

Elektrische Anlagen auf Schiffen

Auslegung der Systeme – Allgemeines
Identisch mit IEC 92-201:1980 (Stand 1987)

DIN**VDE 0129**

Teil 201

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **IEC 92-201**

Diese auch von Vorstand des Verbandes Deutscher Elektrotechniker (VDE) e.V. genehmigte Norm ist damit zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist unter obenstehender Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.

Electrical installations in ships; System design, general;
Identical with IEC 92-201:1980 (status as of 1987)

Installations électriques à bord des navires; Conception des systèmes, Généralités;
Identique à CEI 92-201:1980 (mise à jour 1987)

Die Internationale Norm IEC 92-201, 3. Ausgabe 1980, „Electrical installations in ships, Part 201: System design; General“ und die internationale Änderung Nr 2, Ausgabe Februar 1987 sowie die im nationalen Vorwort aufgeführten internationalen Schriftstücke sind unverändert in diese Deutsche Norm übernommen worden.

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm (VDE-Bestimmung) gilt ab 1. April 1990.

Entwurf war veröffentlicht als DIN IEC 92 Teil 201/07.86.

Fortsetzung Seite 2 bis 71

Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)
Normenausschuß Schiffbau (HNA) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Nationales Vorwort

Weitere zu berücksichtigende Regelwerke

Anwender dieser Norm haben zusätzlich insbesondere folgende Regelwerke zu beachten:

- Internationaler Schiffssicherheitsvertrag mit zugehörigen Codes;
- Für Schiffe, die unter deutscher Flagge fahren, gelten
 - Schiffssicherheitsverordnung,
 - Unfallverhütungsvorschriften der See-Berufsgenossenschaft (See-BG);
- Die Bauvorschriften der einzelnen Klassifikationsgesellschaften (z. B. Germanischer Lloyd (GL)).

Allgemeines

(1) IEC 92-201 ist vom Technischen Komitee IEC/TC 18 „Elektrische Anlagen auf Schiffen und auf beweglichen und festen Offshore-Einheiten“ erarbeitet und im Arbeitsausschuß HNA-E 1 „Elektrische Anlagen auf Seeschiffen und auf beweglichen und festen Offshore-Einheiten“ des Normenausschusses Schiffbau (HNA) im DIN übersetzt worden.

Dieser Norm ist der Entwurf DIN IEC 92 Teil 201/07.86 vorausgegangen.

(2) Die internationalen Änderungen bis einschließlich Februar 1987 sind in diese Norm in den deutschen und englischen Text eingearbeitet und durch senkrechte Striche am Rand gekennzeichnet worden. Mit diesen Änderungen wird IEC 92-201 an das internationale Übereinkommen zum Schutz des menschlichen Lebens auf See – 1974 (SOLAS 1974) und an die vergleichbaren nationalen Regelungen angeglichen.

In der Deutschen Norm sind die Änderungen gegenüber dem Originaltext berücksichtigt. Auf sie wird auch im Verlauf des Textes hingewiesen.

- a) „Amendment 1“ vom September 1985 bzw. „Amendment 2 (including 1)“ vom Februar 1987 wurden eingearbeitet.
- b) Mit Dokument 18(CO)517 vom März 1987 wurden Korrekturen international zur Abstimmung gegeben und positiv entschieden (Voting 18(CO)524 vom September 1987); es erfolgte Einarbeitung. Ein internationales „Corrigendum“ wird erwartet.
- c) Mit Dokument 18(CO)518 vom März 1987 wurden Korrekturen international zur Abstimmung gegeben und positiv entschieden (Voting 18(CO)525 vom November 1987); es erfolgte Einarbeitung. Ein internationales „Corrigendum“ wird erwartet.
- d) Ein weiteres „Amendment“: wird erforderlich zu Abschnitt 6.6 „unbewachter Maschinenraum“. Das Dokument 18(CO)520 vom Juli 1987 läuft unter der 6-Monats-Regel. Am positiven Ausgang der Abstimmung besteht kein Zweifel, daher erfolgte Einarbeitung.

