

	Bahnanwendungen Ortsfeste Anlagen Bahn-Transformatoren Deutsche Fassung EN 50329:2003	DIN EN 50329
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 0115 Teil 329
ICS 29.180; 29.280 Railway applications – Fixed installations – Traction transformers; German version EN 50329:2003 Applications ferroviaires – Installations fixes – Transformateurs de traction; Version allemande EN 50329:2003 Ersatz für DIN VDE 0532-23 (VDE 0532 Teil 23):1994-08 Siehe Beginn der Gültigkeit Teilweiser Ersatz für DIN EN 60146-1-3 (VDE 0558 Teil 8):1994-03 Die Europäische Norm EN 50329:2003 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 50329 wurde am 2002-05-01 angenommen. Daneben darf DIN VDE 0532-23 (VDE 0532 Teil 23):1994-08 noch bis 2005-05-01 angewendet werden. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium AK 351.2.3 „Stromrichter, Transformatoren und Stromrichter-Transformator-Gruppen“ im UK 351.2 „Ortsfeste Anlagen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Norm-Inhalt war veröffentlicht als E DIN EN 50329 (VDE 0115 Teil 329):2000-10. Fortsetzung Seite 2 bis 4 und 38 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Änderungen

Gegenüber **DIN VDE 0532-23 (VDE 0532 Teil 23):1994-08** und **DIN EN 60146-1-3 (VDE 0558 Teil 8):1994-03** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Aufbau und Gliederung wurden wesentlich überarbeitet, neu strukturiert und redaktionell verbessert.
- b) Die Begriffe und technischen Inhalte wurden mit den Europäischen Normen EN 50327:2003 und EN 50328:2003 harmonisiert.
- c) Die Isolationseigenschaften und Prüfwerte wurden an die Europäischen Normen EN 50124-1:2001 und EN 60076-3:2001 angepasst.
- d) Umfangreicher und detaillierter festgelegt wurden:
 - die Anforderungen hinsichtlich Eignung eines Bahn-Transformators für die geforderte Belastungsart und hinsichtlich der durchzuführenden Erwärmungsprüfungen;
 - die Anforderungen hinsichtlich Kurzschlussfestigkeit und Kurzschlussprüfungen;
 - die Anforderungen für Bahn-Stromrichtertransformatoren;
 - die anwendbaren Belastungsklassen und Prüfzyklen für Erwärmungsprüfungen (Anhang A);
 - die Berechnungsverfahren für die Ermittlung der Verluste (Anhang C).
- e) Neu aufgenommen wurden Anforderungen für Bahn-Autotransformatoren.

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0532-23 (VDE 0532 Teil 23):1994-08

DIN EN 60146-1-3 (VDE 0558 Teil 8):1994-03

DIN 57558-1 (VDE 0558 Teil 1):1977-08

DIN VDE 0558-1 (VDE 0558 Teil 1):1987-07

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 50121-5:2000	–	DIN EN 50121-5 (VDE 0115 Teil 121-5):2001-05	VDE 0115 Teil 121-5
EN 50122-1:1997	–	DIN EN 50122-1 (VDE 0115 Teil 3):1997-12	VDE 0115 Teil 3
EN 50124-1:2001	–	DIN EN 50124-1 (VDE 0115 Teil 107-1):2001-10	VDE 0115 Teil 107-1
EN 50125-2:2002	–	DIN EN 50125-2 (VDE 0115 Teil 108-2):2003-07	VDE 0115 Teil 108-2
EN 50152-1:1997	–	DIN EN 50152-1 (VDE 0115 Teil 320-1):1998-07	VDE 0115 Teil 320-1
EN 50163:1995	–	DIN EN 50163 (VDE 0115 Teil 102):1996-05	VDE 0115 Teil 102
EN 50327:2002	–	DIN EN 50327 (VDE 0115 Teil 327):2003-09	VDE 0115 Teil 327
EN 50328:2002	–	DIN EN 50328 (VDE 0115 Teil 328):2003-09	VDE 0115 Teil 328
EN 60076-1:1997 + A1:1997 + A2 :2002	IEC 60076-1:1993 + A1:1999	DIN EN 60076-1 (VDE 0532 Teil 76-1):2003-01	VDE 0532 Teil 76-1
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
EN 61000-2-12	–	–	–
EN 61378-1:1998	IEC 61378:1997	DIN EN 61378-1 (VDE 0532 Teil 41):1999-09	VDE 0532 Teil 41
HD 428.4 S1:1994	–	–	–
HD 464 S1:1988 + A2:1991 + A3:1992 + A4:1995	–	–	–
HD 538.3 S1:1997	–	–	–
–	IEC 60354:1991	–	–
–	IEC 60905:1987	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50121-5 (VDE 0115 Teil 121-5), *Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 5: Störaussendung und Störfestigkeit von ortsfesten Anlagen und Einrichtungen der Bahnenergieversorgung; Deutsche Fassung EN 50121-5:2000.*

