

DIN EN ISO 16315

ICS 47.020.60; 47.080

**Kleine Wasserfahrzeuge –
Elektrische Antriebssysteme (ISO 16315:2016);
Deutsche Fassung EN ISO 16315:2016**

Small craft –
Electric propulsion system (ISO 16315:2016);
German version EN ISO 16315:2016

Petits navires –
Système de propulsion électrique (ISO 16315:2016);
Version allemande EN ISO 16315:2016

Gesamtumfang 40 Seiten

DIN-Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 16315:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 188 „Small craft“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/BT/WG 69 „Kleine Wasserfahrzeuge“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SIS (Schweden) gehalten wird.

Das zuständige deutsche Normungsgremium ist der Arbeitsausschuss NA 132-03-12 AA „Elektrische Fährantriebe (Sp IEC/TC 18/MT 24)“ der DIN-Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT).

Für die in diesem Dokument zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 7010:2011	siehe	DIN EN ISO 7010:2012-10
ISO 8846	siehe	DIN EN 28846
ISO 9094	siehe	DIN EN ISO 9094
ISO 10133	siehe	DIN EN ISO 10133
ISO 10239	siehe	DIN EN ISO 10239
ISO 10240	siehe	DIN EN ISO 10240
ISO 11105	siehe	DIN EN ISO 11105
ISO 13297:2014	siehe	DIN EN ISO 13297:2015-04
ISO 25197:2012	siehe	DIN EN ISO 25197:2015-03
IEC 60945	siehe	DIN EN 60945
IEC 60947-2	siehe	DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101)
IEC 61008-1	siehe	DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10)
IEC 61009-1	siehe	DIN EN 61009-1 (VDE 0664-20)
IEC 61558-2-4	siehe	DIN EN 61558-2-4 (VDE 0570-2-4)
IEC 61558-2-6	siehe	DIN EN 61558-2-6 (VDE 0570-2-6)

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

- DIN EN 28846, *Kleine Wasserfahrzeuge — Elektrische Geräte — Zündschutz gegenüber entflammenden Gasen*
- DIN EN 60945, *Navigations- und Funkkommunikationsgeräte und -systeme für die Seeschifffahrt — Allgemeine Anforderungen — Prüfverfahren und geforderte Prüfergebnisse*
- DIN EN 60947-2 (VDE 0660-101), *Niederspannungsschaltgeräte — Teil 2: Leistungsschalter*
- DIN EN 61008-1 (VDE 0664-10), *Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter ohne eingebauten Überstromschutz (RCCBs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*
- DIN EN 61009-1 (VDE 0664-20), *Fehlerstrom-/Differenzstrom-Schutzschalter mit eingebautem Überstromschutz (RCBOs) für Hausinstallationen und für ähnliche Anwendungen — Teil 1: Allgemeine Anforderungen*
- DIN EN 61558-2-4 (VDE 0570-2-4), *Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für Versorgungsspannungen bis 1100 V — Teil 2-4: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Trenntransformatoren und Netzgeräte, die Trenntransformatoren enthalten*
- DIN EN 61558-2-6 (VDE 0570-2-6), *Sicherheit von Transformatoren, Drosseln, Netzgeräten und dergleichen für Versorgungsspannungen bis 1100 V — Teil 2-6: Besondere Anforderungen und Prüfungen an Sicherheitstransformatoren und Netzgeräte die Sicherheitstransformatoren enthalten*
- DIN EN ISO 7010:2012-10, *Graphische Symbole — Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen — Registrierte Sicherheitszeichen (ISO 7010:2011); Deutsche Fassung EN ISO 7010:2012*
- DIN EN ISO 9094, *Kleine Wasserfahrzeuge — Brandschutz*
- DIN EN ISO 10133, *Kleine Wasserfahrzeuge — Elektrische Systeme — Kleinspannungs-Gleichstrom-(DC-) Anlagen*
- DIN EN ISO 10239, *Kleine Wasserfahrzeuge — Flüssiggas-Anlagen (LPG)*
- DIN EN ISO 10240, *Kleine Wasserfahrzeuge — Handbuch für Schiffsführer*
- DIN EN ISO 11105, *Kleine Wasserfahrzeuge — Belüftung von Räumen mit Ottomotoren und/oder Benzintanks*
- DIN EN ISO 13297:2015-04, *Kleine Wasserfahrzeuge — Elektrische Systeme — Wechselstromanlagen (ISO 13297:2014); Deutsche Fassung EN ISO 13297:2014*
- DIN EN ISO 25197:2015-03, *Kleine Wasserfahrzeuge — Elektrische/elektronische Regelungssysteme für Steuerung, Schaltung und Antrieb (ISO 25197:2012 + Amd 1:2014); Deutsche Fassung EN ISO 25197:2012 + A1:2014*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Kleine Wasserfahrzeuge —
Elektrische Antriebssysteme
(ISO 16315:2016)

