

DIN EN ISO 16315

ICS 47.020.60; 47.080

Einsprüche bis 2015-07-08

Ersatz für

E DIN EN ISO 16315:2014-11

Entwurf**Kleine Wasserfahrzeuge –
Elektrische Antriebssysteme (ISO/DIS 16315:2015);
Deutsche und Englische Fassung prEN ISO 16315:2015**

Small craft –

Electric propulsion system (ISO/DIS 16315:2015);

German and English version prEN ISO 16315:2015

Petits navires –

Système de propulsion électrique (ISO/DIS 16315:2015);

Version allemande et anglaise prEN ISO 16315:2015

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2015-05-08 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 online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter www.entwuerfe.din.de bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben;
- oder als Datei per E-Mail an nsmt@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/stellungnahme oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden;
- oder in Papierform an die DIN-Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) (Hausanschrift: Frankenstr. 18 b, 20097 Hamburg).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 63 Seiten

DIN-Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT)

Nationales Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16315:2015) 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 teilw.)“ der DIN-Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT).

Um Zweifelsfälle in der Übersetzung auszuschließen, ist die englische Originalfassung der prEN ISO 16315 beigelegt. Die Nutzungsbedingungen für den deutschen Text des Norm-Entwurfes gelten gleichermaßen auch für den englischen Text.

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

ISO 4589-3	siehe	DIN EN ISO 4589-3
ISO 7010	siehe	DIN EN ISO 7010
ISO 8846	siehe	DIN EN 28846
ISO 10133	siehe	DIN EN ISO 10133
ISO 10240	siehe	DIN EN ISO 10240
ISO 13297	siehe	DIN EN ISO 13297
ISO 25197	siehe	DIN EN ISO 25197

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 28846, *Kleine Wasserfahrzeuge — Elektrische Geräte — Zündschutz gegenüber entflammenden Gasen*

DIN EN ISO 4589-3, *Kunststoffe — Bestimmung des Brennverhaltens durch den Sauerstoff-Index — Teil 3: Prüfung bei erhöhter Temperatur*

DIN EN ISO 7010:2012, *Graphische Symbole — Sicherheitsfarben und Sicherheitszeichen — Registrierte Sicherheitszeichen (ISO 7010:2011); Deutsche Fassung EN ISO 7010:2012*

DIN EN ISO 10133, *Kleine Wasserfahrzeuge — Elektrische Systeme — Kleinspannungs-Gleichstrom-(DC-) Anlagen*

DIN EN ISO 10240, *Kleine Wasserfahrzeuge — Handbuch für Schiffsführer*

DIN EN ISO 13297, *Kleine Wasserfahrzeuge — Elektrische Systeme — Wechselstromanlagen*

DIN EN ISO 25197:2013, *Kleine Wasserfahrzeuge — Elektrisches/elektronisches Regelungssystem für Steuerung, Schaltung und Antrieb (ISO 25197:2012); Deutsche Fassung EN ISO 25197:2012*

Kleine Wasserfahrzeuge — Elektrische Antriebssysteme (ISO/DIS 16315:2015)

Petits navires — Système de propulsion électrique (ISO/DIS 16315:2015)

Small craft — Electric propulsion system (ISO/DIS 16315:2015)

ICS:

Deskriptoren:

Dokument-Typ: Europäische Norm
Dokument-Untertyp:
Dokumentstufe: parallele Umfrage
Dokumentsprache: D

STD Version 2.5a

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung.....	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	7
4 Allgemeine Anforderungen.....	10
4.1 Allgemeines	10
4.2 Komponenten eines elektrischen Antriebssystems	11
4.3 Konfiguration elektrischer Antriebssysteme	12
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.	13
4.4.1 Gleichstromsysteme	13
4.4.2 Wechselstromsysteme	14
4.5 Umgebungsfaktoren	15
4.6 Elektrische Bemessung	15
4.7 Betriebsmittel	16
4.7.1 Transformatoren	16
4.7.2 Wandler	16
4.7.3 Motoren	16
4.8 Gehäuse	16
4.9 Kennzeichnung von Betriebsmitteln und Kabeln	16
4.10 Trennung von Gleichstrom- und Wechselstromsystemen	17
4.11 Regelungssysteme für Steuerung und Antrieb	17
4.12 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)	17
4.13 Elektrische Betriebsmittel im Nahbereich von Batteriebänken	17
4.14 Explosionsgefährdete Bereiche	17
5 Steuerungen, Überwachung, Systemwarnungen und Alarmauslösung.....	18
5.1 Elektrische/elektronische Steuerungen für elektrische Antriebssysteme	18
5.1.1 Steuerungen	18
5.1.2 Notstopp	19
5.1.3 Batterietrennung	19
5.1.4 Rücksetzung der Fehlerauslösung	19
5.1.5 „Rückkehr“-Modus	19
5.2 Anzeigen, Warnmeldungen und Alarmauslösungen	19
5.2.1 Allgemeines	19
5.2.2 Betriebszustand und Status	20
5.2.3 Systemwarnungen	20
5.2.4 Alarmauslösung bei Fehlern	20
6 Schutz gegen elektrischen Schlag.....	21
6.1 Schutz gegen direkte Berührung	21
6.2 Automatische Trennung der Stromversorgung vom elektrischen Antriebssystem unter Erdschlussfehlerbedingungen (geerdete Zweileiter- Gleichstromsysteme und sternpunktgeerdete Wechselstromsysteme)	21
6.3 Überwachung von Erdschlussfehlern und Auslöse-Einstellungen für vollständig isolierte Gleichstromsysteme, Dreileiter-Wechselstromsysteme	22