DIN EN 50122-1 (VDE 0115 Teil 3), *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Teil 1: Schutzmaßnahmen in Bezug auf elektrische Sicherheit und Erdung; Deutsche Fassung EN 50122-1:1997.*

DIN EN 50124-1 (VDE 0115 Teil 107-1), *Bahnanwendungen – Isolationskoordination – Teil 1: Grundlegende Anforderungen – Kriech- und Luftstrecken für alle elektrischen und elektronischen Betriebsmittel; Deutsche Fassung EN 50124-1:2001.*

DIN EN 50125-2 (VDE 0115 Teil 108-2), *Bahnanwendungen – Umweltbedingungen für Betriebsmittel – Teil 2: Ortsfeste elektrische Anlagen; Deutsche Fassung EN 50125-2:2002.*

DIN EN 50152-1 (VDE 0115 Teil 320-1), *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Besondere Anforderungen an Wechselstrom-Schaltanlagen – Teil 1: Einphasen-Leistungsschalter mit U_m über 1 kV; Deutsche Fassung EN 50152-1:1997.*

DIN EN 50163 (VDE 0115 Teil 102), *Bahnanwendungen – Speisespannungen von Bahnnetzen; Deutsche Fassung EN 50163:1995.*

DIN EN 50327 (VDE 0115 Teil 327), *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Harmonisierung der Bemessungswerte von Stromrichtergruppen und Prüfungen von Stromrichtergruppen; Deutsche Fassung EN 50327:2003.*

DIN EN 50328 (VDE 0115 Teil 328), *Bahnanwendungen – Ortsfeste Anlagen – Leistungselektronische Stromrichter für Unterwerke; Deutsche Fassung EN 50328:2003.*

DIN EN 60076-1 (VDE 0532 Teil 101), *Leistungstransformatoren – Teil 1: Allgemeines (IEC 60076-1:1993, mod + A1:1999.); Deutsche Fassung EN 60076-1:1997 + A1:2000 + A12:2002.*

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

DIN EN 60076-3 (VDE 0532 Teil 3), *Leistungstransformatoren – Teil 3: 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 501), *Leistungstransformatoren – Teil 5: Kurzschlussfestigkeit (IEC 60076-5:2000); Deutsche Fassung EN 60076-5:2000.*

DIN EN 61378-1 (VDE 0532 Teil 41), *Stromrichtertransformatoren – Teil 1: Transformatoren für industrielle Anwendungen (IEC 61378-1:1997); Deutsche Fassung EN 61378-1:1998 + Corr. 1998.*

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen
Ortsfeste Anlagen
Bahn-Transformatoren**

Railway applications
Fixed installations
Traction transformers

Applications ferroviaires
Installations fixes
Transformateurs de traction

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2002-05-01 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

Vorwort

Diese Norm wurde ausgearbeitet von dem SC 9XC „Elektrische Versorgungs- und Erdungssysteme für öffentliche Transporteinrichtungen und Hilfsausrüstungen (ortsfeste Installationen)“ des Technischen Komitees CENELEC TC 9X „Elektrische und elektronische Anwendungen für Bahnen“.

Der Text des Entwurfs wurde der CENELEC formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2002-05-01 als EN 50329 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt HD 591 S1:1993 und **EN 60146-1-3:1993** (nur für die Transformatoren, die im Anwendungsbereich dieser EN 50329 betroffen sind).

