

	Leistungstransformatoren Teil 1: Allgemeines (IEC 60076-1:1993, modifiziert + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60076-1:1997 + A1:2000 + A12:2002	DIN EN 60076-1
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekannt gegeben worden.	Klassifikation VDE 0532 Teil 76-1
ICS 29.180 Power Transformers Part 1: General (IEC 60076-1:1993, modified + A1:1999) German version EN 60076-1:1997 + A1:2000 + A12:2002 Transformateurs de puissance Partie 1: Généralités (CEI 60076-1:1993, modifiée + A1:1999) Version allemande EN 60076-1:1997 + A1:2000 + A12:2002 Ersatz für DIN EN 60076-1 (VDE 0532 Teil 101):1997-12 und DIN EN 60076-1/A1 (VDE 0532 Teil 101/A1):2001-07 Siehe Beginn der Gültigkeit Die Europäische Norm EN 60076-1:1997, zusammen mit den eingearbeiteten Änderungen A1:2000 und A12:2002, hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 60076-1 wurde am 1997-03-11 angenommen. Die Änderung A1 wurde 2000-04-01 und die A12 am 2002-02-01 angenommen. Daneben dürfen DIN EN 60076-1 (VDE 0532 Teil 101):1997-12 und DIN EN 60076-1/A1 (VDE 0532 Teil 101/A1):2001-07 noch bis 2005-02-01 angewendet werden. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium K 321 „Transformatoren“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Diese Norm enthält die Deutsche Fassung EN 60076-1:1997 „Leistungstransformatoren – Teil 1: Allgemeines“, die Änderung A1:2000 und die Änderung A12:2002, in die die Internationale Norm IEC 60076-1:1997 mit gemeinsamen Abänderungen und die Änderung A1:1999 unverändert übernommen worden sind. Fortsetzung Seite 2 bis 4 und 49 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

DIN EN 60076-1 (VDE 0532 Teil 76-1):2003-01

Die gemeinsamen Abänderungen von CENELEC wurden in diese Norm eingearbeitet und sind am Rand durch eine senkrechte Linie gekennzeichnet.

Die Änderung A1 wurde eingearbeitet und ist am Rand durch eine senkrechte Linie und die Zahl 1 gekennzeichnet. Die Änderung A12 wurde eingearbeitet und ist am Rand durch eine senkrechte Linie und die Zahl 2 gekennzeichnet.

Mit dieser konsolidierten Fassung der DIN EN 60076-1 wurde in Anlehnung an die Benummerung der EN die Klassifikation in VDE 0532 Teil 76-1 geändert.

Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN EN 60076-1/AB (VDE 0532 Teil 101/A2):2001-11.

Die enthaltenen IEC-Publikationen wurden vom TC 14 „Power transformers“ erarbeitet.

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 60076-1 (VDE 0532 Teil 101):1997-12** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Änderung A1 eingearbeitet.
- b) Änderung A12 eingearbeitet.

Frühere Ausgaben

VDE 0532 Teil 1:1923-01, 1930-01, 1940-07, 1955-07, 1964-08, 1971-11, 1978-12

DIN 57532-1 (VDE 0532 Teil 1):1982-03

DIN 57532-4 (VDE 0532 Teil 4):1982-03

DIN EN 60076-1 (VDE 0532 Teil 101):1997-12

DIN EN 60076-1/A1 (VDE 0532 Teil 101/A1):2001-07

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

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

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60068-3-3:1993	IEC 60068-3-3:1991	DIN IEC 60068-3-3:1993-03	–
EN 60076-2:1997	IEC 60076-2:1993	DIN EN 60076-2 (VDE 0532 Teil 102):1997-12	VDE 0532 Teil 102
EN 60076-3:2001	IEC 60076-3:2000 + Corr. 2000	DIN EN 60076-3 (VDE 0532 Teil 3):2001-11	VDE 0532 Teil 3
EN 60076-5:2000	IEC 60076-5:2000	DIN EN 60076-5 (VDE 0532 Teil 5):2001-11	VDE 0532 Teil 5