6.4	Erdschlussfehler-Auslösung in ungeerdeten Systemen (IT-System).....	22
7	Überstromschutz	23
7.1	Allgemeines	23
7.2	Eigenschaften von Schutzeinrichtungen	23
7.3	Überstromschutzeinrichtungen im/in Ausgangsstromkreis(en) einer Batterie	23
8	Batterieüberwachung und -einbau	24
8.1	Allgemeine Maßnahmen	24
8.2	Trennung von Batteriesätzen	24
8.3	Betriebsmäßiges Schalten von Batteriesätzen	25
8.4	Ständig spannungsführende Stromkreise	25
8.5	Lüftung	26
8.6	Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche	26
9	Elektrische Anlage	26
9.1	Allgemeines	26
9.2	Trennung von Kabeln von elektrischer Antriebssystemen	27
10	Prüfung	27
10.1	Allgemeines	27
10.2	Erdung und Massung	27
10.3	Isolationswiderstand	27
10.3.1	Allgemeines	27
10.3.2	Gleichstromantriebssysteme	27
10.3.3	Wechselstromantriebssysteme	28
10.3.4	Schalttafeln, Bedientafeln und Verteilertafeln	28
10.3.5	Starkstrom- und Beleuchtungs-Endstromkreise	28
10.3.6	Generatoren und Motoren	28
10.3.7	Transformatoren	28
10.4	Elektrische/elektronische Regelungssysteme für die Steuerung des Antriebsmotors	28
10.5	Prüfung unter Last und Überprüfung von elektrischen Antriebssystemen und der zugehörigen Schalt- und Steuergeräte	28
10.6	Spannungsfall	29
Anhang A (normativ) Informationen und Anweisungen, die im Handbuch für den Schiffsführer enthalten sein müssen		30
Anhang B (normativ) Anlagendokumentation		31
Literaturhinweise		32

Vorwort

Dieses Dokument (prEN ISO 16315:2015) wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 188 „Small craft“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 69 „Kleine Wasserfahrzeuge“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom SIS gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur parallelen Umfrage vorgelegt.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO/DIS 16315:2015 wurde vom CEN als prEN ISO 16315:2015 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

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:

- 1) 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) drehzahl geregelt 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 Seefahrzeugs durch die Verwendung von Gleichstrom/Gleichstrom-, Gleichstrom/Wechselstrom-Wandlern integriert sein, um andere Funktionen/Verbraucher zu versorgen.
- 2) 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 Gleichstrom-drehzahl geregelt durch einen Wechselstrom/Gleichstrom-Wandler und eine Gleichstrommotorsteuerung sein 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.
- 3) 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 bei Spannungen von 50 V Gleichstrom 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 beschränkt auf dreiphasige Wechselstromsysteme mit Spannungen, die 500 V und deren unmittelbar zugehörige einphasige Komponenten 250 V nicht überschreiten. Allerdings gilt diese Norm auch für alle kleinen Wasserfahrzeuge bis 50 m/500 GT und umfasst Anforderungen für dreiphasige und einphasige Systeme und für Gleichstromsysteme und Untersysteme, die eine Nennspannung von 50 V bei Gleichstrom nicht überschreiten, und enthält einen Abschnitt zu elektrischen Antriebssystemen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm gilt für die Auslegung und die Installation von elektrischen Wechselstrom (AC)- und Gleichstromsystemen (DC), die zu elektrischen Antriebszwecken und/oder elektrisch hybriden (Systeme mit wiederaufladbarer Batterie und mit Kraftstoff betriebener Energiequelle) Antriebszwecken verwendet werden.

Diese Internationale Norm gilt für elektrische Antriebssysteme, die in den folgenden Bereichen einzeln oder in Kombination betrieben werden:

- Gleichstrom weniger als DC 1 500 V ;
- einphasiger Wechselstrom bis zu AC 1 000 V ;
- dreiphasiger Wechselstrom bis zu AC 1 000V .

Diese Internationale Norm gilt für elektrische Antriebssysteme, die in kleinen Wasserfahrzeugen mit einer Rumpflänge von bis zu 24 m (L_H nach ISO 8666) eingebaut sind.

Darüber hinaus führt diese Internationale Norm in Anhang A zusätzliche Informationen auf, die im Handbuch für Schiffsführer enthalten sein müssen, sowie in Anhang B zusätzliche Informationen, die dem Installateur bereitgestellt werden müssen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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 60079, *Electrical apparatus for explosive gas atmospheres*

IEC 60092-352, *Electrical installation in ships — Part 352: Choice and installation of electrical cables*

IEC 60092-401, *Electrical installation in ships — Part 401: Installation and test of completed installation*

IEC 60092-507:2014, *Electrical installations in Ships — Part 507: Small Vessels*

IEC 60898-1, *Electrical accessories — Circuit-breakers for overcurrent protection for household and similar installations — Part 1: Circuit-breakers for a.c. operation*

IEC 60945, *Maritime navigation and radio-communications equipment and systems — General requirements- Methods of testing and required test results*

IEC 60947-2, *Low voltage switchgear and control gear — Part 2: Circuit breakers*

IEC 61558-2-4, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V — Part 2-4: Particular requirements and tests for isolating transformers and power supply units incorporating isolating transformers*

IEC 61558-2-6, *Safety of transformers, reactors, power supply units and similar products for supply voltages up to 1 100 V — Part 2-6: Particular requirements and tests for safety isolating transformers and power supply units incorporating safety isolating transformers*

ISO 7010:2011, *Graphical symbols — Safety colors and safety signs — Registered safety signs*

ISO 8666¹⁾ *Small craft — Principal data*

ISO 8846, *Small craft — Electrical devices — Protection against ignition of surrounding flammable gases*

ISO 9094²⁾ *Small craft — Fire protection*

ISO 10133:2012, *Small craft — Electrical systems — Extra-low-voltage d.c. installations*

ISO 10239, *Small craft — Liquefied petroleum gas (LPG) systems*

ISO 10240, *Small craft — Owner's manual*

ISO 11105, *Small craft — Ventilation of petrol engine and/or petrol tank compartments*

ISO 13297:2014, *Small craft — Electrical systems — Alternating current installations*

ISO 25197:2012, *Small craft — Electrical/electronic control system for steering, shift and throttle*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