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): 2003-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2005-05-01

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 B** und **C** normativ und die **Anhänge A, D, E** und **F** informativ.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	5
1 Allgemeines	5
1.1 Anwendungsbereich	5
1.2 Normative Verweisungen	6
1.3 Begriffe	7
1.4 Liste der verwendeten Formelzeichen	11
1.5 Betriebsbedingungen	12
2 Allgemeine Anforderungen an Bahn-Transformatoren	12
2.1 Belastungen	12
2.2 Prüfung des Transformators hinsichtlich der Eignung für ein gefordertes Lastspiel	13
2.3 Übertragene Überspannungen	15
2.4 Kurzschlussbeanspruchungen	15
2.5 Isolationseigenschaften und Prüfwerte	16
2.6 Andere besondere Eigenschaften	17
2.7 Anforderungen für Simulationsrechnungen	17
2.8 Leistungsschild	17
3 Direkt speisende Bahn-Transformatoren	18
3.1 Allgemeines	18
3.2 Spannungsprüfungen von Wicklungen mit $U_m < 300 \text{ kV}$	18
3.3 Spannungsprüfungen von Wicklungen mit $U_m \geq 300 \text{ kV}$	19
4 Bahn-Stromrichtertransformatoren	20
4.1 Allgemeines	20
4.2 Kurzschlussimpedanz und Lastverluste	21
4.3 Grenzübergänge	21
5 Hilfstransformatoren	22
6 Bahn-Autotransformatoren	22
6.1 Allgemeines	22
6.2 Besondere Anforderungen an Autotransformatoren	23
Anhang A (informativ) Bevorzugte Belastungsklassen	25
Anhang B (normativ) Isolationsanforderungen und Prüfwerte	27
Anhang C (normativ) Ermittlung von Verlusten durch unterschiedliche Verfahren	28
Anhang D (informativ) Berechnungsverfahren für die Übertemperatur während eines Lastspiels	33
Anhang E (informativ) Bewertung der Eigenschaften des Transformators	35
Anhang F (informativ) Angaben für Ausschreibungen und Aufträge	36
Literaturhinweise	38
Bilder	
Bild 1 – Beispiel eines Schaltbilds für die Schaltung Dd0y11 mit geerdetem Schirm	18

	Seite
Bild 2 – Typische Anordnung von Bahn-Autotransformatoren	23
Bild A.1 – Prüfzyklus für Belastungsklasse IA bis IE	26
Bild A.2 – Prüfzyklus für Belastungsklasse V, VI und VII	26
Bild A.3 – Prüfzyklus für Belastungsklasse VIII und IX.....	26
Bild C.1 – Verhältnis zwischen Betriebsstrom und Grundschiwingung	31
Tabellen	
Tabelle A.1 – Bevorzugte Belastungsklassen	25
Tabelle B.1 – Isolationsspannungen und Prüfwerte	27
Tabelle C.1 – Schaltungen von Stromrichtertransformatoren	29
Tabelle C.2 – Hauptanteile der Stromoberschwingungen für verschiedene Stromrichterschaltungen.....	30
Tabelle C.3 – Verhältnis zwischen Bemessungs-Betriebsstrom und Bemessungsstrom.....	30

Einleitung

HD 591 S1 wurde gemeinsam von SC 9XC und TC 14 erarbeitet, um die besonderen Eigenschaften von stationären Bahn-Transformatoren zu berücksichtigen, die sich von denen anderer Transformatoren unterscheiden. Tatsächlich befassen sich Transformator-Normen im Wesentlichen mit Drehstromtransformatoren oder mit einphasigen Einheiten, die zu dreiphasigen Gruppen zusammengesetzt werden.

Die Anwendung solcher Normen auf ein- oder zweiphasige Transformatoren, wie sie in Bahnsystemen verwendet werden, ist nicht ohne weiteres möglich.

Darüber hinaus befasst sich **EN 61378-1** mit Stromrichtertransformatoren für Industrieanwendungen, die andere Belastungsarten haben als Transformatoren für Bahnstromrichter.

Aus diesem Grund wurden HD 591 S1 und dieses Schriftstück erarbeitet, um diese Gesichtspunkte zu berücksichtigen.

