

	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 60077-1
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 460-1
ICS 45.060.01 Railway applications Electric equipment for rolling stock Part 1: General service conditions and general rules (IEC 60077-1:1999, modified); German version EN 60077-1:2002 Applications ferroviaires Equipements électriques du matériel roulant Partie 1: Conditions générales de service et règles générales (CEI 60077-1:1999, modifiée); Version allemande EN 60077-1:2002 Die Europäische Norm EN 60077-1:2002 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 60077-1 wurde am 2002-03-01 angenommen. Nationales Vorwort Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 351.1 „Fahrzeuge“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig. Kurzverfahren war veröffentlicht in DIN-Mitteilungen Heft 8/2002. 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 zum Jahr 2009 unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation – bestätigt, – zurückgezogen, – durch eine Folgeausgabe ersetzt oder – geändert. Fortsetzung Seite 2 und 37 Seiten EN DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

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.

Der Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ergibt sich, soweit ein Zusammenhang besteht, grundsätzlich über die Nummer der entsprechenden IEC-Publikation. Beispiel: IEC 60068 ist als EN 60068 als Europäische Norm durch CENELEC übernommen und als DIN EN 60068 ins Deutsche Normenwerk aufgenommen.

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.

Bahnanwendungen
Elektrische Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen
Teil 1: Allgemeine Betriebsbedingungen und allgemeine Regeln
(IEC 60077-1:1999, modifiziert)

Railway applications
Electric equipment for rolling stock
Part 1: General service conditions and general rules
(IEC 60077-1:1999, modified)

Applications ferroviaires
Equipements électriques du matériel roulant
Partie 1: Conditions générales de service et règles générales
(CEI 60077-1:1999, modifiée)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2002-03-01 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, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, Tschechische Republik 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

Der Text der Internationalen Norm IEC 60077-1:1999, ausgearbeitet von dem IEC TC 9 „Electric railway equipment“ zusammen mit den gemeinsamen Abänderungen, ausgearbeitet von dem SC 9XB „Elektromechanische Geräte für Bahnfahrzeuge“ des Technischen Komitees CENELEC TC 9X „Elektrische und elektronische Ausrüstungen für Bahnen“ wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren unterworfen und von CENELEC am 2002-03-01 als EN 60077-1 angenommen.

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): 2003-03-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2005-03-01

In dieser Europäischen Norm sind die gemeinsamen Abänderungen zu der Internationalen Norm mit einem senkrechten Strich am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Abschnitte, Tabellen und Bilder, die zusätzlich zu denen in IEC 60077-1 sind, sind mit „Z“ gekennzeichnet.

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norm-Inhalt.

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

In dieser Norm ist der Anhang ZA normativ und der Anhang A ist informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
Einleitung.....	6
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen.....	7
3 Begriffe (siehe auch Anhang A).....	7
3.1 Allgemeines	7
3.2 Stromkreise.....	7
3.3 Bauteile	7
3.4 Prüfungskategorien.....	8
3.5 Leer	8
3.6 Charakteristische Kenngrößen	8
4 Klassifizierung.....	9
5 Kenngrößen für die Einsatzklasse (siehe auch Anhang A)	9
5.1 Bemessungsspannungen	9
5.1.1 Allgemeines	9
5.1.2 Bemessungsbetriebsspannung (U_e).....	9
5.1.3 Bemessungsisolationsspannung (U_{Nm})	9
5.1.4 Bemessungs-Stehwechselspannung (U_{50}).....	10
5.1.5 Bemessungs-Stoßspannung	10
5.2 Bemessungsspannungen für Betriebsmittel	10
5.2.1 Versorgung aus der Fahrleitung	10
5.2.2 Versorgung aus einem Transformator.....	10
5.2.3 Versorgung aus einem unabhängig angetriebenen Generator/Umformer oder Umrichter.....	10
5.2.4 Versorgung aus einer Batterie mit Erhaltungsladebetrieb.....	10
5.2.5 Versorgung aus einer Batterie.....	11
5.3 Bemessungsströme für Betriebsmittel	11
5.3.1 Bemessungsbetriebsstrom (I_e)	11
5.3.2 Kurzzeit-Bemessungsstrom (I_{cw})	11
5.4 Bemessungsbetriebsfrequenz	11
5.5 Bemessungs-Luftdruck	11
6 Produktinformationen.....	11
6.1 Art der Informationen	11
6.2 Beschriftung	12
6.3 Anweisungen für Lagerung, Montage, Betrieb und Instandhaltung	13
7 Übliche Betriebsbedingungen.....	13
7.1 Umgebungsbedingungen.....	13
7.2 Verschmutzungseinwirkung.....	13
7.3 Überspannungen	13
8 Anforderungen an Konstruktion und Arbeitsweise	13