3.1

Sicherheitsspannung

<Wechselspannung (AC)> eine Spannung, die den Effektivwert 50 V bei Wechselstrom zwischen den Leitern oder zwischen einem Leiter und Erde in einem Stromkreis, der von der Quelle getrennt ist, etwa durch einen Sicherheitsisolationstransformator oder Wandler mit getrennten Wicklungen, nicht überschreitet

<Gleichspannung (DC)> eine Spannung, die 50 V bei Gleichstrom zwischen den Leitern oder zwischen einem beliebigen Leiter und Erde in einem Stromkreis, der von höheren Spannungen führenden Stromkreisen isoliert ist, nicht überschreitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Reduzierung des Grenzwerts von 50 V sollte unter bestimmten Bedingungen überlegt werden, wie feuchte Umgebung oder Beanspruchung bei schwerer See oder bei denen der direkte Kontakt mit Spannung führenden Teilen inbegriffen ist.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Grenzwert der Spannung sollte weder bei Volllast noch im Leerlauf überschritten werden, jedoch wird für die Anwendung dieser Definition angenommen, dass jeder Transformator oder Konverter mit seiner Bemessungsspannung betrieben wird.

[QUELLE: IEC 60092-101:1994, 1.3.19]

3.2

Bemessungsspannung

U_0

<TN-Systeme> Nennwert des Effektivwerts der Netzspannung gegen Erde

<IT-Systeme> Nennwert des Effektivwerts der Spannung zwischen Außenleiter und Neutralleiter oder Mittelpunktleiter, wie zutreffend;

<Gleichstromsysteme> nominale Gleichspannung gegen Erde

1) in Bearbeitung

2) in Bearbeitung

3.3

aktives Teil

Leiter oder leitfähiges Teil, der oder das im normalen Betrieb Spannung führt, einschließlich Neutralleiter, nicht jedoch – nach Übereinkunft – ein PEN-Leiter (ein Leiter, der die Funktionen von sowohl eines Schutzleiters als auch eines Neutralleiters vereint)

Anmerkung 1 zum Begriff: Dieser Begriff besagt nicht unbedingt, dass ein Risiko für elektrischen Schlag besteht.

[QUELLE: IEC 60050-195:1998, 195-02-19, wie folgt modifiziert: Der Text „oder ein PEM-Leiter oder PEL-Leiter“ wurde gestrichen. Der Text in den Klammern wurde hinzugefügt]

3.4

geerdet

verbunden mit der allgemeinen Masse des Rumpfes des Wasserfahrzeugs um sicherzustellen, dass ständig eine sofortige Entladung elektrischer Energie gefahrlos erfolgt

[QUELLE: IEC 60092-101:1994, 1.3.9, modifiziert, indem die Anmerkung 1 zum Begriff gestrichen wurde]

3.5

leicht zugänglich

schnell und sicher ohne Einsatz von Werkzeugen für einen effektiven Gebrauch erreichbar

[QUELLE: ISO 13297:2012, 3.17]

3.6

Endstromkreis

der Teil eines Bordnetzes, der sich für diesen Stromkreis über die letzte Überstromschutzeinrichtung hinaus erstreckt

[QUELLE: IEC 60092-101:1994, 1.3.17, modifiziert – Der Text „diese Schalttafel über die letzte Überstromschutzeinrichtung“ wurde durch „diesen Stromkreis über die letzte Überstromschutzeinrichtung“ ersetzt]

3.7

Überstrom-Schutzeinrichtung

Einrichtung, die dafür bestimmt ist, einen Stromkreis zu unterbrechen, wenn der Strom im Leiter des Stromkreises einen vorher festgelegten Wert für eine bestimmte Zeitdauer überschreitet

3.8

Sicherung

Gerät, das durch Abschmelzen eines oder mehrerer seiner hierzu bestimmten und ausgelegten Teile den Stromkreis, in den es eingefügt ist, öffnet, indem es den Strom ausschaltet, wenn dieser über eine ausreichend lange Zeit einen gegebenen Wert überschreitet

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff Sicherung umfasst alle Teile, die das vollständige Gerät bilden.

[QUELLE: IEC 60050-441:1984, 441-18-01]

3.9

Leistungsschalter

mechanisches Schaltgerät, das Ströme unter Betriebsbedingungen im Stromkreis einschalten, führen und ausschalten und auch unter festgelegten außergewöhnlichen Bedingungen, wie Kurzschluss, einschalten, während einer festgelegten Zeit führen und ausschalten kann

[QUELLE: IEC 60050-441:1984, 441-14-20]

3.10

RCD

Fehlerstrom-Schutzeinrichtung

mechanisches Schaltgerät, das vorgesehen ist, unter bestimmungsgemäßen Betriebsbedingungen Strom einzuschalten, zu führen und auszuschalten und die Schaltglieder zu öffnen, wenn der Fehlerstrom unter festgelegten Bedingungen einen vorgegebenen Wert erreicht

[QUELLE: IEC 60050-442:1994, 442-05-02]

3.11

Schutzleiter

(Bezeichnung: PE) Leiter zum Zwecke der Sicherheit, zum Beispiel zum Schutz gegen elektrischen Schlag

Anmerkung 1 zum Begriff: In einer elektrischen Anlage wird der als PE bezeichnete Schutzleiter üblicherweise auch als Schutzerdungsleiter angesehen.

[QUELLE: IEC 60050-195:1998, 195-02-09]

3.12

Massung

Verbindung nicht-stromführender Teile, um die elektrische Verbindung aufrechtzuerhalten oder das Potential zwischen Teilen auszugleichen, die z. B., die Armierung oder Bleiummantelung benachbarter Kabel, das Schott usw. umfassen

[QUELLE IEC 60092-101:1994, 1.3.7, modifiziert – der letzte Teil betreffend „Kabel in einem Funkempfangsraum“ wurde entfernt.]

