

	Bahnanwendungen Ortsfeste Anlagen Leistungselektronische Stromrichter für Unterwerke Deutsche Fassung EN 50328:2003	DIN EN 50328
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 328
ICS 29.200; 29.280 Railway applications – Fixed installations – Electronic power converters for substations; German version EN 50328:2003 Applications ferroviaires – Installations fixes – Convertisseurs électroniques de puissance pour sous-stations; Version allemande EN 50328:2003 Die Europäische Norm EN 50328:2003 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 50328 wurde am 2002-09-01 angenommen. 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 50328 (VDE 0115 Teil 328):2000-10. Fortsetzung Seite 2 und 3 und 53 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Änderungen

Gegenüber DIN EN 60146-1-1 (VDE 0558 Teil 11):1994-03 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Begriffe und technischen Inhalte wurden hinsichtlich der Anforderungen für Bahnanwendungen wesentlich überarbeitet und mit den Anforderungen der Europäischen Normen EN 50327:2003 und EN 50329:2003 abgestimmt.
- b) Die elektrischen Betriebsbedingungen wurden den Anforderungen der Gleich- und Wechselspannungs-Bahnnetze angepasst.
- c) Die Anforderungen hinsichtlich Dauer- und Kurzzeitstrombelastbarkeit wurden unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen für den Bahnbetrieb überarbeitet und detaillierter festgelegt.
- d) Die Anforderungen für Typ- und Stückprüfungen wurden umfangreicher und detaillierter festgelegt.
- e) Die Isolationseigenschaften und Prüfwerte wurden an EN 50124-1:2001 und EN 50123-1:2003 angepasst.
- f) In Anhang A werden Hinweise zu erforderlichen Angaben in Beschaffungsspezifikationen und in Angeboten gegeben.

Frühere Ausgaben

DIN EN 60146-1-1 (VDE 0558 Teil 11):1994-03

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 (Reihe)	–	DIN EN 50121 (VDE 0115 Teil 121) (Reihe)	VDE 0115 Teil 121
EN 50123-7-1:2003	–	–	–
EN 50124-1:2001	–	DIN EN 50124-1 (VDE 0115 Teil 107-1):2001-10	VDE 0115 Teil 107-1
EN 50163:1995	–	DIN EN 50163 (VDE 0115 Teil 102):1996-05	VDE 0115 Teil 102
EN 50327:2003	–	DIN EN 50327 (VDE 0115 Teil 327):2003-09	VDE 0115 Teil 327
EN 50329:2003	–	DIN EN 50329 (VDE 0115 Teil 329):2003-09	VDE 0115 Teil 329

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
EN 60529:1991	IEC 60529:1989	DIN EN 60529 (VDE 0470 Teil 1):2000-09	VDE 0470 Teil 1
EN 60721 (Reihe)	–	DIN EN 60721 (Reihe)	–
EN 61000-2-4:1994	IEC 61000-2-4:1994	DIN EN 61000-2-4 (VDE 0839 Teil 2-4):1995-05	VDE 0839 Teil 2-4
–	IEC 60050-551:1998	DIN IEC 60050-551:1999-12	–
–	IEC 60050-811:1991	IEV Kapitel 811:1998	–
–	IEC 60146-1-2:1991	–	–
–	IEC 61000-2-12	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50121 (VDE 0115 Teil 121) (Reihe), *Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit*.

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

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

DIN EN 60721 (Reihe), *Klassifizierung von Umweltbedingungen*.

DIN EN 61000-2-4 (VDE 0839 Teil 2-4), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2: Umgebungsbedingungen – Hauptabschnitt 4: Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen in Industrieanlagen (IEC 61000-2-4:1994 + Corrigendum:1994); Deutsche Fassung EN 61000-2-4:1994*.

DIN IEC 60050-551, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 551: Leistungselektronik (IEC 60050-551:1998)*.

IEV Kapitel 811, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 811: Elektrische Zugförderung; Identisch mit IEC 60050-811:1991-09*.

