

	DIN EN 61287-1 (VDE 0115-410)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 29.200; 45.060.01 Ersatz für DIN EN 50207 (VDE 0115-410):2001-03 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Bahnanwendungen – Stromrichter auf Bahnfahrzeugen – Teil 1: Eigenschaften und Prüfverfahren (IEC 61287-1:2005); Deutsche Fassung EN 61287-1:2006 Railway applications – Power convertors installed on board rolling stock – Part 1: Characteristics and test methods (IEC 61287-1:2005); German version EN 61287-1:2006 Applications ferroviaires – Convertisseurs de puissance embarqués sur le matériel roulant – Partie 1: Caractéristiques et méthodes d'essais (CEI 61287-1:2005); Version allemande EN 61287-1:2006 Gesamtumfang 66 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2005-10-01 angenommene EN 61287-1 gilt als DIN-Norm ab 2007-08-01.

Daneben darf **DIN EN 50207 (VDE 0115-410):2001-03** noch bis 2008-10-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 61287-1 (VDE 0115-410):2003-07.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 351.1 „Fahrzeuge“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom TC 9 „Electrical equipment and systems for railways“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

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

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 50207 (VDE 0115-410):2001-03** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Bahn-Fachgrundnormen der Reihen IEC 62236 „Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit“ und IEC 62278 „Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS)“ wurden berücksichtigt.
- b) Bezug genommen wurde auf allgemeine technische Bahnnormen wie IEC 60850 und die entsprechenden Teile der Reihen IEC 60077, IEC 60349 und IEC 61377.

Frühere Ausgaben

DIN VDE 0559-1 (VDE 0559-1:1987-11
DIN VDE 0559-4 (VDE 0559-4:1988-09
DIN EN 50207 (VDE 0115-410):2001-03

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 in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-551:1998	DIN IEC 60050-551:1999-12	–
EN 60076-10:2001	IEC 60076-10:2001	DIN EN 60076-10 (VDE 0532-76-10):2002-04	VDE 0532-76-10
EN 60077-1:2002	IEC 60077-1:1999	DIN EN 60077-1 (VDE 0115-460-1):2003-04	VDE 0115-460-1
EN 60112	IEC 60112	DIN EN 60112 (VDE 0303-11)	VDE 0303-11
EN 60146-1-1	IEC 60146-1-1	DIN EN 60146-1-1 (VDE 0558-11)	VDE 0558-11
EN 60270	IEC 60270	DIN EN 60270 (VDE 0434)	VDE 0434
EN 60310	IEC 60310	DIN EN 60310 (VDE 0115-420)	VDE 0115-420
EN 60322	IEC 60322	DIN EN 60322 (VDE 0115-440)	VDE 0115-440
EN 60349-1:2000 + A1:2002	IEC 60349-1:1999 + A1:2002	DIN EN 60349-1 (VDE 0115-400-1):2003-07	VDE 0115-400-1
EN 60349-2:2001	IEC 60349-2:1999	DIN EN 60349-2 (VDE 0115-400-2):2002-02	VDE 0115-400-2
–	+A1:2002	–	–
Normen der Reihe EN 60384	Normen der Reihe IEC 60384	Normen der Reihe DIN EN 60384 (VDE 0565)	VDE 0565
–	IEC 60384-4	–	–
EN 60529	IEC 60529	DIN EN 60529 (VDE 0470-1)	VDE 0470-1
EN 50155	IEC 60571	DIN EN 50155 (VDE 0115-200)	VDE 0115-200
HD 380 S2	IEC 60587	DIN IEC 60587 (VDE 0303-10)	VDE 60587
EN 60664-1	IEC 60664-1	DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1)	VDE 0110-1
Normen der Reihe EN 60747	Normen der Reihe IEC 60747	Normen der Reihe DIN EN 60747 (VDE 0884)	VDE 0884
EN 50163	IEC 60850	DIN EN 50163 (VDE 0115-102)	VDE 0115-102
–	IEC 61148	DIN IEC 61148	–
EN 61373	IEC 61373	DIN EN 61373 (VDE 0115-106)	VDE 0115-106
EN 61881	IEC 61881	DIN EN 61881 (VDE 0115-430)	VDE 0115-430
EN 50153	IEC 61991:2000	DIN EN 50153 (VDE 0115-2)	VDE 0115-2
EN 50121-3-1	IEC 62236-3-1	DIN EN 50121-3-1 (VDE 0115-121-3-1)	VDE 0115-121-3-1
EN 50121-3-2	IEC 62236-3-2	DIN EN 50121-3-2 (VDE 0115-121-3-2)	VDE 0115-121-3-2
EN 50126-1	IEC 62278	DIN EN 50126 (VDE 0115-103)	VDE 0115-103
EN ISO 9001:2000	ISO 9001:2000	DIN EN ISO 9001:2000-12	–
–	–	DIN VDE 0848-3-1 (VDE 0848-3-1)	VDE 0848-3-1

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50121-3-1 (VDE 0115-121-3-1), *Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 3-1: Bahnfahrzeuge – Zug und gesamtes Fahrzeug.*

DIN EN 50121-3-2 (VDE 0115-121-3-2), *Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 3-2: Bahnfahrzeuge – Geräte.*

DIN EN 50126 (VDE 0115-103), *Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis der Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit, Sicherheit (RAMS).*

DIN EN 50153 (VDE 0115-2), *Bahnanwendungen – Fahrzeuge – Schutzmaßnahmen in Bezug auf elektrische Gefahren.*