	Seite
8.1 Anforderungen an die Konstruktion	13
8.1.1 Elektrische Risiken.....	13
8.1.2 Batterien.....	13
8.1.3 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	14
8.1.4 Brandschutz	14
8.1.5 Sonstige Risiken	14
8.2 Anforderungen an die Arbeitsweise	15
8.2.1 Betriebsbedingungen	15
8.2.2 Erwärmung.....	16
8.2.3 Wiederinbetriebsetzung nach Standzeit	18
8.2.4 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	20
8.2.5 Geräuschemission	20
8.2.6 Isolationsfestigkeit.....	20
8.2.7 Schaltüberspannungen	21
8.2.8 Betriebsverhalten	21
8.2.9 Schwingungs- und Schockfestigkeit	21
9 Prüfungen.....	21
9.1 Prüfungsarten.....	21
9.1.1 Allgemeines.....	21
9.1.2 Typprüfungen	22
9.1.3 Stückprüfungen	22
9.1.4 Stichprobenprüfungen.....	23
9.1.5 Ermittlungsprüfungen.....	23
9.1.6 Allgemeine Prüfbedingungen.....	23
9.2 Nachweis über Einhaltung der konstruktiven Anforderungen.....	23
9.2.1 Allgemeines.....	23
9.2.2 Typprüfungen	23
9.2.3 Stückprüfungen	24
9.3 Nachweis der Leistungsmerkmale	24
9.3.1 Betriebsgrenzwerte	24
9.3.2 Erwärmung (Typprüfung)	25
9.3.3 Isolationswerte	27
9.3.4 Betriebs-Leistungsfähigkeit.....	30
9.3.5 Schwingungs- und Schockprüfung	32
9.3.6 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	32
9.3.7 Geräuschemission	32
9.3.8 Klimaprüfungen	32
Anhang A (informativ).....	34
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	36

Bilder

Bild A.1	35
Bild A.2	35

Tabellen

Tabelle 1 – Erwärmungsgrenzwerte für Isolierstoffe	19
Tabelle 2 – Erwärmungsgrenzwerte bei Klemmen	19
Tabelle 3 – Erwärmungsgrenzwerte berührbarer Teile	20
Tabelle 4 – Isolationsprüfungen an Betriebsmitteln	29
Tabelle 5 – Spannungsprüfungen für Betriebsmittel an der Wechselstrom-Fahrleitung	30

Einleitung

Obwohl diese Europäische Norm die allgemeinen Betriebsbedingungen und allgemeinen Regeln für elektrische Betriebsmittel angibt, können weitere, besondere Einzelheiten von bestimmten Typen der Traktionsausrüstung in anderen Europäischen Normen angegeben werden. Produktnormen geben insbesondere weitere Einzelheiten an. Folgende Produktnormen sind Bestandteil der Reihe EN 60077:

- **Teil 2:** Elektrotechnische Bauteile – Allgemeine Regeln
- **Teil 3:** Elektrotechnische Bauteile – Regeln für Gleichstromschalter
- Teil 4: Elektrotechnische Bauteile – Regeln für Wechselstromschalter
- Teil 5 - Elektrotechnische Bauteile - Regeln für Hochspannungssicherungen

Obwohl diese Norm alle Stromkreise der Leistungs- und Steuerelektronik-Ausrüstung, die mit der Batterie- oder der Fahrleitungsspannung verbunden sind, und alle Stromkreise, die Steuer- und Schaltgeräte enthalten, abdeckt, dürfen ihre internen Stromkreise Gegenstand besonderer Anforderungen sein, die durch einschlägige Produktnormen abgedeckt sind.

Diese Norm legt für elektrische Betriebsmittel, falls notwendig, nur jene zusätzlichen Anforderungen fest, die einen bestimmungsgemäßen Betrieb auf einem Schienenfahrzeug sicherstellen, auch wenn diese Betriebsmittel einer einschlägigen Internationalen Norm, einschließlich der für industrielle Geräte, entsprechen.

Dem Schriftstück liegt IEC 60077-1 als Basis zugrunde, und seine Form und Struktur wurden angepasst, um bereits existierende Europäische Normen, die ähnliche Themen behandeln, in Betracht zu ziehen.