HD 591 S1 wurde in den frühen 90er Jahren erarbeitet und 1993 veröffentlicht. Von 1993 bis 1997 wurden Erfahrungen in der praktischen Anwendung gesammelt. Nachdem dann beschlossen wurde, das HD in eine EN zu überführen, wurde die Gelegenheit wahrgenommen, das Schriftstück zu überarbeiten und Verbesserungen einzuführen, die sich während dieser Erprobungsphase als sinnvoll herausgestellt haben.

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt für Bahn-Transformatoren nach Definition in **1.3.1**, die in Bahnunterwerken oder entlang der Strecke für die Wechselstrom- oder Gleichstrom-Bahnenergieversorgung oder zur Bereitstellung von Energie für Nebenbetriebe eingesetzt werden, spezielle Anforderungen für die Leistungsfähigkeit fest. Bahn-Transformatoren sind

- Einphasen-Bahn-Transformatoren,
- Ein-, Drei- oder Mehrphasen-Gleichrichter- oder Stromrichtertransformatoren zur Speisung von Gleich- oder Wechselspannungs-Fahrleitungen,
- Einphasen-Autotransformatoren zur Bahnenergieversorgung, ^{N1)}
- Ein- oder Dreiphasen-Hilfstransformatoren an Bahnspannung.

Transformatoren, die Wechselspannungs-Fahrleitungen speisen, werden durch EN 60076 abgedeckt. Für Trockentransformatoren gilt HD 464. Diese Normen gelten zusammen mit den zusätzlichen Anforderungen aus dieser Norm.

Für Transformatoren, die Fahrleitungen über statische Stromrichter speisen, darf EN 61378-1 zur Hilfestellung herangezogen werden, in dieser Norm sind jedoch veränderte oder zusätzliche Anforderungen angegeben.

ANMERKUNG Transformatoren, die in Triebfahrzeugen eingebaut sind, werden von der EN 60310 behandelt und sind in diesem Schriftstück ausgeschlossen.

Die elektromagnetische Verträglichkeit wird in **EN 60076-1** behandelt, die angibt, dass ein Transformator in dieser Hinsicht als passives Element betrachtet werden darf.

Für einige Anbauteile gelten jedoch EMV-Anforderungen, sie müssen den Anforderungen der **EN 50121-5** entsprechen.

^{N1)} Der in Bahnenergieversorgungsanlagen international übliche Begriff Autotransformatoren steht für Spartransformatoren.

1.2 Normative Verweisungen

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

EN 50121-5:2000, *Railway applications – Electromagnetic compatibility – Part 5: Emission and immunity of fixed power supply installations and apparatus.*

EN 50122-1:1997, *Railway applications – Fixed installations – Part 1: Protective provisions relating to electrical safety and earthing.*

EN 50124-1:2001, *Railway applications – Insulation coordination – Part 1: Basic requirements – Clearances and creepage distances for all electrical and electronic equipment.*

EN 50125-2:2002, *Railway applications – Environmental conditions for equipment – Part 2: Fixed electrical installations.*

EN 50152-1:1997, *Railway applications – Fixed installations – Particular requirements for a.c. switchgear – Part 1: Single-phase circuit-breakers with U_m above 1 kV.*

EN 50163:1995, *Railway applications – Supply voltages of traction systems.*

EN 50327:2003, *Railway applications – Fixed installations – Harmonisation of the rated values for converter groups and tests on converter groups.*

EN 50328:2003, *Railway applications – Fixed installations – Electronic power converters for substations.*

EN 60076-1:1997 + A11:1997, *Power transformers – Part 1: General (IEC 60076-1:1993, mod.).*

EN 60076-2:1997, *Power transformers – Part 2: Temperature rise (IEC 60076-2:1993, mod.).*

EN 60076-3:2001, *Power transformers – Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air (IEC 60076-3:2000 + corrigendum December 2000).*

EN 60076-5:2000, *Power transformers – Part 5: Ability to withstand short circuit (IEC 60076-5:2000).*

EN 61000-2-12:¹⁾, *Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 2-12: Environment – Compatibility levels for low-frequency conducted disturbances and signalling in public medium-voltage power supply systems.*