DIN EN 50155 (VDE 0115-200), *Bahnanwendungen – Elektronische Einrichtungen auf Schienenfahrzeugen.*

DIN EN 50163 (VDE 0115-102), *Bahnanwendungen – Speisespannungen von Bahnnetzen.*

DIN EN 60076-10 (VDE 0532-76-10):2002-04, *Leistungstransformatoren – Teil 10: Bestimmung der Geräuschpegel (IEC 60076-10:2001); Deutsche Fassung EN 60076-10:2001.*

DIN EN 60077-1 (VDE 0115-460-1):2003-04, *Bahnanwendungen – Elektrische Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen – Teil 1: Allgemeine Betriebsbedingungen und allgemeine Regeln (IEC 60077-1:1999, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60077-1:2002.*

DIN EN 60112 (VDE 0303-11), *Verfahren zur Bestimmung der Prüfzahl und der Vergleichszahl der Kriechwegbildung von festen, isolierenden Werkstoffen.*

DIN EN 60146-1-1 (VDE 0558-11), *Halbleiter-Stromrichter – Allgemeine Anforderungen und netzgeführte Stromrichter – Teil 1-1: Festlegung der Grundanforderungen.*

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

DIN EN 60310 (VDE 0115-420), *Bahnanwendungen – Transformatoren und Drosselspulen auf Bahnfahrzeugen*

DIN EN 60322 (VDE 0115-440), *Bahnanwendungen – Elektrische Ausrüstungen für Bahnfahrzeuge – Regeln für Leistungswiderstände in offener Bauweise.*

DIN EN 60349-1 (VDE 0115-400-1):2003-07, *Elektrische Zugförderung – Drehende elektrische Maschinen für Bahn- und Straßenfahrzeuge – Teil 1: Elektrische Maschinen, ausgenommen umrichter gespeiste Wechselstrommotoren (IEC 60349-1:1999 + A1:2002); Deutsche Fassung EN 60349-1:2000 + A1:2002.*

DIN EN 60349-2 (VDE 0115-400-2):2002-02, *Bahnanwendungen – Drehende elektrische Maschinen für Bahn- und Straßenfahrzeuge – Teil 2: Umrichter gespeiste Wechselstrommotoren (IEC 60349-2:1993, modifiziert); Deutsche Fassung EN 60349-2:2001.*

DIN EN 60384 (VDE 0565) (Reihe), *Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik.*

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

DIN EN 60664-1 (VDE 0110-1), *Isulationskoordination für elektrische Betriebsmittel in Niederspannungsanlagen – Teil 1: Grundsätze, Anforderungen und Prüfungen.*

DIN EN 60747 (VDE 0884) (Reihe), *Einzel-Halbleiterbauelemente und integrierte Schaltungen*.

DIN EN 61373 (VDE 0115-106), *Bahnanwendungen – Betriebsmittel von Bahnfahrzeugen – Prüfungen für Schwingen und Schocken*.

DIN EN 61881 (VDE 0115-430), *Bahnanwendungen – Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen – Kondensatoren für Leistungselektronik*.

DIN EN ISO 9001:2000-12, *Qualitätsmanagementsysteme – Anforderungen (ISO 9001:2000-09); Dreisprachige Fassung EN ISO 9001:2000*.

DIN IEC 60050-551:1999-12, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 551: Leistungselektronik (IEC 60050-551:1998)*.

DIN IEC 60587 (VDE 0303-10), *Prüfverfahren zur Bestimmung der Beständigkeit gegen Kriechwegbildung und Erosion von Elektroisolierstoffen, die unter erschwerten Bedingungen eingesetzt werden*.

DIN IEC 61148, *Kennzeichnung der Anschlüsse von Ventilbauelement-Baugruppen und -sätzen sowie von Stromrichtergeräten*.

DIN VDE 0848-3-1 (VDE 0848-3-1), *Sicherheit in elektrischen, magnetischen und elektromagnetischen Feldern – Teil 3-1: Schutz von Personen mit aktiven Körperhilfsmitteln im Frequenzbereich 0 Hz bis 300 GHz*.

– Leerseite –

Deutsche Fassung

**Bahnanwendungen –
Stromrichter auf Bahnfahrzeugen –
Teil 1: Eigenschaften und Prüfverfahren**
(IEC 61287-1:2005)

Railway applications –
Power convertors installed on board rolling
stock –
Part 1: Characteristics and test methods
(IEC 61287-1:2005)

Applications ferroviaires –
Convertisseurs de puissance embarqués sur le
matériel roulant –
Partie 1: Caractéristiques et méthodes d'essais
(CEI 61287-1:2005)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2005-10-01 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, 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.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2006 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61287-1:2006 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 9/864/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC 61287-1, ausgearbeitet von dem IEC/TC 9 „Electrical equipment and systems for railways“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2005-10-01 als EN 61287-1 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 50207:2000.

