklasse II und Rohren oder Metallabdeckungen der Netzanschlußleitungen,

daß Leitungen, Schrauben, Unterlegscheiben oder dgl. irgendeinen Teil der Isolierung zwischen dem Eingangs- und dem Ausgangstromkreis einschließlich der Wicklungen überbrücken, falls sie sich lockern oder lösen.

Weder die Eingangs- noch die Ausgangswicklungen dürfen lose gewickelt sein.

Nachstehend werden Beispiele der Bauarten angeführt, die den Bestimmungen für Wicklungen genügen, die in diesem Absatz aufgeführt sind.

Wicklungen auf getrennten Spulenkörpern aus geeignetem Isolierstoff, die gegeneinander und gegen den Kern des Transformators starr befestigt sind.

Wicklungen auf einem einzigen Spulenkörper mit einer Trennwand, beide aus geeignetem Isolierstoff, vorausgesetzt, daß der Spulenkörper und die Trennwand aus einem Stück gepreßt oder geformt sind oder daß, falls die Trennwand aufgeschoben ist, eine Zwischenlage oder eine Abdeckung über der Trennfuge zwischen Spulenkörper und Trennwand vorhanden ist.

Wenn die Wicklungen auf einen einzigen Spulenkörper aufgebracht und übereinander angeordnet werden, muß durch besondere Isolierabdeckung der inneren Wicklung das Abrutschen eines Drahtes oder abgebrochenen Drahtendes der äußeren in die innere Wicklung verhindert sein.

Konzentrisch angeordnete Wicklungen auf Spulenkörpern ohne Flansch, vorausgesetzt daß:

jede Lage der Wicklung durch eine isolierende Zwischenlage von der anderen getrennt ist, die über die Endwindungen jeder Lage hinausragt,

eine besondere Zwischenlage aus geeignetem Isoliermaterial von angemessener Dicke zwischen den Eingangswicklungen und den Ausgangswicklungen vorgesehen ist,

die Wicklungen mit einem ausgehärteten Material imprägniert sind, das die Zwischenräume vollständig ausfüllt und die Endwindungen wirksam abdeckt. Es wird nicht als wahrscheinlich vorausgesetzt, daß sich zwei Teile gleichzeitig lockern oder lösen.

g) Kondensatoren dürfen nicht angeschlossen sein zwischen:

Eingangswicklung und berührbaren Metallteilen,

Eingangswicklung und Kern,

Eingangs- und Ausgangswicklungen.

Die Kontrolle zu f) und g) erfolgt durch Besichtigung und durch die Prüfungen gemäß den §§ 15, 16 und 17.

§ 9

Ä n d e r u n g d e r S p a n n u n g s e i n s t e l l u n g

Ortsfeste Transformatoren mit mehr als einer Nenn-Eingangsspannung müssen so gebaut sein, daß die eingestellte Spannung nur mit Werkzeugbenutzung geändert werden kann.

Diese Anforderung an ortsfeste Transformatoren ist erfüllt, wenn ein Werkzeug benutzt werden muß, um eine Abdeckung zu entfernen, bevor die eingestellte Spannung umgeklemt werden kann.

Ortsveränderliche Transformatoren dürfen nur eine Nenn-Eingangsspannung haben.

Die Kontrolle erfolgt durch Besichtigung.

§ 10

A u s g a n g s s p a n n u n g b e i B e l a s t u n g

Bei Speisung des Transformators mit Nenn-Eingangsspannung bei Nennfrequenz und Belastung mit der Nennleistung und Leistungs-

faktor 1, darf die Ausgangsspannung nicht mehr von ihrem Nennwert abweichen als:

10 % bei unbedingt kurzschlußfesten Transformatoren,

5 % bei anderen Transformatoren.

Bei unbedingt kurzschlußfesten Transformatoren mit mehr als einer Nenn-Ausgangsspannung gilt der Wert von 10 % nur für die höchste Nenn-Ausgangsspannung; für die anderen Nenn-Ausgangsspannungen darf die Abweichung nicht mehr als 15 % betragen.

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

Bei Transformatoren mit einem oder mehreren Nenn-Spannungsbereichen gilt die Forderung für den Wert (die Werte) der Nenn-Eingangsspannung, auf die sich die anderen Nennwerte beziehen [siehe § 7 b)].