Small craft —
Electric propulsion system
(ISO 16315:2016)

Petits navires —
Système de propulsion électrique
(ISO 16315:2016)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 20. Februar 2016 angenommen.

Die CEN-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 Management-Zentrum des CEN-CENELEC oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Management-Zentrum mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, 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, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

CEN-CENELEC Management-Zentrum: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel

Inhalt

	Seite
Europäisches Vorwort.....	4
Anhang ZA (informativ) Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2013/53/EU.....	5
Vorwort.....	7
Einleitung.....	8
1 Anwendungsbereich.....	9
2 Normative Verweisungen	9
3 Begriffe	10
4 Allgemeine Anforderungen.....	13
4.1 Allgemeines.....	13
4.2 Komponenten eines elektrischen Antriebssystems	14
4.3 Elektrische Antriebssysteme.....	15
4.4 Schaltungen für andere elektrische Betriebsmittel und Stromkreise an Bord eines kleinen Wasserfahrzeugs, die an eine gemeinsame Energiequelle sowohl für den Antrieb als auch für die allgemeine elektrische Anlage angeschlossen sind.....	17
4.4.1 Gleichstromsysteme.....	17
4.4.2 Wechselstromsysteme.....	17
4.5 Umgebungsfaktoren.....	18
4.6 Elektrische Bemessungswerte.....	19
4.7 Betriebsmittel	19
4.7.1 Transformatoren.....	19
4.7.2 Wandler.....	20
4.7.3 Motoren	20
4.8 Umhüllungen (Gehäuse)	20
4.9 Kennzeichnung von Betriebsmitteln und Kabeln.....	20
4.10 Trennung von Gleichstrom- und Wechselstromsystemen.....	20
4.11 Regelungssysteme für Steuerung und Antrieb	20
4.12 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV).....	21
4.13 Elektrische Betriebsmittel im Nahbereich von Batteriebänken.....	21
4.14 Explosionsgefährdete Bereiche.....	21
5 Steuerungen, Überwachung, Systemwarnungen und Alarmauslösung.....	22
5.1 Elektrische/elektronische Steuerungen für elektrische Antriebssysteme.....	22
5.1.1 Steuerungen.....	22
5.1.2 Notstopp	22
5.1.3 Rücksetzung der Fehlerauslösung.....	23
5.1.4 „Rückkehr“-Modus.....	23
5.2 Anzeigen, Warnmeldungen und Alarmauslösungen	23
5.2.1 Allgemeines.....	23
5.2.2 Betriebszustand und Status.....	23
5.2.3 Systemwarnungen	24
5.2.4 Alarmauslösung bei Fehlern.....	24
6 Schutz gegen elektrischen Schlag	24