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): 2007-07-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2008-10-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61287-1:2005 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
3.1 Begriffe, die sich auf die Ausrüstung beziehen	7
3.2 Begriffe, die sich auf elektrische Parameter beziehen	9
4 Allgemeine Regeln	10
4.1 Grundsätzliches	10
4.2 Betriebsbedingungen.....	12
4.3 Kennwerte.....	17
4.4 Technische Anforderungen	20
4.5 Prüfungen	21
5 Direktumrichter	33
5.1 Netzgeführte Stromrichter für Gleichstrommotoren.....	33
5.2 Gleichstromsteller für Gleichstrommotoren	35
5.3 Mehrphasige Stromrichter für Wechselstrommotoren (Wechselrichter)	39
6 Zwischenkreisstromrichter.....	40
6.1 Netzstromrichter	40
6.2 Motorstromrichter	41
7 Hilfsstromrichter.....	42
7.1 Kennwerte.....	42
7.2 Kurzschlusschutz	43
7.3 Auswahl der Bemessungsisolationsspannung bei Verwendung eines Trenntransformators	44
7.4 Prüfungen	44
8 Steuereinheiten für Leistungshalbleiter (SDU)	46
8.1 Ausdrücke gleicher Bedeutung.....	46
8.2 Leiterplattenbaugruppen.....	46
8.3 Funktion der Halbleitersteuereinheit (SDU).....	46
8.4 Besondere Anforderungen für SDU	47
8.5 Betriebsbedingungen.....	47
8.6 Anforderung an die Isolierung für SDU	47
8.7 Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit.....	47
8.8 Prüfungen für SDU	47
Anhang A (normativ) Grundsaltungen	48
Anhang B (informativ) Zusammenstellung der Vereinbarungen zwischen Hersteller und Betreiber	49
Anhang C (normativ) Mindestluftstrecken, basierend auf der Bemessungs-Impulsspannung U_{Ni}	52
Anhang D (normativ) Mindestkriechstrecken für niedrige Werte der Bemessungsisolationsspannung U_{Nm} für andere Werkstoffe als gedrucktes Leitermaterial.....	53

Anhang E (normativ) Definition der Verschmutzungsgrade.....	55
Anhang F (normativ) Spannungsfestigkeitsprüfung für Betriebsmittel – Kurzzeitige Prüflevels U_a (kVeff) mit Netzfrequenz, basierend auf der Bemessungs-Stoßspannung U_{Ni} (kVcr)	56
Anhang G (normativ) Bemessungs-Stoßspannung U_{Ni} für Stromkreise, die aus der Fahrleitung gespeist werden.....	57
Anhang H (informativ) Leitfaden für Anforderungen bezüglich magnetischer Felder und induzierter Spannungen.....	58
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	59
Bilder	
Bild 1 – Teilentladungsprüfung, Spannung über der Zeit	31
Bild 2 – Prüfschaltung für Gleichstrommotoren	39
Bild A.1 – Beispiel für Kombinationen von Schaltungen.....	48
Tabellen	
Tabelle 1 – Allgemeine Klassen der Anfahrlastkennwerte	13
Tabelle 2 – Lärmklassen	17
Tabelle 3 – Liste der Prüfungen	24
Tabelle 4 – Zusätzliche Prüfungen an Direktumrichtern.....	34
Tabelle 5 – Zusätzliche Prüfungen an Gleichstromstellern für Gleichstrommotoren.....	36
Tabelle 6 – Zusätzliche Prüfungen für Hilfsumrichter	44
Tabelle B.1 – Zusammenstellung der Vereinbarungen zwischen Hersteller und Betreiber	49
Tabelle C.1 – Mindestluftstrecken (in mm) basierend auf der Bemessungs-Impulsspannung U_{Ni}	52
Tabelle D.1 – Mindestkriechstrecken für niedrige Werte der Bemessungsisolationsspannung U_{Nm} für andere Werkstoffe als gedrucktes Leitermaterial.....	53
Tabelle E.1 – Definition der Verschmutzungsgrade	55
Tabelle F.1 – Spannungsfestigkeitsprüfung für Betriebsmittel – Kurzzeitige Prüflevels U_a (kVeff) mit Netzfrequenz, basierend auf der Bemessungs-Stoßspannung U_{Ni} (kVcr)	56
Tabelle G.1 – Bemessungs-Stoßspannung U_{Ni} für Stromkreise, die aus der Fahrleitung gespeist werden	57

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für Stromrichter, die in Bahnfahrzeugen installiert und vorgesehen sind für die Versorgung von:

- Fahrstromkreisen;
- Hilfsstromkreisen der Triebfahrzeuge, Reisezugwagen und Güterwagen.

Die Anwendung dieser Norm erstreckt sich, soweit möglich, auf alle anderen Triebfahrzeuge, einschließlich z. B. Oberleitungsbussen.

Diese Norm umfasst die vollständige Stromrichterbaugruppe zusammen mit ihren Befestigungs- und Anschlusseinrichtungen, die sich zusammensetzen aus:

- Baugruppen mit Halbleiterbauelementen;
- integrierten Kühlsystemen;
- Bauelementen für Gleichstrom-Zwischenkreise einschließlich eventuell notwendiger Filter, die damit verbunden sind;
- Halbleiter-Steereinheiten (SDU) und zugehörigen Sensoren;
- eingebauten Schutzschaltungen.

Die folgenden Arten von Energiequellen werden berücksichtigt:

- Wechselstromfahrleitungen;
- Gleichstromfahrleitungen;
- Stromerzeuger an Bord, wie Generatoren, Batterien und andere Elektroenergiequellen.

Diese Norm gilt nicht für Stromrichter, welche die elektronische Stromversorgung von Ansteuerungen für Leistungshalbleiter (SDU) speisen und andere Versorgungen, die für den Stromrichterbetrieb wichtig sind, wie z. B. Sensoren.