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60137:1996	IEC 60137:1995	DIN EN 60137 (VDE 0674 Teil 5):1996-10	VDE 0674 Teil 5
EN 60551:1992	IEC 60551:1987	DIN EN 60551 (VDE 0532 Teil 7):1993-11	VDE 0532 Teil 7
ersetzt durch: EN 60076-10:2001	ersetzt durch: IEC 60076-10:2001	ersetzt durch: DIN EN 60076-10 (VDE 0532 Teil 76-10):2002-04	ersetzt durch: VDE 0532 Teil 76-10
EN 60529:1991 + A1:2000	IEC 60529:1989 + A1:1999	DIN EN 60529 (VDE 0470 Teil 1):2000-09	VDE 0470 Teil 1
–	IEC 60726:1982 + A1:1986	–	–
–	IEC 60050(421):1990	IEV-Kapitel 421:1995	–
–	IEC 60354:1991	–	–
–	IEC 60606:1978	DIN 570532-10 (VDE 0532 Teil 10):1982-03	VDE 0532 Teil 10 ^a
–	ersetzt durch: IEC 60076-8:1997	–	–
–	IEC 60815:1986	–	–
–	IEC 60905:1987	–	–
HD 637 S1:1999	–	DIN VDE 0101 (VDE 0101):2000-01	VDE 0101
EN 60599:1999	IEC 60599:1999	DIN EN 60599 (VDE 0370 Teil 7):1999-12	VDE 0370 Teil 7
–	ISO 3:1973	–	–
EN ISO 29001:2000	ISO 9001:2000	DIN EN ISO 9001:2000-12	–
^a nicht übereinstimmend			

2

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60076-2 (VDE 0532 Teil 102), Leistungstransformatoren – Teil 2: Übertemperaturen (IEC 60076-2:1993, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60076-2:1997.

DIN EN 60076-3 (VDE 0532 Teil 3), Leistungstransformatoren – Isolationspegel, Spannungsprüfungen und äußere Abstände in Luft (IEC 60076-3:2000 + Corrigendum 2000); Deutsche Fassung EN 60076-3:2001.

DIN EN 60076-5 (VDE 0532 Teil 5), Leistungstransformatoren – Kurzschlussfestigkeit (IEC 60076-5:2000); Deutsche Fassung EN 60076-5:2000.

DIN EN 60076-10 (VDE 0532 Teil 76-10), Leistungstransformatoren – Bestimmung der Geräuschpegel (IEC 60076-10:2001); Deutsche Fassung EN 60076-10:2001.

DIN EN 60076-1 (VDE 0532 Teil 76-1):2003-01

DIN EN 60137 (VDE 0674 Teil 5), *Isolierte Durchführungen für Wechselspannungen über 1 000 V (IEC 60137:1995); Deutsche Fassung EN 60137:1996.*

DIN EN 60529 (VDE 0470 Teil 1), *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529:1989 + A1:1999); Deutsche Fassung EN 60529:1991 + A1:2000.*

2 | **DIN EN 60599 (VDE 0370 Teil 7)**, *In Betrieb befindliche, mit Mineralöl imprägnierte elektrische Geräte – Leitfaden zur Interpretation der Analyse gelöster und freier Gase (IEC 60599:1999); Deutsche Fassung EN 60599:1999.*

DIN VDE 0101 (VDE 0101), *Starkstromanlagen mit Nennspannungen über 1 kV; Deutsche Fassung HD 637 S1:1999.*

DIN IEC 60068-3-3, *Umweltprüfungen – Seismische Prüfverfahren für Geräte – Leitfaden; Identisch mit IEC 60068-3-3:1991.*

DIN EN ISO 9001, *Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen.*

DIN 57532-10 (VDE 0532 Teil 10), *Transformatoren und Drosselspulen – Anwendung von Transformatoren.*

IEV-Kapitel 421, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 421: Transformatoren und Drosselspulen (IEC 60050(421):1990.*

Leistungstransformatoren
Teil 1: Allgemeines
(Einschließlich Änderung A1:2000 + A12:2002)
(IEC 60076-1:1993, modifiziert + A1:1999)

Power Transformers
Part 1: General
(Includes Amendment A1:2000 + A12:2002)
(IEC 60076-1:1993, modified + A1:1999)