1 Anwendungsbereich

Diese Europäische Norm legt die allgemeinen Betriebsbedingungen für und Anforderungen an alle Betriebsmittel fest, die in Hauptstromkreisen, Hilfsstromkreisen sowie in Steuer-, Regel- und Überwachungsstromkreisen usw. auf Bahnfahrzeugen installiert sind.

ANMERKUNG 1 Nach Vereinbarung zwischen Betreiber und Hersteller dürfen einige dieser Regeln für elektrische Betriebsmittel angewendet werden, die auf anderen Fahrzeugen eingebaut werden, wie z. B. Grubenlokomotiven, Oberleitungsbussen usw.

Der Zweck der vorliegenden Norm besteht darin, alle Vorschriften und Anforderungen allgemeiner Art, die für elektrische Betriebsmittel auf Bahnfahrzeugen gelten, so weit wie praktisch möglich zu harmonisieren. Dies geschieht, um eine Einheitlichkeit bei den Anforderungen und Prüfungen im gesamten entsprechenden Bereich der Betriebsmittel zu erreichen und um den Zwang, nach unterschiedlichen Normen prüfen zu müssen, zu vermeiden.

Diese Grundnorm muss in Zusammenhang mit den betreffenden Gerätenormen gesehen werden, auf die nachfolgend als „betreffende Produktnorm“ oder als „Produktnorm“ Bezug genommen wird.

ANMERKUNG 2 Für den Fall, dass sich Unterschiede in den Anforderungen der Grundnorm und der Produktnorm, die vom Technischen Komitee 9 erarbeitet wurden, ergeben, haben die Anforderungen der Produktnorm den Vorrang.

Wenn eine der allgemeinen Regeln dieser Norm in einer bestimmten Produktnorm gilt, muss diese ausdrücklich in letzterer genannt werden, dadurch dass der entsprechende Abschnitt erwähnt wird, z. B. „siehe 7.7 von IEC 60077-1“.

Eine spezifische Produktnorm braucht die Einhaltung einer allgemeinen Regel nicht zu fordern, darf sie auch übergehen (falls nicht anwendbar) oder ergänzen (wenn sie im besonderen Fall als nicht passend erkannt wird). Die Produktnorm darf aber nicht von den allgemeinen Regeln abweichen, es sei denn, es gäbe eine substantielle technische Begründung.

Alle Anforderungen, die sich beziehen auf:

- die Konstruktion;
- das Leistungsvermögen und die damit verbundenen Prüfungen, die als allgemeingültig betrachtet werden,

wurden deshalb zusammen mit besonderen Themen mit weitreichender Bedeutung und Anwendung in dieser Norm zusammengefasst, wie z. B. Erwärmung, Isolationseigenschaften usw.

2 Normative Verweisungen

ANMERKUNG Normative Verweisungen zu Internationalen Publikationen sind in [Anhang ZA](#) (normativ) aufgelistet.

3 Begriffe (siehe auch [Anhang A](#))

Für die Zwecke der vorliegenden Europäischen Norm gelten folgende Begriffe.

3.1 Allgemeines

3.1.1

Fahrzeugpark

allgemeiner Ausdruck für alle motorisierten und nicht motorisierten Fahrzeuge [IEV 811-02-01]

3.1.2

Fahrzeug

allgemeiner Ausdruck für jede Einheit eines Fahrzeugparks, z. B. Lokomotive, Reisezugwagen oder Güterwagen [IEV 811-02-02]

3.2 Stromkreise

3.2.1

Fahrstromkreis

Stromkreis, der den Strom der Maschinen und Einrichtungen führt, wie Umformer (Umrichter) und Fahrmotoren, die die Zugförderleistung übertragen [IEV 811-25-03]

3.2.2

Hauptstromkreis

alle leitfähigen Teile eines Geräts, die den Strom führen, der der Funktion und dem Einsatzzweck dieses Geräts entsprechen

3.2.3

Hilfsstromkreis

alle leitfähigen Teile eines Geräts mit Ausnahme des Hauptstromkreises und des Steuerstromkreises, die während der Schließ- oder Öffnen-Funktion, oder bei beiden, des Geräts verwendet werden [IEV 441-15-04, mod.]

3.2.4

Steuerstromkreis

alle leitfähigen Teile eines Gerätes, mit Ausnahme des Hauptstromkreises, die für die Betätigung der Funktion des Geräts verwendet werden [IEV 441-15-03, mod.]