EN 61378-1:1998, *Convertor transformers – Part 1: Transformers for industrial applications (IEC 61378-1:1997).*

HD 428.4 S1:1994, *Three phase oil-immersed distribution transformers 50 Hz, from 50 to 2 500 kVA with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV – Part 4: Determination of the power rating of a transformer loaded with non-sinusoidal currents.*

HD 464 S1:1988 + A2:1991 + A3:1992 + A4:1995, *Dry-type power transformers (IEC 60726:1982 + A1:1986, mod.).*

HD 538.3 S1:1997, *Three-phase dry-type distribution transformers 50 Hz, from 100 to 2 500 kVA, with highest voltage for equipment not exceeding 36 kV – Part 3: Determination of the power rating of a transformer loaded with non-sinusoidal current.*

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

¹⁾ Noch zu veröffentlichen

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

1.3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die in EN 60076-1 und in EN 50328 angegebenen und die folgenden Begriffe.

ANMERKUNG Bild 1 und Bild 2 von EN 50327 geben eine bildliche Unterstützung zum Verständnis der unterschiedlichen Größen.

1.3.1

Bahn-Transformator

Transformator (mit getrennten Wicklungen oder Autotransformator), der in ortsfesten Anlagen von Wechselstrom- oder Gleichstrom-Bahnanwendungen eingesetzt wird, und der direkt oder über einen Stromrichter mit einer Fahrleitungsanlage verbunden ist

ANMERKUNG Der obige Begriff bezieht sich auf den Inhalt dieser Norm und wird eingeführt, um die nachfolgenden Begriffe zu vereinfachen, die in den meisten Fällen nicht für alle Transformatoren und Autotransformatoren gelten.

1.3.1.1

Bahn-Stromrichtertransformator

Bahn-Transformator auf der Einspeiseseite einer Stromrichtergruppe, der die Fahrleitungsanlage durch einen oder mehrere Stromrichter speist

1.3.1.2

Bahn-Wechselrichtertransformator

Bahn-Transformator auf der Bahnseite (Fahrleistungsseite) einer Stromrichtergruppe, der von einem oder mehreren statischen Stromrichtern gespeist wird

1.3.1.3

direkt speisender Bahn-Transformator

Bahn-Transformator, der eine Fahrleitungsanlage direkt ohne dazwischen geschalteten Stromrichter speist

1.3.2

Bemessungswert

Zahlenwert für die elektrischen, thermischen, mechanischen Größen und Umgebungsbedingungen, der den Größen zugeordnet ist, die den Betrieb eines Bahn-Transformators unter den in dieser Europäischen Norm festgelegten Bedingungen kennzeichnen, und auf den sich die verbindlichen Angaben des Herstellers und die Prüfungen beziehen

1.3.3

Bemessungsfrequenz (f_N)

Frequenz, für die der Transformator ausgelegt ist

1.3.4

Bemessungsspannung auf der Einspeiseseite eines Bahn-Transformators (U_{NL})

Effektivwert der sinusförmigen Leerlaufspannung, die einspeisenden Anschlüssen des Bahn-Transformators (bei Bahn-Stromrichtertransformatoren) zugeordnet ist

1.3.4.1

Bemessungsspannung eines Bahn-Autotransformators (U_{OHL})

Effektivwert der sinusförmigen Wechselspannung zwischen der Oberleitungsanlage und der Speiseleitung (siehe 3.3.10 von EN 50122-1) bei einem Bahn-Autotransformator

1.3.4.2

Bemessungs-Zwischenspannung eines Bahn-Autotransformators (U_{rail})

Effektivwert der sinusförmigen Wechselspannung zwischen der Oberleitungsanlage und der Fahrschiene

1.3.5

Bemessungsspannung auf der (den) Stromrichterseite(n) eines Bahn-Stromrichtertransformators und auf der Bahnseite eines direkt speisenden Bahn-Transformators (U_{NS})

Effektivwert der Leerlaufspannung zwischen den Anschlüssen auf der (den) Stromrichterseite(n) eines Bahn-Stromrichtertransformators oder auf der Bahnseite eines direkt speisenden Transformators bei Bemessungsspannung auf der Einspeiseseite des Bahn-Transformators