Transformateurs de puissance
Partie 1: Généralités
(Inclut l'amendement A1:2000 + A12:2002)
(CEI 60076-1:1993, modifiée + A1:1999)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1997-03-11, die Änderung A1 am 2000-04-01 und die Änderung A12 am 2002-02-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Vorwort der Änderung A1	4
Vorwort der Änderung A12	5
1 Anwendungsbereich und Betriebsbedingungen	6
1.1 Anwendungsbereich	6
1.2 Betriebsbedingungen	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
3.1 Allgemeines	8
3.2 Anschlüsse und Sternpunkt	9
3.3 Wicklungen	9
3.4 Bemessungsdaten	10
3.5 Anzapfungen	12
3.6 Verluste und Leerlaufstrom	13
3.7 Kurzschlussimpedanz und Spannungsfall	14
3.8 Übertemperatur	16
3.9 Isolation	16
3.10 Schaltungen	16
3.11 Prüfungen	17
3.12 Meteorologische Daten bezüglich der Kühlung	17
4 Bemessungsdaten	17
4.1 Bemessungsleistung	17
4.2 Belastungsspiel	18
4.3 Vorzugswerte für die Bemessungsleistung	18
4.4 Betrieb bei einer höheren Spannung als der Bemessungsspannung und/oder bei abweichender Frequenz	18
5 Anforderungen an Transformatoren mit einer angezapften Wicklung	19
5.1 Allgemeines – Angabe des Anzapfungsbereichs	19
5.2 Anzapfungsspannung – Anzapfungsstrom. Genormte Kategorien der Änderung der Anzapfungsspannung. Anzapfung mit höchster Spannung	19
5.3 Anzapfungsleistung. Anzapfungen mit voller Leistung – Anzapfungen mit verringerter Leistung	22
5.4 Festlegung der Anzapfungen in Anfrage und Bestellung	23
5.5 Festlegung der Kurzschlussimpedanz	23
5.6 Kurzschlussverluste und Übertemperatur	24
6 Schaltungen und Schaltgruppen für Drehstromtransformatoren	24
7 Leistungsschilder	26
7.1 Angaben, die in allen Fällen zu machen sind	26
7.2 Zusätzliche Angaben für bestimmte Fälle	27

	Seite
8 Verschiedene Anforderungen	28
8.1 Bemessung der Sternpunktverbindung	28
8.2 Einrichtung zur Berücksichtigung der Ölausdehnung	28
8.3 Lastabwurf bei Maschinentransformatoren	28
9 Grenzübergänge	28
10 Prüfungen	30
10.1 Allgemeine Bestimmungen für Stück-, Typ- und Sonderprüfungen	30
10.2 Messung des Wicklungswiderstands	31
10.3 Messung der Übersetzung und Nachweis der Phasendrehung	31
10.4 Messung der Kurzschlussimpedanz und der Kurzschlussverluste	31
10.5 Messung der Leerlaufverluste und des Leerlaufstroms	32
10.6 Messung der Oberschwingungen des Leerlaufstroms	33
10.7 Messung der Nullimpedanz(en) von Drehstromtransformatoren	33
10.8 Prüfungen an Stufenschaltern	34
11 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	34
Anhang A (normativ) Angaben für Anfrage und Bestellung	35
Anhang B (informativ) Beispiele von Festlegungen für Transformatoren mit Anzapfungen	38
Anhang C (informativ) Vorgabe der Kurzschlussimpedanz durch Grenzwerte	40
Anhang D (informativ) Schaltungen für Drehstromtransformatoren	41
Anhang E (normativ) Temperaturkorrektur der Kurzschlussverluste	44
Anhang F (informativ) Literaturhinweise	45
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	46
Anhang ZB (informativ) Installation und Sicherheit eines flüssigkeitsgefüllten Transformators	48
 Bild 1a – Einstellung bei konstantem Fluss CFVV	 21
Bild 1b – Einstellung bei veränderlichem Fluss VFVV	21
Bild 1c – Gemischte Einstellung CbVV	22
Bild 2 – Veranschaulichung der Bezeichnung „Stundenzahl“ – drei Beispiele	25
Bild C.1 – Beispiel der Vorgabe der Kurzschlussimpedanz durch Grenzwerte	40
Bild D.1 – Gebräuchliche Schaltungen	41
Bild D.2 – Zusätzliche Schaltungen	42
Bild D.3 – Bezeichnung der Schaltungen von Drehstrom-Spartransformatoren durch Schaltgruppen. Spartransformator Ya0	43
Bild D.4 – Beispiel von drei Einphasentransformatoren, die so geschaltet sind, dass sie eine Drehstrombank bilden (Schaltgruppe Yd5)	43
 Tabelle 1 – Grenzübergänge	 29

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm IEC 60076-1:1993, ausgearbeitet von dem IEC/TC 14 „Power transformers“, wurde zusammen mit den von dem Technischen Komitee CENELEC/TC 14 „Transformatoren“ ausgearbeiteten gemeinsamen Abänderungen der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1997-03-11 als EN 60076-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt HD 398.1 S1:1980 und HD 398.4 S1:1980.

