

	DIN EN 50533 (VDE 0115-533)	
	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.	
ICS 45.060.01 Einsprüche bis 2010-05-31		
Entwurf		
Bahnanwendungen – Eigenschaften der dreiphasigen (Drehstrom-) Bordnetz-Spannung; Deutsche Fassung prEN 50533:2009		
Railway applications – Three-phase train line voltage characteristics; German version prEN 50533:2009		
Applications ferroviaires – Caractéristiques de la tension de la ligne de train triphasée; Version allemande prEN 50533:2009		
Anwendungswarnvermerk		
Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2010-03-15 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.		
Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren.		
Stellungnahmen werden erbeten		
– vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main.		
Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.		
Gesamtumfang 54 Seiten		
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments prEN 50533:2009 „Bahnanwendungen – Eigenschaften der dreiphasigen (Drehstrom-) Bordnetz-Spannung“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Da die Deutsche Fassung noch nicht endgültig mit der Englischen und der Französischen Fassung abgeglichen ist, ist die englische Originalfassung der prEN 50533:2009 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

Das europäische Dokument prEN 50533:2009 „Railway applications – Three-phase train line voltage characteristics“ wurde vom SC 9XB „Elektromechanische Geräte für Bahnfahrzeuge“ des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet und von CENELEC den Nationalen Komitees zur Stellungnahme vorgelegt.

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

Da der Abstimmungszeitraum für einen späteren „Schluss-Entwurf“ prEN nur 2 Monate beträgt und zum „Schluss-Entwurf“ prEN keine sachlichen Stellungnahmen mehr abgegeben werden können, sondern nur noch eine „JA/NEIN“-Entscheidung möglich ist, wobei eine „NEIN“-Entscheidung fundiert begründet werden muss, wird bereits der „Entwurf“ prEN als Deutscher Norm-Entwurf veröffentlicht, um die Stellungnahmen aus der Öffentlichkeit noch vor der formellen Abstimmung berücksichtigen zu können.

Für diesen Norm-Entwurf ist das nationale Arbeitsgremium UK 351.1 „Fahrzeuge“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (www.dke.de) zuständig.

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
EN 50121-3-1:2006 + Cor. Mai 2008	—	DIN EN 50121-3-1 (VDE 0115-121-3-1):2007-07	VDE 0115-121-3-1
EN 50124-1:2001 + A1:2003 + A2:2005	—	DIN EN 50124-1 (VDE 0115-107-1):2006-04	VDE 0115-107-1
EN 50153:2002	—	DIN EN 50153 (VDE 0115-2):2003-07	VDE 0115-2
EN 50160:2007	—	DIN EN 50160:2008-04	—
EN 50163:2004 + A1:2007	—	DIN EN 50163/A1 (VDE 0115-102/A1):2008-02	VDE 0115-102/A1
EN 50546 ^{N1)}	—	—	—
EN 50547 ^{N1)}	—	—	—
EN 60146-2:2000	IEC 60146-2:1999	DIN EN 60146-2 (VDE 0558-2):2001-02	VDE 0558-2
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 60349-2:1993, modifiziert	DIN EN 60349-2 (VDE 0115-400-2):2002-02	VDE 0115-400-2
EN 61000-2-2:2002	IEC 61000-2-2:2002	DIN EN 61000-2-2 (VDE 0839-2-2):2003-02	VDE 0839-2-2
EN 61000-2-4:2002	IEC 61000-2-4:2002	DIN EN 61000-2-4 (VDE 0839-2-4):2003-05	VDE 0839-2-4
EN 61000-4-7:2002 + A1:2009	IEC 61000-4-7:2002 + A1:2008	DIN EN 61000-4-7 (VDE 0847-4-7):2009-12	VDE 0847-4-7
EN 61287-1:2006	IEC 61287-1:2005	DIN EN 61287-1 (VDE 0115-410):2007-08	VDE 0115-410
EN 61557-1:2007	IEC 61557-1:2007	DIN EN 61557-1 (VDE 0413-1):2007-12	VDE 0413-1
EN 62040-3:2001	IEC 62040-3:1999, modifiziert	DIN EN 62040-3 (VDE 0558-530):2002-02	VDE 0558-530
CLC/TS 60034-26:2004 zurückgezogen ersetzt durch EN 60034-26:2006	IEC/TS 60034-26:2002 + Cor. 2002 zurückgezogen ersetzt durch IEC 60034-26:2006	 DIN EN 60034-26 (VDE 0530-26):2007-08	 VDE 0530-26
CLC/TS 50534 ^{N2)}	—	—	—
CLC/TS 50535 ^{N2)}	—	—	—

^{N1)} Nationale Fußnote: In Vorbereitung.

