

|            |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|            | <b>DIN EN 50541-1</b><br><b>(VDE 0532-241)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                                                                                                                                                                                                                   |
|            | Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> 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.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                   |
| ICS 29.180 | <div data-bbox="628 616 1058 705" data-label="Text"> <p style="text-align: center;"><b>Entwurf</b></p> </div> <div data-bbox="240 763 1339 940" data-label="Section-Header"> <p><b>Drehstrom-Trockentransformatoren 50 Hz, 100 kVA bis 3 150 kVA mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel bis 36 kV –<br/>         Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Anforderungen für Trockentransformatoren mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel bis 36 kV;<br/>         Deutsche Fassung FprEN 50541-1:2009</b></p> </div> <div data-bbox="240 965 1406 1126" data-label="Text"> <p>Three phase dry-type distribution transformers 50 Hz, from 100 to 3 150 kVA, with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV –<br/>         Part 1: General requirements and requirements for dry type transformers with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV;<br/>         German version FprEN 50541-1:2009</p> </div> <div data-bbox="240 1146 1422 1308" data-label="Text"> <p>Transformateurs de type sec 50 Hz de distribution triphasés, de 100 kVA à 3 150 kVA avec tension supérieure pour l'équipement ne dépassant pas 36 kV –<br/>         Partie 1: Prescriptions générales et prescriptions relatifs aux transformateurs de type sec avec tension supérieure pour l'équipement ne dépassant pas 36 kV;<br/>         Version allemande FprEN 50541-1:2009</p> </div> <div data-bbox="240 1346 632 1382" data-label="Section-Header"> <p><b>Anwendungswarnvermerk</b></p> </div> <div data-bbox="240 1402 1445 1464" data-label="Text"> <p>Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungstermin 2010-01-25 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.</p> </div> <div data-bbox="240 1476 1447 1536" data-label="Text"> <p>Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.</p> </div> <div data-bbox="240 1556 617 1590" data-label="Text"> <p>Stellungnahmen werden erbeten</p> </div> <div data-bbox="240 1603 1431 1729" data-label="List-Group"> <ul style="list-style-type: none"> <li>– vorzugsweise als Datei per E-Mail an <b>dke@vde.com</b> in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter <b>www.dke.de/stellungnahme</b> abgerufen werden</li> <li>– oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.</li> </ul> </div> <div data-bbox="240 1740 1447 1803" data-label="Text"> <p>Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.</p> </div> <div data-bbox="1141 1839 1447 1872" data-label="Text"> <p>Gesamtumfang 42 Seiten</p> </div> <div data-bbox="320 1910 1361 1944" data-label="Text"> <p>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE</p> </div> | <div data-bbox="1090 508 1463 696" data-label="Text"> <p>Einsprüche bis 2010-03-31<br/>         Vorgesehen als Ersatz für<br/>         die 2006-03 zurückgezogene<br/>         Norm DIN 42523-1:1993-12 und<br/>         die 2008-12 zurückgezogene<br/>         Norm DIN 42523-2:1996-02</p> </div> |

## Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

## Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 50541-1:2009 „Drehstrom-Trockentransformatoren 50 Hz, 100 kVA bis 3 150 kVA mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel bis 36 kV – Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Anforderungen für Trockentransformatoren mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel bis 36 kV“ (Schluss-Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden..

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und der Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung der FprEN 50541-1:2009 beigefügt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Das europäische Dokument FprEN 50541-1:2009 „Three phase dry-type distribution transformers 50 Hz, from 100 to 3 150 kVA, with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV – Part 1: General requirements and requirements for dry type transformers with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV“ wurde vom TC 4 „Transformatoren“ des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet und von CENELEC den Nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 321.2 „Transformatoren, Leistungen und Abmessungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

Vorgesehen als Ersatz für die 2006-03 zurückgezogene Norm DIN 42523-1:1993-12 und die 2008-12 zurückgezogene Norm DIN 42523-2:1996-02.