3.13

Leiter

leitfähiges Teil, das dazu vorgesehen ist, einen bestimmten elektrischen Strom zu führen

QUELLE: IEC 60050-195:1998, 195-01-07]

3.14

Neutralleiter

Leiter, der mit dem Neutralpunkt elektrisch verbunden und in der Lage ist, zur Verteilung elektrischer Energie beizutragen

[QUELLE: IEC 60050-195:1998, 195-02-06]

3.15

Außenleiter

Leiter, der im üblichen Betrieb unter Spannung steht und in der Lage ist, zur Übertragung oder Verteilung elektrischer Energie beizutragen, aber kein Neutralleiter oder Mittelpunktleiter ist

[QUELLE: IEC 60050-195:1998, 195-02-08]

3.16

Mittelpunktleiter

Leiter, der mit dem Mittelpunkt elektrisch verbunden und in der Lage ist, zur Verteilung elektrischer Energie beizutragen

[QUELLE: IEC 60050-195:1998, 195-02-07]

3.17

Transformator

Energiewandler mit isolierender Trennung zwischen den Ein- und Ausgangswicklungen und dem Schutzleiter

3.18

Schalter (mechanisch)

mechanisches Schaltgerät, das Ströme unter Betriebsbedingungen im Stromkreis einschließlich einer festgelegten betriebsmäßigen Überlast einschalten, führen und ausschalten und unter angegebenen außergewöhnlichen Bedingungen wie Kurzschluss während einer festgelegten Dauer führen kann

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Schalter kann Kurzschlussströme führen, aber nicht abschalten.

3.19

Schalttafel

Zusammenstellung von Geräten, wie beispielsweise Leistungsschalter, Sicherungen, Schalter, Instrumente und Anzeigen, die dazu dient, elektrische Energie zu steuern und/oder zu verteilen

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele für Geräte umfassen Leistungsschalter, Sicherungen, Schalter, Instrumente und Anzeigen.

3.20

Trennschalter

mechanisches Schaltgerät, das in der offenen Stellung eine Trennstrecke nach den festgelegten Anforderungen herstellt

[QUELLE: IEC 60050-441:1994, 441-14-05]

3.21

Akkupack, Batteriesatz

mechanische Baugruppe bestehend aus Batteriezellen und Halterahmen oder Trägern und ggf. Komponenten für das Batteriemanagement

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Allgemeines

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

Es ist wesentlich, dass der Konstrukteur/Installateur des Antriebssystems in allen Aspekten der Betriebsmittel, die in der Konstruktion einer einzelnen Anlage enthalten sind, qualifiziert sein muss, damit die Bauteile des Antriebssystems auf einheitliche und sichere Weise eingebaut werden.

Die Bemessungs-Ausgangsleistung für jedes elektrische Antriebssystem an der Antriebswelle muss so ausgelegt werden, dass den Propellermerkmalen und dem benötigten Umdrehungsgeschwindigkeitsbereich oder Schubbereich von Verstellpropellern/Schubdüsen entsprochen wird.

Das elektrische Antriebssystem darf von anderen elektrischen Bordsystemen kleiner Wasserfahrzeuge elektrisch getrennt sein.

Unterschiedliche Arten von elektrischen Wechselstromsystemen umfassen Vierleitersystem mit geerdetem Neutralleiter, aber ohne Rückleitung über den Rumpf (TN-C), Fünfleitersystem mit geerdetem Neutralleiter, aber ohne Rückleitung über den Rumpf (TN-S), und IT-Systeme mit ihren besonderen Anforderungen an die Überwachung des Erdfehlerstroms, Alarm- und Auslösesystemen.

Gleichstromsysteme dürfen entweder geerdet oder vollständig isoliert sein, mit besonderen Anforderungen an die Überwachung des Isolationswiderstands, Alarm- und Auslösesysteme. Für Gleichstromantriebssysteme, die bei Spannungen über der Sicherheitsspannung betrieben werden, darf ein Dreileitersystem (z. B. +48 V/0/-48 V Gleichstrom) mit geerdetem Mittelleiter erwogen werden, um die unbeeinflusste Berührungsspannung zu begrenzen.

Bei Gleichstromantriebssystemen und anderen elektrischen Systemen, die für Nennspannungen über der Sicherheitsspannung bemessen sind, müssen die Vorsichtsmaßnahmen gegen die Gefahr eines elektrischen Schlags beachtet werden.

Gleichstromantriebssysteme dürfen Batteriebänke mit großer Kapazität als Hauptstromquelle haben und besondere Aufmerksamkeit ist erforderlich für:

- a) die Belüftungsanforderungen für Batteriebankräume; und
- b) die Anforderungen an eine Überstromschutzeinrichtung und einen Trennschalter für jede Antriebsbatteriebank; und
- c) die Anforderungen an den Stromkreisschutz für dauerhaft stromführende Stromkreise, die von einer Batterie versorgt werden.

Elektrische Antriebsstromkreise müssen so ausgelegt sein, dass sie vor:

- Brand durch Verwendung von Überstromschutz, Erdung, Klemmenisolation und Kabeltyp und -bemessung;
- Elektrischem Schlag durch Verwendung von Gehäusen, Kabel- und Klemmenisolation, Schutz durch automatisches Trennungs- und Erdungssystem,

schützen.

Die Wechselwirkung elektrischer Antriebsstromkreise mit anderen Stromkreisen darf nicht dazu führen, dass die Stromkreise nicht mehr bestimmungsgemäß betrieben werden können..

4.2 Komponenten eines elektrischen Antriebssystems

Das elektrische Antriebssystem kann aus mehreren Untersystemen und Komponenten bestehen, einschließlich, aber nicht begrenzt auf:

- Batterien;
- Batteriemanagementsysteme;
- Wechselstrom- oder Gleichstromgeneratoren;
- Wechselstrom/Gleichstrom-, Gleichstrom/Gleichstrom-, Gleichstrom/Wechselstrom-, Wechselstrom/Wechselstrom-Wandler, frequenzgeregelte Antriebe;
- elektrische Fahrmotoren;
- Fahrschalttafel;
- Fahrmotorsteuerung, -Überwachung, Systemwarnmeldung und Alarmierung bei Auslösung;
- Transformatoren;
- Kabel;
- Trennschalter (Trenner), Leistungsschalter, Schütze, Sicherungen.