^{N2)} Nationale Fußnote: Im Entwurfsstadium.

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
Normen der Reihe CLC/TS 50537 ^{N2)}	–	–	–
CLC/TS 60034-25:2008	IEC/TS 60034-25:2007	DIN VDE 0530-25 (VDE 0530-25):2009-08	VDE 0530-25
–	IEC/TS 60034-17:2006	DIN VDE 0530-17 (VDE 0530-17):2007-12	VDE 0530-17
–	IEC 60038:2002 zurückgezogen ersetzt durch IEC 60038:2009	DIN IEC 60038 (VDE 0175):2002-11	VDE 0175
–	IEC 60050-551-20:2001	–	–
UIC 554-1:1979	–	–	–

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 50121-3-1 (VDE 0115-121-3-1):2007-07, Bahnanwendungen – Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 3-1: Bahnfahrzeuge – Zug und gesamtes Fahrzeug; Deutsche Fassung EN 50121-3-1:2006

DIN EN 50124-1 (VDE 0115-107-1):2006-04, Bahnanwendungen – Isolationskoordination – Teil 1: Grundlegende Anforderungen – Luft- und Kriechstrecken für alle elektrischen und elektronischen Betriebsmittel; Deutsche Fassung EN 50124-1:2001 + A1:2003 + A2:2005

DIN EN 50153 (VDE 0115-2):2003-07, Bahnanwendungen – Fahrzeuge - Schutzmaßnahmen in Bezug auf elektrische Gefahren; Deutsche Fassung EN 50153:2002

DIN EN 50160:2008-04, Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen; Deutsche Fassung EN 50160:2007

DIN EN 50163/A1 (VDE 0115-102/A1):2008-02, Bahnanwendungen – Speisespannungen von Bahnnetzen; Deutsche Fassung EN 50163:2004/A1:2007

DIN EN 60146-2 (VDE 0558-2):2001-02, Halbleiter-Stromrichter – Teil 2: Selbstgeführte Halbleiter-Stromrichter einschließlich Gleichstrom-Direktumrichter (IEC 60146-2:1999); Deutsche Fassung EN 60146-2:2000

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

^{N2)} Nationale Fußnote: Im Entwurfsstadium.

DIN EN 61000-2-2 (VDE 0839-2-2):2003-02, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-2: Umgebungsbedingungen – Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen und Signalübertragung in öffentlichen Niederspannungsnetzen (IEC 61000-2-2:2002); Deutsche Fassung EN 61000 2-2:2002

DIN EN 61000-2-4 (VDE 0839-2-4):2003-05, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-4: Umgebungsbedingungen – Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen in Industrieanlagen (IEC 61000-2-4:2002); Deutsche Fassung EN 61000-2-4:2002

DIN EN 61000-4-7 (VDE 0847-4-7):2009-12, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-7: Prüf- und Messverfahren – Allgemeiner Leitfaden für Verfahren und Geräte zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Geräten (IEC 61000-4-7:2002 + A1:2008); Deutsche Fassung EN 61000-4-7:2002 + A1:2009

DIN EN 61287-1 (VDE 0115-410):2007-08, Bahnanwendungen – Stromrichter auf Bahnfahrzeugen – Teil 1: Eigenschaften und Prüfverfahren (IEC 61287-1:2005); Deutsche Fassung EN 61287-1:2006

DIN EN 61557-1 (VDE 0413-1):2007-12, Elektrische Sicherheit in Niederspannungsnetzen bis AC 1 000 V und DC 1 500 V – Geräte zum Prüfen, Messen oder Überwachen von Schutzmaßnahmen – Teil 1: Allgemeine Anforderungen (IEC 61557-1:2007); Deutsche Fassung EN 61557-1:2007

DIN EN 62040-3 (VDE 0558-530):2002-02, Unterbrechungsfreie Stromversorgungssysteme (USV) – Teil 3: Methoden zum Festlegen der Leistungs- und Prüfungsanforderungen (IEC 62040-3:1999, modifiziert); Deutsche Fassung EN 62040-3:2001