– Leerseite –

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen
Ortsfeste Anlagen
Leistungselektronische Stromrichter für Unterwerke**

Railway applications
Fixed installations
Electronic power converters for substations

Applications ferroviaires
Installations fixes
Convertisseurs électroniques de puissance pour
sous-stations

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2002-09-01 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 Europäische 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 formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2002-09-01 als EN 50328 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt **EN 60146-1-1:1993** für die spezifischen Produkte für Bahnanwendungen, die im Anwendungsbereich dieser Norm aufgeführt 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) 2005-09-01

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

In dieser Norm sind die [Anhänge A, B und C](#) informativ.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung	5
1 Allgemeines	5
1.1 Anwendungsbereich	5
1.2 Normative Verweisungen	5
1.3 Einteilung der Stromrichtergeräte und Ventilbauelemente.....	6
1.4 Liste der wichtigen Formelzeichen	7
1.5 Begriffe	8
2 Betriebsbedingungen.....	18
2.1 Kennzeichnung der Kühlart	18
2.2 Umgebungsbedingungen	20
2.3 Elektrische Betriebsbedingungen.....	21
3 Stromrichtergeräte und -sätze	23
3.1 Stromrichterschaltungen.....	23
3.2 Berechnungsfaktoren	25
3.3 Verluste und Wirkungsgrad	26
3.4 Leistungsfaktor	26
3.5 Spannungswelligkeit auf der Gleichstromseite.....	27
3.6 Elektromagnetische Verträglichkeit	27
3.7 Bemessungswerte für Stromrichter	27
3.8 Konstruktions-Kenngrößen.....	30
3.9 Kennzeichnung	31
4 Prüfungen	32
4.1 Allgemeines	32
4.2 Prüfbedingungen	33
Anhang A (informativ) Erforderliche Information	39
Anhang B (informativ) Bestimmung der Strombelastbarkeit durch Berechnung der Ersatz- Sperrschichttemperatur	45
Anhang C (informativ) Stichwortverzeichnis.....	50
Literaturhinweise.....	53
Bilder	
Bild 1 – Darstellung der Winkel.....	13
Bild 2 – Spannungsänderung	16
Bild 3 – Wechselspannungs-Kurvenform.....	23
Bild B.1 – Annäherung der Kurvenform von Verlustleistungsimpulsen	46
Bild B.2 – Berechnung der Ersatz-Sperrschichttemperatur für konstante Last.....	47
Bild B.3 – Berechnung der Ersatz-Sperrschichttemperatur für eine periodische Folge von Pulsen	48
Tabellen	
Tabelle 1 – Niveaus der Störfestigkeit.....	18

	Seite
Tabelle 2 – Kennbuchstaben für Kühlmittel und Wärmeträger	19
Tabelle 3 – Kennbuchstaben für die Art der Zirkulation.....	19
Tabelle 4 – Schaltungsarten und Berechnungsfaktoren für netzgeführte Stromrichter.....	25
Tabelle 5 – Genormte Belastungsklassen	28
Tabelle 6 – Niveau der Störfestigkeit eines Stromrichters.....	30
Tabelle 7 – Zusammenfassung der Prüfungen.....	33
Tabelle 8 – Prüfspannungen für AC/DC-Stromrichter	34
Tabelle B.1 – Beispiele für typische Anwendungen.....	49

Einleitung

Leistungselektronische Stromrichter für die Bahnenergieversorgung unterscheiden sich von Stromrichtern für Industrieanwendungen durch besondere elektrische Umgebungsbedingungen und ihrem großen Bereich von Laständerungen und die besondere Charakteristik der Bahnlasten.

Aus diesem Grund erfüllt **EN 60146-1-1** nicht vollständig die Anforderungen für Bahnanwendungen, und es wurde beschlossen, für diese Anwendungen eine eigene Europäische Norm zu schaffen.

Stromrichtertransformatoren für ortsfeste Anlagen von Bahnen werden in **EN 50329** behandelt.