Technische Unterschiede erfordern abweichende Maßstäbe. Durch flexible Formulierungen wird die Norm in Übereinstimmung mit den tatsächlichen Anforderungen der Käufer-Spezifikationen gebracht.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 1997-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1997-09-01

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

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

In dieser Norm sind die Anhänge A, E und ZA normativ, und die Anhänge B, C, D und F sind informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 60076-1:1993 wurde von CENELEC als Europäische Norm mit vereinbarten, gemeinsamen Abänderungen angenommen.

1 Vorwort der Änderung A1

Der Text des Schriftstücks 14/344/FDIS, zukünftige Änderung 1 zu IEC 60076-1:1993, ausgearbeitet von dem IEC TC 14 „Power transformers“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2000-04-01 als Änderung A1 zu EN 60076-1:1997 angenommen.

ANMERKUNG Diese Änderung A1 stimmt mit EN 60076-1:1997/A11:1997 bis auf den Hinweis zum CENELEC-Bericht R014-001 überein.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2001-05-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2003-04-01

1 | **Anerkennungsnotiz**

Der Text der Änderung 1:1999 zur Internationalen Norm IEC 60076-1:1993 wurde von CENELEC als Änderung zur Europäischen Norm ohne irgendeine Abänderung angenommen.

2 | **Vorwort der Änderung A12**

Diese Änderung zur Europäischen Norm EN 60076-1:1997 wurde ausgearbeitet von dem Technischen Komitee CENELEC TC 14 „Transformatoren“.

Der Text des Entwurfs wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2002-02-01 als Änderung A12 zu EN 60076-1:1997 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2003-02-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2005-02-01

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

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

In dieser Norm ist Anhang ZB informativ.

Der Anhang ZB wurde von CENELEC hinzugefügt.

1 Anwendungsbereich und Betriebsbedingungen

1.1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der Internationalen Norm IEC 60076 gilt für Drehstrom- und Einphasentransformatoren (einschließlich Spartransformatoren) mit Ausnahme gewisser Kategorien von Klein- und Sondertransformatoren wie:

- Einphasentransformatoren mit Bemessungsleistungen unter 1 kVA und Drehstromtransformatoren unter 5 kVA;
- 2 | – Transformatoren, die keine Wicklungen mit einer Bemessungsspannung U_n von mehr als 1 000 V haben;
- Messwandler;
- Transformatoren für statische Stromrichter;
- Fahrzeugtransformatoren;
- Anlasstransformatoren;
- Prüftransformatoren;
- Schweißtransformatoren.

- 2 | ANMERKUNG Sofern keine IEC-Normen für solche Kategorien von Transformatoren bestehen, kann dieser Teil von IEC 60076 entweder vollständig oder teilweise Anwendung finden.

Für diejenigen Kategorien von Transformatoren und Drosselspulen, für die eigene Normen vorhanden sind, findet diese Norm nur insoweit Anwendung, als in den anderen Normen hierauf Bezug genommen wird.¹⁾

An verschiedenen Stellen in diesem Teil wird festgelegt oder empfohlen, dass eine „Vereinbarung“ bezüglich alternativer oder zusätzlicher technischer Lösungen oder (Prüf-)Verfahren zu erzielen ist. Solch eine Vereinbarung ist zwischen Hersteller und Abnehmer zu treffen. Die zu behandelnden Themen sind möglichst zu einem frühen Zeitpunkt zu erörtern und die entsprechenden Vereinbarungen in die Bestellangaben mit aufzunehmen.

1.2 Betriebsbedingungen

1.2.1 Übliche Betriebsbedingungen

Dieser Teil von IEC 60076 enthält genaue Anforderungen an Transformatoren zur Verwendung unter den folgenden Bedingungen:

a) Aufstellungshöhe

Eine Höhe über NN, die 1 000 Meter (3 300 Fuß) nicht übersteigt.

b) Umgebungs- und Kühlmitteltemperatur

Lufttemperatur nicht unter -25 °C und nicht über $+40\text{ °C}$. Für wassergekühlte Transformatoren beträgt die Wassereintrittstemperatur maximal $+25\text{ °C}$.

Weitere Einschränkungen im Hinblick auf die Kühlung sind angegeben für:

- Öltransformatoren in IEC 60076-2;
- Trockentransformatoren in IEC 60726.

¹⁾ Solche Normen bestehen für Trockentransformatoren (IEC 60726), für Drosselspulen allgemein (IEC 60289), für Fahrzeugtransformatoren und -drosselspulen (IEC 60310); für Transformatoren für statische Stromrichter sind Normen zur Zeit in Vorbereitung.

c) Schwingungsform der angelegten Spannung

Die Schwingungsform der angelegten Spannung ist angenähert sinusförmig.