DIN EN 60034-26 (VDE 0530-26):2007-08, Drehende elektrische Maschinen – Teil 26: Auswirkungen von Spannungsunsymmetrien auf das Betriebsverhalten von Drehstrom-Induktionsmotoren (IEC 60034-26:2006); Deutsche Fassung EN 60034-26:2006

DIN VDE 0530-25 (VDE 0530-25):2009-08, Drehende elektrische Maschinen – Teil 25: Leitfaden für den Entwurf und das Betriebsverhalten von Drehstrommotoren, die speziell für Umrichterbetrieb bemessen sind (IEC/TS 60034-25:2007); Deutsche Fassung CLC/TS 60034-25:2008

DIN VDE 0530-17 (VDE 0530-17):2007-12, Drehende elektrische Maschinen – Teil 17: Umrichtergespeiste Induktionsmotoren mit Käfigläufer – Anwendungsleitfaden (IEC/TS 60034-17:2006)

DIN IEC 60038 (VDE 0175):2002-11, IEC-Normspannungen (IEC 60038:1983 + A1:1994 + A2:1997)

— **Entwurf** —

E DIN EN 50533 (VDE 0115-533):2010-03

– Leerseite –

**Bahnanwendungen –
Eigenschaften der dreiphasigen (Drehstrom-) Bordnetz-Spannung**

Railway applications –
Three-phase train line voltage
characteristics

Applications ferroviaires –
Caractéristiques de la tension de la ligne de train
triphasée

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

CENELEC Termin: 2010-05-14

Er wurde von CLC/SC 9XB erstellt.

Wenn aus diesem Norm-Entwurf eine Europäische Norm wird, sind die CENELEC-Mitglieder gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

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

Projekt: 21416

Ref. Nr. prEN 50533:2009 D

— Entwurf —

E DIN EN 50533 (VDE 0115-533):2010-03
prEN 50533:2009

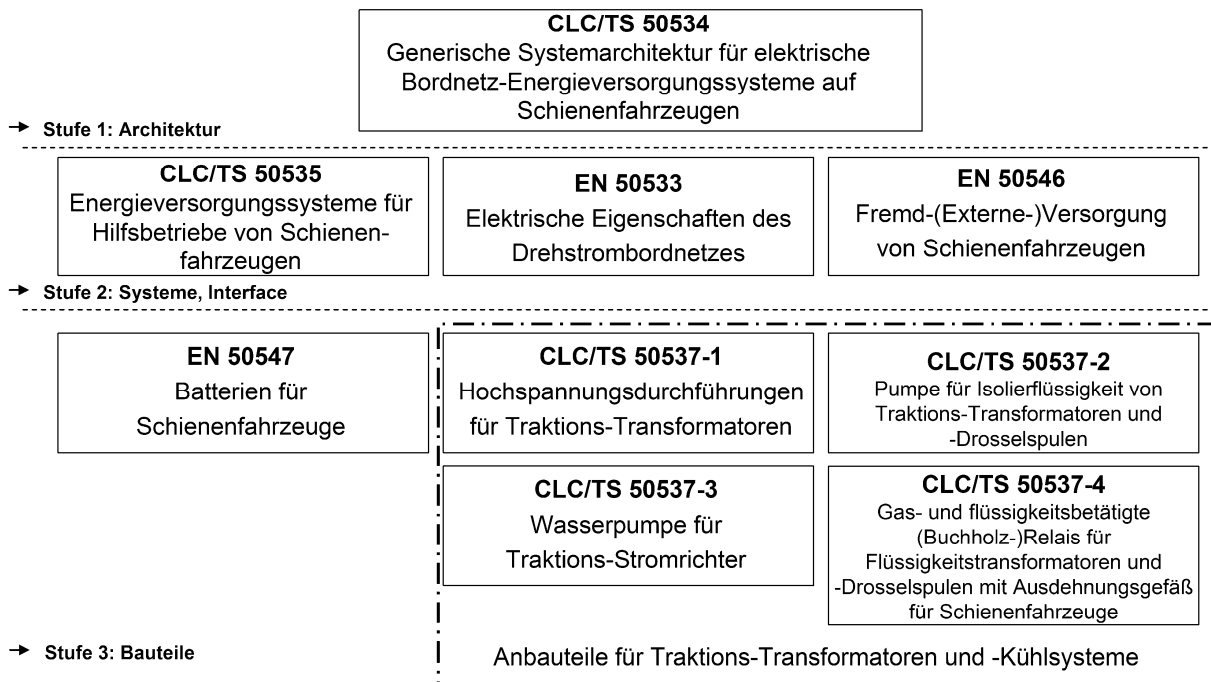
Vorwort

Dieser Entwurf einer Europäischen Norm wurde vom SC 9XB "Elektromechanische Geräte für Bahnfahrzeuge" des Technischen Komitees CENELEC TC 9X "Elektrische und elektronische Anwendungen für Bahnen" ausgearbeitet. Er wird der CENELEC-Umfrage unterworfen.