Die Harmonisierung der Bemessungswerte und Prüfungen der gesamten Stromrichtergruppe werden in **EN 50327** behandelt.

1 Allgemeines

1.1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die Anforderungen für die Leistungsfähigkeit aller ortsfesten leistungselektronischen Stromrichter für die Bahnenergieversorgung fest, die gesteuerte und/oder nicht steuerbare elektronische Ventile verwenden.

Die Ventilbauelemente können durch Strom, Spannung oder Licht gesteuert sein. Bei Ventilbauelementen, die nicht bistabil sind, wird angenommen, dass sie als Schalter arbeiten.

Diese Europäische Norm gilt für ortsfeste Anlagen folgender elektrischer Bahnanlagen:

- Eisenbahnen;
- geführte Nahverkehrsbahnen wie Straßenbahnen, Stadtbahnen, Hoch- und U-Bahnen, Bergbahnen und O-Busanlagen.

Diese Europäische Norm gilt nicht für

- Krananlagen, Schiebebühnen und ähnliche Transportgeräte auf Schienen,
- Luftseilbahnen,
- Standseilbahnen.

Diese Europäische Norm gilt für Diodengleichrichter, gesteuerte Stromrichter, Wechselrichter und Umrichter.

Diese Europäische Norm ist anwendbar für den Stromrichter selbst.

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 Publikation 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 Reihe:2000, *Railway applications – Electromagnetic compatibility*.

EN 50123-7-1:2003, *Railway applications – Fixed installations – D.C. switchgear – Part 7-1: Measurement, control and protection devices for specific use in d.c. traction systems – Applications guide*.

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

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 50329:2003, *Railway applications – Fixed installations – Traction transformers.*

EN 60529:1991, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).*

EN 60721, Reihe, *Classification of environmental conditions.*

EN 61000-2-4:1994, *Electromagnetic compatibility (EMS) – Part 2-4: Environment – Compatibility levels in industrial plants for low-frequency conducted disturbances.*

IEC 60050-551:1998, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 551: Power electronics.*

IEC 60050-811:1991, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 811: Electric traction.*

IEC 60146-1-2:1991, *Semiconductor convertors – General requirements and line commutated convertors – Part 1-2: Application guide.*

IEC 61000-2-12¹⁾, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 2-12: Environment – Compatibility levels for low frequency conducted disturbances and signalling in public medium voltage power supply systems.*

1.3 Einteilung der Stromrichtergeräte und Ventilbauelemente

1.3.1 Einteilung der Stromrichter für Bahnenergieversorgung

- A) Umwandlung von Wechselstrom in Gleichstrom:
 - 1) Diodengleichrichter;
 - 2) Gesteuerter Stromrichter.
- B) Umwandlung von Gleichstrom in Wechselstrom:
 - 1) Wechselrichter.
- C) Umwandlung von Wechselstrom in Wechselstrom:
 - 1) Direktumrichter;
 - 2) Zwischenkreisumrichter:
 - i) Einspeiseseite;
 - ii) Bahnstromseite.

1.3.2 Zweck des Stromrichtens

Ein Stromrichter der elektrischen Energietechnik ändert oder steuert ein oder mehrere charakteristische Merkmale:

- 1) Frequenz (einschließlich Frequenz null);
- 2) Spannung;
- 3) Phasenanzahl;
- 4) Blindleistungsfluss;
- 5) Eigenschaft der Ausgangsleistung.

¹⁾ Zu veröffentlichen.

1.3.3 Klassifizierung der Halbleiter-Ventilbauelemente

Ein Halbleiter-Ventilbauelement kann entweder durch Kommutierung abgeschaltet werden, wobei der Strom eines Ventilbauelements unmittelbar auf ein anderes übergeht, oder durch Verlöschen, wenn der Strom eines Ventilbauelementes null wird.