## Änderungen

Gegenüber DIN 42523-1:1993-12 und DIN 42523-2:1996-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Übernahme der prEN 50541-1, die die Harmonisierungsdokumente HD 538.1 S1 und HD 538.2 S1 ersetzt;
- b) Einfügung von zusätzlichen Verlustreihen im Abschnitt Verluste und Schallleistungspegel;
- c) die unterschiedlichen Anwendungsbereiche der Vorgänger-Normen wurden zusammengefasst;
- d) es wurde ein neuer Abschnitt zum Wirkungsgrad und Spannungsfall ergänzt;
- e) ein informativer Anhang A zur Bewertung der Kapitalisierung wurde hinzugefügt;
- f) die normativen Verweisungen wurden dem aktuellen Normenstand angepasst.

## 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 in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

**Tabelle NA.1**

| <b>Europäische Norm</b>    | <b>Internationale Norm</b>  | <b>Deutsche Norm</b>                               | <b>Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk</b> |
|----------------------------|-----------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
| EN 50180                   | –                           | DIN EN 50180                                       | –                                             |
| EN 50181                   | –                           | DIN EN 50181                                       | –                                             |
| EN 50216 (Reihe)           | –                           | DIN EN 50216<br>(VDE 0532-216) (Reihe)             | VDE 0532-216 (Reihe)                          |
| EN 50386                   | –                           | DIN EN 50386                                       | –                                             |
| EN 60076-1                 | IEC 60076-1                 | DIN EN 60076-1<br>(VDE 0532-76-1)                  | VDE 0532-76-1                                 |
| EN 60076-2                 | IEC 60076-2                 | DIN EN 60076-2<br>(VDE 0532-102)                   | VDE 0532-102                                  |
| EN 60076-3                 | IEC 60076-3                 | DIN EN 60076-3<br>(VDE 0532-3)                     | VDE 0532-3                                    |
| EN 60076-4                 | IEC 60076-4                 | DIN EN 60076-4<br>(VDE 0532-76-4)                  | VDE 0532-76-4                                 |
| EN 60076-5                 | IEC 60076-5                 | DIN EN 60076-5<br>(VDE 0532-76-5)                  | VDE 0532-76-5                                 |
| EN 60076-10                | IEC 60076-10                | DIN EN 60076-10<br>(VDE 0532-76-10)                | VDE 0532-76-10                                |
| EN 60076-11:2004           | IEC 60076-11:2004           | DIN EN 60076-11<br>(VDE 0532-76-11):2005-04        | VDE 0532-76-11                                |
| EN 60076-12 <sup>N1)</sup> | IEC 60076-12                | DIN EN 60076-12<br>(VDE 0532-76-12) <sup>N1)</sup> | VDE 0532-76-12 <sup>N1)</sup>                 |
| EN 60076-16 <sup>N1)</sup> | IEC 60076-16 <sup>N1)</sup> | DIN EN 60076-16<br>(VDE 0532-76-16) <sup>N1)</sup> | VDE 0532-76-16 <sup>N1)</sup>                 |
| EN 60529                   | IEC 60529                   | DIN EN 60529<br>(VDE 0470-1)                       | VDE 0470-1                                    |
| –                          | IEC/TR 60616                | –                                                  | –                                             |
| EN 62262                   | IEC 62262                   | DIN EN 62262<br>(VDE 0470-100)                     | VDE 0470-100                                  |
| EN 62271-202:2007          | IEC 62271-202:2006          | DIN EN 62271-202<br>(VDE 0671-202):2007-08         | VDE 0671-202                                  |

<sup>N1)</sup> In Vorbereitung.