(3) Diese Norm wurde zweisprachig (Deutsch/Englisch) veröffentlicht. Dies entspricht den Empfehlungen, die der Fachbereich Elektrotechnik (HNA-E) im Normenausschuß Schiffbau (HNA) im DIN bezüglich der Übernahme von Normen der Reihe IEC 92 mit dem Gruppentitel „Elektrische Anlagen auf Schiffen“ aufgestellt hat.

Da im Schiffbau und in der Schifffahrt wegen internationaler Verflechtungen Englisch eine wichtige Verhandlungssprache darstellt, wurde es als notwendig erachtet, diese Norm zweisprachig zu veröffentlichen.

Zur Erleichterung des Gebrauchs dieser DIN-VDE-Norm wurden der deutsche und der englische und der englische Wortlaut jeweils auf zwei Seiten gegenübergestellt, so wie in den IEC-Normen der Publikation 92 mit der Präsentation des französischen und englischen Wortlautes verfahren wird. Dies wird besonders bei größeren komplizierten Tabellen als vorteilhaft angesehen.

Zum Norminhalt

(4) Abschnitte 20.1, 20.2 und 36.1

Die hier genannte Spannung von 55 V wird künftig auf 50 V gesenkt. Dies wurde zwischenzeitlich von der IEC beschlossen und ist bereits in der internationalen Änderung 1 (Ausgabe Juni 1984) zu IEC 92-101, 3. Ausgabe 1980, festgelegt.

(5) Anhang A

Der Anhang A mit Hinweisen auf relevante SOLAS-Bestimmungen wurde gegenüber IEC 92-201 (Ausgabe 1980) gestrichen.

Inhalt

	Seite
Vorwort	8
Einleitung	8
Einführung	12
Abschnitt	
1 Anwendungsbereich	12
HAUPTABSCHNITT EINS – BEGRIFFE	
2 Begriffe	12
HAUPTABSCHNITT ZWEI – ANFORDERUNGEN AN DIE SICHERHEIT	
3 Allgemeines.	16
HAUPTABSCHNITT DREI – NETZFORMEN	
4 Gleichstrom-Verteilernetze	16
5 Wechselstrom-Verteilernetze	16
HAUPTABSCHNITT VIER – ELEKTRISCHE ENERGIEERZEUGER	
6 Elektrische Energieerzeugung für Hilfseinrichtungen	20
HAUPTABSCHNITT FÜNF – ANFORDERUNGEN AN VERTEILERNETZE	
7 Allgemeines.	30
8 Verfahren der Energieverteilung	30
9 Lastausgleich	32
10 Einleiternetze mit dem Schiffskörper als Rückleiter	32
11 Endstromkreise	32
12 Steckdosen	36
13 Beleuchtungs-Stromkreise in Maschinenräumen, Unterkünften, Laderäumen usw.	38
14 Landanschluß	38
15 Positionslaternen.	38
16 Funkanlagen	40
17 Fest eingebaute Unterwasser-Bilgenpumpen	40
18 Motorstromkreise	40
19 Leuchten	42
20 Interne Fernmeldestromkreise	42

CONTENTS

	Page
FOREWORD	9
PREFACE	9
INTRODUCTION	13
Clause	
1. Scope	13
SECTION ONE — DEFINITIONS	
2. Definitions	13
SECTION TWO — SAFETY ASPECTS	
3. General	17
SECTION THREE — DISTRIBUTION SYSTEMS	
4. D.C. distribution systems	17
5. A.C. distribution systems	17
SECTION FOUR — SOURCES OF ELECTRICAL POWER	
6. Sources of electrical power for auxiliary services	21
SECTION FIVE — DISTRIBUTION SYSTEM REQUIREMENTS	
7. GENERAL	31
8. METHODS OF DISTRIBUTION	31
9. BALANCE OF LOADS	33
10. SINGLE-WIRE SYSTEMS WITH HULL RETURN	33
11. FINAL SUB-CIRCUITS	33
12. SOCKET-OUTLETS	37
13. LIGHTING CIRCUITS IN MACHINERY SPACES, ACCOMMODATION SPACES, CARGO SPACES, ETC.	39
14. SHORE CONNECTIONS	39
15. NAVIGATION LIGHTS	39
16. RADIO INSTALLATIONS	41
17. SUBMERSIBLE, PERMANENTLY INSTALLED BILGE-PUMPS	41
18. MOTOR CIRCUITS	41
19. LUMINAIRES	43
20. INTERNAL COMMUNICATION CIRCUITS	43