Dieses Normprojekt stammt aus dem EU-finanzierten Forschungsprojekt MODTRAIN (MODPOWER). Es ist Teil einer Reihe von Normen, die sich aufeinander beziehen. Die Hierarchie der Normen soll wie folgt sein:

Übersicht über den technischen Rahmen

CLC/TS 50534 definiert die Basis für andere abhängige Normen



Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe und Abkürzungen	7
3.1 Begriffe	7
3.2 Abkürzungen.....	10
4 Eigenschaften der dreiphasigen (Drehstrom-)Bordnetz-Spannung	11
4.1 Frequenz.....	11
4.2 Spannungsamplitude	11
4.3 Spannungsüberschwingungen	12
4.4 Spannungsunsymmetrie	13
4.5 Schnelle Veränderungen (Steilheiten) der verschiedenen Spannungen des Bordnetz- Systems	14
4.6 Transiente Überspannungen	15
4.7 Dynamische Eigenschaften – Spannungseinbrüche – Versorgungsunterbrechung.....	15
4.8 Bordnetz-Daten (informativ)	18
5 Fremdversorgung	19
5.1 Allgemeines	19
5.2 Spannungseigenschaften der Fremdversorgung	19
5.3 Allgemeine Merkmale der Fremdversorgung	19
Anhang A (informativ) Bordnetz-Versorgungsarchitektur	20
A.1 Allgemeines	20
A.2 Galvanische Trennung am Ausgang des Bordnetz-Umrichters	20
A.3 Galvanische Trennung am Eingang des Bordnetz-Umrichters	21
A.4 Keine galvanische Trennung	22
Literaturhinweise.....	23
 Bilder	
Bild 1 – Die verschiedenen Spannungen des Drehstrom-Bordnetz-Systems	11
Bild 2 – Statische Spannungstoleranzen längs des Bordnetzes	12
Bild 3 – Anstiegszeit der Spannung – dV/dt -Definition	15
Bild 4 – Bordnetz-Spannung bei Start	16
Bild 5 – Spannungsschwankungstoleranzen	17
Bild 6 – Strombegrenzung	18
Bild A.1 – Bordnetz-Versorgungsarchitektur – Galvanische Trennung am Ausgang des Bordnetz- Umrichters	21
Bild A.2 – Bordnetz-Versorgungsarchitektur – Galvanische Trennung am Eingang des Bordnetz- Umrichters	21

Bild A.3 – Bordnetz-Versorgungsarchitektur – Keine galvanische Trennung.....	22
--	----

Tabellen

Tabelle 1 – Frequenz	11
Tabelle 2 – Spannungsamplitude	11
Tabelle 3 – Spannungsüberschwingungen.....	12
Tabelle 4 – Spannungsunsymmetrie	13
Tabelle 5 – Schnelle Veränderungen (Steilheiten) der verschiedenen Spannungen	14
Tabelle 6 – Transiente Überspannungen.....	15
Tabelle 7.....	15
Tabelle 8.....	16
Tabelle 9.....	17
Tabelle 10.....	18

Einleitung

Diese Europäische Norm definiert die Eigenschaften des Drehstrom-Bordnetzes, das die elektrische Energie für das Hilfsbetriebssystem liefert. Folgende Europäische Normen und Technische Spezifikationen nehmen Bezug auf das als Ziel definierte Energieversorgungssystem dieser vorliegenden Europäischen Norm:

CLC/TS 50534 ¹⁾	Bahnanwendungen – Generische Systemarchitekturen für elektrische Bordnetze zur Hilfsbetriebeversorgung
CLC/TS 50535 ¹⁾	Bahnanwendungen – Hilfsbetriebeumrichtersystem für Schienenfahrzeuge <i>(Hilfsbetriebe-Umrichter-Schnittstellen, anwendbar für die in der Zielsystem-Architektur definierten unterschiedlichen Optionen)</i>
EN 50546 ²⁾	Bahnanwendungen – Fremdeinspeisungen für Schienenfahrzeuge <i>(Beschreibung der Schnittstelle der Fremdversorgung einschließlich Schutzfunktionen)</i>
EN 50547 ²⁾	Bahnanwendungen – Batterien für Schienenfahrzeuge <i>(Standardisierte Batterien für Schienenfahrzeuge und Ladeeigenschaften)</i>
CLC/TS 50537 Reihe ¹⁾	Bahnanwendungen – Anbauteile des Haupttransformators und Kühlsystems <i>(Standardisierte Produkte, die in Verbindung mit Traktions-Transformatoren und -Kühlsysteme verwendet werden)</i>