Ventilbauelemente, die in Leistungskreisen der Leistungselektronik eingesetzt werden, können in folgender Weise eingeteilt werden:

- 1) nichtsteuerbares Ventilbauelement, das in Vorwärtsrichtung leitet und in Rückwärtsrichtung sperrt (Gleichrichterdiode);
- 2) Ventilbauelement, das in Vorwärtsrichtung steuerbar ist und in Rückwärtsrichtung sperrt (z. B. in Rückwärtsrichtung sperrender Thyristor);
- 3) Ventilbauelement, das in Vorwärtsrichtung steuerbar ist und in Rückwärtsrichtung leitet (z. B. in Rückwärtsrichtung leitender Thyristor);
- 4) Ventilbauelement, das in Vorwärts- und/oder Rückwärtsrichtung steuerbar ist und durch Anlegen eines Steuerimpulses an den Steueranschluss ein- oder ausgeschaltet werden kann (z. B. Abschalt-Thyristor (GTO) und Insulated Gate Bipolar Transistor).
- 5) Ventilbauelement, das in Vorwärts- und/oder Rückwärtsrichtung steuerbar ist (z. B. „bi-directional“ Thyristor)

1.4 Liste der wichtigen Formelzeichen

d_{xTB}	relative induktive Gleichspannungsänderung, deren Ursache im Stromrichtertransformator liegt, bezogen auf U_{di}
e_{xB}	induktive Komponente der relativen Kurzschlussspannung des Stromrichtertransformators bei Basisstrom auf der Einspeiseseite des Transformators
f_N	Bemessungsfrequenz
g	Anzahl der Sätze der Kommutierungsgruppen, zwischen denen sich I_{Bd} aufteilt Ordnungszahl der Oberschwingung
I_{Bd}	Basisgleichstrom
I_{BV}	Basisstrom auf der Einspeiseseite eines Stromrichters
I_d	Gleichstrom (beliebiger definierter Wert)
I_{Nt}	Bemessungsstrom auf der Bahnstromseite eines Frequenzumrichters
K	Kopplungsfaktor
p	Pulszahl
P	Wirkleistung
q	Kommutierungszahl
s	Anzahl der in Reihe geschalteten Kommutierungsgruppen
u	Überlappungswinkel (Kommutierungswinkel)
U_a	Stehwechselspannung
U_{Bdx}	gesamte induktive Gleichspannungsänderung bei Basisgleichstrom
U	Gleichspannung (beliebiger definierter Wert)
U_{d0}	Konventionelle Leerlauf-Gleichspannung
$U_{d0\alpha}$	Wert von U_{d0} beim Steuerwinkel α
U_{d00}	tatsächliche Leerlaufgleichspannung
U_{di}	ideelle Gleichspannung
$U_{di\alpha}$	ideelle Leerlaufgleichspannung beim Steuerwinkel α
U_n	Nennspannung

U_{Nd}	Bemessungsgleichspannung
U_{Ni}	Bemessungs-Stehstoßspannung
U_{Nm}	Bemessungs-Isolationsspannung
U_{Nt}	Bemessungs-Wechselspannung auf der Bahnstromseite eines Frequenzumrichters
U_{NV}	Bemessungs-Wechselspannung auf der Einspeiseseite des Stromrichters
U_{V0}	Leerlaufspannung zwischen den Wechselstromanschlüssen auf der Einspeiseseite des Stromrichters
α	Steuerwinkel
α_p	innerer Stromverzögerungswinkel
β	Voreilwinkel
γ	Löschwinkel
δ	Anzahl der anfangs gleichzeitig kommutierenden Kommutierungsgruppen
λ	Leistungsfaktor
ν	Verzerrungsfaktor
φ_1	Verschiebungswinkel der Grundschiwingung von I_{BV}

1.5 Begriffe

Für die Anwendung dieser Europäischen Norm gelten die nachfolgenden Begriffe. In dieser Norm werden weitestmöglich Begriffe aus dem IEV benutzt, insbesondere aus IEC 60050-551, Leistungselektronik.