ANMERKUNG Elektronische Steuergeräte für Stromrichter und jene Sensoren, die sich nicht auf die Ansteuerungen von Leistungshalbleitern (SDU) beziehen sind, sowie Leiterplattenbaugruppen von Ansteuerungen für Leistungshalbleiter (SDU) sind in **IEC 60571** beschrieben.

Diese Norm beschreibt die Terminologie, Betriebsbedingungen, allgemeinen Kennwerte und Prüfverfahren von elektronischen Leistungsstromrichtern auf Bahnfahrzeugen.

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).

IEC 60050 (151), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 151: Electrical and magnetic devices*.

IEC 60076:2001, *Power transformers – Part 10: Determination of sound levels*.

IEC 60077-1:1999, *Railway applications – Electric equipment for rolling Stock – Part 1: General service conditions and general rules*.

IEC 60112, *Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulation materials*.

IEC 60146-1-1, *Semiconductor converters – General requirements and line commutated converters – Part 1-1: Specifications of basic requirements*.

- IEC 60270, *High voltage test techniques-partial discharge measurements.*
- IEC 60310, *Railway applications – Traction transformers and inductors on rolling stock.*
- IEC 60322, *Railway applications – Electric equipment for rolling stock – Rules for power resistors for open construction.*
- IEC 60349-1:1999, *Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles – Part 1: Machines other than electronic converter-fed alternating current motors, Amendment 1:2002.*
- IEC 60349-2:2002, *Electric traction – Rotating electrical machines for rail and road vehicles – Part 2: Electronic converter-fed alternating current motors.*
- IEC 60384 (alle Teile), *Fixed capacitors for use in electronic equipment.*
- IEC 60384-4, *Fixed capacitors for use in electronic equipment – Part 4: Sectional specification – Aluminium electrolytic capacitors with solid and non-solid electrolyte.*
- IEC 60529, *Degrees of protection provided by enclosures (IP Code).*
- IEC 60571, *Railway applications – Electronic equipment used on rolling stock.*
- IEC 60587, *Test method for evaluating resistance to tracking and erosion of electrical insulating materials used under severe ambient conditions.*
- IEC 60664-1, *Insulation co-ordination for equipment within low-voltage systems – Part 1: Principles, requirements and tests.*
- IEC 60747 (alle Teile), *Semiconductor devices – Discrete devices.*
- IEC 60850, *Railway applications – Supply voltages of traction systems.*
- IEC 61148, *Terminal markings for valve device stacks and assemblies and for power converter equipment.*
- IEC 61373, *Railway applications – Rolling stock equipment – Shock and vibration tests.*
- IEC 61881, *Railway applications – Rolling stock equipment – Capacitors for power electronics.*
- IEC 61991:2000, *Railway applications – Rolling stock – Protective provisions against electrical hazards.*
- IEC 62236-3-1, *Railway applications – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-1: Rolling stock – Train and complete vehicle.*
- IEC 62236-3-2, *Railway applications – Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-2: Rolling stock – Apparatus.*
- IEC 62278, *Railway applications – The specification and demonstration of Reliability, Availability, Maintainability and Safety (RAMS).*
- ISO 9001, *Quality management systems – Requirements.*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe und Definitionen nach IEC 60050-551:1998 sowie die Folgenden.

3.1 Begriffe, die sich auf die Ausrüstung beziehen

3.1.1

(elektronischer) (Leistungs-)Stromrichter

elektronisches Gerät auf der Basis von Leistungshalbleitern, welches einen oder mehrere der folgenden Parameter ändert: Spannung, Strom, Frequenz und/oder die Anzahl der Phasen der durchfließenden Energie

ANMERKUNG 1 Ein Stromrichter ist durch seine elektrischen Eingangs- und Ausgangskennwerte bestimmt. Der Stromrichter kann aus einem diskreten Gleichstromsteller, Wechselrichter usw. oder aus einer Kombination von diesen, die nicht notwendigerweise in einem Gehäuse untergebracht sein müssen.

ANMERKUNG 2 Der Stromrichter ist Teil der Antriebs-(oder Hilfsbetriebe-)Ausrüstung. Der Stromrichter kann beispielsweise einen Netzschalter, Filter, Transformator, Kühlsystem usw. enthalten.

3.1.2

Antriebsstromrichter

Stromrichter, der die Fahrmotoren mit Energie versorgt

3.1.3

Hilfsstromrichter

Stromrichter, der Hilfsbetriebe wie z. B. Beleuchtung, Batterieladung, Klimaanlage, Kühlung (Hauptbetrieb), Steuerstromkreise usw. mit Energie versorgt

3.1.4

Wechselstrom-/Gleichstrom-Direktumrichter

Stromrichter, der die Eingangsenergie ohne einen Zwischenkreis in die Ausgangsenergie umwandelt

3.1.5

Wechselstrom-/Gleichstrom-Zwischenkreisumrichter

Stromrichter, der die Eingangsenergie über einen Zwischenkreis in die Ausgangsenergie umwandelt

3.1.6

Stromrichtersystem

System, bestehend aus mehreren Stromrichtern, die zusammen geschaltet betrieben werden, wobei jeder unterschiedliche Eingangs- und/oder Ausgangskennwerte besitzt, die auch verschiedene funktionelle Verbindungen haben, und das zusätzlich zu jeder einzelnen Spezifikation der unterschiedlichen Stromrichter, aus dem ein System besteht, durch eine Spezifikation des Systems definiert ist

