

	DIN EN 60076-3 (VDE 0532-76-3)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.180 Ersatz für DIN EN 60076-3 (VDE 0532-76-3):2014-08 Siehe Anwendungsbeginn Leistungstransformatoren – Teil 3: Isolationspegel, Spannungsprüfungen und äußere Abstände in Luft (IEC 60076-3:2013 + A1:2018); Deutsche Fassung EN 60076-3:2013 + A1:2018 Power transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air (IEC 60076-3:2013 + A1:2018); German version EN 60076-3:2013 + A1:2018 Transformateurs de puissance – Partie 3: Niveaux d'isolement, essais diélectriques et distances d'isolement dans l'air (IEC 60076-3:2013 + A1:2018); Version allemande EN 60076-3:2013 + A1:2018 Gesamtumfang 64 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE		

Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2013-09-04 angenommene Europäische Norm und die am 2018-04-26 angenommene Änderung A1 als DIN-Norm ist 2019-03-01.

Für DIN EN 60076-3 (VDE 0532-76-3):2014-08 besteht eine Übergangsfrist bis 2021-04-26.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 60076-3/A1 (VDE 0532-76-3/A1):2018-08.

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium K 321 „Transformatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 14 „Power transformers“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Das für diese Norm zuständige Komitee der DKE, K 321, weist bezüglich der Anwendung der Tabellen 2 und 4 auf Folgendes hin:

Im Gegensatz zur Vorgängernorm wird in der vorliegenden Norm die Zuordnung der Prüfspannungspegel und der Freiluftabstände zur höchsten Spannung für Betriebsmittel U_m jetzt in Tabellenform dargestellt.

Die Harmonisierung erfolgt auf Basis der IEC 60071-1. Dieses Prinzip der Harmonisierung wurde jedoch nicht vollständig umgesetzt. Bei einigen Spannungsreihen sind im Gegensatz zur IEC 60071-1 höhere Schaltstoßspannungspegel angegeben (Kennzeichnung durch Index „a“).

Das deutsche Komitee weist darauf hin, dass diese Norm ausdrücklich eine Wahl von alternativen Spannungspegeln erlaubt, so dass eine Auslegung entsprechend der IEC 60071-1 möglich ist. Bei Auswahl der höheren Schaltstoßspannungspegel sind die größeren Freiluftabstände zu beachten.

A1 Die Änderung A1 wurde eingearbeitet und mit einer senkrechten Linie und A1 am linken Textrand gekennzeichnet.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60076-3 (VDE 0532-76-3):2014-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Unterabschnitt 7.1 „Überblick“ wurde angepasst;
- b) Titel der Tabelle 1 wurde geändert;
- c) Unterabschnitt 7.3.3.1 „Stückprüfungen“ wurde angepasst;
- d) Abschnitt C.1 „Allgemeines“ wurde angepasst;
- e) Abschnitt E.4 „Luftstrecken“ wurde angepasst;

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0533 (VDE 0533): 1968-03

DIN VDE 0532-1 (VDE 0532-1): 1971-11

DIN VDE 0532-1b (VDE 0532-1b): 1978-12

DIN VDE 0532-3 (VDE 0532-3): 1987-07

DIN VDE 0532-3/A1 (VDE 0532-3/A1): 1995-12

DIN EN 60076-3 (VDE 0532-3): 2001-11

DIN EN 60076-3 Berichtigung 1 (VDE 0532-3 Berichtigung 1): 2002-04

DIN EN 60076-3 (VDE 0532-76-3): 2014-08

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf ein Dokument ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils aktuellste Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe des Dokuments.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäisches Dokument	Internationales Dokument	Deutsches Dokument	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
	IEC 60050-421	^a	
EN 60060-1	IEC 60060-1	DIN EN 60060-1 (VDE 0432-1)	VDE 0432-1
EN 60060-2	IEC 60060-2	DIN EN 60060-2 (VDE 0432-2)	VDE 0432-2
EN 60071-1	IEC 60071-1	DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1)	VDE 0111-1
EN 60071-2	IEC 60071-2	DIN EN 60071-2 (VDE 0111-2)	VDE 0111-2
EN 60076-1	IEC 60076-1	DIN EN 60076-1 (VDE 0532-76-1)	VDE 0532-76-1
EN 60076-4	IEC 60076-4	DIN EN 60076-4 (VDE 0532-76-4)	VDE 0532-76-4
EN 60076-5	IEC 60076-5	DIN EN 60076-5 (VDE 0532-76-5)	VDE 0532-76-5
EN 60137	IEC 60137	DIN EN 60137 (VDE 067-5)	VDE 067-5
EN 60214-1	IEC 60214-1	DIN EN 60214-1 (VDE 0532-214-1)	VDE 0532-214-1
EN 60270	IEC 60270	DIN EN 60270 (VDE 0434)	VDE 0434
EN 61083-1	IEC 61083-1	DIN EN 61083-1 (VDE 043-7)	VDE 043-7
EN 61083-2	IEC 61083-2	DIN EN 61083-2 (VDE 0432-8)	VDE 0432-8
EN 62271-1	IEC 62271-1	DIN EN 62271-1 (VDE 067-1)	VDE 067-1
^a „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: http://www.dke.de/dke-iev .			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60060-1 (VDE 0432-1), *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 1: Allgemeine Begriffe und Prüfbedingungen*

DIN EN 60060-2 (VDE 0432-2), *Hochspannungs-Prüftechnik – Teil 2: Messsysteme*

DIN EN 60071-1 (VDE 0111-1), *Isolationskoordination – Teil 1: Begriffe, Grundsätze und Anforderungen*

DIN EN 60071-2 (VDE 0111-2), *Isolationskoordination – Teil 2: Anwendungsrichtlinie*

DIN EN 60076-1 (VDE 0532-76-1), *Leistungstransformatoren – Teil 1: Allgemeines*

DIN EN 60076-4 (VDE 0532-76-4), *Leistungstransformatoren – Teil 4: Leitfaden zur Blitz- und Schaltstoßspannungsprüfung von Leistungstransformatoren und Drosselspulen*

DIN EN 60076-5 (VDE 0532-76-5), *Leistungstransformatoren – Teil 5: Kurzschlussfestigkeit*