ANMERKUNG Diese Anforderung ist für öffentliche Versorgungsnetze üblicherweise unkritisch, sie sollte jedoch bei Anlagen mit erheblicher Belastung durch Stromrichter beachtet werden. Für solche Fälle gilt die herkömmliche Regel, wonach die Formänderung weder 5 % für den Gesamtanteil der Oberschwingungen noch 1 % für den Anteil der geradzahligen Oberschwingungen überschreiten darf. Ferner ist die Bedeutung der Stromüberschwingungen für die Kurzschlussverluste und die Übertemperaturen zu beachten.

d) Symmetrie der angelegten Dreiphasenspannung

Für Drehstromtransformatoren ein System von angelegten Dreiphasenspannungen, die angenähert symmetrisch sind.

e) Umgebungsverhältnisse am Aufstellungsort

Eine Umgebung mit einem Verschmutzungsgrad (siehe IEC 60137 und IEC 60815), der keine besondere Beachtung im Hinblick auf die äußere Isolation der Transformatordurchführungen oder auf den Transformator selbst erfordert.

Eine Umgebung, die keinen Erdbeben ausgesetzt ist, die andernfalls besondere konstruktive Maßnahmen erfordern würde. (Dies kann immer dann angenommen werden, wenn der Bodenbeschleunigungspegel a_g kleiner als 2 m/s^2 ist.)²⁾

1.2.2 Berücksichtigung ungewöhnlicher Betriebsbedingungen

Ungewöhnliche Betriebsbedingungen jeglicher Art, die zu einer besonderen Berücksichtigung bei der Auslegung eines Transformators führen können, müssen in der Anfrage und der Bestellung genannt werden. Dies können Faktoren sein wie z. B. große Höhe, extrem hohe oder niedrige Temperaturen, tropische Luftfeuchte, Erdbebentätigkeit, erhebliche Verschmutzung, ungewöhnliche Schwingungsform der Spannung oder des Belastungsstroms und aussetzende Belastung. Ferner kann es sein, dass Sonderbedingungen für Transport, Lagerung und Aufstellung, wie Gewichts- und Abmessungsbeschränkungen, beachtet werden müssen (siehe [Anhang A](#)).

Ergänzende Bestimmungen für Bemessung und Prüfung sind in anderen Publikationen enthalten:

- für Übertemperaturen und Kühlung bei hoher Umgebungstemperatur oder bei großer Aufstellungshöhe für Öltransformatoren in IEC 60076-2 und für Trockentransformatoren in IEC 60726;
- für die äußere Isolation bei großer Aufstellungshöhe für Öltransformatoren in IEC 60076-3 und IEC 60076-3-1 und für Trockentransformatoren in IEC 60726.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Teils der IEC 60076 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Teil der IEC 60076 basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im Folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

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

IEC 60068-3-3:1991, *Environmental testing – Part 3: Guidance. Seismic test methods for equipments*
IEC 60076-2:1993, *Power transformers – Part 2: Temperature rise*.

IEC 60076-3:1980, *Power transformers – Part 3: Insulation levels and dielectric tests*.

²⁾ Siehe IEC 60068-3-3.

IEC 60076-3-1:1987, *Power transformers – Part 3: Insulation levels and dielectric tests. External clearances in air.*

IEC 60076-5:1976, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit.*

IEC 60137:1995, *Bushings for alternating voltages above 1000 V.*

IEC 60354:1991, *Loading guide for oil-immersed power transformers.*

IEC 60529:1989, *Degrees of protection provided by enclosures (IP-Code).*

IEC 60551:1987, *Determination of transformer and reactor sound levels.*

IEC 60606:1978, *Application guide for power transformers.*

IEC 60726:1982, *Dry-type power transformers.*

IEC 60815:1986, *Guide for the selection of insulators in respect of polluted conditions.*

IEC 60905:1987, *Loading guide for dry-type power transformers.*

ISO 3:1973, *Preferred numbers – Series of preferred numbers.*

ISO 9001:1987, *Quality systems – Model for quality assurance in design/development, production, installation and servicing.*

3 Begriffe

Für diesen Teil von IEC 60076 gelten die folgenden Begriffe. Andere Benennungen haben die im Internationalen Elektrotechnischen Wörterbuch (IEV) angegebene Bedeutung.