HAUPTABSCHNITT SECHS – GLEICHZEITIGKEITSFAKTOREN

Seite

21	Endstromkreise	44
22	Sonstige Stromkreise	44
23	Anwendung von Gleichzeitigkeitsfaktoren	44
24	Kraftstromkreise für Antriebe – Allgemeines	44
25	Stromkreise für Ladewinden und Krane	46

HAUPTABSCHNITT SIEBEN – SCHUTZARTEN

26	Allgemeines	48
----	-----------------------	----

HAUPTABSCHNITT ACHT – KABEL

27	Auswahl von Kabeln	48
28	Auswahl der Isolation	48
29	Auswahl von Kabelmänteln	52
30	Kabel für Feueralarm-, Feuermelde- und Notfeuerlöschanlagen	54
31	Bestimmung der Leiterquerschnitte	54
32	Nennströme für Dauerbetrieb	56
33	Korrekturfaktoren für abweichende Umgebungs-Lufttemperaturen	56
34	Korrekturfaktoren für Kabelbündel	56
35	Korrekturfaktoren bei Abweichung vom Dauerbetrieb	60
36	Spannungsfall	60
37	Parallelschaltung von Kabeln	66
38	Separate Verlegung von Kabeln	66
39	Kurzschlußbelastbarkeit	66
40	Kabel in Kühlräumen	66

1)

¹⁾ Nationale Fußnote: Der englische Original-Text entfiel durch Berücksichtigung der Änderungen; er entspricht damit (2b) sowie (5) des nationalen Vorwortes.

SECTION SIX – DIVERSITY (DEMAND) FACTORS

Clause	Page
21. Final sub-circuits	45
22. Circuits other than final sub-circuits	45
23. Application of diversity (demand) factors	45
24. Motive-power circuits — General	45
25. Cargo handling winch and crane circuits	47

SECTION SEVEN – DEGREES OF PROTECTION

26. General	49
-----------------------	----

SECTION EIGHT – CABLES

27. Choice of cables	49
28. Choice of insulation	49
29. Choice of protective coverings	53
30. Cables for fire alarm, fire detection and emergency fire extinguishing services	55
31. Determination of the cross-sectional areas of conductors	55
32. Current ratings for continuous service	57
33. Correction factors for different ambient air temperatures	57
34. Correction factors for cable grouping	57
35. Correction factors for non-continuous services	61
36. Voltage drop	61
37. Parallel connection of cables	67
38. Separation of circuits	67
39. Short-circuit capacity	67
40. Cables in refrigeration spaces	67

|

Elektrische Anlagen auf Schiffen

Teil 201: Auslegung der Systeme – Allgemeines

Vorwort

1. Die offiziellen Beschlüsse oder Vereinbarungen der IEC über technische Fragen, die in Technischen Komitees von Vertretern aller an dem behandelten Thema besonders interessierten nationalen Komitees erarbeitet werden, bringen das höchstmögliche Maß internationaler Übereinstimmung für das behandelte Sachgebiet zum Ausdruck.
2. Sie stellen Empfehlungen zur internationalen Anwendung dar und sind als solche von den nationalen Komitees angenommen.
3. Um die internationale Vereinheitlichung zu fördern, wünscht die IEC, daß alle nationalen Komitees den Text der IEC-Empfehlungen so weit in ihre nationalen Regeln übernehmen, wie es die Gegebenheiten im jeweiligen Land gestatten. Jede Abweichung zwischen der IEC-Empfehlung und der entsprechenden nationalen Regel sollte in dieser, soweit möglich, deutlich gekennzeichnet werden.