Die Verfahrensweise ist folgende:

- 1) wenn ein passender IEV-Begriff besteht, werden die Begriffe und der Bezug angegeben, ohne den Text zu wiederholen;
- 2) wenn zu einem bestehenden IEV-Begriff eine Erweiterung oder eine zusätzliche Information notwendig ist, werden der Begriff, der Bezug und der zusätzliche Text angegeben;
- 3) besteht kein IEV-Begriff, so werden die Begriffe und der Text angegeben;
- 4) die Begriffe erscheinen unter:
 - A) für allgemeine Begriffe (1.5.1 bis 1.5.28);
 - B) für Betriebsbedingungen (1.5.29 bis 1.5.30);
 - C) für Begriffe der Verträglichkeit (1.5.31 bis 1.5.33).

Ein alphabetisches Verzeichnis ist in [Anhang C](#) gegeben.

A) Allgemeine Begriffe

1.5.1

Halbleiter-Ventilbauelement

Ventilbauelement, dessen wesentliche charakteristische Merkmale von dem Ladungsträgerfluss innerhalb eines Halbleiters abhängig sind

1.5.2

Kombination von Halbleiterbauelementen

1.5.2.1

Ventilbaugruppe

(IEV 551-14-12)

1.5.2.2

Stromrichtersatz (Ventilsatz)

(IEV 551-14-13)

1.5.2.3**Stromrichter**

Einrichtung zum Umformen elektrischer Leistung, die einen oder mehrere Stromrichtersätze mit Halbleiterbauelementen enthält (IEV 551-12-01, modifiziert)

1.5.2.4**Ventilsteuereinrichtung (Steuersatz)**

Einrichtung, die aufgrund eines bestimmten Eingangssignals geeignete Steuerimpulse für die steuerbaren Ventilbauelemente in einem Stromrichter oder Leistungsschalter liefert, einschließlich der Schaltungen zur Synchronisierung, zur Impulserzeugung und im Allgemeinen zur Stromversorgung

1.5.2.5**Regeleinrichtung**

Einrichtung, die mit dem Stromrichtergerät oder mit der Stromrichteranlage verbunden ist und die Stromrichterausgangsgrößen als Funktion einer zu steuernden Größe regelt

1.5.3**Stromrichterzweige****1.5.3.1****(Ventil-)Zweig**

(IEV 551-15-01)

1.5.3.2**Hauptzweig**

(IEV 551-15-02)

1.5.4**Stromrichterschaltung**

(IEV 551-15-10)

1.5.4.1**Stromrichter-Grundschialtung**

(IEV 551-15-11)

1.5.4.2**Einwegschialtung (eines Stromrichters)**

(IEV 551-15-12)

1.5.4.3**Zweiwegschialtung (eines Stromrichters)**

(IEV 551-15-13)

1.5.4.4**vollgesteuerte Stromrichterschaltung**

(IEV 551-15-15)

1.5.4.5**teilgesteuerte Schaltung**

(IEV 551-15-18)

1.5.4.6**Reihenschaltung**

Stromrichterschaltung, bei der zwei oder mehr Stromrichter so verbunden sind, dass sich ihre Spannungen addieren

1.5.4.7**steuerbare Reihenschaltung**

Reihenschaltung, bei der die Stromrichter unabhängig voneinander gesteuert werden (IEV 551-15-21, modifiziert)

1.5.4.8

Parallelschaltung

Stromrichterschaltung, bei der zwei oder mehr Stromrichter so verbunden sind, dass sich ihre Ströme addieren

1.5.5

Steuerbarkeit der Stromrichterzweige

1.5.5.1

steuerbarer Zweig

Stromrichterzweig, der steuerbare Halbleiterbauelemente als Ventilbauelemente enthält

1.5.5.2

nicht steuerbarer Zweig

Stromrichterzweig, der nur nicht steuerbare Halbleiterbauelemente als Ventilbauelemente enthält