3.1.7

Stromzwischenkreis

Stromkreis, der mindestens zwei Stromrichter durch eine in Reihe geschaltete Drosselspule verbindet

3.1.8

Spannungszwischenkreis

Stromkreis, der mindestens zwei Stromrichter und einen parallel geschalteten Kondensator verbindet

3.1.9

Transformatorzwischenkreis

Transformator, der zwei Stromrichter miteinander verbindet

3.1.10

Stromrichterwicklungen

Wicklungen eines Transformators, die mit den Klemmen des Stromrichters verbunden sind

3.1.11

Hilfswicklungen

Wicklungen eines Transformators, die mit den Klemmen einer Hilfsstromversorgung oder einer Hilfsbetriebeausrüstung verbunden sind

3.1.12

Halbleiterbauelement

Bauelement, dessen wesentlichen Kennwerte durch den Fluss von Ladungsträgern in einem Halbleiter bestimmt sind

3.1.13

Eingang und Ausgang

Eingang ist die Seite, die die Wirkleistung im Motorbetrieb aufnimmt, die Ausgangsseite ist die Seite, die im Motorbetrieb Wirkleistung abgibt

ANMERKUNG Elektrische Trennung. Wenn einzelne elektrische Stromkreise (z. B. Eingangs-, Ausgangs-, Steuerstromkreise) als „getrennt“ spezifiziert sind, dann sind diese Stromkreise galvanisch getrennt.

3.1.14

Anschluss (Tor)

Bestimmte Schnittstelle des betrachteten Gerätes mit der äußeren elektromagnetischen Umgebung

3.1.15

Gehäuse

körperliche Grenze des Gerätes, durch die elektromagnetische Felder abgestrahlt werden können oder eindringen können

3.1.16

Leitungsanschluss

Punkt, an welchem ein Leiter oder eine Leitung an einem Gerät angeschlossen ist. Beispiele sind Signal-, Steuer- oder Leistungsanschlüsse

3.1.17

Ankerstromrichter

Stromrichter, der mit dem Anker eines Gleichstrommotors verbunden ist, um den Strom oder die Spannung des Ankers zu steuern

3.1.18

Feldstromrichter

Stromrichter, der an die Feldwicklung eines Gleichstrom- oder Synchronmotors angeschlossen ist, um den Strom im Feldstromkreis zu steuern

3.1.19

Einrichtungs-Gleichstromsteller

Gleichstromsteller, der Energie nur in einer Richtung überträgt

3.1.20

Tiefsetz-Steller

Gleichstromsteller, dessen Ausgangsspannung tiefer als die Eingangsspannung ist

3.1.21

Hochsetz-Steller

Gleichstromsteller, dessen Ausgangsspannung höher als die Eingangsspannung ist

3.1.22

Ankersteller

Gleichstromsteller, der an den Anker eines Gleichstrommotors angeschlossen wird, um den Strom oder die Spannung des Ankers zu steuern

3.1.23

Feldsteller

Gleichstromsteller, der an die Feldwicklung eines Gleichstrommotors angeschlossen ist, um den Feldstrom zu steuern

3.1.24**Widerstandssteller**

Gleichstromsteller, der parallel zu einem Stellwiderstand oder einem Teil davon geschaltet ist oder mit dem Stellwiderstand in Reihe geschaltet ist, um den Strom des Stellwiderstandes zu steuern

3.1.25**Netzstromrichter mit Gleichspannungszwischenkreis**

Stromrichter, der die Eingangs-Gleich- oder -Wechselspannung in eine Gleichspannung umwandelt

3.1.26**Netzstromrichter mit Gleichstromzwischenkreis**

Stromrichter, der eine Eingangs-Gleich- oder -Wechselspannung in einen Gleichstrom umwandelt

3.1.27**Netzstromrichter mit Transformatorzwischenkreis**

Stromrichter, der eine Eingangs-Gleichspannung in eine Wechselspannung umwandelt

3.1.28**Filter für die zweite Oberschwingung**

Filter, das die Differenz zwischen der Leistung aus der einphasigen Wechselstromspeisung (die mit der doppelten Netzfrequenz pulsiert) und der an die Last abgegebenen Leistung (die innerhalb mehrerer Perioden des Netzstromes praktisch konstant ist), absorbiert

3.2 Begriffe, die sich auf elektrische Parameter beziehen**3.2.1****Schwingungspaketsteuerung (Steuerung mit Burstzündung)**

synchrone Steuerung über mehrere Perioden, bei der der Startpunkt auf den Nulldurchgang der Spannung synchronisiert ist und der Strom über eine ganzzahlige Anzahl von vollständigen Halbperioden fließt

3.2.2**Fahrspiel des Fahrzeugs/Lastprofil**

Geschwindigkeit und Masse von Fahrzeug und Strecke über der Zeit

ANMERKUNG 1 Das Lastprofil des Stromrichters wird durch Ingenieure aus dem Lastspiel des Fahrzeugs errechnet.

ANMERKUNG 2 Lastprofil (Strom/Leistung über Zeit) ist der wiederholte Zyklus des Laststromes/der Leistung unter festgelegten Bedingungen, wie Anfahren und Bremsen; die Spannung wird ebenfalls berücksichtigt.