Einleitung

Diese Norm wurde vom Technischen Komitee IEC/TC 18 „Elektrische Anlagen auf Schiffen und auf beweglichen und festen Offshore-Einheiten“ ausgearbeitet.

Sie ist ein Teil der IEC 92, die elektrische Anlagen auf Schiffen behandelt.

Die erste Ausgabe dieser Publikation wurde 1957 veröffentlicht.

Eine zweite Ausgabe, bestehend aus sechs Teilen, wurde 1964 (IEC 92-1) und 1965 (IEC 92-2, IEC 92-3, IEC 92-4, IEC 92-5 und IEC 92-6) veröffentlicht.

Diese dritte Ausgabe ersetzt die zweite Ausgabe mit Ausnahme des Kapitels X der IEC 92-3: Teil 3: Kabel (Aufbau, Prüfung, Verlegung), die sich in Überarbeitung befindet. (Hierzu ist die neueste Ausgabe des Kataloges für Publikationen zu beachten.)

Die Reihe besteht aus folgenden Normen²⁾:

IEC 92-101: Teil 101	Elektrische Anlagen auf Schiffen; Begriffe und allgemeine Anforderungen*)
IEC 92-201: Teil 201	Auslegung der Systeme; Allgemeines*)
IEC 92-202: Teil 202	Auslegung der Systeme; Schutzeinrichtungen*)
IEC 92-301: Teil 301	Elektrische Betriebsmittel; Generatoren (mit zugehörigen Kraftmaschinen) und Motoren
IEC 92-302: Teil 302	Elektrische Betriebsmittel; Schaltgeräte und Steuerungsanlagen
IEC 92-303: Teil 303	Elektrische Betriebsmittel; Transformatoren für Kraft- und Beleuchtungsanlagen
IEC 92-304: Teil 304	Elektrische Betriebsmittel; Halbleiter-Umrichter
IEC 92-305: Teil 305	Elektrische Betriebsmittel; Akkumulatorenbatterien
IEC 92-306: Teil 306	Elektrische Betriebsmittel; Leuchten und Installationszubehör
IEC 92-307: Teil 307	Elektrische Betriebsmittel; Heiz- und Kochgeräte
IEC 92-352: Teil 352	Auswahl und Installation von Kabeln für Niederspannungssysteme
IEC 92-373: Teil 373	Nachrichtenkabel und Hochfrequenzkabel zur Verwendung auf Schiffen; Biegsame Koaxialleitungen
IEC 92-374: Teil 374	Nachrichtenkabel und Hochfrequenzkabel zur Verwendung auf Schiffen; Telefonkabel für unwichtige Dienste
IEC 92-375: Teil 375	Nachrichtenkabel zur Verwendung auf Schiffen; Kabel für Instrumentierung, Steuerung und Telefon
IEC 92-401: Teil 401	Errichtung und Prüfung der Anlage
IEC 92-501: Teil 501	Besondere Merkmale für elektrischen Schiffsantrieb
IEC 92-502: Teil 502	Besondere Merkmale für Tankschiffe

²⁾ Nationale Fußnote: Inzwischen sind weiterhin erschienen:

IEC 204-1	Elektrische Ausrüstung von Industriemaschinen, Teil 1; Begriffe und allgemeine Anforderungen
IEC 332-1	Brandprüfung von elektrischen Kabeln und Leitungen, Teil 1; Prüfung an einzelnen, senkrecht angeordneten Kabeln oder isolierten Leitungen
IEC 92-203: Teil 203	Auslegung der Systeme; Akustische und optische Signale*)
IEC 92-204: Teil 204	Systemauslegung; Elektrische und elektrohydraulische Ruderanlagen*)
IEC 92-350: Teil 350	Niederspannungsenergiekabel für Schiffe; Allgemeiner Aufbau und Prüfanforderungen
IEC 92-351: Teil 351	Isolierstoffe für Starkstromkabel zur Verwendung auf Schiffen
IEC 92-353: Teil 353	Ein- und mehradrige Kabel mit extrudierter Isolierung für Nennspannungen von 0,6/1 kV
IEC 92-376: Teil 376	Vieladrige Steuerskabel zur Verwendung auf Schiffen