DIN EN 60137 (VDE 067-5), *Isolierte Durchführungen für Wechselspannungen über 1 000 V*

DIN EN 60214-1 (VDE 0532-214-1), *Stufenschalter – Teil 1: Leistungsanforderungen und Prüfverfahren*

DIN EN 60270 (VDE 0434), *Hochspannungs-Prüftechnik – Teilentladungsmessungen*

DIN EN 61083-1 (VDE 043-7), *Messgeräte und Software bei Stoßspannungs- und Stoßstromprüfungen – Teil 1: Anforderungen an Messgeräte*

DIN EN 61083-2 (VDE 0432-8), *Messgeräte und Software für Messungen bei Hochspannungs- und Hochstrom-Prüfungen – Teil 2: Anforderungen an die Software bei Prüfungen mit Stoßspannungen und -strömen*

DIN EN 62271-1 (VDE 067-1), *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 1: Gemeinsame Bestimmungen*

**Leistungstransformatoren –
Teil 3: Isolationspegel, Spannungsprüfungen und äußere Abstände in Luft
(IEC 60076-3:2013 + A1:2018)**

Power transformers –
Part 3: Insulation levels, dielectric tests and
external clearances in air
(IEC 60076-3:2013 + A1:2018)

Transformateurs de puissance –
Partie 3: Niveaux d'isolement, essais
diélectriques et distances d'isolement dans l'air
(IEC 60076-3:2013 + A1:2018)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2013-09-04 und die A1 am 2018-04-26 angenommen. 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 CEN-CENELEC Management Centre 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 CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

CEN-CENELEC Management Centre: Rue de la Science 23, B-1040 Brüssel

© 2018 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 60076-3:2013 + A1:2018 D

Vorwort

Der Text des Dokuments 14/745/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe der IEC 60076-3, erarbeitet vom IEC/TC 14 „Power transformers“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als **EN 60076-3:2013** angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2014-06-04
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2016-09-04

Dieses Dokument ersetzt **EN 60076-3:2001**.

EN 60076-3:2013 enthält die folgenden wesentlichen technischen Änderungen gegenüber EN 60073-3:2001:

- Drei Transformatorkategorien werden eindeutig gemeinsam mit den entsprechenden Prüfanforderungen in **Tabelle 1** festgelegt.
- Schaltstoßspannungspegel werden für alle $U_m > 72,5$ kV festgelegt.
- Das Prüfverfahren für induzierte Spannungen mit Teilentladungsmessungen wurde überarbeitet, um hinreichende Prüfspannungen zwischen den Leitern sicherzustellen.
- Die Steh-Wechselspannungsprüfung wurde neu festgelegt (LTAC anstelle von ACSD).
- Prüfungen für induzierte Spannungen werden jetzt auf die Bemessungsspannung U_r anstelle auf die höchste Spannung für Betriebsmittel U_m bezogen.
- Neue Anforderungen an die Wellenform der Stoßspannung (k -Faktor) wurden eingeführt.
- Die Tabellen der Prüfpegel wurden zusammengeführt und an **IEC 60071-1:2010** angepasst.
- Zusätzliche Prüfpegel wurden für $U_m > 800$ kV eingeführt.
- Ein neuer **Anhang E** wurde eingeführt, der die Grundsätze beschreibt, die bei der Zuordnung der Prüfungen, Prüfpegel und Abstände in Luft anzuwenden sind.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm **IEC 60076-3:2013** wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 60071-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60071-2 .
IEC 60076-4	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60076-4 .
IEC 60214-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 60214-1 .
IEC 61083-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61083-1 .
IEC 61083-2	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61083-2 .
IEC 62271-1	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 62271-1 .

Europäisches Vorwort zur Änderung A1

Der Text des Dokuments 14/947/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe der IEC 60076-3:2013/A1, erarbeitet vom IEC/TC 14 „Power transformers“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als EN 60076-3:2013/A1:2018 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem dieses Dokument auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2019-01-26
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die diesem Dokument entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2021-04-26

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60076-3:2013/A1:2018 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Anhang ZA (normativ)

Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ANMERKUNG Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, durch (mod) gekennzeichnet, dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

<u>Publikation</u>	<u>Jahr</u>	<u>Titel</u>	<u>EN/HD</u>	<u>Jahr</u>
IEC 60050-421		International electrotechnical vocabulary (IEV) – Chapter 421: Power transformers and reactors	–	
IEC 60060-1		High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements	EN 60060-1	
IEC 60060-2		High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems	EN 60060-2	
IEC 60071-1		Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules	EN 60071-1	
IEC 60076-1		Power transformers – Part 1: General	EN 60076-1	
IEC 60137		Insulated bushings for alternating voltages above 1 000 V	EN 60137	
IEC 60270		High-voltage test techniques – Partial discharge measurements	EN 60270	

Inhalt

Seite

Vorwort	2
Europäisches Vorwort zur Änderung A1	3
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	4
Einleitung	8
1 Anwendungsbereich	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	9
4 Allgemeines	10
5 Höchste Spannung für Betriebsmittel und Bemessungsisolationspegel	12
6 Transformatoren mit umschaltbaren Wicklungen	14
7 Spannungsprüfungen	14
7.1 Überblick	14
7.2 Prüfanforderungen	15
7.2.1 Allgemeines	15
7.2.2 Prüfspannungspegel	16
7.2.3 Prüfreihefolge	19
7.3 Prüfanforderungen für bestimmte Transformatoren	20
7.3.1 Prüfungen für Transformatoren mit $U_m \leq 72,5 \text{ kV}$	20
7.3.2 Prüfungen an Transformatoren mit $72,5 \text{ kV} < U_m \leq 170 \text{ kV}$	21
7.3.3 Prüfungen an Transformatoren mit $U_m > 170 \text{ kV}$	22
7.4 Zuordnung von U_m und Prüfspannungen zum Sternpunktanschluss einer Wicklung	23
7.4.1 Transformatoren mit $U_m \leq 72,5 \text{ kV}$	23
7.4.2 Transformatoren mit $U_m > 72,5 \text{ kV}$	23
8 Spannungsprüfung an Transformatoren, die bereits in Betrieb waren	23
9 Isolation der Hilfsverdrahtung (AuxW)	24
10 Prüfung mit angelegter Spannung (AV)	24
11 Prüfungen mit induzierten Spannungen (IVW und IVPD)	25
11.1 Allgemeines	25
11.2 Induzierte Steh-Wechselspannungsprüfung (IVW)	25
11.3 Induzierte Wechselspannungsprüfung mit Teilentladungsmessung (IVPD)	26
11.3.1 Allgemeines	26
11.3.2 Prüfdauer und Frequenz bei der Prüfung	26
11.3.3 Prüfablauf	26
11.3.4 Teilentladungsmessung	27
11.3.5 Abnahmekriterien für die Prüfung	28
12 Steh-Wechselspannungsprüfung für Leiteranschlüsse (LTAC)	28