3.2.3**maximaler Augenblickswert des Eingangsstromes**

festgelegter maximaler Eingangsstrom, den der Stromrichter bei einer festgelegten Spannung kommutieren kann

3.2.4**maximaler Augenblickswert des Ausgangsstromes**

festgelegter maximaler Ausgangsstrom, den der Stromrichter bei einer festgelegten Spannung kommutieren kann

3.2.5**transient / Transiente**

betrifft eine Erscheinung oder ist die Bezeichnung für eine Größe, die sich zwischen zwei aufeinanderfolgenden stationären Zuständen während eines Zeitintervalls ändert, das im Vergleich zum Betrachtungszeitraum kurz ist

3.2.6**Oberschwingungskomponenten**

Komponenten einer periodischen Größe mit der Ordnung größer 1 der Fourier-Reihe

3.2.7

Welligkeit/Welligkeitsfaktor eines Gleichstroms

Funktion, die man durch Subtraktion der Gleichstromkomponente von einer periodischen Funktion erhält

$$\text{Welligkeitsfaktor (\%)} = \frac{I_{\max} - I_{\min}}{I_{\max} + I_{\min}} \times 100$$

wobei $I_{\max}$ und $I_{\min}$ der Maximalwert und der Minimalwert der periodischen Funktion sind

3.2.8

gesamte Bemessungsscheinleistung auf der Netzseite

Produkt aus den Bemessungswerten der effektiven Netzspannung und des gesamtdauernden Netzstromes, berechnet aus dem Mittelwert des Bemessungsgleichstromes des Stromrichters und auch zulässig für die Belastung der Hilfswicklungen

3.2.9

Nennwert

geeigneter gerundeter Wert einer Größe zur Bezeichnung oder Identifizierung eines Bauelementes, eines Gerätes oder einer Ausrüstung

3.2.10

Bemessungswert

Wert einer Größe, im Allgemeinen vom Hersteller festgelegt wird, für bestimmte Betriebsbedingungen eines Bauelementes, ein Gerätes oder einer Ausrüstung

3.2.11

Arbeitspunktwert

Wert einer Größe, im Allgemeinen vom Nutzer festgelegt, für bestimmte Betriebsbedingungen eines Bauelementes, eines Gerätes oder einer Ausrüstung

ANMERKUNG Siehe IEC 60077-1, Anhang B^{NF1}.

3.2.12

spezieller Wert

Wert einer Größe, im Allgemeinen vom Nutzer festgelegt, für zu erwartende Fehlerzustände in der Einspeisung oder im Lastkreis eines Stromrichters

4 Allgemeine Regeln

4.1 Grundsätzliches

4.1.1 Konstruktion

Jede Konstruktion muss entsprechend den Festlegungen in EN ISO 9001 durchgeführt werden.

Der Konstruktionsprozess muss erkennbar und nachprüfbar sein.

Falls der Betreiber Einzelheiten dieses Prozesses zur Beurteilung der Ausschreibung fordert, muss er das in den Ausschreibungsunterlagen festlegen.

4.1.2 Kennzeichnung

4.1.2.1 Typenschild

Der Stromrichter muss ein Typenschild besitzen, das während der Brauchbarkeitsdauer des Stromrichters lesbar sein muss und auf dem mindestens Folgendes beschriftet ist:

^{NF1} In EN 60077-1 wurde Anhang A in Anhang B umbenannt.

- Kennzeichen des Herstellers (Typbezeichnung);
- Nummer der Hauptzeichnung und Revisionsnummer und/oder Typbezeichnung;
- Seriennummer;
- Herstellungsjahr;
- Masse.

4.1.2.2 Hauptklemmen

Die Kennzeichnung der Hauptklemmen muss den Bestimmungen nach IEC 61148 entsprechen.

4.1.3 Technische Dokumentation

4.1.3.1 Vom Hersteller bereitzustellende Dokumentation

Die Dokumentation für den Gebrauch und die Wartung des Stromrichters muss vom Hersteller bereitgestellt werden und muss Folgendes enthalten:

- Gerätebeschreibung (einschließlich Funktionsbeschreibung und technischer Daten);
- Spezifikation / Plan für Typ- und Stückprüfung (Liste der Prüfungen, Prüfverfahren, Grenzwerte, Toleranzen, Prüfbedingungen, Akzeptanz-Kriterien);
- Ergebnisse der festgelegten Prüfungen (Prüfbescheinigung);
- Anweisungen zur Inbetriebnahme;
- Betriebsanweisungen;
- Wartungsanweisungen;
- Reparaturanweisungen;
- Beschreibung von Spezialwerkzeugen für Wartungs- und Reparaturzwecke, falls zutreffend;
- Ausbildungsprogramme und Hilfsmedien, die zwischen Hersteller und Betreiber im Detail zu vereinbaren sind;
- Deklaration der Werkstoffe, die als Sondermüll zu behandeln sind, wenn sie außer Betrieb genommen werden (allein oder zusammen mit dem Stromrichter).

4.1.3.2 Durch den Betreiber bereitzustellende Dokumentation

Der Betreiber muss, falls erforderlich, ein Lastenheft bereitstellen, das hauptsächlich Einzelheiten zu den in [Anhang B](#) aufgeführten Vereinbarungen bereitstellen soll. Eine Forderung muss nur dann in das Lastenheft aufgenommen werden, wenn sie von den üblichen Anforderungen in dieser Norm abweicht. Das Lastenheft kann außerdem enthalten:

- allgemeine technische Anwendungsbeschreibung;
- besondere Betriebsbedingungen;
- Kennwerte des Versorgungsnetzes;
- Lastprofil und Fahrspiele;
- Anforderungen an die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV);
- Kühlanforderungen;
- Umweltbedingungen;
- Sicherheitsmaßnahmen einschließlich Anforderungen an das Brandverhalten;
- Anforderungen an die elektrische und mechanische Auslegung;
- Einzelheiten zu vorhandenen Wartungs- und Reparaturmöglichkeiten.