*) Nationale Fußnote: Hierzu besteht z. Z. ein nationaler DIN IEC-Norm-Entwurf

ELECTRICAL INSTALLATIONS IN SHIPS

Part 201 : System design — General

FOREWORD

- 1) The formal decisions or agreements of the IEC on technical matters, prepared by Technical Committees on which all the National Committees having a special interest therein are represented, express, as nearly as possible, an international consensus of opinion on the subjects dealt with.
- 2) They have the form of recommendations for international use and they are accepted by the National Committees in that sense.
- 3) In order to promote international unification, the IEC expresses the wish that all National Committees should adopt the text of the IEC recommendation for their national rules in so far as national conditions will permit. Any divergence between the IEC recommendation and the corresponding national rules should, as far as possible, be clearly indicated in the latter.

PREFACE

This standard has been prepared by IEC Technical Committee No. 18: Electrical Installations in Ships.

It forms a part of IEC Publication 92 which deals with electrical installations in ships.

The first edition of this publication was published in 1957.

A second edition consisted of six parts and was published in 1964 (Publication 92-1) and in 1965 (Publications 92-2, 92-3, 92-4, 92-5 and 92-6).

This third edition supersedes the second edition with the exception of Chapter X of Publication 92-3: Part 3: Cables (construction, testing and installation), which is under consideration. (Please see therefore the latest edition of the Catalogue of Publications.)

The series consists of the following publications:

- Publications Nos. 92-101: Electrical Installations in Ships,
Part 101: Definitions and General Requirements.
92-201: Part 201: System Design — General.
92-202: Part 202: System Design — Protection.
92-301: Part 301: Equipment — Generators and Motors.
92-302: Part 302: Equipment — Switchgear and Controlgear Assemblies.
92-303: Part 303: Equipment — Transformers for Power and Lighting.
92-304: Part 304: Equipment — Semiconductor Convertors.
92-305: Part 305: Equipment — Accumulator (storage) Batteries.
92-306: Part 306: Equipment — Luminaires and Accessories.
92-307: Part 307: Equipment — Heating and Cooking Appliances.
92-352: Part 352: Choice and Installation of Cables for Low-voltage Power Systems.
92-373: Part 373: Shipboard Telecommunication Cables and Radio-frequency Cables — Shipboard Flexible Coaxial Cables.

92-374: Part 374: Shipboard Telecommunication Cables and Radio-frequency Cables — Telephone Cables for Non-essential Communication Services.

92-375: Part 375: Shipboard Telecommunication Cables and Radio-frequency Cables — General Instrumentation, Control and Communication Cables.

92-401: Part 401: Installation and Test of Completed Installation.
92-501: Part 501: Special Features — Electric Propulsion Plant.
92-502: Part 502: Special Features — Tankers.

IEC 92-503: Teil 503	Besondere Merkmale; Wechselstromnetze für Spannungen im Bereich über 1 kV bis einschließlich 11 kV
IEC 92-504: Teil 504	Besondere Merkmale; Steuerung, Regelung und Überwachung
IEC 92-504 A	Erste Ergänzung zu Publikation 92-504 (1974) Besondere Merkmale; Steuerung, Regelung und Überwachung Anhänge; Besondere Merkmale; Steuerung, Regelung und Überwachung
IEC 92-505: Teil 505	Besondere Merkmale; Mobile Offshore Bohrplattformen

Entwürfe für Teil 201 wurden 1977 in der Sitzung in Moskau erörtert und 1978 in der Sitzung in Florenz vervollständigt. Als Ergebnis der letztgenannten Sitzung wurde der Entwurf, Dokument IEC 18(Central Office)477 den nationalen Komitees zur Annahme unter der Sechsmonatsregel im Juli 1979 zugeleitet.