Bei Transformatoren mit Anzapfungen oder mehreren Ausgangswicklungen, die nicht gekennzeichnet sind [siehe § 7 d)], bezieht sich die Forderung nur auf die höchste Einstellung der Stelleinrichtung.

Die Kontrolle erfolgt durch Messung der Ausgangsspannung bei Speisung des Transformators mit Nenn-Eingangsspannung und Belastung mit Nennleistung beim Leistungsfaktor 1, nachdem der Transformator Beharrungstemperatur erreicht hat.

§ 11

Ausgangsspannung bei Leerlauf

(Leerlaufspannung)

- a) Transformatoren müssen so beschaffen sein, daß die Leerlaufspannung bei der ungünstigsten Nenn-Eingangsspannung und der Nennfrequenz 50 V nicht überschreitet.**

Bei Transformatoren mit mehreren Ausgangswicklungen darf die gesamte Leerlaufspannung 50 V, auch bei Reihenschaltung, nicht überschreiten.

Ausnahmen siehe II Abschnitt A, B, D, E für Spielzeugtransformatoren, Klingeltransformatoren, Aufbautransformatoren und für Transformatoren für medizinische und zahnmedizinische Geräte.

- b) Transformatoren müssen so beschaffen sein, daß der Unterschied zwischen der Leerlaufspannung und der Nenn-Ausgangsspannung die in Tafel 1 aufgeführten Werte nicht überschreitet.**

Die Kontrolle zu a) und b) erfolgt durch Messung der Leerlaufspannung, wobei der Transformator Umgebungstemperatur besitzt und mit der Nenn-Eingangsspannung gespeist wird.

Die gemessene Leerlaufspannung darf 50 V nicht überschreiten und die Differenz zwischen der gemessenen Spannung und der Ausgangsspannung, die bei der Prüfung gemäß § 10 gemessen wird, darf – in Prozenten der letztgenannten Spannung ausgedrückt – die in der nachstehenden Tafel 1 aufgeführten Werte nicht überschreiten.

Tafel 1
Zulässige Spannungsunterschiede

Typ des Transformators	Größter Unterschied zwischen Leerlauf- und Ausgangsspannung bei Nennlast %
Unbedingt kurzschlußfeste Transformatoren:	
bis 63 VA	100
über 63 bis 630 VA	50
über 630 VA	20
Andere Transformatoren:	
bis 63 VA	20
über 63 bis 630 VA	10
über 630 VA	5

Ausnahmen siehe Teile II, Abschnitt A und C.

Bei Transformatoren mit Anzapfungen oder mehreren Ausgangswicklungen, die nicht gekennzeichnet sind [siehe § 7 d)], wird die Leerlaufspannung bei Einstellung der Stelleinrichtung auf ihren höchsten Wert gemessen.

§ 12

Leerlaufbedingungen und Kurzschlußspannung

- a) **Der Leerlaufstrom darf bei Transformatoren folgende Werte nicht überschreiten:**

bis 50 VA Nennleistung	33 % von	$\frac{50 \text{ VA}}{\text{Nenn-Eingangsspannung}}$
über 50 VA Nennleistung	33 % von	$\frac{\text{Nennleistung}}{\text{Nenn-Eingangsspannung}}$

- b) **Der Leerlaufverlust darf bei Transformatoren zwischen 40 und 60 Hz folgende Werte nicht überschreiten:**

bis 30 VA Nennleistung 3 Watt,
über 30 VA Nennleistung 10 % der Nennleistung.

Bei Transformatoren mit einer Nennfrequenz f von weniger als 40 Hz werden diese Grenzen mit dem Verhältnis $\frac{50}{f}$ multipliziert.

Die Kontrolle zu a) und b) erfolgt durch Messung des Leerlaufverlustes, bei Speisung des auf Umgebungstemperatur befindlichen Transformators mit Nennspannung und Nennfrequenz.

- c) **Falls die Kurzschlußspannung angegeben ist, darf sie von dem auf dem Leistungsschild angegebenen Wert nicht um mehr als 20 % dieses Wertes abweichen.**

Die Kontrolle erfolgt durch Messung der Kurzschlußspannung des auf Umgebungstemperatur befindlichen Transformators.