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

DIN EN 50180, *Durchführungen über 1 kV bis 36 kV und von 250 A bis 3,15 kA für flüssigkeitsgefüllte Transformatoren*

DIN EN 50181, *Steckbare Durchführungen über 1 kV bis 36 kV und von 250 A bis 1,25 kA für Anlagen anders als flüssigkeitsgefüllte Transformatoren*

DIN EN 50216 (VDE 0532-216) (Reihe), *Zubehör für Transformatoren und Drosselspulen*

DIN EN 50386, *Durchführungen bis 1 kV und von 250 A bis 5 kA für flüssigkeitsgefüllte Transformatoren*

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

DIN EN 60076-2 (VDE 0532-102), *Leistungstransformatoren – Teil 2: Übertemperaturen*

DIN EN 60076-3 (VDE 0532-3), *Leistungstransformatoren – Teil 3: Isolationspegel, Spannungsprüfungen und äußere Abstände in Luft*

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 60076-10 (VDE 0532-76-10), *Leistungstransformatoren – Teil 10: Bestimmung der Geräuschpegel*

DIN EN 60076-11 (VDE 0532-76-11):2005-04, *Leistungstransformatoren – Teil 11: Trockentransformatoren (IEC 60076-11:2004); Deutsche Fassung EN 60076-11:2004*

DIN EN 60076-12 (VDE 0532-76-12)<sup>N1)</sup>, *Leistungstransformatoren – Teil 12: Leitfaden für die Belastung von Trockentransformatoren*

DIN EN 60076-16 (VDE 0532-76-16)<sup>N1)</sup>, *Leistungstransformatoren – Teil 16: Transformatoren für Windenergieanlagen-Anwendungen*

DIN EN 60529 (VDE 0470-1), *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code)*

DIN EN 62262 (VDE 0470-100), *Schutzarten durch Gehäuse für elektrische Betriebsmittel (Ausrüstung) gegen äußere mechanische Beanspruchungen (IK-Code)*

DIN EN 62271-202 (VDE 0671-202):2007-08, *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 202: Fabrikfertige Stationen für Hochspannung/Niederspannung (IEC 62271-202:2006); Deutsche Fassung EN 62271-202:2007*

---

<sup>N1)</sup> In Vorbereitung.

**Drehstrom-Trockentransformatoren 50 Hz, 100 kVA bis 3 150 kVA mit einer  
höchsten Spannung für Betriebsmittel bis 36 kV –  
Teil 1: Allgemeine Anforderungen und Anforderungen für Trocken-  
transformatoren mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel bis 36 kV**

Three phase dry-type distribution  
transformers 50 Hz, from 100 to 3 150 kVA,  
with highest voltage for equipment not  
exceeding 36 kV –  
Part 1: General requirements and  
requirements for dry type transformers with  
highest voltage for equipment not  
exceeding 36 kV

Transformateurs de type sec 50 Hz de distribution  
triphases, de 100 kVA à 3 150 kVA avec tension  
supérieure pour l'équipement ne dépassant pas  
36 kV –  
Partie 1: Prescriptions générales et prescriptions  
relatifs aux transformateurs de type sec avec  
tension supérieure pour l'équipement ne dépassant  
pas 36 kV

Dieser Europäische Norm-Entwurf wird den CENELEC-Mitgliedern zur CENELEC-Umfrage vorgelegt.

CENELEC Termin: 2010-03-19

Er wurde von CLC/TC 14 erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CENELEC-Mitglieder 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.

Dieser Europäische Norm-Entwurf wurde von CENELEC in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch) erstellt. 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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

Warnvermerk: Dieses Schriftstück hat noch nicht den Status einer Europäischen Norm. Es wird zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Es kann sich noch ohne Ankündigung ändern und darf nicht als Europäische Norm in Bezug genommen werden.

## CENELEC

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

**Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

© 2009 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Projekt: 14820

Ref. Nr. FprEN 50541-1:2009 D

# — Entwurf —

**E DIN EN 50541-1 (VDE 0532-241):2010-01**  
**FprEN 50541-1:2009**

## Vorwort

Dieser Entwurf einer Europäischen Norm wurde vom Technischen Komitee CENELEC TC 14 „Power transformers“ ausgearbeitet. Er wird zum Einstufigen Annahmeverfahren (UAP) vorgelegt.

Dieser Entwurf einer Europäischen Norm wird HD 538.1 S1:1992 und HD 538.2 S1:1995 ersetzen.