3.1 Allgemeines

3.1.1

Transformator

ein statisches Gerät, das durch elektromagnetische Induktion Wechselspannung und -strom zwischen zwei oder mehr Wicklungen bei gleicher Frequenz und bei gewöhnlich unterschiedlichen Werten der Spannung und des Stromes überträgt [IEV 421-01-01, modifiziert]

3.1.2

Spartransformator³⁾

ein Transformator, in dem mindestens zwei Wicklungen einen gemeinsamen Teil haben [IEV 421-01-11]

3.1.3

Zusatztransformator

ein Transformator, dessen eine Wicklung mit einem Netz in Reihe geschaltet werden soll, um dessen Spannung und/oder Phasenlage zu ändern. Die andere Wicklung ist eine Erregerwicklung. [IEV 421-01-12, modifiziert]

3.1.4

Öltransformator

ein Transformator, dessen Kern und Wicklungen sich in Öl befinden [IEV 421-01-14]

ANMERKUNG In dieser Norm wird jede Isolierflüssigkeit – Mineralöl oder ein anderes Erzeugnis – als Öl angesehen.

³⁾ Wo es notwendig ist, zum Ausdruck zu bringen, dass ein Transformator keine Sparschaltung hat, können Begriffe wie „Transformator mit getrennten Wicklungen“ oder „Zweiwicklungstransformator“ verwendet werden (siehe IEC 421-01-13).

3.1.5**Trockentransformator**

ein Transformator, dessen Kern und Wicklungen sich nicht in einer Isolierflüssigkeit befinden [IEV 421-01-16]

3.1.6**Einrichtung zur Berücksichtigung der Ölausdehnung**

Einrichtung an einem Öltransformator, die die thermische Ausdehnung des Öls aufnimmt. Ein Kontakt zwischen dem Öl und der Außenluft kann bisweilen verringert oder verhindert werden.

3.2 Anschlüsse und Sternpunkt**3.2.1****Anschluss**

ein leitendes Element, das zur Verbindung einer Wicklung mit äußeren Leitern dient

3.2.2**Leiteranschluss**

ein Anschluss, der zur Verbindung mit einem Hauptleiter eines Netzes dient [IEV 421-02-01]

3.2.3**Sternpunktanschluss**

a) Bei Drehstromtransformatoren und aus Einphasentransformatoren bestehenden Drehstrombänken:

der Anschluss oder die Anschlüsse an den gemeinsamen Punkt (den Sternpunkt) einer Wicklung in Stern- oder Zickzackschaltung

b) Bei Einphasentransformatoren:

der Anschluss, der zur Verbindung mit einem Neutraleiter eines Netzes vorgesehen ist

[IEV 421-02-02, modifiziert]

3.2.4**Sternpunkt**

Punkt eines symmetrischen Spannungssystems, der gewöhnlich Erdpotential hat

3.2.5**entsprechende Anschlüsse**

Anschlüsse verschiedener Wicklungen eines Transformators, die mit dem gleichen Buchstaben oder dem entsprechenden Symbol gekennzeichnet sind [IEV 421-02-03]

3.3 Wicklungen**3.3.1****Wicklung**

Gesamtheit der Windungen, die einen elektrischen Kreis mit einer der dem Transformator zugeordneten Spannungen bilden

ANMERKUNG Bei einem Drehstromtransformator ist die „Wicklung“ die Gesamtheit der Wicklungsstränge (siehe 3.3.3). [IEV 421-03-01, modifiziert]

3.3.2**Wicklung mit Anzapfungen**

Wicklung, bei der die wirksame Windungszahl in Stufen geändert werden kann

3.3.3**Wicklungsstrang**

Gesamtheit der Windungen, die zu einer Phase einer dreiphasigen Wicklung gehören

ANMERKUNG Der Begriff „Wicklungsstrang“ sollte nicht zur Kennzeichnung der Gesamtheit der Wicklungsgruppen auf einem bestimmten Schenkel verwendet werden. [IEV 421-03-02, modifiziert]

3.3.4

Oberspannungswicklung⁴⁾

Wicklung mit der höchsten Bemessungsspannung [IEV 421-03-03]

3.3.5

Unterspannungswicklung⁴⁾

Wicklung mit der niedrigsten Bemessungsspannung [IEV 421-03-04]

ANMERKUNG Bei einem Zusatztransformator kann die Wicklung mit der niedrigeren Bemessungsspannung den höheren Isolationspegel haben.