Jede dieser Antriebssystemkomponenten muss mit den jeweils anwendbaren ISO/IEC-Normen übereinstimmen.

4.3 Konfiguration elektrischer Antriebssysteme

4.3.1 Ein elektrisches Antriebssystem darf sein:

- a) ein Gleichstromsystem, gespeist von (einer) Batterie(n) oder (einem) Gleichstromgenerator(en) oder Wechselstrom/Gleichstrom-Wandlern aus einer Wechselstromquelle; oder
- b) ein Wechselstromsystem, gespeist aus einem Generator(en) oder einem Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler mit einer Gleichstromquelle (z. B. Batterie(n)).

Die Bemessungsspannung eines elektrischen Antriebs darf sich von der anderer elektrischer Bordsysteme eines Wasserfahrzeugs unterscheiden und darf für ein einphasiges oder dreiphasiges Wechselstromsystem eine variable Frequenz besitzen. Wechselstrom-TN- oder TT-Systeme können besondere Aufmerksamkeit bei der Behandlung der Sternpunkt-Erdung erfordern und haben außerdem besondere Anforderungen bezüglich der Erdung und Massung im Vergleich zu den Anforderungen anderer elektrischer Bordsysteme eines Wasserfahrzeugs.

Die Energiequelle(n) eines elektrischen Antriebssystems darf/dürfen für diesen Zweck reserviert sein und von anderen elektrischen Bordsystemen eines Wasserfahrzeugs getrennt sein oder alle elektrischen Systeme an Bord eines Wasserfahrzeugs dürfen direkt mit einer gemeinsamen Quelle verbunden sein, allerdings darf das Antriebssystem/ dürfen für die Antriebssysteme besondere Anforderungen an elektrische Trennung, Erdung/Massung, Kabelanlage usw. von den anderen Teilen von elektrischen Betriebsmitteln und Stromkreisen gestellt werden, die in der Gesamtkonstruktion enthalten sind.

4.3.2 Ein elektrisches Gleichstromantriebssystem darf konfiguriert sein als:

- a) ein vollständig isoliertes Zweileitersystem; oder
- b) ein Zweileitersystem mit geerdetem negativen Pol („Minuspol an Masse“).

Diese dürfen direkt mit einer Stromquelle mit den gleichen Merkmalen verbunden werden.

Wenn ein Gleichstromantriebssystem von einem Wechselstromsystem gespeist wird, dürfen oben bezeichnete Systeme a) und b) von einem AC/DC-Wandler mit galvanischer Trennung zwischen Ein- und Ausgang und geeignete Anordnungen am Ausgang für vollständig isolierte oder negativ geerdete Antriebssysteme getroffen werden. In gleicher Weise darf ein geerdetes Zweileiter-Antriebssystem aus einer isolierten Zweileiter-Quelle über einen DC/DC-Wandler mit galvanischer Trennung versorgt werden, und umgekehrt.

Für Gleichstromantriebssysteme mit geerdetem Bezugspunkt (und geerdeten Gleichstromquellen), die bei einer Spannung U_0 grösser als Sicherheitsspannung betrieben werden, darf ein Dreileitersystem (z. B. +110 V/0/-110 V Gleichstrom) mit geerdetem Mittelpunktleiter (mit oder ohne Rückleitung vom Rumpf) in Betracht gezogen werden, um die voraussichtliche Berührungsspannung relativ zur Erde zu verringern. Solch ein System muss, auch in Form des vollständig isolierten Zweileitersystems (4.3.1 a) oben), mit Erdschlussfehlerüberwachung/Warnsystem versehen sein, wie in 6.4 beschrieben.

4.3.3 Ein einphasiges elektrisches Wechselstromantriebssystem darf konfiguriert werden als:

- a) einphasiges isoliertes Zweileiter (IT)-System; oder
- b) einphasiges Zweileitersystem mit geerdetem Neutraleiter (TT oder TN-C ohne Rückleitung über den Rumpf); oder
- c) einphasiges Dreileitersystem mit an der Energiequelle geerdetem Neutral- und Schutzleiter (PE), ohne Rückleitung über den Rumpf (TN-S).

4.3.4 Ein dreiphasiges elektrisches Wechselstromantriebssystem darf konfiguriert werden als:

- a) dreiphasiges isoliertes Dreileitersystem (IT); oder
- b) dreiphasiges Vierleitersystem mit geerdetem Neutralleiter (TT oder TN-C ohne Rückleitung über den Rumpf); oder
- c) dreiphasiges Fünfleitersystem mit an der Energiequelle geerdetem Neutral- und Schutzleiter (PE), ohne Rückleitung über den Rumpf (TN-S).

Sofern es erforderlich ist, dass das elektrische Wechselstromantriebssystem als IT-System aus einer TT- oder TN-Quelle (oder umgekehrt) gespeist wird, darf ein Trenntransformator nach IEC 61558-2-4 (U_0 bis zu AC 1 100 V, maximale Bemessungsausgangsleistung 25 kVA für einphasige, 40 kVA für dreiphasige Systeme) verwendet werden, der für die galvanische Trennung zwischen primären und sekundären Wicklungen sorgt, und mit entsprechender Schaltung des/r sekundären Stromkreise/s.

Sofern ein einphasiges 110 V Wechselstromantriebssystem die Einspeisung aus einer IT-, TT- oder TN-Quelle erfordert und erhöhter Schutz gefordert ist, darf ein Sicherheitstransformator nach IEC 61558-2-6 verwendet werden, der die unbeeinflusste Berührungsspannung U_0 auf 63,5 V verringert. (Zu beachten ist, dass die Mittelanzapfung der Sekundärwicklung geerdet sein muss).