6.1	Schutz gegen direkte Berührung.....	24
6.2	Automatische Trennung der Stromversorgung vom elektrischen Antriebssystem unter Erdschlussfehlerbedingungen (geerdete Zweileiter- Gleichstromsysteme und sternpunktgeerdete Wechselstromsysteme).....	24
6.3	Überwachung von Erdschlussfehlern und Auslöse-Einstellungen für vollständig isolierte Gleichstromsysteme, Dreileiter-Wechselstromsysteme	26
6.4	Erdschlussfehler-Auslösung in ungeerdeten Systemen (IT-System)	26
7	Überstromschutz	27
7.1	Allgemeines	27
7.2	Eigenschaften von Schutzeinrichtungen	27
7.3	Überstromschutzeinrichtungen im/in Ausgangsstromkreis(en) einer Batterie	27
8	Batterieüberwachung und -einbau.....	28
8.1	Allgemeine Maßnahmen	28
8.2	Trennung von Batteriesätzen oder Batteriebänken.....	28
8.3	Betriebsmäßiges Schalten von Batteriesätzen und Batteriebänken.....	29
8.4	Ständig spannungsführende Stromkreise.....	29
8.5	Lüftung.....	30
8.6	Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche.....	30
9	Elektrische Anlage	30
9.1	Allgemeines	30
9.2	Trennung von Kabeln von elektrischer Antriebssystemen	31
10	Prüfung	31
10.1	Allgemeines	31
10.2	Erdung und Massung	31
10.3	Isolationswiderstand	32
10.3.1	Allgemeines	32
10.3.2	Gleichstromantriebssysteme.....	32
10.3.3	Wechselstromantriebssysteme	32
10.3.4	Schalttafeln, Bedientafeln und Verteilertafeln	32
10.3.5	Starkstrom- und Beleuchtungs-Endstromkreise	32
10.3.6	Generatoren und Motoren.....	33
10.3.7	Transformatoren	33
10.4	Elektrische/elektronische Regelungssysteme für die Steuerung des Antriebsmotors.....	33
10.5	Prüfung unter Last und Überprüfung von elektrischen Antriebssystemen und der zugehörigen Schalt- und Steuergeräte	33
10.6	Spannungsfall	33
	Anhang A (normativ) Informationen und Anweisungen, die im Eignerhandbuch enthalten sein müssen	34
	Anhang B (normativ) Anlagendokumentation	35
	Literaturhinweise	36

Europäisches Vorwort

Dieses Dokument (EN ISO 16315:2016) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 188 „Small craft“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SIS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2016, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2016 zurückgezogen werden.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN [und/oder CENELEC] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

Dieses Dokument wurde unter einem Normungsauftrag erarbeitet, den die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinie(n) siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokuments ist.

Entsprechend der CEN-CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, Schweiz, Slowakei, Slowenien, Spanien, Tschechische Republik, Türkei, Ungarn, Vereinigtes Königreich und Zypern.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 16315:2016 wurde vom CEN als EN ISO 16315:2016 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Anhang ZA (informativ)

Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und den grundlegenden Anforderungen der EU-Richtlinie 2013/53/EU

Diese Europäische Norm wurde im Rahmen eines Normungsauftrages, der CEN von der Europäischen Kommission erteilt wurde, erarbeitet, um ein Mittel zur Erfüllung der grundlegenden Anforderungen der Richtlinie nach der neuen Konzeption 2013/53/EU bereitzustellen.

Sobald diese Norm im Amtsblatt der Europäischen Union im Rahmen der betreffenden Richtlinie in Bezug genommen und in mindestens einem der Mitgliedstaaten als nationale Norm umgesetzt worden ist, berechtigt die Übereinstimmung mit den in Tabelle ZA.1 aufgeführten Abschnitten dieser Norm innerhalb der Grenzen des Anwendungsbereichs dieser Norm zu der Annahme, dass eine Übereinstimmung mit den entsprechenden grundlegenden Anforderungen der Richtlinie und der zugehörigen EFTA-Vorschriften gegeben ist.

Tabelle ZA.1 — Zusammenhang zwischen dieser Europäischen Norm und EU-Richtlinien

Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm	Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2013/53/EU	Erläuterungen/Anmerkungen
	Anhang 1, Abschnitt 5.3 — Elektrisches System	
2, 4, 5, 8, 9, 10	Elektrische Systeme müssen so ausgelegt und eingebaut sein, dass unter normalen Einsatzbedingungen ein einwandfreier Betrieb des Wasserfahrzeugs gewährleistet ist	Die normativen Verweise in Abschnitt 2 sind für die Anwendung dieser Norm erforderlich
4.1, 4.13, 6, 8.5, 8.6	Elektrische Systeme müssen so ausgelegt und eingebaut sein, dass die Brandgefahr und das Risiko elektrischer Schläge so gering wie möglich gehalten werden	
4, 7	Alle Stromkreise müssen vor Überlastung gesichert sein; hiervon ausgenommen sind batteriegespeiste Anlasserstromkreise	
4, 9, 10	Antriebsstromkreise und andere Stromkreise dürfen sich gegenseitig nicht derart beeinflussen, dass einer von beiden nicht bestimmungsgemäß funktioniert	
4.1, 8.5, Anhang B (a)	Um die Ansammlung von explosionsfähigen Gasen, die aus den Batterien austreten könnten, zu verhindern, ist für Belüftung zu sorgen	
8.1	Die Batterien müssen gut befestigt und vor eindringendem Wasser geschützt sein	