3.3.6

Mittelspannungswicklung⁴⁾

Wicklung eines Mehrwicklungstransformators, deren Bemessungsspannung zwischen denen der Wicklungen mit höchster und niedrigster Bemessungsspannung liegt [IEV 421-03-05]

3.3.7

Hilfswicklung

eine Wicklung, die nur für eine im Verhältnis zur Bemessungsleistung des Transformators kleine Belastung ausgelegt ist [IEV 421-03-08]

3.3.8

Ausgleichswicklung

zusätzliche Wicklung in Dreieckschaltung, die bei einem Transformator in Stern-Stern- oder Stern-Zickzackschaltung vorgesehen wird, um dessen Nullimpedanz zu verringern (siehe 3.7.3) [IEV 421-03-09, modifiziert]

ANMERKUNG Eine Wicklung wird nur dann als Ausgleichswicklung betrachtet, wenn sie nicht zum dreiphasigen Anschluss an ein äußeres Netz vorgesehen ist.

3.3.9

Parallelwicklung

gemeinsamer Teil der Wicklungen eines Spartransformators [IEV 421-03-10]

3.3.10

Reihenwicklung

Teil der Wicklung eines Spartransformators oder die Wicklung eines Zusatztransformators, die mit einem Netz in Reihe geschaltet werden soll [IEV 421-03-11]

3.3.11

Erregerwicklung

Wicklung eines Zusatztransformators, die Leistung an die Reihenwicklung abgeben soll [IEV 421-03-12]

3.4 Bemessungsdaten

3.4.1

Bemessungsdaten

Zahlenwerte, die den Größen zugeordnet sind, die den Betrieb unter den in diesem Teil von IEC 60076 festgelegten Bedingungen kennzeichnen und auf die sich die verbindlichen Angaben des Herstellers und die Prüfungen beziehen

⁴⁾ Die Wicklung, die unter Betriebsbedingungen die Wirkleistung aus dem speisenden Netz aufnimmt, wird auch als „Primärwicklung“, und die, die die Wirkleistung an den Belastungsstromkreis abgibt, als „Sekundärwicklung“ bezeichnet. Diese Begriffe haben keine Bedeutung im Hinblick darauf, welche der Wicklungen die höhere Bemessungsspannung hat; sie sollten außer im Zusammenhang mit der Richtung des Wirkleistungsflusses nicht verwendet werden (siehe IEV 421-03-06 und -07). Eine weitere Wicklung des Transformators, gewöhnlich mit einer kleineren Bemessungsleistung als die „Sekundärwicklung“, wird dann oft als „Tertiärwicklung“ bezeichnet – siehe auch Begriff 3.3.8.

3.4.2**Bemessungsgrößen**

Größen (Spannung, Strom usw.), deren Zahlenwerte die Bemessungsdaten kennzeichnen

ANMERKUNG 1 Falls nicht anders festgelegt, beziehen sich bei Transformatoren mit Anzapfungen die Bemessungsgrößen auf die Hauptanzapfung (siehe 3.5.2). Entsprechende Größen mit sinngemäßer Bedeutung, die sich auf bestimmte andere Anzapfungen beziehen, werden Anzapfungsgrößen genannt (siehe 3.5.10).

ANMERKUNG 2 Wenn nicht anders festgelegt, werden Spannungen und Ströme immer als Effektivwerte angegeben.

3.4.3**Bemessungsspannung einer Wicklung U_r**

Spannung, die zwischen den Anschlüssen einer Wicklung ohne Anzapfungen oder einer auf die Hauptanzapfung (siehe 3.5.2) eingestellten Wicklung mit Anzapfungen anzulegen ist oder die im Leerlauf auftritt. Bei einer Drehstromwicklung ist es die Spannung zwischen den Leiteranschlüssen. [IEV 421-04-01, modifiziert]

ANMERKUNG 1 Im Leerlauf treten die Bemessungsspannungen aller Wicklungen gleichzeitig auf, wenn die an eine der Wicklungen angelegte Spannung ihren Bemessungswert hat.

ANMERKUNG 2 Bei Einphasentransformatoren, die für eine Drehstrombank in Stern geschaltet werden sollen, wird die Bemessungsspannung als Bruch angegeben, dessen Zähler die Leiterspannung und dessen Nenner $\sqrt{3}$ ist, z. B. $U_r = 400/\sqrt{3}$ kV.

ANMERKUNG 3 Bei der Reihenwicklung eines Drehstrom-Zusatztransformators, die als offene Wicklung (siehe 3.10.5) ausgeführt ist, wird die Bemessungsspannung wie für eine Wicklung in Sternschaltung angegeben, z. B. $U_r = 23/\sqrt{3}$ kV.