Tafel 2
Temperaturbeständigkeitsklassen
von Isolierstoffen und zulässige Übertemperaturen
in Anlehnung an IEC 85
(bezogen auf 40 °C Umgebungstemperatur)

1	2	3	4
Lfd. Nr.	Klasse	Höchste zulässige Dauertemperatur bei Nennbetrieb °C	Isolierstoffe (Beispiele)
1	A	105	Organische Faserstoffe wie Baumwolle, Seide, Zellwolle, Kunstseide, Preßspan u. ä.
2			Modifizierte Öllacke für Drähte
3			Zelluloseacetatfolien, Thermoplaste, sofern sie den Anforderungen genügen***)
4	E	120	Hartpapier, Hartgewebe, Lackpapier, Lackgewebe, ausgehärtete Preßmassen auf der Basis von Phenol-, Melamin-, Polyester- und Epoxyd-Gießharze mit organischen Füllstoffen. Thermoplaste, sofern sie den Anforderungen genügen***) Kunsthharzlacke für Drähte
5			Papier, Elektropreßspan in Verbindung mit Folien nach lfd. Nr. 6
6			Triacetatfolien, Triacetobutyratfolien.

Tafel 2 (Fortsetzung)

5	6	7	8
Behandlung*)	Heißpunkt- Über- tempe- ratur**) (hot spot) (siehe § 13 b) 5.2) grd	Höchste zulässige mittlere Übertemperatur Nenn- betrieb grd	Kurzschluß- fall grd
getränkt oder in Füll- masse	5	60	110
ohne			60
ohne	5	75	135
getränkt oder in Füll- masse			100
ohne			

*) Die Angaben der Spalte 5 sind anwendbar sowohl bei dem einzelnen Isolierstoff wie auch bei gesamten Wicklungen.
Ein Isolierstoff gilt als getränkt, wenn die Luft in seinen Poren weitgehend durch das Tränkmittel ersetzt und sein Gefüge fest verklebt ist.
Eine Wicklung gilt als getränkt, wenn alle Hohlräume weitgehend mit Tränkmittel ausgefüllt und Drähte wie Isolierstoffe miteinander und untereinander verbacken sind. Sie gilt als in Füllmasse, wenn alle Hohlräume weitgehend ausgefüllt sind.
Tränkmittel bzw. Füllmassen müssen gute Isoliereigenschaft und Wärmeleitfähigkeit haben und für die jeweilige Temperaturbeständigkeit geeignet sein.

**) über der höchsten zulässigen mittleren Übertemperatur im Nennbetrieb.

***) Im allgemeinen genügt ein Thermoplast, wenn seine Schmelztemperatur 30 grd über der Bezugstemperatur liegt.
Bezugstemperatur für die Beurteilung ist die zulässige Temperatur im Kurzschlußfall (Wert aus Spalte 8 zuzüglich 40 in °C).
Kriterium für die Eignung: Weder erkennbare Veränderung oder Verformung des Thermoplasten noch Beeinträchtigung der Sicherheit oder Funktion im Sinne dieser Bestimmungen nach Durchführung der Prüfungen.

Bei Verwendung verschiedener Isolierstoffklassen an einem Transformator darf die höchste zulässige Dauertemperatur am jeweiligen Isolierstoff nicht überschritten werden.

§ 13

E r w ä r m u n g

a) A n f o r d e r u n g e n

1. Transformatoren, ihre Teile sowie ihre Unterlagen dürfen im normalen Gebrauch keine unzulässigen Temperaturen annehmen.
2. Vergußmasse darf sich nicht so weit erwärmen, daß, auch bei ungünstiger Lage der Prüflinge, die Gefahr des Auslaufens besteht.
3. Transformatoren müssen sich einer der Temperaturbeständigkeitsklassen nach Tafel 2 zuordnen lassen.

Die Einordnung von Isolierstoffen und Tränkmitteln in Temperaturbeständigkeitsklassen gemäß Tafel 2 gilt als Empfehlung, von der z. B. durch Verwendung nicht in der Tafel genannter Stoffe, anderer Behandlungsverfahren oder geeigneten Aufbau abgewichen werden kann.