Abschnitte/Unterabschnitte dieser Europäischen Norm	Grundlegende Anforderungen der Richtlinie 2013/53/EU	Erläuterungen/Anmerkungen
4.14, 5, Anhang A	Anhang I, Abschnitt 2.5 – Eignerhandbuch	Abschnitt 4.14, Bild 1, enthält Warnsymbole für Umhüllungen. Abschnitt 5 gibt Informationen für Systemwarnungen und Alarmer an, die im Eignerhandbuch enthalten sein müssen. Anhang A enthält Informationen, die für die sichere Nutzung des Produktes notwendig sind, wobei besondere Aufmerksamkeit auf den Aufbau, die Wartung, den üblichen Betrieb, die Vermeidung von Risiken und Risikomanagement gerichtet wird

WARNHINWEIS — Für Produkte, die in den Anwendungsbereich dieser Norm fallen, können weitere Anforderungen und weitere EU-Richtlinien anwendbar sein.

Vorwort

ISO (die Internationale Organisation für Normung) ist eine weltweite Vereinigung von Nationalen Normungsorganisationen (ISO-Mitgliedsorganisationen). Die Erstellung von Internationalen Normen wird normalerweise von ISO Technischen Komitees durchgeführt. Jede Mitgliedsorganisation, die Interesse an einem Thema hat, für welches ein Technisches Komitee gegründet wurde, hat das Recht, in diesem Komitee vertreten zu sein. Internationale Organisationen, staatlich und nicht-staatlich, in Liaison mit ISO, nehmen ebenfalls an der Arbeit teil. ISO arbeitet eng mit der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) bei allen elektrotechnischen Themen zusammen.

Die Verfahren, die bei der Entwicklung dieses Dokuments angewendet wurden und die für die weitere Pflege vorgesehen sind, werden in den ISO/IEC-Direktiven, Teil 1 beschrieben. Im Besonderen sollten die für die verschiedenen ISO-Dokumentenarten notwendigen Annahmekriterien beachtet werden. Dieses Dokument wurde in Übereinstimmung mit den Gestaltungsregeln der ISO/IEC-Direktiven, Teil 2 erarbeitet (siehe www.iso.org/directives).

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. ISO ist nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren. Details zu allen während der Entwicklung des Dokuments identifizierten Patentrechten finden sich in der Einleitung und/oder in der ISO-Liste der empfangenen Patenterklärungen (siehe www.iso.org/patents).

Jeder in diesem Dokument verwendete Handelsname wird als Information zum Nutzen der Anwender angegeben und stellt keine Anerkennung dar.

Eine Erläuterung der Bedeutung ISO-spezifischer Benennungen und Ausdrücke, die sich auf Konformitätsbewertung beziehen, sowie Informationen über die Beachtung der WTO-Grundsätze zu technischen Handelshemmnissen (TBT, en: Technical Barriers to Trade) durch ISO enthält der folgende Link: Foreword - Supplementary information.

Das für dieses Dokument verantwortliche Komitee ist ISO/TC 188 „*Small craft*“ in Zusammenarbeit mit CEN/BT/WG 69 „Kleine Wasserfahrzeuge“ und IEC/TC 18 „*Electrical installations of ships and of mobile and fixed offshore units*“.

Einleitung

Elektrische Antriebssysteme werden in Sportbooten und anderen kleinen Wasserfahrzeugen immer gebräuchlicher, und Spannungen von bis zu 1 000 V für Wechselstromsysteme und 1 500 V für Gleichstromsysteme sind zusammen mit drehzahlgeregelten Antrieben möglich, die mit Frequenzen abweichend von 50/60 Hz oder Gleichstrom arbeiten.

Elektrische Antriebssysteme für kleine Wasserfahrzeuge sind üblicherweise aus mehreren Bauteilen konstruiert und hergestellt, von denen viele proprietär sein können und bei denen alle elektrischen und Steuereinheiten durch Kabel verbunden sind und als ein System betrieben werden.