3.4.4**Bemessungsübersetzung**

Verhältnis der Bemessungsspannung einer Wicklung zur niedrigeren oder gleichen Bemessungsspannung einer anderen Wicklung [IEV 421-04-02]

3.4.5**Bemessungsfrequenz f_r**

Frequenz, für die der Transformator ausgelegt ist [IEV 421-04-03, modifiziert]

3.4.6**Bemessungsleistung S_r**

formaler Wert der Scheinleistung einer Wicklung, aus der über die Bemessungsspannung der Wicklung ihr Bemessungsstrom bestimmt wird

ANMERKUNG 1 Beide Wicklungen eines Zweiwicklungstransformators haben die gleiche Bemessungsleistung, die bestimmungsgemäß die Bemessungsleistung des Transformators ist.

ANMERKUNG 2 Bei einem Mehrwicklungstransformator liefert die halbe arithmetische Summe der Bemessungsleistungen aller Wicklungen (getrennte Wicklungen, nicht in Sparschaltung) eine ungefähre Abschätzung seiner Baugröße im Vergleich zu einem Zweiwicklungstransformator.

3.4.7**Bemessungsstrom I_r**

der über einen Leiteranschluss einer Wicklung fließende Strom; er wird aus der Bemessungsleistung S_r und der Bemessungsspannung U_r dieser Wicklung bestimmt [IEV 421-04-05, modifiziert]

ANMERKUNG 1 Bei einer Drehstromwicklung wird der Bemessungsstrom I_r angegeben durch:

$$I_r = \frac{S_r}{\sqrt{3} \cdot U_r} \text{ A}$$

ANMERKUNG 2 Bei Einphasentransformatoren für eine Drehstrombank wird der Bemessungsstrom der Wicklungen, die in Dreieck geschaltet werden sollen, als Bruch angegeben, dessen Zähler der Leiterstrom und dessen Nenner $\sqrt{3}$ ist, z. B.

$$I_r = \frac{500}{\sqrt{3}} \text{ A}$$

3.5 Anzapfungen

3.5.1

Anzapfung

bei einem Transformator mit angezapfter Wicklung eine bestimmte Verbindung dieser Wicklung, der eine bestimmte Windungszahl der angezapften Wicklung und folglich ein bestimmtes Windungszahlverhältnis zwischen dieser Wicklung und jeder anderen Wicklung mit fester Windungszahl entspricht

ANMERKUNG Eine der Anzapfungen ist die Hauptanzapfung, während andere Anzapfungen im Verhältnis zur Hauptanzapfung durch ihre entsprechenden Anzapfungsfaktoren gekennzeichnet sind. Begriffsbestimmungen dieser Ausdrücke siehe unten.

3.5.2

Hauptanzapfung

Anzapfung, auf die sich die Bemessungsgrößen beziehen [IEV 421-05-02]

3.5.3

Anzapfungsfaktor (für eine bestimmte Anzapfung)

Das Verhältnis

$$\frac{U_d}{U_r} \text{ (Anzapfungsfaktor) oder } 100 \frac{U_d}{U_r} \text{ (prozentualer Anzapfungsfaktor)}$$

mit

U_r Bemessungsspannung der Wicklung (siehe 3.4.3);

U_d Spannung, die im Leerlauf an den Anschlüssen der auf die betreffende Anzapfung eingestellten Wicklung auftritt, wenn an eine Wicklung ohne Anzapfungen deren Bemessungsspannung angelegt wird

ANMERKUNG Diese Definition ist nicht geeignet für die Reihenwicklung eines Zusatztransformators (siehe 3.1.3). In diesem Fall bezieht sich der prozentuale Wert auf die Spannung der Erregerwicklung oder auf die Wicklung eines zugehörigen Netztransformators. [IEV 421-05-03, modifiziert]

3.5.4

Plus-Anzapfung

Anzapfung, deren Anzapfungsfaktor größer als 1 ist [IEV 421-05-04]

3.5.5

Minus-Anzapfung

Anzapfung, deren Anzapfungsfaktor kleiner als 1 ist [IEV 421-05-05]

3.5.6

Anzapfungsstufe

Differenz zwischen den „prozentualen Anzapfungsfaktoren“ zweier benachbarter Anzapfungen [IEV 421-05-06]

3.5.7

Anzapfungsbereich

der Änderungsbereich des „prozentualen Anzapfungsfaktors“ bei Bezug auf den Wert „100“