¹⁾ Im Entwurfsstadium

²⁾ In Vorbereitung

1 Anwendungsbereich

Diese europäische Norm beschreibt die elektrischen Eigenschaften des Drehstrom-Bordnetzes, das die elektrische Energie von dem Bordnetz-Umrichter zu den Hilfsbetrieben überträgt. Sie wird angewandt bei

- von Lokomotiven gezogenen (oder geschobenen) Personenzügen;
- elektrischen Triebwagen;
- dieselelektrischen Triebwagen.

Diese europäische Norm darf angewendet werden bei anderen Fahrzeuggattungen (z. B. Straßen-, Stadtbahn- und U-Bahn-Fahrzeugen etc.), soweit sie nicht im Anwendungsbereich einer anderen spezifischen Norm liegen.

Die Eigenschaften der Drehstrom-Spannung hängen sowohl von der Leistungsfähigkeit des das Bordnetz versorgenden Bordnetz-Umrichters als auch von den Eigenschaften der an dem Bordnetz angeschlossenen Wechselstromlasten ab. Im Bahnbereich ist im allgemeinen die verfügbare Bordnetzleistung nur ein wenig größer als die von den Verbraucherlasten benötigte; deshalb sind kritische Wechselwirkungen zwischen dem Bordnetz-Umrichtersystem und den Lasten nicht ungewöhnlich und sind für einen ordnungsgemäßen Betrieb auf Schienenfahrzeugen in Betracht zu ziehen.

Das von dieser Europäischen Norm verfolgte Ziel ist es, so weit wie möglich die statischen Eigenschaften und das dynamische Verhalten des Drehstrom-Bordnetzes zu definieren, um die beste elektrische Kompatibilität mit den angeschlossenen Wechselstrom-Lasten sicherzustellen.

Diese Europäische Norm stellt einen Leitfaden dar, um die verschiedenen Teile des Bordnetz-Systems, namentlich die verschiedenen Bordnetz-Umrichter und die an das Netz angeschlossenen Wechselstrom-Lasten (d. h. Drehstrom-Motore, Umrichter, Filter, Transformatoren etc.), zu spezifizieren und zu entwerfen.

Einige besondere Eigenschaften der Bordnetz-Spannungen können sich auf die Zuverlässigkeit und die Lebensdauer der Wechselstrom-Lasten auswirken, wenn sie nicht während der Entwurfsphase der Wechselstrom-Lasten berücksichtigt werden.

Die Drehstrom-Bordnetz-Spannungen sind nie insgesamt symmetrisch und nie rein sinusförmig; die Gründe hierfür sind beispielhaft:

- Das Schalten der Halbleiter des statischen Bordnetz-Umrichters kann Spannungs-Oberschwingungen und Spannungssprünge (du/dr -Stufen) im Bordnetz erzeugen.
- Die Höhe der Spannung zwischen Außenleiter und Erde variiert abhängig von der Bordnetz-Versorgungsarchitektur und der Fehlerarten im Bordnetz.
- Bezogen auf den Sternpunkt der Drehstrom-Lasten kann eine asymmetrische Spannung auftreten.
- Nicht-lineare Wechselstrom-Lasten können die Ursache für Strom-Oberschwingungen sein, die wiederum in Verbindung mit den Impedanzen des Bordnetzes Spannungs-Oberschwingungen erzeugen (gilt hauptsächlich für die Eingangs-Gleichrichter bestimmter Wechselstrom-Lasten).