1.3.6

Bemessungsspannung auf der Wechselrichterseite eines Bahn-Wechselrichtertransformators (U_{NP})

Effektivwert der sinusförmigen Leerlaufspannung zwischen den Anschlüssen auf der Wechselrichterseite eines Bahn-Transformators

1.3.7

Bemessungsspannung auf der Bahnseite eines Bahn-Wechselrichtertransformators (U_{NV})

Effektivwert der Leerlaufspannung zwischen den Anschlüssen auf der Bahnseite eines Wechselrichtertransformators bei Bemessungsspannung auf der Wechselrichterseite

1.3.8

Bemessungsleistung einer Wicklung eines Bahn-Transformators (S_{NL} , S_{NP} , S_{NSn} , S_{NV})

formaler Wert der Scheinleistung einer Wicklung, aus der über die Bemessungsspannung ihr Bemessungsstrom bestimmt wird. Er basiert auf den Grundswingungsanteilen von Strom und Spannung (siehe 1.3.4, 1.3.5, 1.3.7 und 1.3.9)

ANMERKUNG 1 „Primär“ und „sekundär“ beziehen sich auf die normale Richtung des Energieflusses, von der Einspeiseseite zur Bahnseite.

ANMERKUNG 2 Im Formelzeichen „ S_n “ für Sekundärwicklungen bedeutet das „n“ die zugeordnete Ordnungszahl der Sekundärwicklung. In Gleichungen, in denen eine Wicklung getrennt betrachtet wird, gibt S_N die Bemessungsleistung der betrachteten Wicklung an.

1.3.9

Bemessungsstrom auf der Primärseite eines Bahn-Transformators (I_{NL} , I_{NP})

Effektivwert des Grundswingungsanteils des über einen Leiteranschluss einer Primärwicklung des Stromrichtertransformators fließenden Stroms; er wird aus der Bemessungsleistung S_N und der Bemessungsspannung U_N der Wicklung bestimmt

ANMERKUNG Der Effektivwert des Grundswingungsanteils eines Wechselstroms wird mit I angegeben, der Bemessungsstrom mit I_N .

1.3.9.1

Bemessungsstrom der Reihewicklung eines Bahn-Autotransformators (I_{OHL})

Effektivwert des Stroms, der zwischen dem Fahrleitungsanschluss und dem Fahrschienenanschluss fließt

1.3.9.2

Bemessungsstrom der Parallelwicklung eines Bahn-Autotransformators (I_{feed})

Effektivwert des Stroms, der zwischen dem Speiseleitungsanschluss und dem Fahrschienenanschluss fließt

1.3.10

Bemessungs-Betriebsstrom auf der Primärseite eines Bahn-Stromrichtertransformators (I_{NGL})

Effektivwert des Stroms, der über einen Wicklungsanschluss auf der Einspeiseseite eines Bahn-Stromrichtertransformators fließt. Er beinhaltet alle Oberschwingungen, sein Grundswingungsanteil ist der Bemessungsstrom (I_{NL})

ANMERKUNG 1 Bei Bahn-Wechselrichtertransformatoren wird angenommen, dass der Betriebsstrom aller Wicklungen nicht nennenswert von sinusförmigem Strom abweicht.

ANMERKUNG 2 Der Effektivwert des Betriebsstroms wird als I_G angegeben.

ANMERKUNG 3 Der Effektivwert des Oberschwingungsstroms der Ordnungszahl h eines Wechselstroms wird als I_h angegeben.

ANMERKUNG 4 In Gleichungen, in denen jede Wicklung getrennt betrachtet wird, gibt I_N den Bemessungsstrom der betrachteten Wicklung an und I_{NG} ihren Bemessungs-Betriebsstrom.