Nachstehende Daten werden vorgeschlagen:

- spätestes Datum, zu dem das Vorhandensein der EN auf nationaler Ebene angekündigt werden muss (doa): dor + 6 Monate
  - spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): dor + 12 Monate
  - spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): dor + 36 Monate  
(bei der Abstimmung zu bestätigen oder zu ändern)
-

## Inhalt

|                                                                                                            | Seite |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Vorwort.....                                                                                               | 2     |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                  | 5     |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                             | 5     |
| 3 Elektrische Kenndaten.....                                                                               | 6     |
| 3.1 Bemessungsleistung .....                                                                               | 6     |
| 3.2 Höchste Spannung für Betriebsmittel .....                                                              | 6     |
| 3.3 Bemessungsspannungen der Wicklungen .....                                                              | 6     |
| 3.4 Anzapfungen.....                                                                                       | 6     |
| 3.5 Schaltungen.....                                                                                       | 6     |
| 3.6 Bemessungen des Sternpunktanschlusses der Unterspannungswicklung.....                                  | 7     |
| 3.7 Kurzschlussimpedanz.....                                                                               | 7     |
| 3.8 Kurzschlussverluste, Leerlaufverluste, Schallleistungspegel und Kurzschlussspannung .....              | 7     |
| 3.9 Tabellen für Kurzschlussverluste, Leerlaufverluste, Schallleistungspegel und Kurzschlussspannung ..... | 9     |
| 3.10 Grenabweichungen und Vertragsstrafen.....                                                             | 11    |
| 4 Prüfungen .....                                                                                          | 11    |
| 4.1 Stückprüfungen .....                                                                                   | 11    |
| 4.2 Typprüfungen .....                                                                                     | 11    |
| 4.3 Sonderprüfungen.....                                                                                   | 11    |
| 4.4 Isolationspegel und Spannungsprüfungen .....                                                           | 12    |
| 5 Bauvorschriften.....                                                                                     | 12    |
| 5.1 Normale oder/und ungewöhnliche Betriebsbedingungen .....                                               | 12    |
| 5.2 Klima-, Umgebungs- und Brandklassen.....                                                               | 12    |
| 6 Anschlüsse .....                                                                                         | 13    |
| 7 Gehäuse .....                                                                                            | 13    |
| 8 Hauptabmessungen und Zubehör.....                                                                        | 14    |
| 9 Wirkungsgrad und Spannungsfall (bei Bezugstemperatur).....                                               | 15    |
| 9.1 Wirkungsgrad.....                                                                                      | 15    |
| 9.2 Spannungsfall $\Delta u$ %.....                                                                        | 16    |
| Anhang A (informativ) Bewertung der Kapitalisierung.....                                                   | 17    |
| Literaturhinweise.....                                                                                     | 19    |

## Bild

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| Bild 1 – Allgemeine Anordnung ..... | 14 |
|-------------------------------------|----|

## Tabellen

|                                                                                   |   |
|-----------------------------------------------------------------------------------|---|
| Tabelle 1 – Beispiel für Auslegung entsprechend Standard-Referenztemperatur ..... | 8 |
| Tabelle 2 – Kurzschlussverluste, Leerlaufverluste und Schallleistungspegel .....  | 9 |
| Tabelle 3 – Kurzschlussverluste, Leerlaufverluste und Schallleistungspegel .....  | 9 |

— **Entwurf** —

**E DIN EN 50541-1 (VDE 0532-241):2010-01**  
**FprEN 50541-1:2009**

|                                                                                 | Seite |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Tabelle 4 – Kurzschlussverluste, Leerlaufverluste und Schalleistungspegel ..... | 10    |
| Tabelle 5 – Kurzschlussverluste, Leerlaufverluste und Schalleistungspegel ..... | 10    |
| Tabelle 6 – Kurzschlussverluste, Leerlaufverluste und Schalleistungspegel ..... | 11    |
| Tabelle 7 – Zubehörliste.....                                                   | 15    |