3.3 Bauteile

3.3.1

Akkumulatorzelle

elektrochemisches System, das zugeführte elektrische Energie in chemischer Form speichern und durch Rückumwandlung wieder abgeben kann [IEV 811-20-01]

3.4 Prüfungskategorien

3.4.1

Typprüfung

Prüfung eines oder mehrerer Geräte eines bestimmten Konstruktionstyps zum Nachweis, dass der Konstruktionstyp bestimmten Spezifikationen genügt [IEV 811-10-04]

3.4.2

Stückprüfung

Prüfung an jedem einzelnen Gerät während oder nach der Fertigung zum Nachweis, dass es bestimmte Anforderungen erfüllt [IEV 811-10-05]

3.4.3

Stichprobenprüfung

Prüfung an einer gewissen Anzahl willkürliche einem Fertigungslos entnommener Geräte [IEV 811-10-06]

3.4.4

Sonderprüfung

spezielle Prüfung als Option, um zusätzliche Informationen zu erhalten [IEV 811-10-07, mod.]

3.5 Leer

3.6 Charakteristische Kenngrößen

3.6.1

Grenzwert

größter oder kleinster zulässiger Wert einer Größe in der Spezifikation [IEV 151-04-02]

3.6.2

Nennwert

geeigneter angenäherter Wert einer Größe, der zur Bezeichnung oder Identifizierung einer Kenngröße eines Bauelements, eines Geräts oder einer Ausrüstung verwendet wird [IEV 811-11-01]

ANMERKUNG In dieser Norm wird der Begriff „Nenn-“, entsprechend der üblichen Praxis, nur zur Kennzeichnung von Fahrleitungs- und Batteriespannungsstromkreisen verwendet.

3.6.3

Bemessungswert

Wert einer Größe für den Betrieb und die Leistungseigenschaften, der im Allgemeinen vom Hersteller für ein Bauelement, ein Gerät, einer Ausrüstung oder eines Systems festgelegt wird [IEV 811-11-01]

3.6.4

leer

3.6.Z.1

transiente Überspannung

an jedem Punkt des Systems infolge einer spezifischen Schaltoperation oder eines Fehlers

3.6.5

Ersatzbemessungsdaten für Dauerbetrieb

Betrieb elektrischer Betriebsmittel in Bahnfahrzeugen wird im allgemeinen durch zeitlich schwankende Werte von Strom, Spannung, Druck der Druckluft usw. gekennzeichnet. Die unterschiedlichen Teile der Ausrüstung sind durch eine vollständige Beschreibung der zu erfüllenden Bedingungen festgelegt. Manchmal ist es jedoch ausreichend, Ersatzbemessungsdaten festzulegen, die, aus Sicht der elektrischen, mechanischen oder thermischen Beanspruchung, der untersuchten Betriebsart entsprechen und von denen bekannt ist, dass sie denen des tatsächlichen Betriebs gleichzusetzen sind. Die einschlägigen Prüfungen beziehen sich auf die Ersatzbemessungsdaten für Dauerbetrieb

3.6.6**Ersatzbemessungsstrom für Dauerbetrieb**

Strom, der den Ersatzbemessungsdaten für Dauerbetrieb entspricht

3.6.7**Ersatzbemessungsspannung für Dauerbetrieb**

Spannung, die den Ersatzbemessungsdaten für Dauerbetrieb entspricht

4 Klassifizierung

Dieser Abschnitt dient dazu, die Kenngrößen eines Betriebsmittels aufzulisten, für das der Hersteller Angaben gemacht haben kann, die nicht notwendigerweise durch Prüfung nachzuweisen sind. Dieser Abschnitt ist in Produktnormen nicht verbindlich, es sollte jedoch Platz dafür vorgesehen sein, damit bei Bedarf Klassifizierungskriterien aufgenommen werden können.

5 Kenngrößen für die Einsatzklasse (siehe auch [Anhang A](#))

Die Einsatzklasse eines Betriebsmittels definiert den vorgesehenen Anwendungsfall und muss in der betreffenden Produktnorm festgelegt sein; sie ist gekennzeichnet von einer oder mehreren der folgenden Betriebsbedingungen:

- Strom (Ströme);
- Spannung(en);
- Frequenz(en);
- Luftdruck/-drücke.

ANMERKUNG Die Liste ist nicht erschöpfend und kann, falls zutreffend, weitere Betriebsbedingungen enthalten.

5.1 Bemessungsspannungen**5.1.1 Allgemeines**

Der Begriff „Bemessungsspannung“ kann sich grundsätzlich sowohl auf die Eingangs- als auch auf die Ausgangswerte eines Betriebsmittels beziehen. Der Wert wird in der Regel vom Hersteller festgelegt.