1.3.11

Bemessungsstrom auf der Sekundärseite eines Bahn-Transformators (I_{NS} , I_{NV})

Effektivwert des Grundschwingungsanteils des Stroms in den sekundärseitigen Leiteranschlüssen; er wird aus der Bemessungsleistung S_N und der Bemessungsspannung U_N der Wicklung bestimmt

ANMERKUNG 1 Wenn ein Stromrichtertransformator mehr als eine Sekundärwicklung hat, können sich die Bemessungsströme der einzelnen Wicklungen geringfügig voneinander unterscheiden; dies kann selbst dann der Fall sein, wenn die Sekundärwicklungen nur einen Stromrichter speisen. Die zulässigen Grenzabweichungen sollten unbedingt beachtet werden.

ANMERKUNG 2 In einigen Fällen ist der Sekundärstrom eines Bahn-Stromrichtertransformators nicht gleich dem Eingangsstrom des Stromrichters, da ein Hilfstransformator vorhanden ist (siehe [Abschnitt 3 von EN 50327](#)).

1.3.12

Bemessungs-Betriebsstrom auf der Stromrichter-(Ventil-)seite eines Bahn-Stromrichtertransformators (I_{NGSn})

Effektivwert des über die Leiteranschlüsse der Sekundärwicklung(en) eines Bahn-Stromrichtertransformators fließenden Stroms, der alle auftretenden Oberschwingungen beinhaltet und dessen Grundschwingungsanteil der Bemessungsstrom (I_{NS}) ist

ANMERKUNG 1 I_{NGSn} unterscheidet sich von I_{NS} . Letzterer Wert wird zur Bestimmung der Belastbarkeit von Bauteilen wie z. B. Durchführungsisolatoren herangezogen. Verlust- und Erwärmungsberechnungen, die auch die von den Oberschwingungen hervorgerufenen Wirbelstromverluste in den Wicklungen und Konstruktionsteilen berücksichtigen, basieren auf dem Bemessungs-Betriebsstrom.

ANMERKUNG 2 In einigen Fällen ist der Sekundärstrom eines Bahn-Stromrichtertransformators nicht gleich dem Eingangsstrom des Stromrichters, da ein Hilfstransformator vorhanden ist (siehe [Abschnitt 3 von EN 50327](#)).

ANMERKUNG 3 In Gleichungen, in denen eine Wicklung getrennt betrachtet wird, gibt I_N den Bemessungsstrom der betrachteten Wicklung an und I_{NG} ihren Bemessungs-Betriebsstrom.

1.3.13

Basisstrom (I_{BL} , I_{BP} , I_{BS} , I_{BV} , I_{BGL} , I_{BGS})

Strom in einer Wicklung, entsprechend einer angegebenen Belastungsklasse (siehe [1.3.18](#)), von dem angenommen wird, dass er längere Zeit fließt und der Dauerlast des Bahn-Transformators entspricht, der die Überlasten überlagert sind

1.3.13.1

Basisstrom auf der Primärseite eines Bahn-Transformators (I_{BL} , I_{BP})

Effektivwert des Grundschwingungsanteils des über einen Leiteranschluss der Primärwicklung fließenden Stroms, der aus der Basisleistung S_B und der Bemessungsspannung U_N der Wicklung ermittelt wird

1.3.13.2

Basis-Betriebsstrom auf der Primärseite eines Bahn-Stromrichtertransformators (I_{BGL})

Effektivwert des über einen Leiteranschluss auf der Einspeiseseite eines Bahn-Stromrichtertransformators fließenden Stroms, der alle auftretenden Oberschwingungen beinhaltet und dessen Grundschwingungsanteil der Basisstrom I_{BL} ist

1.3.13.3

Basisstrom auf der Sekundärseite eines Bahn-Transformators (I_{BS} , I_{BV})

Effektivwert des Grundschwingungsanteils des über die Leiteranschlüsse der Sekundärwicklung(en) eines Bahn-Transformators fließenden Stroms, der aus der Basisleistung S_B und der Bemessungsspannung U_N der Wicklung ermittelt wird

1.3.13.4

Basis-Betriebsstrom auf der Stromrichter-(Ventil-)seite eines Bahn-Stromrichtertransformators (I_{BGSn})

Effektivwert des über die Leiteranschlüsse der Sekundärwicklung(en) eines Bahn-Stromrichtertransformators fließenden Stroms, der alle auftretenden Oberschwingungen beinhaltet und dessen Grundschwingungsanteil der Basisstrom I_{BS} ist