## 1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm gilt für Transformatoren von 100 kVA bis 3 150 kVA, die für den Betrieb in Drehstrom-Verteilungsnetzen bestimmt sind, für Dauerbetrieb in Innenräumen, für 50 Hz, mit natürlicher Kühlung und zwei Wicklungen ausgestattet:

- eine Primär-(Oberspannungs-)Wicklung mit einer höchsten Spannung für Betriebsmittel von 3,6 kV bis 36 kV;
- eine Sekundär-(Unterspannungs-)Wicklung mit einer höchsten Spannung von 1,1 kV.

Bei Freiluftaufstellung sind eine besondere Auslegung oder ein Gehäuse (Gehäuse mit entsprechenden IP- und IK-Schutzgraden) erforderlich.

ANMERKUNG 1 Diese Europäische Norm kann ganz oder teilweise auf Transformatoren angewendet werden, die Wicklungen mit mehr als einer Bemessungsspannung haben. In diesem Fall muss die Bemessungsleistung für jedes Übersetzungsverhältnis durch den Käufer festgelegt werden.

ANMERKUNG 2 Für Trockentransformatoren, die für den Betrieb in Kraftwerken bestimmt sind, können zusätzliche Anforderungen, die nicht in dieser Europäischen Norm enthalten sind, und alternative Anforderungen festgelegt werden.

ANMERKUNG 3 Für Trockentransformatoren, die für Windenergieanlagen bestimmt sind, gelten zusätzliche Anforderungen nach EN 60076-16.

Es ist das Anliegen dieser Europäischen Norm, Anforderungen bezüglich elektrischer Kennwerte, Abmessungen und Auslegung von Drehstrom-Trockentransformatoren festzulegen. Diese Transformatoren müssen mit den allgemeinen Forderungen nach EN 60076-11 übereinstimmen.

## 2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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).

EN 60529, *Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code) (IEC 60529)*

EN 60076-1, *Leistungstransformatoren – Teil 1: Allgemeines (IEC 60076-1)*

EN 60076-3, *Leistungstransformatoren – Teil 3: Isolationspegel, Spannungsprüfungen und äußere Abstände in Luft (IEC 60076-3)*

EN 60076-10, *Leistungstransformatoren – Teil 10: Bestimmung der Geräuschpegel (IEC 60076-10)*

EN 60076-11:2004, *Leistungstransformatoren – Teil 11: Trockentransformatoren (IEC 60076-11:2004)*

EN 60076-16<sup>1)</sup>, *Leistungstransformatoren – Teil 16: Transformatoren für Windenergieanlagen-Anwendungen (IEC 60076-16)*

EN 62262, *Schutzarten durch Gehäuse für elektrische Betriebsmittel (Ausrüstung) gegen äußere mechanische Beanspruchungen (IK-Code) (IEC 62262)*

EN 62271-202:2007, *Hochspannungs-Schaltgeräte und -Schaltanlagen – Teil 202: Fabrikfertige Stationen für Hochspannung/Niederspannung (IEC 62271-202:2006)*

---

<sup>1)</sup> Im Entwurfsstadium.

### 3 Elektrische Kenndaten

#### 3.1 Bemessungsleistung

Die Werte der Bemessungsleistung sind:

100 – 160 – 200 – 250 – 315 – 400 – 500 – 630 – 800 – 1 000 – 1 250 – 1 600 – 2 000 – 2 500 – 3 150 kVA

Die unterstrichenen Leistungsgrößen sind Vorzugswerte.

#### 3.2 Höchste Spannung für Betriebsmittel

Isolationspegel und Spannungsprüfungen müssen den Anforderungen nach EN 60076-3 und EN 60076-11 entsprechen.