Ein Wechselstromantriebssystem darf aus einer Gleichstromquelle über einen AC/DC-Wandler mit galvanischer Trennung zwischen Ein- und Ausgang gespeist werden, damit das Wechselstromantriebssystem (einphasig oder dreiphasig) ein IT-, TT- oder TN-System sein kann, wie jeweils gefordert. Der AC/DC-Wandler darf auch mit variabler Frequenz arbeiten. In ähnlicher Weise darf ein AC/AC-Wandler mit galvanischer Trennung verwendet werden, um ein Wechselstromantriebssystem (einphasig oder dreiphasig) vom Typ IT, TT oder TN zu ermöglichen, wie jeweils gefordert. Der AC/AC-Wandler darf auch ein Typ mit variabler Frequenz sein (für frequenzgeregelte Antriebe, VFD).

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.

4.4.1 Gleichstromsysteme

In Gleichstromsystemen dürfen Betriebsmittel und Stromkreise mit der gleichen Stromquelle wie das Antriebssystem verbunden werden wie folgt:

- a) Wenn gefordert ist, dass das Gleichstromantriebssystem (von der Erde) isoliert auszuführen ist wie in 4.3.2 a), sind die anderen Betriebsmittel und Stromkreise direkt mit der/den gemeinsamen Gleichstromquelle(n) zu verbinden. Diese anderen Betriebsmittel und Stromkreise müssen ebenfalls vollständig (von der Erde) isoliert sein (in diesem Fall würde ein gemeinsames Isolationswiderstandsmesssystem alle verbundenen Systeme überwachen). Jede Art elektrisches Betriebsmittel oder angeschlossener Nebenstromstromkreis müssen mit einer Überstromschutzeinrichtung (Leistungsschalter oder Sicherung(en)) ausgestattet sein, die im Fall des vollständig isolierten Systems beide Pole der Schutzeinrichtung auslösen muss.
- b) Sofern entweder das Antriebssystem oder die anderen Betriebsmittel vollständig isoliert ausgeführt sein müssen Isolation und andere die Erdung des negativen Pols erfordern oder umgekehrt (oder es ist ein Dreileitersystem mit Mittelpunktterdung), dürfen DC/DC-Wandler mit galvanischer Trennung zwischen Ein- und Ausgang verwendet werden, wobei der Ausgang/die Ausgänge vollständig isoliert oder mit geerdetem negativen Pol oder als mittelpunktgeerdetes Dreileitersystem ausgeführt werden können, wie jeweils anwendbar. Jedes mit einem DC/DC-Wandler verbundene Antriebssystem oder jede Art von elektrischem Betriebsmittel oder Endstromkreis müssen mit einer Überstromschutzeinrichtung (Leistungsschalter oder Sicherung(en)) ausgestattet sein, und im Fall vollständig isolierter Antriebssysteme oder anderer Betriebsmittel oder Endstromkreise muss die Schutzeinrichtung beide Pole des Stromkreises, der die Betriebsmittel oder Stromkreise versorgt, auslösen. Der Eingangsstromkreis an jedem DC/DC-Wandler muss mit einer Überstromschutzeinrichtung an der Stromquelle geschützt werden.

- c) Gleichstrombetriebsmittel und Stromkreise, die für unterschiedliche Spannungen bemessen sind, dürfen mit einer gemeinsamen Quelle über DC/DC-Wandler, von denen jeder mit einer Ein- und Ausgangs-Überstromschutzeinrichtung (Leistungsschalter oder Sicherung(en)), wie oben in b) ausgestattet ist, verbunden werden. Sofern die DC/DC-Wandler galvanische Trennung zwischen Ein- und Ausgang aufweisen, dürfen die angeschlossenen Betriebsmittel oder Stromkreise entweder vollständig isoliert oder mit geerdetem negativen Pol oder als Dreileitersystem mit geerdetem Mittelpunktleiter ausgeführt sein.
- d) Wechselstrombetriebsmittel und Endstromkreise (einschließlich Wechselstromantriebssysteme) dürfen mit einem gemeinsamen Gleichstromsystem über Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler verbunden werden, der mit variabler Ausgangsfrequenz oder -spannung im Fall von VS-Wechselstromantrieben ausgeführt sein darf. Jede Art von Wechselstrombetriebsmittel oder verbundenen Endstromkreisen muss mit einer Überstromschutzeinrichtung (Leistungsschalter oder Sicherung(en)) ausgestattet sein und mit einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung, falls anwendbar, und die geeignete Betriebsmittel- oder Endstromkreisconfiguration muss auch am Wandlerausgang vorgenommen werden.

4.4.2 Wechselstromsysteme

In Wechselstromsystemen dürfen Betriebsmittel und Stromkreise mit der gleichen Stromquelle wie das Antriebssystem verbunden werden wie folgt:

- a) Wenn gefordert ist, dass das Wechselstromantriebssystem als (von der Erde) isoliertes (IT-) System ausgeführt sein muss und von einer Quelle des Typs TT oder TN versorgt wird und/oder, wenn sich die Bemessungsspannung des Wechselstroms-IT-Antriebssystems von der Bemessungsspannung der Quelle und anderen mit der Quelle verbundenen Betriebsmitteln und Stromkreisen unterscheidet, darf das Wechselstromantriebssystem über einen Trenntransformator nach IEC 61558-2-4 verbunden werden, der für eine Isolierung zwischen primären und sekundären Wicklungen oder Wechselstrom/Wechselstrom-Wandler sorgt. Jeder Teil des Antriebsbetriebsmittels oder des/der Stromkreise(s), der mit der Sekundärwicklung des Trenntransformators oder Wandlerausgangs verbunden ist, muss mit einer Überstromschutzeinrichtung (Leistungsschalter oder Sicherung(en)) ausgestattet sein, und das IT-Antriebssystem und die Stromkreise müssen nach 6.4 auf Erdschlussfehler überwacht werden. Jeder Primärstromkreis eines Trenntransformators oder AC/AC-Wandlers des Antriebssystems muss an der Quelle durch eine Überstromschutzeinrichtung geschützt werden.
- b) Sofern das Wechselstromantriebssystem direkt von einer Wechselstromquelle versorgt wird, wobei sowohl das Antriebssystem als auch die Quelle eine gemeinsame Systemkonfiguration aufweisen (IT-, TT- oder TN-Netz), dürfen andere elektrische Betriebsmittel und Stromkreise, die eine andere Konfiguration/andere Konfigurationen oder Bemessungsspannung(en) erfordern, von der Wechselstromquelle über (einen) Trenntransformator(en) nach IEC 61558-2-4, der/die für eine Isolierung zwischen primären und sekundären Wicklungen sorgt oder über AC/AC-Wandler versorgt werden, jeweils mit der erforderlichen Schaltung der Ausgangsstromkreise (IT, TT, TN-C oder TN-S). Jede Art elektrisches Betriebsmittel oder Endstromkreise, die so mit der sekundären Wicklung eines Trenntransformators oder dem Ausgang eines AC/AC-Wandlers verbunden ist, muss mit einer Überstromschutzeinrichtung (Leistungsschalter oder Sicherung(en)) und ggf. mit einer Fehlerstrom-Schutzeinrichtung ausgestattet sein. Wenn sicherheitsisolierte Betriebsmittel oder Stromkreise mit der Bezugserde verbunden werden (d. h. reduzierte Niederspannung (AC 63.5 V/0–63.5 V)), darf ein Sicherheitstransformator nach IEC 61558-2-6 eingesetzt werden. Getrennte Schutzkleinspannungs-Transformatoren (SELV) (z. B. für Beleuchtungsstromkreise) dürfen ebenfalls eingesetzt werden. Jeder Primärkreis eines Trenntransformators/Sicherheitstransformators oder Wechselstrom/Wechselstrom-Wandlers muss am Eingang (Wechselstromquelle) mit einer Überstromschutzeinrichtung geschützt werden.
- c) DC-Betriebsmittel und Stromkreise von Wechselstromantriebssystemen (die batteriegestützt sein dürfen) dürfen mit einem Wechselstromsystem über einen AC/DC-Wandler (oder Gleichrichter) verbunden werden. Jede Art von Betriebsmittel elektrischer Antriebssysteme oder andere Endstromkreise, die mit dem Ausgang des AC/DC-Wandlers oder batteriegestützten Gleichstromsystems verbunden sind, müssen mit einer Überstromschutzeinrichtung (Leistungsschalter oder Sicherung(en)) ausgestattet werden, und im Fall eines vollständig isolierten Systems muss die Schutzeinrichtung beide Pole der Schutzeinrichtung auslösen, und das System muss mit einer Isolationsüberwachung nach 6.4 ausgestattet sein. Jeder AC/DC-Wandler muss an der Wechselstromquelle durch eine Überstromschutzeinrichtung geschützt werden.

4.5 Umgebungsfaktoren

4.5.1 Das Antriebssystem muss für die Umgebung, in der es verwendet werden soll, entwickelt und geprüft sein. Falls notwendig, müssen bei Seewasserkühlung auch Temperaturbereiche bis zu 35 °C (95 °F) berücksichtigt werden.

4.5.2 Die Belüftung muss angemessen sein, um die Umgebungstemperatur bei oder unter dem Höchstwert zu halten, für den die Betriebsmittel ausgelegt sind. Gehäuse für elektrische Betriebsmittel müssen mechanisch stabil, steif und so montiert sein, dass die Betriebsmittel bei einer Verformung, Vibration oder Bewegung der Schiffsstruktur, die während des üblichen Betriebs des kleinen Wasserfahrzeugs auftreten, nicht beeinflusst werden.

4.5.3 Zur Luftselbstkühlung sollten Gehäuse mit ausreichenden Belüftungsöffnungen oder ausreichender Kühlfläche zur Abstrahlung der Wärme ausgelegt sein, damit die Betriebsmittel innerhalb der für sie vorgesehenen Temperaturgrenzen betrieben werden.

4.6 Elektrische Bemessung

Elektrische und elektronische Betriebsmittel müssen unter den normalen Spannungs- und Frequenzschwankungen und harmonischen Verzerrungen, die im elektrischen Antriebssystem bei Normalbetrieb auftreten können, ohne Beschädigung, Auslösung oder Überhitzung funktionieren, einschließlich transienter Überlast, verursacht durch die Inbetriebnahme des Antriebssystems,.

Die grundlegenden Grenzen und die zugehörigen Anforderungen bestehen darin, dass Gleichstromsysteme so ausgelegt sein müssen, dass sie innerhalb folgender Grenzwerte betrieben werden können:

- a) die Fehlergrenze der Nennspannung bei Gleichstrom an den Batterieanschlussklemmen, über die alle Gleichstrombetriebsmittel betrieben werden müssen, beträgt $\pm 10 \%$;
- b) die unbedingt erforderlichen Funktionen des Wasserfahrzeugs müssen bis zur Minimalspannung an den Batterieanschlussklemmen erhalten bleiben;
- c) wenn Batterieladegeräte/Batteriekombinationen als Gleichstrom-Speisesysteme verwendet werden, sollten geeignete Maßnahmen getroffen werden, um die Spannung während der Ladung, Schnellladung und Entladung der Batterie innerhalb der festgelegten Grenزابweichungen zu halten.

Die grundlegenden Grenzen und die zugehörigen Anforderungen bestehen darin, dass Wechselstromsysteme so ausgelegt sein müssen, dass sie innerhalb folgender Grenzwerte betrieben werden können:

- a) Frequenz: $\pm 5 \%$;
- b) Spannung: $+ 6 \%/ - 10 \%$;
- c) einzelne Harmonische (Oberschwingung): $< 3 \%$;
- d) gesamt Harmonische (Anteil aller Oberschwingungen, THD): $< 5 \%$.