13	Blitzstoßspannungsprüfungen (LI, LIC, LIN, LIMT).....	29
13.1	Anforderungen, die für alle Blitzstoßspannungsprüfungen gelten	29
13.1.1	Allgemeines	29
13.1.2	Anzapfungen	29
13.1.3	Prüfaufzeichnungen	30
13.1.4	Prüfschaltungen.....	30
13.2	Vollwellen-Blitzstoßspannungsprüfung (LI).....	31
13.2.1	Wellenform und Toleranzbereiche	31
13.2.2	Prüfung an Transformatoren ohne nichtlineare Bauelemente	33
13.2.3	Prüfung an Transformatoren mit nichtlinearen Bauelementen	33
13.3	Prüfung mit abgeschnittener Blitzstoßspannung (LIC).....	34
13.3.1	Wellenform	34
13.3.2	Prüfung an Transformatoren ohne nichtlineare Bauelemente	35
13.3.3	Prüfung an Transformatoren mit nichtlinearen Bauelementen	36
13.4	Blitzstoßspannungsprüfung an einem Sternpunktanschluss (LIN)	38
13.4.1	Allgemeines	38
13.4.2	Wellenform	38
13.4.3	Prüffolge	38
13.4.4	Prüfkriterien	38
14	Schaltstoßspannungsprüfung (SI).....	38
14.1	Allgemeines	38
14.2	Prüfschaltungen.....	38
14.3	Wellenform	39
14.4	Prüffolge	39
14.5	Prüfkriterien	40
15	Maßnahmen im Falle des Nichtbestehens einer Prüfung	40
16	Äußere Luftstrecken	40
16.1	Allgemeines	40
16.2	Anforderungen an die Luftstrecken	42
Anhang A (informativ)	Leitfaden für die Anwendung von Teilentladungsmessungen an Transformatoren	44
Anhang B (informativ)	Überspannungen, die von der Oberspannungswicklung auf eine Unterspannungswicklung übertragen werden	49
Anhang C (informativ)	Angaben zur Isolation des Transformators und zu Spannungsprüfungen, die bei Anfrage oder Bestellung zur Verfügung zu stellen sind	51
Anhang D (informativ)	Berechnung des Sternpunkt-Isolationsspannungspegels	54
Anhang E (informativ)	Grundlagen für Spannungsprüfungen, Isolationspegel und Luftstrecken	57
Literaturhinweise.....		60

Bilder

Bild 1 – Zeitlicher Ablauf für das Anlegen der Prüfspannung bei der induzierten Wechselspannungsprüfung mit Teilentladungsmessung (IVPD).....	27
Bild A.1 – Kalibrierschaltung für die Teilentladungsmessung bei Nutzung des Messanschlusses einer Kondensatordurchführung.....	45
Bild A.2 – Schaltung zur Teilentladungsmessung unter Verwendung eines Hochspannungs-Koppelkondensators	46
Bild B.1 – Ersatzschaltbild für die kapazitive Übertragung von Überspannungen	50

Tabellen

Tabelle 1 – Anforderungen und Prüfungen für verschiedene Transformatorkategorien, basierend auf U_m der höchsten Wicklungsspannung	16
Tabelle 2 – Prüfspannungspegel.....	17
Tabelle 3 – In Sonderfällen verwendete Prüfspannungspegel.....	19
Tabelle 4 – Mindestwerte für die Luftstrecken.....	42

Einleitung

Dieser Teil von IEC 60076 legt die Isolationsanforderungen und die entsprechenden Isolationsprüfungen unter Hinweis auf bestimmte Wicklungen und ihre Anschlüsse fest. Er legt ebenfalls äußere Abstände in Luft fest ([Abschnitt 16](#)).

Die in dieser Norm festgelegten Isolationspegel und Spannungsprüfungen gelten ausschließlich für die innere Isolation. Obgleich es sinnvoll ist, dass die Werte der Bemessungs-Stehspannungen, die für die innere Isolation des Transformators festgelegt sind, auch als Bezugswerte für dessen äußere Isolation genommen werden sollten, kann dies nicht in allen Fällen zutreffend sein. Ein Fehler in der sich nicht selbst heilenden inneren Isolation ist katastrophal und führt in der Regel zu einer Betriebsstörung des Transformators über eine längere Dauer, während ein äußerer Überschlag nur eine kurze Betriebsunterbrechung ohne bleibende Schäden verursachen kann. Daher kann es zur Erhöhung der Sicherheit sinnvoll sein, dass durch den Kunden höhere Prüfspannungen für die innere Isolation des Transformators festgelegt werden als für die äußere Isolation von anderen Komponenten des Systems. Wird solch eine Unterscheidung getroffen, so sollten die äußeren Abstände so abgestimmt werden, dass sie vollständig für die Anforderungen der inneren Isolationsprüfung ausreichen.

In [Anhang E](#) sind einige der Grundsätze beschrieben, die bei der Zuordnung der Prüfungen, Prüfpegel und Abstände in Luft zum Transformator entsprechend der höchsten Spannung für Betriebsmittel U_m anzuwenden sind.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für die im Anwendungsbereich von IEC 60076-1 festgelegten Leistungstransformatoren. Sie enthält Einzelheiten zu den anzuwendenden Spannungsprüfungen und anzulegenden Mindestprüfpegeln. Für den Fall, dass die äußeren Mindestabstände in Luft zwischen spannungsführenden Teilen und zwischen spannungsführenden Teilen und Erde nicht vom Kunden festgelegt wurden, sind entsprechende Empfehlungswerte angegeben.