Die Werte der höchsten Spannung für Betriebsmittel sind:

- für die Oberspannungswicklung:  
3,6 – 7,2 – 12 – 17,5 – 24 – 36 kV
- für die Unterspannungswicklung:  
1,1 kV

#### 3.3 Bemessungsspannungen der Wicklungen

##### 3.3.1 Für die Oberspannungswicklung

Die Bemessungsspannung für die Oberspannungswicklung ist von 1,1 kV bis einschließlich 36 kV.

##### 3.3.2 Für die Unterspannungswicklung

Die Bemessungsspannung muss aus den nachstehend angegebenen Werten ausgewählt werden:

400 – 410 – 415 – 420 – 430 V

ANMERKUNG Diese Europäische Norm darf ganz oder teilweise auf Transformatoren mit Bemessungsspannungen unter 400 V oder über 433 V angewandt werden.

#### 3.4 Anzapfungen

Die Oberspannungswicklung kann mit Anzapfungen ausgeführt werden.

Der bevorzugte Anzapfungsbereich ist entweder  $\pm 2,5 \%$  oder  $\pm (2 \times 2,5) \%$ , wenn nicht anders angegeben. In keinem Fall darf die größte Anzahl von Anzapfungen sieben Stellungen und der größte Gesamtbereich 10 % überschreiten.

Der Anzapfungsbereich ist vom Käufer oder durch Vereinbarung zwischen Hersteller und Käufer festzulegen.

Die Auswahl der Anzapfung muss im spannungslosen Zustand durch Verwendung von Schaltbügeln oder Umstellern erfolgen.

#### 3.5 Schaltungen

Schaltgruppe: Die Schaltung muss Dyn sein.

Die Kennzahl muss 5 oder 11 sein.

Die Schaltung und die Kennzahl müssen durch den Käufer mit der Anfrage in Übereinstimmung mit EN 60076-1 festgelegt werden.

ANMERKUNG Diese Europäische Norm darf ganz oder teilweise auf Transformatoren mit anderen Schaltgruppen angewendet werden.

### 3.6 Bemessungen des Sternpunktanschlusses der Unterspannungswicklung

Der Sternpunktleiter und der Sternpunktanschluss der Unterspannungswicklung müssen für den Bemessungsstrom und für den Erdkurzschlussstrom ausgelegt sein, sofern nicht anders festgelegt.

### 3.7 Kurzschlussimpedanz

Die Vorzugswerte der Kurzschlussimpedanz bei Bezugstemperatur gelten entsprechend Tabelle 2 bis Tabelle 6.

Für Trockentransformatoren muss die Kurzschlussimpedanz auf die Temperatur des Isolationssystems und nicht auf andere inkonsistente Werte, wie zum Beispiel 75°C für ölgefüllte Drehstromtransformatoren, bezogen werden. EN 60076-11:2004, Tabelle 2 und Abschnitt 17, müssen angewendet werden.

ANMERKUNG Andere Werte der Kurzschlussimpedanz können vom Käufer für besondere Netzbetriebsbedingungen festgelegt werden, z. B. im Fall von Parallelbetrieb.

### 3.8 Kurzschlussverluste, Leerlaufverluste, Schalleistungspegel und Kurzschlussspannung

#### 3.8.1 Allgemeine Bedingungen

Für Trocken-Transformatoren mit Vorzugswerten der Bemessungsleistung nach 3.1 sind in den Tabellen 2 bis 6 die Werte für die Kurzschlussverluste ( $P_k$ ), Leerlaufverluste ( $P_o$ ), die Kurzschlussspannung und Schalleistungspegel ( $L_{WA}$ ) angegeben.

#### 3.8.2 Kurzschlussverluste

Für Trockentransformatoren müssen die Kurzschlussverluste auf die Temperatur des Isolationssystems und nicht auf andere inkonsistente Werte, wie zum Beispiel 75°C für ölgefüllte Drehstromtransformatoren, bezogen werden. EN 60076-11:2004, Tabelle 2 und Abschnitt 17, müssen angewendet werden. (siehe Berechnungen in Tabelle 1.)