Zusammengefasst bedeutet dies:

- Spannungs-Oberschwingungen können zusätzliche Geräusche sowie besondere Joule- oder Eisenverluste in Hilfsbetriebmotoren und -transformatoren erzeugen.
- Hohe Spannungssteilheiten (du/dr) und asymmetrische Spannungen sind wegen der daraus hervorgerufenen Effekte der Elektrostatischen Funkenerosion (EDM) die Ursache für Ströme über Motorlager, was einer Verkürzung der Lagerlebensdauer vorangeht.
- Spannungsspitzen und Überspannungen können eine frühe Alterung der Windungsisolation bewirken.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokumentes erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

EN 50160:2007, *Merkmale der Spannung in öffentlichen Elektrizitätsversorgungsnetzen*

EN 60146-2:2000, *Halbleiter-Stromrichter – Teil 2: Selbstgeführte Halbleiter-Stromrichter einschließlich Gleichstrom-Direktumrichter (IEC 60146-2:1999)*

EN 61000-2-2:2002, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 2-2: Umgebungsbedingungen – Verträglichkeitspegel für niederfrequente leitungsgeführte Störgrößen und Signalübertragung in öffentlichen Niederspannungsnetzen (IEC 61000-2-2:2002)*

CLC/TS 60034-26:2004, *Drehende elektrische Maschinen – Teil 26: Auswirkungen von Spannungsunsymmetrien auf das Betriebsverhalten von Drehstrom-Induktionsmotoren (IEC/TS 60034-26:2002 + corr. Nov. 2002)*

IEC/TS 60034-17:2006, *Drehende elektrische Maschinen – Teil 17: Umrichter gespeiste Induktionsmotoren mit Käfigläufer – Anwendungsleitfaden*

IEC 60038:2002, *IEC-Normspannungen*

IEC 60050-551-20:2001, *Internationales Elektrotechnisches Vokabular – Teil 551-20: Leistungselektronik – Harmonische Analyse*

UIC 554-1:1979, *Speisung elektrischer Verbraucher von Schienenfahrzeugen aus Ortsnetzen oder Netzersatzanlagen 220 V oder 380 V 50 Hz – Sicherheitsvorschriften und elektrische Schaltungen*

3 Begriffe und Abkürzungen

3.1 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokumentes gelten die folgenden Begriffe.

3.1.1

Drehstrom-Bordnetz

im Allgemeinen entweder ein 3-Leiter-Netzwerk oder 3-Leitern+ Neutralleiter-Netzwerk, welches durch den Zug die dreiphasige elektrische Energie zu den Hilfsbetrieben verteilt, namentlich die für die Traktionsausrüstung vorgesehenen (elektrischen) Lasten und die (elektrischen) Lasten für den Fahrgastkomfort

3.1.2

Grundfrequenz

Frequenz im Spektrum von einer Fourier-Transformation einer Zeitfunktion, auf die sich alle Frequenzen des Spektrums beziehen. Für den Zweck dieser Norm ist die Grundfrequenz die von dem im Fahrzeug installierten Bordnetz-Umrichter gelieferte

3.1.3

Oberschwingungsfrequenz

Frequenz, die ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz ist

3.1.4

Oberschwingung

irgendeine Schwingung, die harmonische Frequenzen aufweisen. Der Wert wird normalerweise als Effektivwert ausgedrückt

3.1.5

zwischenharmonische Frequenzen

irgendeine Frequenz, die nicht ein ganzzahliges Vielfaches der Grundfrequenz ist, wie z. B. die Schaltfrequenz der Bordnetz-Umrichter und all die damit verbundenen Oberschwingungen, welche nicht ein Vielfaches der Grundfrequenz sind

3.1.6

zwischenharmonische Schwingung

Schwingung, die eine zwischenharmonische Frequenz aufweist. Der Wert wird normalerweise als Effektivwert dargestellt

3.1.7

harmonische Ordnung

Verhältnis der harmonischen zu der Grundfrequenz ist die harmonische Ordnung

3.1.8

Gesamt-Oberschwingungsverhältnis

THD

das Verhältnis des Effektivwertes der Summe aller bis zu einer bestimmten Ordnung auftretenden Oberschwingungen zum Effektivwert der Grundschiwingung

$$THD = \sqrt{\frac{\sum_{h=2}^{h=40} U_h^2}{U_1^2}}$$

Dabei ist

U_1 der Effektivwert der Spannungs-Grundschiwingung;

h die harmonische Ordnung;

U_h der Effektivwert der Spannungs-Oberschwingung der harmonischen Ordnung h .

3.1.9

Gesamt-Verzerrungsanteil

TDC

übrigbleibende Größe, wenn die Grundschiwingung von der einer Wechselgröße subtrahiert wird, wobei alle als Zeitfunktion behandelt werden

$$TDC = \sqrt{Q^2 - Q_1^2}$$

Dabei ist

Q_1 der Effektivwert der Spannungs-Grundschiwingung;

Q der Gesamt-Effektivwert;

Q entweder ein Strom oder eine Spannung. Enthält sowohl Ober- (harmonische) als auch zwischenharmonische Schwingungen.