Bei Abweichung von der Klassifizierung muß jedoch der Nachweis ausreichender Temperaturbeständigkeit erbracht werden. Prüfung in Vorbereitung.

b) Prüfbedingungen und Meßverfahren

1. Erwärmung und Messung der Transformatoren werden in einem allseitig geschlossenen zugfreien Prüfraum (Prüfschrank) vorgenommen.
2. Ortsveränderliche Transformatoren werden auf eine mattschwarz gestrichene Holzunterlage gestellt.
 - 2.1 Ortsfeste Transformatoren werden in der Gebrauchslage auf einer mattschwarz gestrichenen Holzunterlage montiert.
 - 2.2 Die Unterlagen müssen mindestens 2 cm dick sein, und mindestens 10 cm über die Außenkonturen der Prüflinge hinausragen.
3. Transformatoren mit Gehäusen werden mit den zugehörigen Gehäusen in dem genannten Prüfraum geprüft.
4. Die Lufttemperatur im Prüfraum (Umgebungstemperatur des Prüflings) ist frei in diesem und im Abstand der größten waagerechten Ausdehnung des Prüflings, mindestens jedoch in 20 cm Abstand von der Wicklung und in mittlerer Höhe des Prüflings zu messen.
Sie darf sich während der Prüfung an der Meßstelle um nicht mehr als ± 5 grd ändern.
 - 4.1 Die jeweils für die Prüfungen anzuwendende Lufttemperatur ist der Tafel 3 zu entnehmen.
 - 4.2 Bei Transformatoren nach Tafel 3 lfd. Nr. 1, die bei einer anderen Umgebungstemperatur des Prüflings als 40 °C betrieben werden sollen, muß diese (gegebenenfalls auch

auf dem Leistungsschild) angegeben werden. Die Prüfung ist dann bei der genannten Umgebungstemperatur vorzunehmen.

5. Die Temperaturen von Wicklungen werden errechnet aus:
 - 5.1 der mittleren Übertemperatur im Beharrungszustand,
 - 5.2 einem Erfahrungszuschlag von 5 grd für die Differenz zwischen der mittleren Übertemperatur und der nicht erfaßten Übertemperatur an der heißesten Stelle (hot spot) der Wicklung (s. Tafel 2, Spalte 6),
 - 5.3 der Umgebungstemperatur des Prüflings.
6. Übertemperaturen der Wicklung werden nach der Widerstandsmethode ermittelt, Temperaturen anderer fester Körper können mit Thermoelementen gemessen werden.
 - 6.1 Der Wert der Übertemperatur einer Wicklung wird mit der Gleichung

$$\Delta t = \frac{R_2 - R_1}{R_1} (235 + t_1) - (t_2 - t_1)$$

berechnet, in welcher bedeutet:

- Δt die Übertemperatur
 R_1 den Widerstand zu Beginn der Prüfung (bei t_1)
 R_2 den Widerstand am Ende der Prüfung (bei t_2)
 t_1 die Umgebungstemperatur bei Beginn der Prüfung
 t_2 die Umgebungstemperatur am Ende der Prüfung.

Es wird empfohlen, die Messung für jede Wicklung gesondert im Beharrungszustand und unmittelbar nach der Abschaltung vorzunehmen und dann in kurzen Zwischenräumen zu wiederholen, so daß eine Kurve der Widerstandsänderung in Abhängigkeit von der Zeit gezeichnet werden kann.

Der Widerstand im Zeitpunkt des Abschaltens (R_2) wird durch Extrapolation aus dieser Kurve gewonnen.

7. Bei Transformatoren mit mehr als einer Ausgangswicklung oder einer Wicklung mit Anzapfungen wird die Prüfung an der Wicklung oder dem Wicklungsteil ausgeführt, die bzw. der die ungünstigsten Ergebnisse bringt.
8. Thermoelemente zur Messung von Oberflächentemperaturen werden so gewählt und angeordnet, daß sie ein Minimum von Wärme aus der geprüften Oberfläche ableiten.
 - 8.1 Thermoelemente zur Messung der Temperatur von Unterlagen aus Holz werden auf der Rückseite von kleinen geschwärzten Plättchen aus Kupfer oder Messing befestigt, die mit der Holzoberfläche bündig sind.