ANMERKUNG Anforderungen müssen klar und eindeutig sein. Nichtquantifizierte Aussagen, wie z. B. „Die Ausrüstung darf Signal- und Telekommunikationseinrichtungen nicht stören“, sind nicht akzeptabel.

4.1.4 Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Instandhaltbarkeit und Sicherheit

4.1.4.1 Zuverlässigkeit

Der Betreiber darf vom Hersteller entweder eine Vorhersage über die Zuverlässigkeit fordern oder verlangen, dass das Zuverlässigkeitsziel des Betreibers erfüllt wird. Das Berechnungsverfahren muss zwischen Hersteller und Betreiber zum Zeitpunkt der Ausschreibung vereinbart werden.

Die Festlegung und Bestätigung der Zuverlässigkeitsanforderungen muss nach IEC 62278 erfolgen.

4.1.4.2 Verfügbarkeit

Der Betreiber darf vom Hersteller entweder eine Vorhersage über die Verfügbarkeit fordern oder verlangen, dass das Verfügbarkeitsziel des Betreibers erfüllt wird. Das Berechnungsverfahren muss zwischen Hersteller und Betreiber zum Zeitpunkt der Ausschreibung vereinbart werden.

Die Festlegung, das Berechnungsverfahren und die Bestätigung muss nach IEC 62278 erfolgen.

4.1.4.3 Instandhaltbarkeit

Wartungsanforderungen müssen durch den Betreiber zum Zeitpunkt der Ausschreibung festgelegt werden. Außerdem muss der Hersteller festlegen, welche Wartungsverfahren erforderlich oder unzulässig sind. Das Wartungsverfahren muss zwischen Hersteller und Betreiber vereinbart werden.

Die Festlegung und Bestätigung dieser Anforderungen muss nach IEC 62278 erfolgen.

4.1.4.4 Sicherheit

Sicherheitsanforderungen müssen zum Zeitpunkt der Ausschreibung durch den Betreiber festgelegt und mit dem Hersteller vereinbart werden.

Die Festlegung und Bestätigung der Sicherheitsanforderungen muss nach IEC 62278 erfolgen.

4.1.5 Brauchbarkeitsdauer

Die Brauchbarkeitsdauer des Stromrichters muss zum Zeitpunkt der Ausschreibung zwischen Hersteller und Betreiber vereinbart werden. Wenn der Hersteller beabsichtigt, Bauelemente zu verwenden, von denen bekannt ist, dass ihre Lebensdauer kleiner als die Brauchbarkeitsdauer des Stromrichters ist, müssen ihre Verwendung und die Verfahren zu ihrem regelmäßigen Ersatz vereinbart werden.

Empfehlungen für Ersatzteile werden vom Hersteller gegeben.

4.2 Betriebsbedingungen

4.2.1 Allgemeines

Es müssen die in IEC 60077-1 beschriebenen Klassen der Betriebsbedingungen angewendet werden, falls nicht durch den Betreiber davon abweichende Klassen festgelegt wurden.

4.2.2 Höhenlage

Die Höhe über dem Meeresspiegel, bei denen die Geräte wie festgelegt arbeiten müssen, ist, sofern nichts anders festgelegt, in IEC 60077-1 vorgeschrieben.

4.2.3 Temperatur

4.2.3.1 Umgebungstemperatur

In IEC 60077-1 sind die verschiedenen Klassen der Umgebungstemperatur, bei welchen die Ausrüstung wie festgelegt arbeiten muss, angegeben. Die Umgebungstemperatur des Fahrzeugs und des Stromrichters müssen zwischen Betreiber und Hersteller vereinbart werden.

4.2.3.2 Anfahrtemperaturen

Dieser Abschnitt gilt für geparkte Fahrzeuge, die an keine Stromversorgung angeschlossen sind. Die maximale Anfangs-Umgebungstemperatur, bei der die Ausrüstung, ohne Schaden zu nehmen, angefahren werden kann, muss 70 °C betragen und die minimale Temperatur ist nach 4.2.3.1 festgelegt.

Tabelle 1 gibt die verschiedenen Klassen der Anfahrlastkennwerte an, bei welcher Ausrüstung, wie festgelegt, funktionieren muss. Es gibt keine Vorzugsklasse, es ist die Klasse auszuwählen, die für die Verwendung des Stromrichters geeignet ist. Die Auswahl der Klasse für die Anfahrtemperatur muss zwischen Hersteller und Betreiber vereinbart werden.

Tabelle 1 – Allgemeine Klassen der Anfahrlastkennwerte

Lastklasse	Anfahrleistung
SU1	Bemessungsspannung, Leerlauf im festgelegten Temperaturbereich ^a
SU2	50 % der Bemessungsleistung im festgelegten Temperaturbereich ^a
SU3	Sofort 100 % Bemessungsleistung ^b
SU4	Weitere festgelegte Bedingungen
^a Zum Beispiel: Die Fahrleistung einer Lokomotive braucht nicht unmittelbar nach dem Anschalten an die Stromversorgung zur Verfügung zu stehen. Die Ausrüstung kann durch Hilfseinrichtungen auf die Betriebstemperatur gebracht werden.	
^b Zum Beispiel: In manchen Fällen müssen Hilfsstromrichter unmittelbar nach dem Anschalten an die Stromversorgung in Betrieb gehen.	