Für die Kategorien von Leistungstransformatoren und Drosselspulen, die in eigenen IEC-Normen beschrieben sind, ist diese Norm nur dann anwendbar, wenn durch besonderen Querverweis in den anderen Normen auf diese Norm hingewiesen wird.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

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

IEC 60060-1, *High-voltage test techniques – Part 1: General definitions and test requirements*

IEC 60060-2, *High-voltage test techniques – Part 2: Measuring systems*

IEC 60071-1, *Insulation co-ordination – Part 1: Definitions, principles and rules*

IEC 60076-1, *Power transformers – Part 1: General*

IEC 60137, *Insulated bushings for alternating voltages above 1 000 V*

IEC 60270, *High-voltage test techniques – Partial discharge measurements*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60076-1, IEC 60050-421 und die folgenden Begriffe.

3.1

höchste Spannung für Betriebsmittel bezogen auf eine Transformatorwicklung

U_m

höchster Effektivwert der Leiter-Leiter-Spannung in einem dreiphasigen System, für den eine Transformatorwicklung hinsichtlich ihrer Isolation ausgelegt ist

3.2

Bemessungsspannung einer Wicklung

U_r

zugeordnete Spannung, die zwischen den Anschlüssen einer nicht angezapften Wicklung oder einer an die Hauptanzapfung angeschlossenen angezapften Wicklung anzulegen ist oder die dort im Leerlaufbetrieb ansteht

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Leerlauf treten die Bemessungsspannungen aller Wicklungen gleichzeitig auf, wenn die an eine dieser Wicklungen angelegte Spannung den Bemessungswert hat.

Anmerkung 2 zum Begriff: Bei Einphasentransformatoren, die für den Anschluss im Stern vorgesehen sind, um eine Drehstrombank zu bilden, oder die für den Anschluss zwischen dem Außenleiter und dem Sternpunkt eines Drehstromsystems bestimmt sind, wird die Bemessungsspannung als Außenleiterspannung geteilt durch $\sqrt{3}$, angegeben, z. B. $400/\sqrt{3}$ kV.

Anmerkung 3 zum Begriff: Bei einphasigen Transformatoren, die für den Anschluss zwischen den Außenleitern eines Netzes vorgesehen sind, wird die Bemessungsspannung als Außenleiterspannung angegeben.

Anmerkung 4 zum Begriff: Für die Reihenwicklung eines dreiphasigen Zusatztransformators, die als offene Wicklung ausgelegt wurde, wird die Bemessungsspannung so festgelegt, als ob die Wicklung in Stern geschaltet wäre.

(QUELLE: IEC 60076-1:2011, 3.4.3)

3.3

Bemessungsisolationspegel

Reihe von Bemessungsspannungen, die die Spannungsfestigkeit der Isolation charakterisieren

3.4

Bemessungsstehspannung

Wert der zugeordneten Prüfspannung, die bei einer der Norm-Spannungsprüfungen anliegt, mit denen nachgewiesen wird, dass die Isolation der zugeordneten Prüfspannung entspricht

3.5

gleichmäßige Isolation einer Transformatorwicklung

Isolation einer Transformatorwicklung, bei der alle ihre Enden, die zu Anschlüssen herausgeführt sind, den gleichen Bemessungsisolationspegel haben

3.6

ungleichmäßige Isolation einer Transformatorwicklung

Isolation einer Transformatorwicklung, die einen Sternpunktanschluss für den direkten oder indirekten Anschluss an Erde besitzt und für einen niedrigeren Isolationspegel ausgelegt ist, als für den Leiteranschluss festgelegt

Anmerkung 1 zum Begriff: Die ungleichmäßige Isolation kann auch als abgestufte Isolation bezeichnet werden.

4 Allgemeines

Die Anforderungen an die Isolation von Leistungstransformatoren und die entsprechenden Isolationsprüfungen werden unter Hinweis auf bestimmte Wicklungen und ihre Anschlüsse angegeben.

Bei flüssigkeitsgefüllten oder gasgefüllten Transformatoren gelten die Anforderungen nur für die innere Isolation. Alle hinsichtlich der äußeren Isolation für notwendig erachteten zusätzlichen Anforderungen oder Prüfungen müssen zwischen Hersteller und Kunde vereinbart werden. Falls der Kunde keine speziellen Anforderungen an die äußeren Abstände festgelegt hat, gelten die Vorgaben nach [Abschnitt 16](#). Wenn der Kunde beabsichtigt, die Anschlüsse des Transformators so vorzunehmen, dass die am Transformator allein vorgesehenen Luftstrecken verringert werden können, sollte dies in der Anfrage herausgestellt werden.

Durchführungen werden getrennten Typ- und Stückprüfungen nach [IEC 60137](#) unterzogen (einschließlich entsprechender Pegel für die Prüfung von Durchführungen für die betreffenden Transformator-Prüfpegel), die ihre äußere und innere Isolation zwischen Phase und Erde nachweisen.

Wenn ein flüssigkeitsgefüllter Transformator für den Betrieb in einer Aufstellungshöhe von mehr als 1 000 m vorgesehen ist, müssen die Luftstrecken entsprechend ausgelegt sein. Es kann dann erforderlich sein, Durchführungen zu wählen, die für einen höheren Isolationspegel ausgelegt sind als die, die ansonsten für den Betrieb in geringeren Aufstellungshöhen gefordert sind, siehe [Abschnitt 16](#) der vorliegenden Norm und [IEC 60137](#).

Der Hersteller kann erforderlichenfalls für eine Schirmung der Durchführungsanschlüsse während der Spannungsprüfungen sorgen, jedoch muss jede Schirmung auf der Erdseite der Bestandteil des Transformatoraufbaus im Betriebszustand sein, ausgenommen Schirmungen, die nur für die Teilentladungsmessung gefordert sind.

Durchführungen und Stufenschalter werden in Übereinstimmung mit den einschlägigen IEC-Normen festgelegt, ausgelegt und geprüft. Die Spannungsprüfungen am vollständigen Transformator stellen jedoch eine Überprüfung der richtigen Anwendung und des richtigen Einbaus dieser Bauteile dar. Im Falle von Stufenschaltern, die nach IEC 60214-1 keinen routinemäßigen Spannungsprüfungen im Werk des Herstellers der Stufenschalter unterzogen werden, dienen die nach der vorliegenden Norm durchgeführten Prüfungen auch als die einzigen Spannungsprüfungen, die routinemäßig an diesen Bauteilen vorgenommen werden.