**Tabelle 1 – Beispiel für Auslegung entsprechend Standard-Referenztemperatur**

| <b>Temperatur des Isolationssystems</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>155 °C</b><br>Standard Referenz | <b>105 °C</b><br>Unzulässige Referenz |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|
| Bezugstemperatur                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 120 °C                             | 75 °C                                 |
| US-I <sup>2</sup> R-Verluste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 4 600                              | 4 000 <sup>a)</sup>                   |
| US-Zusatzverluste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 140                                | 160 <sup>a)</sup>                     |
| US-Streuverluste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 340                                | 390                                   |
| Summe US-Verluste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <u>5 080</u>                       | <u>4 550</u>                          |
| OS-I <sup>2</sup> R-Verluste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 5 300                              | 4 600 <sup>a)</sup>                   |
| OS-Zusatzverluste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 660                                | 760 <sup>a)</sup>                     |
| OS-Streuverluste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 40                                 | 46                                    |
| Summe OS-Verluste                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | <u>6 000</u>                       | <u>5 406</u>                          |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |                                    |                                       |
| <b>Summe berechneter Kurzschlussverluste US + OS</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | <b>11 080</b>                      | <b>9 956</b>                          |
| <p>a) Falls die Bezugstemperatur 75°C für die Berechnung von Kurzschlussverlusten eines 155°C-Isolationssystems benutzt wird, anstatt der Referenztemperatur von 120°C, beträgt der Fehler ~ 11 %.</p> <p>Für Kupfer- und Aluminium-Leiter werden die I<sup>2</sup>R-Verluste von 75°C auf 120°C wie folgt korrigiert:</p> <p><math>K = (120 + 235)/(75 + 235) = 1,145</math> für Kupfer;</p> <p><math>K = (120 + 225)/(75 + 225) = 1,15</math> für Aluminium.</p> <p>Für Zusatzverluste und Streuverluste werden die I<sup>2</sup>R-Verluste von 75°C auf 120°C wie folgt korrigiert: <math>K' = 1/K</math></p> |                                    |                                       |

Tabelle 1 zeigt, falls die unzulässige Referenztemperatur benutzt wird, dass die angegeben garantierten Kurzschlussverluste 11 % zu niedrig sind im Vergleich zu den realen Kurzschlussverlusten im Nennbetrieb.

Falls ein Transformator Wicklungen mit unterschiedlichen Temperaturen des Isolationssystems hat, muss die höhere Temperatur angewendet werden, entsprechend EN 60076-11:2004, Abschnitt 17.

ANMERKUNG 1 Falls die US-Wicklung für 130°C und die OS-Wicklung für 155°C ausgelegt ist, gilt als Referenztemperatur 120°C (Temperatur des Isolationssystems 155°C) entsprechend EN 60076-11:2004, Abschnitt 17.

ANMERKUNG 2 Die garantierten Kurzschlussverluste bei Referenztemperatur, wie in EN 60076-11:2004, Abschnitt 17, für verschiedene Temperaturen des Isolationssystems in US und OS beschrieben, ergeben entsprechende Werte.

### 3.8.3 Schallleistungspegel

Die Schalldruckpegel ( $L_{PA}$ ) bei Nennfrequenz und Nennspannung unter Leerlaufbedingungen sind die Basis für die Berechnung der Schallleistungspegel ( $L_{WA}$ ) (siehe EN 60076-10). Die berechneten Werte (Schallleistungspegel) sind die höchsten zugelassenen Pegel, und gelten ohne Toleranz.