1.5.6

Betrieb in verschiedenen Quadranten (des Gleichstromsystems)

jeder Quadrant in der Spannung-Strom-Ebene ist durch das Vorzeichen der Gleichspannung und die Richtung des Stromes definiert

1.5.6.1

Ein-Quadrant-(Einzel-)Stromrichter

(IEV 551-12-34)

1.5.6.2

Zwei-Quadrant-(Doppel-)Stromrichter

(IEV 551-12-35)

1.5.6.3

Vier-Quadrant-Stromrichter

(IEV 551-12-36)

1.5.6.4

Zwei-Energierichtung-Stromrichter

(IEV 551-12-37)

1.5.6.4.1

Einzel-Stromrichter

(IEV 551-12-38)

1.5.6.4.2

Doppel-Stromrichter

(IEV 551-12-39)

1.5.6.4.3

Teilstromrichter eines Doppel-Stromrichters

(IEV 551-12-40)

1.5.7

Kommutierung und Verlöschen

1.5.7.1

Kommutierung

Stromübernahme von einem leitenden Zweig zum nächsten in zyklischer Reihenfolge ohne Unterbrechung des Gleichstromes. Während eines begrenzten Zeitintervalls leiten beide Zweige gleichzeitig (IEV 551-16-01, modifiziert)

1.5.7.2

Verlöschen

Beendigung des Stromflusses in einem Zweig ohne Kommutierung (IEV 551-16-19, modifiziert)

1.5.8 Art der Kommutierung

1.5.8.1 direkte Kommutierung (IEV 551-16-09)

1.5.8.2 indirekte Kommutierung (IEV 551-16-10)

1.5.8.3 Fremdführung (IEV 551-16-11)

1.5.8.3.1 Netzführung (IEV 551-16-12)

1.5.8.3.2 Lastführung (IEV 551-16-13)

1.5.8.4 Selbstführung (IEV 551-16-15)

1.5.9 Kommutierungskreis (IEV 551-16-03)

1.5.9.1 Kommutierungsspannung (IEV 551-16-02)

1.5.9.2 Kommutierungsinduktivität gesamte Induktivität im Kommutierungskreis, in Reihe mit der Kommutierungsspannung (IEV 551-16-07, modifiziert)

ANMERKUNG Für netz- oder maschinengeführte Stromrichter ist die Kommutierungsreaktanz der induktive Widerstand der Kommutierungsinduktivität bei der Grundfrequenz.

1.5.9.3 Überlappungswinkel μ Dauer der Kommutierung zwischen zwei Hauptzweigen, während beide Zweige Strom führen, ausgedrückt in elektrischem Winkelmaß (IEV 551-16-05, modifiziert)

1.5.9.4 Kommutierungseinbruch periodischer transienter Spannungseinbruch, der auf der Wechselspannungsseite eines netz- oder maschinengeführten Stromrichters erscheinen kann und durch die Kommutierung hervorgerufen wird (IEV 551-16-06, modifiziert)

1.5.9.5 Kommutierungsschwingung Spannungsschwingung, die mit dem Kommutierungseinbruch zusammenhängt

1.5.9.6 Kommutierungsgruppe (IEV 551-16-08)

1.5.9.7

Kommutierungszahl q

Anzahl der Kommutierungen in jeder Kommutierungsgruppe von einem Hauptzweig zu einem anderen während einer Periode der Wechselspannung (IEV 551-17-03, modifiziert)

1.5.9.8

Pulszahl p

Anzahl der direkten oder indirekten Kommutierungen in einer Stromrichterschaltung von einem Hauptzweig zu einem anderen während einer Periode der Wechselspannung (IEV 551-17-01, modifiziert)

1.5.10

Steuerwinkel α

Zeitspanne, ausgedrückt in elektrischem Winkelmaß, um die der Steuerimpuls gegenüber dem Bezugszeitpunkt verschoben ist (siehe [Bild 1](#))

Bei netz-, maschinen- oder lastgeführten Stromrichtern ist der Bezugszeitpunkt der Nulldurchgang der Kommutierungsspannung.