In dieser Norm bezieht sich TDC auf die Außenleiter-Spannung; damit gilt:

$$TDC = \sqrt{U^2 - U_1^2}$$

Dabei ist

U_1 der Effektivwert der Spannungs-Grundschiwingung;

U der Gesamt-Effektivwert der Spannung.

3.1.10

Gesamt-Verzerrungsverhältnis

TDR

Verhältnis des Effektivwertes des Gesamt-Oberschwingungsverhältnisses einer Wechselgröße zum Effektivwert der Grundschiwingung der Größe

$$TDR = \frac{TDC}{Q_1} = \frac{\sqrt{Q^2 - Q_1^2}}{Q_1}$$

In dieser Norm bezieht sich TDR auf die Außenleiter-Spannung; damit gilt:

$$TDR = \frac{TDC}{U_1} = \frac{\sqrt{U^2 - U_1^2}}{U_1}$$

3.1.11

Spannungsunsymmetrie

Zustand in einem mehrphasigen System, in dem die Effektivwerte der Spannungen Außenleiter gegen Außenleiter (Grundschiwingung) oder die Phasenverschiebung von aufeinanderfolgenden Spannungen Außenleiter gegen Außenleiter nicht alle gleich sind. Der Grad der Ungleichheit wird in der Regel als das Verhältnis der negativen Sequenz (U_2) und der Null-Sequenz (U_0) zur positiven Sequenz (U_1).

$$U_0 = \frac{1}{3}(U_{12} + U_{23} + U_{31})$$

$$U_1 = \frac{1}{3}(U_{12} + a.U_{23} + a^2.U_{31})$$

$$U_2 = \frac{1}{3}(U_{12} + a^2.U_{23} + a.U_{31})$$

U_0 , U_1 , U_2 Formel gemäß der Fortescue-Transformation

Dabei ist

U_{12} , U_{23} , U_{31} die Spannungen Außenleiter gegen Außenleiter;

a Phasenverschiebung 120°: $a = e^{j\frac{2\pi}{3}}$;

a^2 Phasenverschiebung 240°: $a = e^{j\frac{4\pi}{3}}$.

3.1.12

Bordnetz-Leistungsumrichtersystem

Bord-Untersystem, welches elektrische Energie für elektrische Lasten der Traktions-Hilfsbetriebe und der Komforteinrichtungen transformiert

3.1.13

lineare Lasten

Lasten mit einer linearen Abhängigkeit zwischen Versorgungsspannung und Strom. Darüber hinaus werden Lasten, die bezogen auf die Nennwerte vernachlässigbare Oberschwingungen erzeugen, in dieser Technischen Spezifikation (Norm) betrachtet, wie z. B. Heizwiderstände, Asynchronmotore

3.1.14

nicht-lineare Lasten

im Gegensatz zu linearen Lasten verursachen nicht-lineare Lasten signifikante Strom- und Spannungs-Oberschwingungen. Wenn diese Art von Lasten an ein Versorgungssystem mit signifikanten Innen-Impedanzen angeschlossen sind, erzeugen sie signifikante Spannungs-Oberschwingungen, z. B. ungesteuerte Gleichrichter und aktive Ausgangs-Stromrichter zählen zu dieser Gruppe von Lasten

3.1.15

unsymmetrische Lasten

Lasten, die unsymmetrische Phasenströme bewirken, d. h. Ströme mit unterschiedlichen Amplituden und/oder Phasenwinkeln in den drei Phasen eines Drehstrom-Versorgungssystems. Einphasige Lasten, die an ein Drehstrom-System angeschlossen sind, sind ein typisches Beispiel für unsymmetrische Lasten

3.1.16

asymmetrische Spannung

U_{CM}

im Allgemeinen definiert als der arithmetische Mittelwert der Spannungen Außenleiter gegen Erde,
 $U_{CM} = 1/3(U_{L1-E} + U_{L2-E} + U_{L3-E})$

3.2 Abkürzungen

Die folgenden Abkürzungen werden in diesem Dokument verwendet:

3 AC	Drei-Phasen-Wechselstrom oder -Spannung
DC	Gleichstrom
E	Erde
EMV	Elektro-Magnetische Verträglichkeit
EDM	Elektrostatische Funkenerosion
L-L	Außenleiter gegen Außenleiter
L-E	Leiter gegen Erde
L-N	Außenleiter gegen Neutraleiter
N	Neutraleiter
RMS	Effektivwert
THD	Gesamt-Oberschwingungsverhältnis
TDR	Gesamt-Verzerrungsverhältnis
U_{CM}	Asymmetrische Spannung am Sternpunkt

4 Eigenschaften der dreiphasigen (Drehstrom-)Bordnetz-Spannung

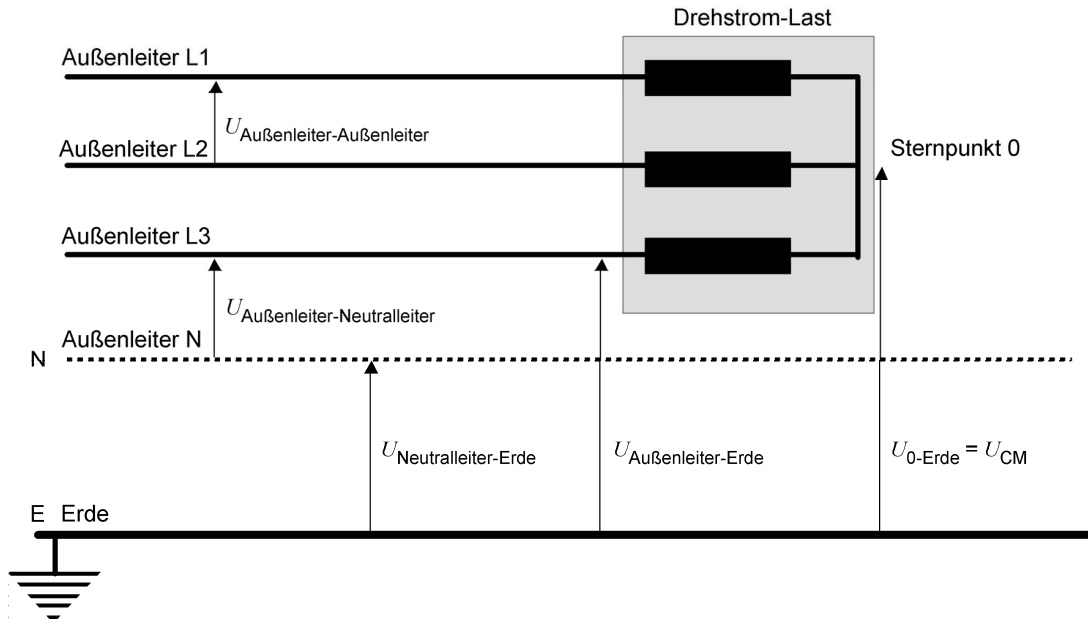


Bild 1 – Die verschiedenen Spannungen des Drehstrom-Bordnetz-Systems

Die Spannung zwischen Sternpunkt und Erde $U_{0-Earth}$ ist identisch mit der asymmetrischen Spannung U_{CM} .

4.1 Frequenz

Tabelle 1 – Frequenz

Parameter	Name	Einheit	Beschreibung	Wert
Nennfrequenz	F_1	Hz	Grundfrequenz geliefert von den Bordnetz-Umrichtern	50 Hz oder 60 Hz
Frequenztoleranz	$\% F_1$	%	Abweichungen von der Grundfrequenz F_1 Nach EN 61000-2-2:2002, 4.8, und EN 50160:2007, 2.1	$\pm 2 \%$

4.2 Spannungsamplitude

Tabelle 2 – Spannungsamplitude

Parameter	Name	Einheit	Beschreibung	Wert
Nennspannung Außenleiter gegen Außenleiter	U_{1-L-L}	V	Effektivwert der Spannung Außenleiter gegen Außenleiter bei Grundfrequenz F_1 und normalen Bedingungen (kein(e) Überlast oder Überstrom) Nach IEC 60038, Abschnitt 2, Tabelle 1	400 V bei 50 Hz oder 480 V bei 60 Hz
Nennspannung Außenleiter gegen Neutraleiter	U_{1-L-N}	V	Effektivwert der Spannung Außenleiter gegen Neutraleiter bei Grundfrequenz F_1 und normalen Bedingungen (kein(e) Überlast oder Überstrom) im Fall eines Vier-Leiter-Systems	230 V bei 50 Hz