Die Temperatur des Isolationssystem darf während der Prüfung nicht unter 10 °C liegen, es dürfen aber höhere als die in IEC 60076-1 angegebenen Temperaturen angewendet werden.

Der Transformator muss vollständig wie für den Betrieb zusammengebaut sein hinsichtlich der Bauteile, die Einfluss auf die Spannungsfestigkeit des Transformators haben könnten. Es wird in der Regel davon ausgegangen, dass die Isolierflüssigkeit während der Prüfungen nicht umgewälzt wird und dass Kühler nicht abgebaut zu werden brauchen. Alle Einrichtungen, die für das Auffangen oder den Nachweis von durch Isolationsfehler freigesetzten Gasen ausgelegt sind, müssen eingebaut und während der Prüfungen überwacht werden. Falls im Verlauf einer Prüfung freies Gas nachgewiesen wird, müssen dessen Beschaffenheit und der Grund seiner Freisetzung untersucht und das weitere Vorgehen zwischen Kunde und Hersteller vereinbart werden.

ANMERKUNG 1 Externe Überspannungsschutzeinrichtungen wie Überspannungsableiter brauchen nicht abgebaut werden, und Stabfunkenstrecken können demontiert werden oder ihre Schlagweite kann vergrößert werden, um ein Ansprechen während der Prüfungen zu vermeiden.

ANMERKUNG 2 Bei größeren Transformatoren ist es gängige Praxis, vor und nach den Spannungsprüfungen Ölproben zu nehmen und diese auf gelöste Gase zu untersuchen.

Flüssigkeitsgefüllte Transformatoren sind unter Verwendung einer Flüssigkeit desselben Typs (Mineralöl, Ester, Silicon usw.) und derselben Spezifikation (hinsichtlich der Eigenschaften, die Einfluss auf die Prüfergebnisse haben könnten) zu prüfen, wie sie es im Betrieb enthalten.

ANMERKUNG 3 Kunden können fordern, dass die Flüssigkeit bei Transformatoren mit OD-Kühlung während einer IVPD-Prüfung umzuwälzen ist, um feststellen zu können, ob die Möglichkeit einer statischen Aufladung besteht; dabei handelt es sich jedoch um eine sehr spezielle Anforderung, die in dieser Norm nicht behandelt wird.

Transformatoren mit einem Kabelanschlusskasten oder direktem Anschluss an metallgekapselte SF₆-Anlagen sollten so konstruiert sein, dass für die Spannungsprüfungen zeitweilige Anschlüsse – erforderlichenfalls unter Verwendung von provisorischen Durchführungen – vorgenommen werden können. Nach Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunde dürfen die für den Betrieb vorgesehenen Öl-SF₆-Durchführungen für die Prüfung durch geeignete Öl-Luft-Durchführungen ersetzt werden; in diesem Falle muss die Auslegung des innerhalb des Transformators befindlichen Endes der Durchführung einschließlich der Positionen der spannungsführenden Teile und Abstände der Ölseite der Ersatzdurchführungen im Rahmen der Fertigungstoleranzen identisch sein mit der Auslegung bzw. den Abständen im Betrieb.

Falls der Hersteller beabsichtigt, zur Begrenzung übertragener transienter Überspannungen nichtlineare Bauelemente (z. B. Überspannungsableiter oder Funkenstrecken) zu verwenden, die in den Transformator oder Stufenschalter eingebaut oder außen an ihm angebracht werden, muss er dies dem Kunden zum Zeitpunkt des Angebots oder der Bestellung mitteilen, und dies ist auf dem Schaltungsdiagramm des Transformatorleistungsschildes anzuzeigen.

Falls bestimmte Anschlüsse des Transformators im Betrieb frei bleiben sollen, muss der Möglichkeit einer Spannungsübertragung an den freien Anschlüssen Rechnung getragen werden, siehe Anhang B. Während der Blitzstoßspannungsprüfungen werden in der Regel alle nicht geprüften Leiter- und Sternpunktanschlüsse geerdet, siehe Abschnitt 13.

5 Höchste Spannung für Betriebsmittel und Bemessungsisolationspegel

Sowohl den Phasenanschlüssen als auch dem Sternpunkt jeder Wicklung eines Transformators ist ein Wert der höchsten Spannung für Betriebsmittel, U_m (siehe [Abschnitt 3](#)) zugeordnet, siehe [IEC 60076-1](#).

Die Festlegungen für die Spannungsprüfung hängen vom entsprechenden Wert für U_m ab. Falls Festlegungen über entsprechende Prüfungen für verschiedene Wicklungen eines Transformators widersprüchlich sind, muss die Festlegung für die Wicklung mit dem höchsten U_m -Wert für den gesamten Transformator gelten.

Reihenwicklungen (wie sie z. B. in Spartransformatoren und Phasenschiebertransformatoren zu finden sind), deren Bemessungsspannung unter der Bemessungsspannung des Systems liegt, ist ein Wert für U_m zuzuordnen, der der Bemessungsspannung des Systems mit der höchsten Spannung entspricht, an die die Wicklung angeschlossen ist.

Genormte Werte für U_m sind in [Tabelle 2](#) aufgeführt. Sofern nichts anderes festgelegt ist, ist der Wert, der für eine Transformatorwicklung verwendet werden soll, gleich dem Wert der Bemessungsspannung der Wicklung oder gleich dem nächsthöheren Wert.

ANMERKUNG 1 Einphasentransformatoren, die für Sternschaltung in einer Drehstrombank vorgesehen sind, werden durch ihre Bemessungsleiterspannung geteilt durch $\sqrt{3}$ gekennzeichnet, z. B. $400/\sqrt{3}$ kV. Die Bemessungsleiterspannung bestimmt die Wahl von U_m , in diesem Fall also $U_m = 420$ kV (siehe auch [IEC 60076-1](#)). Derselbe Grundsatz gilt für Einphasentransformatoren, die für den Einsatz in einem Einphasensystem vorgesehen sind, insofern als die höchste Leiter-Erde-Spannung mit $\sqrt{3}$ multipliziert wird, um zur Festlegung der Prüfspannungen den äquivalenten U_m -Wert zu erhalten.