4.2.4 Andere Umweltbedingungen

Der Stromrichter muss für die Bedingungen von Feuchtigkeit und Verschmutzung nach IEC 60077-1 ausgelegt sein.

4.2.5 Mechanische Beanspruchung

4.2.5.1 Schocks und Schwingungen

Der Stromrichter muss, wenn er mit seinen konstruktionsmäßigen Befestigungen (einschließlich Schwingungsdämpfern, falls vorgesehen) montiert ist, Schwingungen und Schocks nach IEC 61373 widerstehen können.

Wenn die Masse des Stromrichters mehr als 500 kg beträgt, ist es erlaubt, nur die Unterbaugruppe zu prüfen. Für einen Stromrichter mit größerer Masse muss eine Schock- und Schwingungs-Prüfung zwischen Hersteller und Betreiber vereinbart werden (optionale Typprüfung). Falls keine Schock- und Schwingungs-Prüfung durchgeführt wird, muss der Hersteller eine FEM-Festigkeitsberechnung vorlegen.

4.2.5.2 Weitere Beschleunigungen

Wenn das Fahrzeug eine Kurve durchfährt oder in einer Kurve angehalten wird, darf die zulässige Komponente der Gesamtbeschleunigung, die senkrecht auf die senkrechte Achse des Fahrzeuges wirkt, die Werte nach IEC 61373 nicht überschreiten. Der Stromrichter, zusammen mit seinem Kühlsystem, muss unter den festgelegten Quer- und Längsbeschleunigungen von IEC 61373 wie festgelegt weiterarbeiten. Diese Anforderungen müssen zwischen Käufer und Hersteller vereinbart werden.

4.2.6 Lastprofil

Im Hinblick auf die Tatsache, dass die Kennwerte des Lastprofils die Betriebskennwerte eines Stromrichters oder Stromrichterbauteils beeinflussen können, muss das Lastprofil stets festgelegt werden. Dieses Profil muss aufgrund des Fahrspiels berechnet werden und zwischen Hersteller und Betreiber vereinbart werden.

Bei der elektrischen Bremsung wird die Last zu einer Energiequelle.

ANMERKUNG Das Fahrprofil kann ein typischer theoretischer Traktionszyklus sein (Beschleunigen, konstante Geschwindigkeit, Bremsen und Anhalten) oder ein festgelegter Zyklus für das Fahrzeug, in dem der Stromrichter eingebaut ist. Grundsätzlich ist dieser Zyklus festgelegt bei Nenneingangsspannung für den Fahrbetrieb und in anderen Fällen, wie z. B. beim Bremsen, bei einer festgelegten Spannung.

Dieses Profil wird zur Berechnung der „Worst-case“-Bedingungen für die beteiligten Bauteile benutzt, und um die Bedingungen für die Erwärmungsprüfung (4.5.3.11) festzulegen.

4.2.7 Kennwerte des Versorgungsnetzes

Der Betreiber sollte die Kennwerte des Versorgungsnetzes für den Fahr- und Bremsbetrieb und unter möglichen Fehlerbedingungen festlegen.

4.2.7.1 Wechselstromnetze

4.2.7.1.1 Hauptkennwerte der Wechselstrom-Netzspannung

Die Hauptkennwerte der unterschiedlichen Wechselstromnetze sind in IEC 60850 beschrieben. Die Ausrüstung muss wie festgelegt arbeiten, wenn sie in dem (den) Netz(en) eingesetzt wird, für das (die) sie vorgesehen ist.

4.2.7.1.2 Sprungförmige Änderung der Netzspannung

Die sprungförmige Änderung der Netzspannung muss vom Betreiber angegeben werden; das entsprechende Betriebsverhalten des Stromrichters muss zwischen Hersteller und Betreiber vereinbart werden.

4.2.7.1.3 Verzerrung der Wechselstrom-Netzspannung

Die Netzspannung des Bahnnetzes muss weitgehend als sinusförmig angenommen werden.

Die Ausrüstung muss arbeiten, wenn im stationären Zustand die Wechselstrom-Netzspannung harmonische und interharmonische Komponenten enthält, die kleiner oder gleich den zwischen Hersteller und Betreiber (Käufer) vereinbarten Werten sind

4.2.7.1.4 Überspannung in Wechselstromnetzen

Der an Transformator und Eingangsfiler, falls vorhanden, angeschlossene Stromrichter, einschließlich seiner Schutzgeräte, muss am Eingang Überspannungen und transienten Energien nach IEC 60850 widerstehen können. Sie werden als übliche Bedingungen angesehen; alle wesentlichen Abweichungen müssen vom Betreiber angegeben werden.

4.2.7.1.5 Impedanz des Wechselstromnetzes

Da die Impedanz der Wechselstromversorgung die Leistungskennwerte der Ausrüstung beeinflusst und sich mit der Fahrzeugposition verändern kann, müssen die Kennwerte einschließlich der Höchst- und Mindestwerte der Impedanz vom Betreiber angegeben werden.

Falls nötig und wo möglich müssen Resonanzfrequenzen des Wechselstromnetzes vom Betreiber entweder direkt oder mittels eines Netzmodells angegeben werden.