Es gibt eine erhebliche Anzahl von Bauarten elektrischer Antriebssysteme für kleine Wasserfahrzeuge und die Haupttypen sind die folgenden:

- Gleichstrom (DC) gespeist. Die Hauptstromquelle ist eine Antriebsbatterie, die entweder von Gleichstrom-Bordgeneratoren oder von Wechselstrom-Bordgeneratoren/einer Wechselstromversorgung von Land durch Batterieladegeräte wiederaufgeladen wird. Das/die elektrische(n) Antriebssystem(e) darf/dürfen durch eine Gleichstrommotorsteuerung oder bei Wechselstrom durch einen frequenzgeregelten Antrieb (VFD, variable-frequency drive) drehzahlregelt sein oder bei konstanter Drehzahl mit einem Verstellpropeller oder anderen mechanischen Mitteln, die Schub bereitstellen. Das elektrische Antriebssystem darf von anderen elektrischen Bordsystemen elektrisch getrennt sein (z. B. vollständig über die Motorsteuerung isoliert sein oder ein Wechselstrom-IT-System über einen VFD oder Motoranlasser sein). Das elektrische Antriebssystem darf auch in das gesamte Gleichstromsystem des Wasserfahrzeugs durch die Verwendung von Gleichstrom/Gleichstrom-, Gleichstrom/Wechselstrom-Wandlern integriert sein, um andere Dienste/Verbraucher zu versorgen.
- Wechselstrom (AC) gespeist. Die Hauptstromquelle ist/sind Wechselstromgenerator(en), der/die üblicherweise als TT-, TN-C- oder TN-S-System konfiguriert ist/sind. Das/die elektrische(n) Antriebssystem(e) darf/dürfen bei Gleichstrom drehzahlregelt durch einen Wechselstrom/Gleichstrom-Wandler und eine Gleichstrommotorsteuerung sein oder bei Wechselstrom (AC) mit variabler Frequenz oder bei konstanter Drehzahl mit einem Verstellpropeller oder anderen mechanischen Mitteln, um Schub bereit zu stellen. Das elektrische Antriebssystem darf ein vollständig isoliertes Gleichstromsystem sein oder ein Wechselstrom-IT-System über einen galvanisch isolierten VFD oder über einen Trenntransformator. (Ein) Wechselstromantriebssystem(e) darf/dürfen durch eine Antriebsbatterie unterstützt werden.
- Ebenfalls möglich sind hybride Systeme, ähnlich den Typen, die für Landfahrzeuge eingeführt wurden, wo die Quelle ein interner Verbrennungsmotor ist, welcher, z. B. dem verhältnismäßig leichtgewichtigen Energiespeichersystem mit einem Nebenantrieb, über Wandler Energie an Antriebsmotor(en) und andere elektrische Verbraucher bereitstellt.

Es ist unerlässlich, dass der Konstrukteur/Installateur des elektrischen Antriebssystems für alle Aspekte der Betriebsmittel, die in der Konstruktion eines einzelnen Systems enthaltenen sind, qualifiziert sein muss, so dass die Bauteile des Antriebssystems auf einheitliche und sichere Weise eingebaut werden.

Aktuelle elektrische Normen für kleine Wasserfahrzeuge mit weniger als 24 m L_H sind:

- a) ISO 10133, die beschränkt ist auf Empfehlungen zum Entwurf, Bau und Einbau von Gleichstromsystemen, die mit Gleichstrom bei Spannungen von 50 V oder weniger betrieben werden; und
- b) ISO 13297, die beschränkt ist auf einphasige Wechselstromsysteme mit weniger als 250 V Wechselspannung.

Keine dieser Normen enthält Anforderungen für elektrische Antriebssysteme.

- c) IEC 60092-507 ist anwendbar auf kleine Wasserfahrzeuge bis 50 m/500 GT und enthält Anforderungen für dreiphasige Wechselstromsysteme mit Spannungen bis 500 V und einphasige Wechselstromsysteme mit Spannungen bis 250 V und für Gleichspannungssysteme und -untersysteme bis 50 V Nennspannung und enthält einen Abschnitt über elektrische Antriebssysteme.