ANMERKUNG 2 Für Transformatorwicklungen, die zur Verwendung z. B. in Bahnversorgungsanwendungen vorgesehen sind, bei denen zwei gegensätzliche Leiter-Erde-Spannungen anliegen, bezieht sich U_m , sofern nichts anderes festgelegt ist, auf die Leiter-Leiter-Spannung.

ANMERKUNG 3 Es kann vorkommen, dass bestimmte Anzapfungsspannungen geringfügig höher als ein Normwert von U_m gewählt werden, dass aber das Netz, an das die Wicklung angeschlossen wird, eine höchste Netzspannung hat, die innerhalb des Normwertes liegt. Die Anforderungen an die Isolation müssen mit den tatsächlichen Bedingungen koordiniert werden, und deshalb sollte dieser Normwert als U_m für den Transformator gewählt werden und nicht der nächsthöhere Wert.

ANMERKUNG 4 In bestimmten Anwendungsfällen mit sehr speziellen Bedingungen kann die Festlegung anderer Kombinationen von Stehspannungen gerechtfertigt sein. In solchen Fällen sollte der allgemeinen Anleitung nach [IEC 60071-1](#) gefolgt werden.

ANMERKUNG 5 In bestimmten Anwendungsfällen sind im Dreieck geschaltete Wicklungen über einen der äußeren Anschlüsse geerdet. Bei solchen Anwendungen kann eine höhere Stehspannung im Hinblick auf die höchste Spannung für Betriebsmittel U_m für diese Wicklung verlangt werden und sollte zwischen Hersteller und Kunde vereinbart werden.

Die höchste Spannung für Betriebsmittel U_m und der Bemessungsisolationspegel (die Gruppe der zugeordneten Bemessungsstehspannungen) bestimmen die Spannungsfestigkeitscharakteristik eines Transformators. Sie werden durch eine Reihe von Spannungsprüfungen nachgewiesen, siehe [Abschnitt 7](#).

Der Wert von U_m und der Bemessungsisolationspegel, die jeder Wicklung eines Transformators zugeordnet werden, sind Teil der Angaben, die bei Anfrage und Bestellung zur Verfügung zu stellen sind. Wenn eine Wicklung mit ungleichmäßiger Isolation vorhanden ist, müssen der zugeordnete U_m -Wert und der Bemessungsisolationspegel des Sternpunktanschlusses ebenfalls vom Kunden festgelegt werden, siehe [7.4](#).

Der Bemessungsisolationspegel ist wie folgt zu charakterisieren:

U_m / SI / LI / LIC / AC mit den zugehörigen Werten (siehe die nachstehenden Beispiele) für die Leiteranschlüsse jeder Wicklung.

Falls der Wicklung kein SI- oder LIC-Stehspannungspegel zugeordnet ist, wird die Abkürzung in den Bemessungswerten weggelassen, so dass die Abkürzung für Anschlüsse ohne einen zugeordneten Schalt-Stehstoßspannungspegel oder einen abgeschnittenen Steh-Blitzstoßspannungspegel und für Sternpunktanschlüsse wie folgt lautet:

U_m / LI / AC in Verbindung mit den zugehörigen Werten.

Wenn der Sternpunktanschluss einer Wicklung denselben Bemessungsisolationspegel hat wie der Leiteranschluss, braucht der Bemessungsisolationspegel des Sternpunktes nicht gesondert angegeben zu werden.

Die hier und in den nachstehenden Beispielen angegebenen Kurzbezeichnungen haben folgende Bedeutung:

- SI ist der Bemessungspegel der Steh-Schaltstoßspannung für die Leiteranschlüsse der Wicklung mit der höchsten U_m ;
- LI ist der Bemessungspegel der Steh-Blitzstoßspannung für die Anschlüsse jeder einzelnen Wicklung;
- LIC ist der Bemessungspegel der Steh-Blitzstoßspannung für die Leiteranschlüsse jeder einzelnen Wicklung, wenn eine Prüfung mit abgeschnittener Blitzstoßspannung durchgeführt wird;
- AC ist der höchste Bemessungspegel der Steh-Wechselspannung zur Erde, der auslegungsgemäß für die Anschlüsse jeder Wicklung vorgesehen ist.

ANMERKUNG 6 AC ist der Wert, für den der Transformator ausgelegt ist, dabei handelt es sich generell um die höchste Wechselspannung, die während der Prüfung erreicht werden soll.

- OS ist die Oberspannung;
- US ist die Unterspannung;
- MS ist die Mittelspannung (auch in IEC 60076-1);
- N ist der Sternpunkt.

Die Bemessungstehspannungen für alle Wicklungen müssen auf dem Leistungsschild angegeben sein.

Die nachstehenden Beispiele zeigen einige für die genormte Kurzschreibweise geltenden Grundsätze.

BEISPIEL 1

Transformator mit einer nominellen Bemessungsspannung von 66/11 kV U_m (OS) = 72,5 kV und U_m (US) = 12 kV, beide gleichmäßig isoliert, Sternschaltung. Das Leistungsschild würde folgende Angaben enthalten:

- OS U_m 72,5 / LI 325 / AC 140 kV;
- US U_m 12 / LI 75 / AC 28 kV.

BEISPIEL 2

- U_m (OS) Leiter = 245 kV, Sternschaltung (220 kV Bemessungsspannung);
- U_m (OS) Sternpunkt = 52 kV;
- U_m (MS) Leiter = 72,5 kV, gleichmäßig isoliert, Sternschaltung (LIC nicht festgelegt);
- U_m (US) Leiter = 24 kV, Dreieckschaltung, LIC nicht erforderlich.

Das Leistungsschild würde folgende Angaben enthalten:

OS	U_m 245 / SI 750 / LI 950 / LIC 1045 / AC 395 kV;
OSN	U_m 52 / LI 250 / AC 95 kV;
MS	U_m 72,5 / LI 325 / AC 140 kV;
US	U_m 24 / LI 125 / AC 50 kV.

6 Transformatoren mit umschaltbaren Wicklungen

Sofern nichts anderes festgelegt ist, müssen Wicklungen, die auslegungsgemäß im Betrieb in mehr als nur einer Konfiguration angeschlossen werden können, in jeder dieser Konfigurationen geprüft werden.