5.1.2 Bemessungsbetriebsspannung (U_e)

Eine Bemessungsbetriebsspannung eines Betriebsmittels ist ein Spannungswert, der in Verbindung mit einem Bemessungsbetriebsstrom den Anwendungsfall des Betriebsmittels bestimmt, und auf den sich die einschlägigen Prüfungen und Einsatzklassen beziehen.

5.1.3 Bemessungsisolationsspannung (U_{Nm})

Die Bemessungsisolationsspannung, die vom Hersteller für das Betriebsmittel oder einen Teil davon angegeben wird, nennt das spezifizierte Dauer-Stehvermögen (über fünf Minuten) seiner Isolation.

Die Bemessungsisolationsspannung ist der Spannungswert, auf den Isolations-Prüfspannungen und Kriechstrecken bezogen werden. Werte sind in EN 50124-1 ([Tabelle A.1](#) und [Anhang D](#)) angegeben.

In keinem Fall darf der Höchstwert der Bemessungsbetriebsspannung den der Bemessungsisolationsspannung überschreiten.

Die Bemessungsisolationsspannung ist mindestens so hoch wie der höchste Effektivwert der Spannung, die zwischen zwei Elektroden und über einer Kriechstrecke für eine längere Zeit ansteht, z. B. an der Fahrleitung für mehr als 5 min. Nichtperiodische transiente Überspannungen werden vernachlässigt.

Wenn die Spannung nicht rein sinusförmig oder von gleichbleibender Form ist, kann der Effektiv- oder Mittelwert der Spannung nicht als einziger Wert zur Festlegung der Isolationsbemessungsspannung von Bauteilen betrachtet werden.

Wenn keine Erkenntnisse vorliegen über den Einfluss auf die Spannungsbeanspruchung der Isolation bezüglich

- des Verhältnisses zwischen Dauer und Häufigkeit von periodischen Impulsen,
- der Anzahl der Impulse während des jeweiligen Auftretens,
- des Spannungsanstiegswertes (du/dt) der Impulse

wird empfohlen, diese Spannung mit einem Wert anzunehmen, der gleich dem echten Effektivwert ist, jedoch nicht kleiner als 70 % des Scheitelwertes.

5.1.4 Bemessungs-Stehwechselspannung (U_{50})

Die Bemessungs-Stehwechselspannung ist der Effektivwert der sinusförmigen Spannung bei Netzfrequenz, die unter festgelegten Prüfbedingungen keinen Isolationsfehler verursacht.

5.1.5 Bemessungs-Stoßspannung

Die Bemessungs-Stoßspannung ist der höchste Scheitelwert einer Stoßspannung mit vorgeschriebener Form und Polarität, die das Betriebsmittel unter festgelegten Prüfbedingungen fehlerfrei aushalten kann.

Die Bemessungs-Stoßspannung des Betriebsmittels muss gleich oder höher sein als die Werte, die für die in dem Stromkreis auftretenden transienten Überspannungen angegeben sind, in dem das Betriebsmittel betrieben wird.

5.2 Bemessungsspannungen für Betriebsmittel

5.2.1 Versorgung aus der Fahrleitung

Die Bemessungsbetriebsspannung U_e für ein fahrleitungsgespeistes Betriebsmittel ist entsprechend der Definition in **EN 50163** der höchste Dauerwert der Fahrleitungsspannung (U_{max1}).

5.2.2 Versorgung aus einem Transformator

Die Bemessungsbetriebsspannung U_e für ein Gerät, das von der Wicklung eines Transformators gespeist wird, ist gleich dem Effektivwert der Spannung an den Wicklungsanschlüssen, wenn der Transformator primärseitig mit der Bemessungsbetriebsspannung eingespeist wird. Wenn ein zweiter Transformator zwischen den vorstehend genannten Transformator und das Betriebsmittel geschaltet wird, dann ist die Bemessungsbetriebsspannung U_e gleich der eingangs genannten Bemessungsbetriebsspannung multipliziert mit dem Übersetzungsverhältnis des zweiten Transformators.

5.2.3 Versorgung aus einem unabhängig angetriebenen Generator/Umformer oder Umrichter

Die von einem unabhängig angetriebenen Generator / Umformer oder Umrichter eingespeiste Bemessungsbetriebsspannung U_e für ein Gerät ist der höchste Grenzwert dieser Versorgungsspannung.

5.2.4 Versorgung aus einer Batterie mit Erhaltungsladebetrieb

Die Nennspannung U_n , die nur dazu dient, einen Batteriestromkreis und die daraus gespeisten Betriebsmittel zu kennzeichnen, muss aus folgenden Vorzugswerten gewählt werden:

24 V 48 V 72 V 96 V 110 V