Bei Wechselstrom-Steuerungen ist es der Nulldurchgang der Versorgungsspannung.

Bei Wechselstrom-Steuerungen mit induktiver Last ist der Steuerwinkel die Summe aus Phasenverschiebung und Stromverzögerungswinkel (IEV 551-16-33, modifiziert)

1.5.11

Voreilwinkel β (IEV 551-16-34)

(siehe [Bild 1](#))

1.5.12

innerer Stromverzögerungswinkel α_p

Steuerwinkel, der in einigen Stromrichterschaltungen (z. B. 12pulsige Schaltung) unter bestimmten Betriebsbedingungen vorkommt, selbst wenn keine Teilaussteuerung erfolgt (IEV 551-16-35, modifiziert)

1.5.13

Löschwinkel γ

Zeitspanne, ausgedrückt in elektrischem Winkelmaß, zwischen der Beendigung der Kommutierung eines netz-, maschinen- oder lastgeführten Wechselrichters und dem nächsten Nulldurchgang der Kommutierungsspannung

1.5.14

Bemessungswert

Zahlenwert, der den elektrischen, thermischen, mechanischen und Umgebungskenngrößen zugeordnet ist, die den Betrieb einer Stromrichtergruppe unter den in Übereinstimmung mit dieser Europäischen Norm festgelegten Bedingungen kennzeichnen und auf die sich die verbindlichen Angaben des Herstellers und die Prüfungen beziehen

1.5.15

Bemessungsfrequenz f_N

Frequenz auf einer der beiden Seiten der Stromrichtergruppe, für welche die Stromrichtergruppe ausgelegt ist

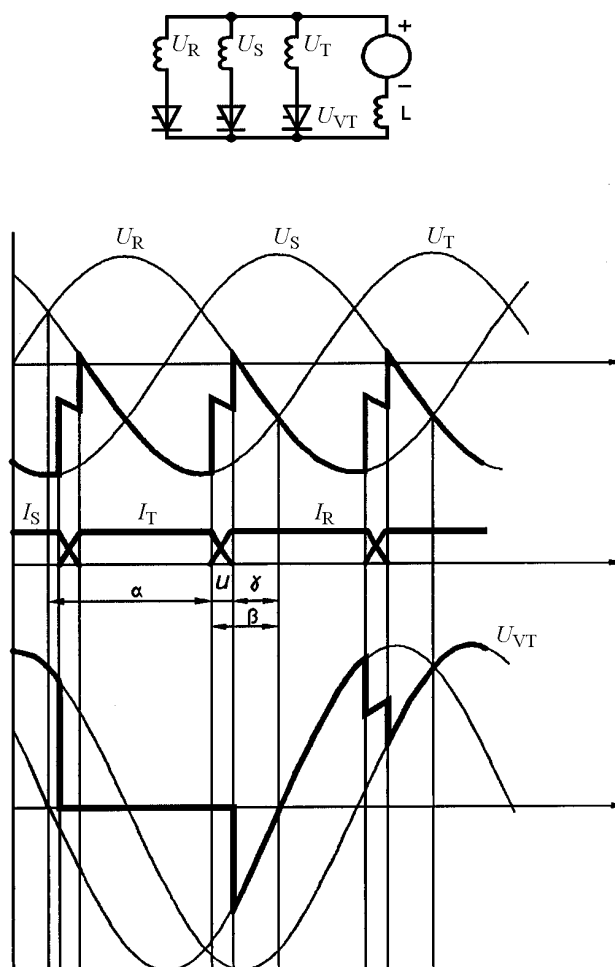


Bild 1 – Darstellung der Winkel

1.5.16**Nennspannung U_n**

Spannung, durch welche ein Stromrichter bestimmt ist

ANMERKUNG Genormte Werte für Nennspannungen sind in **EN 50163** angegeben.