7 Spannungsprüfungen

7.1 Überblick

Das dielektrische Leistungsvermögen der Transformatorisolation wird mit Spannungsprüfungen nachgewiesen. Im Folgenden wird eine allgemeine Erläuterung zu den unterschiedlichen Prüfungen gegeben.

- **Prüfung der Leiteranschlüsse mit voller Blitzstoßspannung (LI)**, siehe [13.2](#)

Mit dieser Prüfung soll die Fähigkeit des Transformators nachgewiesen werden, im Betrieb schnell ansteigenden Transienten standzuhalten, die üblicherweise durch Blitzschläge verursacht werden. Die Prüfung dient zum Nachweis der Spannungsfestigkeit des zu prüfenden Transformators, wenn die Stoßspannung an seine Leiteranschlüsse angelegt wird. Die Prüfung umfasst hochfrequente Spannungsanteile und erzeugt ungleichmäßige Beanspruchungen in der zu prüfenden Wicklung, die sich von den bei der Wechselspannungsprüfung auftretenden Spannungsanteilen unterscheiden.

- **Prüfung der Leiteranschlüsse mit abgeschnittener Blitzstoßspannung (LIC)**, siehe [13.3](#)

Diese Prüfung hat den gleichen Zweck wie die LI-Prüfung, zusätzlich dient sie aber auch dem Nachweis der Fähigkeit des Transformators, bestimmten im Betrieb auftretenden Hochfrequenzphänomenen standzuhalten. Hierzu umfasst die Blitzstoßspannungsprüfung sowohl Vollwellen-Stoßspannungen als auch im Rücken abgeschnittene Stoßspannungen, um eine hohe Spannungsänderungsrate zu erhalten. Die abgeschnittene Prüfstoßspannung hat einen höheren Scheitelwert und enthält höherfrequente Anteile als die Vollwellen-Stoßspannung.

A1

- **Blitzstoßspannungsprüfung für Sternpunktanschluss (LIN)**, siehe [13.4](#)

Diese Prüfung soll die Steh-Blitzstoßspannungsfestigkeit des Sternpunktanschlusses und der daran angeschlossenen Wicklung(en) gegen Erde und der übrigen Wicklungen sowie entlang der zu prüfenden Wicklung(en) nachweisen.

- **Schaltstoßspannungsprüfung für Leiteranschluss (SI)**, siehe [Abschnitt 14](#)

Mit dieser Prüfung soll die Fähigkeit des Transformators nachgewiesen werden, langsam ansteigenden zeitlichen Transienten standzuhalten, wie sie üblicherweise mit Schaltvorgängen im Betrieb verbunden sind. Die Prüfung dient zum Nachweis der Spannungsfestigkeit der Leiteranschlüsse und der daran angeschlossenen Wicklung(en) gegen Erde und der übrigen Wicklungen. Sie weist auch die Spannungsfestigkeit zwischen den Phasen sowie längs der geprüften Wicklung(en) nach. Es handelt sich dabei um eine Einphasenprüfung. Die Spannung wird auf alle Wicklungen des Transformators verteilt induziert, die Leiteranschlüsse bleiben für diese Prüfung offen, und an den Leiteranschlüssen der zu prüfenden Phase liegt während der Prüfung eine Spannung an, die näherungsweise durch das Wicklungsverhältnis des Transformators bestimmt wird.

Die Spannungsverteilung in der geprüften Phase ist ähnlich der Verteilung, die während einer induzierten Spannungsprüfung vorliegt.

– **Prüfung mit angelegter Spannung (AV)**, siehe [Abschnitt 10](#)

Diese Prüfung soll die Steh-Wechselspannungsfestigkeit der Leiter- und Sternpunktanschlüsse und ihrer angeschlossenen Wicklungen gegen Erde und der übrigen Wicklungen nachweisen. Die Spannung wird an alle Anschlüsse einer Wicklung, einschließlich des Sternpunktes, gleichzeitig angelegt, so dass keine Spannung zwischen den Windungen anliegt.

– **Steh-Wechselspannungsprüfung für Leiteranschlüsse (LTAC)**, siehe [Abschnitt 12](#)

Diese Prüfung soll die Steh-Wechselspannungsfestigkeit jedes Leiteranschlusses gegen Erde nachweisen. Während der Prüfung liegt an einem oder mehreren der Leiteranschlüsse Spannung an. Dieses Verfahren erlaubt die Prüfung der Leiteranschlüsse eines Transformators mit ungleichmäßiger Isolation mit dem festgelegten Prüfspannungspegel.

– **Induzierte Steh-Wechselspannungsprüfung (IVW)**, siehe [11.2](#)

Diese Prüfung soll die Steh-Wechselspannungsfestigkeit jedes Leiteranschlusses und der daran angeschlossenen Wicklung(en) gegen Erde und der übrigen Wicklungen entlang der geprüften Wicklung(en) und die Spannungsfestigkeit zwischen den Phasenanschlüssen nachweisen. Für die Prüfung wird der Transformator wie für den Betrieb vorgesehen angeschlossen. Bei der Prüfung liegen an allen Leiteranschlüssen und zwischen den Windungen symmetrische Spannungen an, während am Sternpunkt keine Spannung anliegt. Diese Prüfung wird an Drehstromtransformatoren mit einem dreiphasigen Spannungssystem durchgeführt.

– **Induzierte Wechselspannungsprüfung mit Teilentladungsmessung (IVPD)**, siehe [11.3](#)

Diese Prüfung dient dem Nachweis, dass im Transformator unter üblichen Betriebsbedingungen keine gefährlichen Teilentladungen auftreten. Die Prüfspannung wird in gleicher Weise angelegt wie die Spannung, der der Transformator im Betrieb ausgesetzt ist. Bei der Prüfung liegen an allen Leiteranschlüssen und zwischen den Windungen symmetrische Spannungen an, während am Sternpunkt keine Spannung anliegt. Diese Prüfung wird an Drehstromtransformatoren mit einem dreiphasigen Spannungssystem durchgeführt.

– **Isolationsprüfung der Hilfsverdrahtung (AuxW)**, siehe [Abschnitt 9](#)

Diese Prüfung dient zur Überprüfung der Isolation der nicht an die Wicklungen angeschlossenen Hilfsverdrahtung des Transformators.