### 3.9 Tabellen für Kurzschlussverluste, Leerlaufverluste, Schallleistungspegel und Kurzschlussspannung

#### 3.9.1 Nennspannung $\leq 12$ kV Kurzschlussspannung 4 %

**Tabelle 2 – Kurzschlussverluste, Leerlaufverluste und Schallleistungspegel**

| $U_m$ | $S_r$ | $P_k$ | $P_k$ | $P_o$ $L_{WA}$ |        | $P_o$ $L_{WA}$ |        | $P_o$ $L_{WA}$ |        |
|-------|-------|-------|-------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
|       |       | $A_k$ | $B_k$ | $A_o$          |        | $B_o$          |        | $C_o$          |        |
| kV    | kVA   | W     | W     | W              | dB (A) | W              | dB (A) | W              | dB (A) |
|       | 100   | 1 800 | 2 000 | 260            | 51     | 330            | 51     | 440            | 59     |
|       | 160   | 2 500 | 2 700 | 350            | 54     | 450            | 54     | 610            | 62     |
|       | 250   | 3 200 | 3 500 | 500            | 57     | 610            | 57     | 820            | 65     |
|       | 400   | 4 500 | 4 900 | 700            | 60     | 880            | 60     | 1 150          | 68     |
|       | 630   | 6 700 | 7 300 | 1 000          | 62     | 1 150          | 62     | 1 500          | 70     |

ANMERKUNG Diese Europäische Norm gilt auch für Transformatoren mit einer höheren Temperatur des Isolationssystems als 180 °C. Entsprechend EN 60076-11:2004, Tabelle 2, werden in diesem Fall die Kurzschlussverluste mit den entsprechenden Temperatur-Korrekturfaktoren berechnet, für die Angabe der garantierten Kurzschlussverluste und der Kurzschlussspannung bei Bezugstemperatur (siehe 3.8).

#### 3.9.2 Nennspannung $\leq 12$ kV Kurzschlussspannung 6 %

**Tabelle 3 – Kurzschlussverluste, Leerlaufverluste und Schallleistungspegel**

| $U_m$     | $S_r$ | $P_k$  | $P_k$  | $P_o$ $L_{WA}$ |        | $P_o$ $L_{WA}$ |        | $P_o$ $L_{WA}$ |        |
|-----------|-------|--------|--------|----------------|--------|----------------|--------|----------------|--------|
|           |       | $A_k$  | $B_k$  | $A_o$          |        | $B_o$          |        | $C_o$          |        |
| kV        | kVA   | W      | W      | W              | dB (A) | W              | dB (A) | W              | dB (A) |
| <b>12</b> | 100   | 1 800  | 2 000  | 260            | 51     | 330            | 51     | 440            | 59     |
|           | 160   | 2 600  | 2 700  | 350            | 54     | 450            | 54     | 610            | 62     |
|           | 250   | 3 400  | 3 500  | 500            | 57     | 610            | 57     | 820            | 65     |
|           | 400   | 4 500  | 4 900  | 700            | 60     | 880            | 60     | 1 150          | 68     |
|           | 630   | 7 100  | 7 300  | 1 000          | 62     | 1 150          | 62     | 1 500          | 70     |
|           | 800   | 8 000  | 9 000  | 1 100          | 64     | 1 300          | 65     | 1 800          | 71     |
|           | 1 000 | 9 000  | 10 000 | 1 300          | 65     | 1 500          | 67     | 2 100          | 73     |
|           | 1 250 | 11 000 | 12 000 | 1 500          | 67     | 1 800          | 69     | 2 500          | 75     |
|           | 1 600 | 13 000 | 14 500 | 1 800          | 68     | 2 200          | 71     | 2 800          | 76     |
|           | 2 000 | 15 500 | 18 000 | 2 200          | 70     | 2 600          | 73     | 3 600          | 78     |
|           | 2 500 | 18 500 | 21 000 | 2 600          | 71     | 3 200          | 75     | 4 300          | 81     |
|           | 3 150 | 22 000 | 26 000 | 3 150          | 74     | 3 800          | 77     | 5 300          | 83     |

ANMERKUNG Diese Europäische Norm gilt auch für Transformatoren mit einer höheren Temperatur des Isolationssystems als 180 °C. Entsprechend EN 60076-11:2004, Tabelle 2, werden in diesem Fall die Kurzschlussverluste mit den entsprechenden Temperatur-Korrekturfaktoren berechnet, für die Angabe der garantierten Kurzschlussverluste und der Kurzschlussspannung bei Bezugstemperatur (siehe 3.8).