Frequenzgeregelter Wechselstromantriebe müssen mit den Auslegungsparametern des Herstellers übereinstimmen.

4.7 Betriebsmittel

4.7.1 Transformatoren

Transformatoren, die für allgemeine und Beleuchtungszwecke, als statische Wandler, Starttransformatoren, Ausgleichstransformatoren, Sättigungs-drosseln und Transduktoren eingesetzt werden, einschließlich Einphasen-Transformatoren mit einer Bemessungsleistung kleiner als 1 kVA und Dreiphasen-Transformatoren mit einer Bemessungsleistung kleiner als 5 kVA, müssen IEC 60092-303 entsprechen.

Trenntransformatoren für allgemeine Anwendung müssen IEC 61558-2-4 entsprechen.

Transformatoren müssen an gut belüfteten Orten installiert sein. Ihre Verbindungen müssen gegen zu erwartende mechanische Beschädigungen, Kondensat und Korrosion geschützt sein.

Transformatoren, die Flüssigkeiten mit polychlorierten Biphenylen (PCB) enthalten, dürfen nicht verwendet werden.

4.7.2 Wandler

Halbleiter-Stromrichter müssen IEC 60146 entsprechen.

Wandler müssen so installiert sein, dass die freie Luftzirkulation um sie herum nicht beeinträchtigt ist und dass die Lufttemperatur an ihrem Kühlluftteinlass die Umgebungstemperatur nicht überschreitet.

Wandler dürfen nicht in der Nähe von Wärmequellen, wie Abgasrohren von Motoren, installiert sein.

Bauteile von Wandlern müssen so konstruiert sein, dass sie entfernt werden können, ohne die gesamte Baueinheit zu demontieren.

ANMERKUNG ISO 13297:2014 Abschnitt 15, enthält Anforderungen für Inverter und Inverter/Ladegeräte mit Wechselstromausgang bis AC 250 V und mit Gleichstromausgang 12 V, 24 V und 32 V.

4.7.3 Motoren

Es gelten die Anforderungen der Reihe IEC 60034.

4.8 Gehäuse

4.8.1 Unter Spannung stehende Teile der elektrischen Betriebsmittel müssen gegen unbeabsichtigte Berührung durch die Verwendung von Gehäusen gesichert werden.

4.8.2 Der Zugang zu aktiven Teilen des elektrischen Systems innerhalb von Gehäusen muss die Benutzung von Handwerkzeugen erfordern, oder das Gehäuse muss einen Schutzgrad mindestens IP2X aufweisen. Weitere Einzelheiten geeigneter IP-Bemessungen sind in ISO 10133:2012, Abschnitt 9, ISO 13297:2014, Abschnitt 12 und IEC 60092-507:2014, 4.7, angegeben.

4.9 Kennzeichnung von Betriebsmitteln und Kabeln

4.9.1 Alle elektrischen Betriebsmittel und Umhüllungen müssen folgende Aufschriften tragen:

- a) Name des Herstellers; und
- b) Modellnummer oder Bezeichnung; und
- c) elektrische Bemessungswerte in Volt und Ampere oder Volt und Watt; und
- d) Phase und Frequenz, falls zutreffend; und
- e) zertifiziertes explosionsgeschütztes elektrisches Betriebsmittel, falls zutreffend.

4.9.2 Alle Kabel und Leitungen müssen durch Beschriftung gekennzeichnet sein (Kabel, mehradrige Kabel, einadrige Kabel). Alle Leitungen für 60 V Gleichspannung und mehr müssen mit der korrekten Polarität gekennzeichnet werden und orangefarbig sein oder auf andere Art gekennzeichnet sein, wenn sie über 60 V Gleichspannung führen. Alle Leitungen für Systeme, die mit einer elektrischen Spannung von über 250 V bei Wechselstrom betrieben werden, müssen als solche gekennzeichnet sein.

4.10 Trennung von Gleichstrom- und Wechselstromsystemen

Bei Wasserfahrzeugen, die mit sowohl Gleichstrom- wie auch Wechselstromsystemen ausgestattet sind, muss die Gleichstrom- und Wechselstromverteilung entweder mit getrennten Schalttafeln oder mit einer gemeinsamen Schalttafel mit einer Trennwand erfolgen, um Gleichstrom- und Wechselstrombereiche voneinander zu trennen.

4.11 Regelungssysteme für Steuerung und Antrieb

Elektrische/elektronische Regelungssysteme für Steuerung und Antrieb (Richtung voraus/achtern und Geschwindigkeit oder Leistung) müssen die Anforderungen nach ISO 25197 erfüllen (siehe auch Abschnitt 5).

4.12 Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Elektrische und elektronische Betriebsmittel müssen mit IEC 60945 übereinstimmen.

Die ICOMIA Leitlinie 49-13 „Recommended practice for EMC of small craft“ enthält eine Anleitung für die praktische Prüfung der EMV von Sportbooten.

ANMERKUNG EMV-Anforderungen für Wasserfahrzeuge, die keine Sportboote sind, sind auch in IEC 60533^[1] enthalten.

4.13 Elektrische Betriebsmittel im Nahbereich von Batteriebänken

Alle elektrischen Betriebsmittel, die im Nahbereich einer Batterie, eines Batteriesatzes oder einer Batteriegruppe angeordnet sind, welche brennbare Gase oder Stoffe abgeben können, müssen zündgeschützt nach ISO 8846 oder nach der Reihe IEC 60079 ausgeführt sein.

ANMERKUNG Alle bleihaltigen Batterien/Akkumulatoren können brennbare Gase erzeugen.

4.14 Explosionsgefährdete Bereiche

4.14.1 Bereiche und Betriebsmittel, welche die Sicherheit der Besatzung gefährden können (z. B. Batteriefächer, elektrische Baugruppen), müssen:

- a) nur unter Verwendung von Werkzeugen oder Schlüsseln zugänglich sein; und
- b) geeignet gekennzeichnet sein, entsprechend der Gefährdung, die sie darstellen.