– **Gleichzeitige Prüfung von zwei oder mehreren Leiteranschlüssen mit Blitzstoßspannung (LIMT)**, siehe [13.1.4.3](#)

Diese Prüfung dient dem Nachweis, dass der Transformator den inneren Spannungsanstiegen standhalten kann, die im Falle einer an zwei oder mehr Anschlüssen gleichzeitig anliegenden Blitzstoßspannung auftreten können. Sie ist nur auf einige spezielle Transformatortypen anwendbar, die entweder über eine Reihewicklung verfügen, die im Betrieb kurzgeschlossen werden kann (wie z. B. bei einigen Phasenschiebertransformatoren mit einem By-Pass für den Lastfall), oder bei denen im Betrieb Stoßspannungen an zwei oder mehr Anschlüssen gleichzeitig auftreten.

A1

ANMERKUNG Diese Prüfung wird auch als „double ended lightning impulse test“ bezeichnet.

7.2 Prüfanforderungen

7.2.1 Allgemeines

Die Anforderungen an Spannungsprüfungen bezüglich sowohl der geforderten Prüfungen als auch der Prüfspannungspegel sind von der höchsten Spannung für Betriebsmittel U_m abhängig, die der Wicklung des betreffenden Transformators zugeordnet ist. Die geforderten Prüfungen sind in [Tabelle 1](#) zusammengefasst, und spezielle Anforderungen sind in [7.3](#) angegeben.

ANMERKUNG Bei der gleichzeitigen Prüfung mehrerer Leiteranschlüsse mit Blitzstoßspannung (LIMT), handelt es sich um eine sehr spezielle Prüfung, die nur auf wenige spezielle Transformatortypen und unabhängig von U_m anzuwenden ist und daher der Klarheit wegen nicht in diese Tabelle aufgenommen wurde.

Alle über die Anforderungen der vorliegenden Norm hinausgehenden zusätzlichen Prüfungen und die entsprechenden Spannungspegel sind vom Kunden zum Zeitpunkt der Anfrage und der Bestellung festzulegen, weil sie Einfluss auf die Transformatorauslegung haben können (siehe [Anhang C](#)).

Zu Einzelheiten der Prüfungen wird auf [IEC 60060-1](#) verwiesen. Falls in der vorliegenden Norm keine Toleranzen zu Prüfparametern oder Prüfwerten festgelegt sind, sind die in [IEC 60060-1](#) angegebenen Werte zu verwenden.

A1

Tabelle 1 – Anforderungen und Prüfungen für verschiedene Transformatorkategorien, basierend auf U_m der höchsten Wicklungsspannung

Isolation	$U_m \leq 72,5 \text{ kV}$	$72,5 \text{ kV} < U_m \leq 170 \text{ kV}$		$U_m > 170 \text{ kV}$
	Gleichmäßig	Gleichmäßig	Ungleichmäßig	Gleichmäßig und ungleichmäßig
Vollwellen-Blitzstoßspannungsprüfung der Leiteranschlüsse (LI)	Typprüfung	Stückprüfung	Stückprüfung	Nicht anwendbar (in LIC enthalten)
Prüfung der Leiteranschlüsse mit abgeschnittener Blitzstoßspannung (LIC)	Sonderprüfung	Sonderprüfung	Sonderprüfung	Stückprüfung
Blitzstoßspannungsprüfung des Sternpunktanschlusses (LIN)	Sonderprüfung	Sonderprüfung	Sonderprüfung	Sonderprüfung
Schaltstoßspannungsprüfung der Leiteranschlüsse (SI)	Nicht anwendbar	Sonderprüfung	Sonderprüfung	Stückprüfung
Prüfung mit angelegter Spannung (AV)	Stückprüfung	Stückprüfung	Stückprüfung	Stückprüfung
Induzierte Steh-Wechselspannungsprüfung (IVW)	Stückprüfung	Stückprüfung	Stückprüfung	Nicht anwendbar
Induzierte Wechselspannungsprüfung mit Teilentladungsmessung (IVPD)	Sonderprüfung ^a	Stückprüfung ^a	Stückprüfung ^a	Stückprüfung
Steh-Wechselspannungsprüfung für Leiteranschlüsse (LTAC)	Nicht anwendbar	Sonderprüfung	Stückprüfung ^b	Sonderprüfung
Isolationsprüfung von Hilfsverdrahtungen (AuxW)	Stückprüfung	Stückprüfung	Stückprüfung	Stückprüfung
^a Die Anforderungen der IVW-Prüfung können in die IVPD-Prüfung mit einbezogen werden, so dass nur eine Prüfung erforderlich ist.				
^b Die LTAC-Prüfung für diese Kategorie von Transformatoren kann auf Vereinbarung zwischen Hersteller und Kunde durch eine Schaltstoßspannungsprüfung ersetzt werden.				

7.2.2 Prüfspannungspegel

Pegel von Norm-Prüfspannungen, die durch die höchste Spannung für Betriebsmittel U_m einer Wicklung gekennzeichnet sind, sind in [Tabelle 2](#) angegeben. Die Auswahl der verschiedenen Pegel von Prüfspannungen in diesen Tabellen hängt vom Schweregrad der in dem System zu erwartenden Überspannungsbedingungen und von der Bedeutung der betreffenden Anlage ab. Hinweise hierzu können [IEC 60071-1](#) entnommen werden.

Alle Prüfspannungen sind Phase-Erde-Spannungen.

Die in [Tabelle 2](#) angegebenen Kleinstwerte für einen bestimmten Wert von U_m stellen die niedrigsten Prüfspannungspegel dar und sind dann anzuwenden, wenn nichts anderes festgelegt ist. Im Allgemeinen sind die in jeder Zeile von [Tabelle 2](#) angegebenen Werte koordiniert. Falls nur ein Blitzstoßspannungspegel festgelegt ist, sind die anderen Werte derselben Zeile zu verwenden. Der Kunde kann für jede Prüfung einen beliebigen Wert festlegen, der höher als der Mindestwert für die betreffende höchste Spannung für Betriebsmittel, U_m , ist; der besseren Koordination wegen sollten vorzugsweise Normwerte verwendet werden, diese brauchen