1.5.17**Bemessungs-Isolationsspannung U_{Nm}**

Effektivwert der Stehwechselspannung, der vom Hersteller für ein Betriebsmittel angegeben wird und der die typische langzeitige Widerstandsfähigkeit der zugehörigen Isolierung beschreibt

ANMERKUNG Standardisierte Werte für die Bemessungs-Isolationsspannungen sind in **EN 50124-1** angegeben.

1.5.18**Bemessungsspannung(en) auf der/den Wechselstromseite(n) eines Stromrichters****1.5.18.1****Bemessungswechselspannung auf der Einspeiseseite eines Stromrichters U_{NV}**

Effektivwert der Leerlaufspannung zwischen Anschlüssen von zyklisch nacheinander kommutierenden Phasen einer Kommutierungsgruppe

1.5.18.2**Bemessungswechselspannung auf der Bahnstromseite eines Stromrichters U_{Nt}**

Effektivwert der Leerlaufspannung auf der Bahnstromseite eines Frequenzumrichters

1.5.19

Bemessungsgleichspannung U_{Nd}

festgelegter Wert der Gleichspannung zwischen den Anschlüssen auf der Gleichstromseite des Stromrichter-satzes oder -gerätes bei Basisgleichstrom. Dieser Wert ist der arithmetische Mittelwert der gleichgerichteten Spannung

ANMERKUNG 1 Ein Stromrichter darf mehr als eine Bemessungsgleichspannung oder einen Bereich für U_{Nd} haben.

ANMERKUNG 2 Die Bemessungsgleichspannung eines Stromrichters hängt im wesentlichen von den Kennwerten des Stromrichtertransformators ab. Ein zugesicherter Wert für die Bemessungsgleichspannung gilt nur in Verbindung mit dem Transformator (siehe EN 50327).

1.5.20

Ströme auf der/den Wechselstromseite(n) eines Stromrichters

1.5.20.1

Basisstrom auf der Einspeiseseite eines Stromrichters I_{Bv}

Effektivwert des Wechselstromes einschließlich aller Oberschwingungen auf der Einspeiseseite des Stromrichters bei Basisgleichstrom

ANMERKUNG Für mehrphasige Geräte wird dieser Wert aus dem Basisgleichstrom des Stromrichters auf der Grundlage rechteckförmiger Stromblöcke und 120° Stromführungsdauer berechnet. Für einphasige Geräte muss die Berechnungsgrundlage angegeben werden.

1.5.20.2

Bemessungsstrom auf der Bahnstromseite eines Frequenzumrichters I_{Nt}

Effektivwert des Wechselstromes auf der Bahnstromseite eines Frequenzumrichters bei Bemessungsbedingungen

1.5.21

Basisgleichstrom I_{Bd}

arithmetischer Mittelwert des gleichgerichteten Stromes, der für bestimmte Last- und Betriebsbedingungen angegeben wird

ANMERKUNG In Zusammenhang mit einer Belastungsklasse wird I_{Bd} als Bezugswert betrachtet, auf den sich andere Werte von I_d beziehen.

1.5.22

Bemessungs-Strombelastbarkeiten

1.5.22.1

Belastungsklasse

Darstellung der Strombelastbarkeit und Prüfwerte für serienmäßige Stromrichter, angegeben in Höhe und Dauer der Stromwerte. Die Belastungsklassen repräsentieren eine Auswahl charakteristischer Bahnanwendungen. Die Stromwerte werden auf den Basisgleichstrom I_{Bd} bezogen

1.5.22.2

Lastspiel

Darstellung der vereinbarten Strombelastbarkeit für einen speziell ausgelegten Stromrichter als sich regelmäßig wiederholende Lastwechsel innerhalb einer angegebenen Zeitspanne. Die Stromwerte werden entweder in A angegeben oder auf I_{Bd} bezogen

1.5.23

Gleichstromleistung

Produkt aus der Nenngleichspannung U_n und dem Basisgleichstrom I_{Bd}

1.5.24

Wirkungsgrad

Verhältnis der Ausgangsleistung zur Eingangsleistung des Stromrichters