Die nationalen Komitees folgender Länder haben der Herausgabe ausdrücklich zugestimmt:

Ägypten	Israel	Schweden
Australien	Italien	Südafrika
Belgien	Japan	Türkei
Bulgarien	Kanada	Vereinigte Staaten
Deutschland	Niederlande	Vereinigtes Königreich
Dänemark	Polen	

In dieser Norm zitierte IEC-Normen:

IEC 79:	Elektrische Betriebsmittel für explosionsgefährdete Bereiche
IEC 92-101:	Elektrische Anlagen auf Schiffen; Begriffe und allgemeine Anforderungen
IEC 92-401:	Errichtung und Prüfung der Anlage
IEC 92-502:	Besondere Merkmale für Tankschiffe
IEC 92 503:	Besondere Merkmale: Wechselstromnetze für Spannungen im Bereich über 1 kV bis einschließlich 11 kV (1. Ausgabe, 1975)
IEC 331:	Feuerbeständigkeit elektrischer Kabel (1. Ausgabe, 1970)
IEC 332:	Flammwidrigkeit elektrischer Kabel
IEC 529:	Einteilung der Schutzarten durch Kapselung (1. Ausgabe, 1976)

Nationale Anmerkung:

IEC 79 siehe DIN EN 50 014/VDE 0170/0171 Teil 1 bis DIN EN 50 020/VDE 0170/0171 Teil 7
 IEC 331 siehe DIN VDE 0472 Teil 814
 IEC 332 ist ersetzt durch
 IEC 332-1 (1979, Prüfstufe B) siehe DIN VDE 0472 Teil 804
 IEC 529 siehe DIN 40 050

- 92-503: Part 503: Special Features — A.C. Supply Systems with Voltages in the Range Above 1 kV up to and Including 11 kV.
 92-504: Part 504: Special Features — Control and Instrumentation.
 92-504A: First Supplement to Publication 92-504 (1974)
 Special Features — Control and Instrumentation
 Appendices — Specific Control and Instrumentation Installations.
 92-505: Part 505: Special Features — Mobile Offshore Drilling Units.

Drafts for Part 201 were discussed at the meeting held in Moscow in 1977 and completed at the meeting held in Florence in 1978. As a result of the latter meeting, the draft, Document 18(Central Office)477, was submitted to the National Committees for approval under the Six Months' Rule in July 1979.

The National Committees of the following countries voted explicitly in favour of publication:

Australia	Germany	South Africa (Republic of)
Belgium	Israel	Sweden
Bulgaria	Italy	Turkey
Canada	Japan	United Kingdom
Denmark	Netherlands	United States of America
Egypt	Poland	

Other IEC publications quoted in this standard:

- Publications Nos. 79: Electrical Apparatus for Explosive Gas Atmospheres.
 92-101: Definitions and General Requirements.
 92-401: Installation and Test of Completed Installation.
 92-502: Special Features — Tankers.
 92-503: Special Features — A.C. Supply Systems with Voltages in the Range Above 1 kV up to and Including 11 kV
 (First edition, 1975).
 331: Fire-resisting Characteristics of Electric Cables
 (First edition, 1970).
 332: Tests on Electric Cables under Fire Conditions.
 529: Classification of Degrees of Protection Provided by Enclosures
 (First edition, 1976).

Einführung

Die IEC 92 Elektrische Anlagen auf Schiffen besteht aus einer Reihe Internationaler Normen für elektrische Anlagen auf Seeschiffen.

Bewährte Verfahren und vorhandene Bestimmungen sind darin weitgehend koordiniert.

Diese Normen sind

- ein Schlüssel für die Auslegung der Anforderungen nach dem Internationalen Übereinkommen zum Schutz des menschlichen Lebens auf See³⁾ in der Praxis.
- eine Richtlinie für mögliche künftige Bestimmungen,
- praxisgerechte Festlegungen für Schiffseigner, Schiffswerften und zuständige Organisationen.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für die Auslegung der Systeme von elektrischen Anlagen auf Schiffen. Sie beschreibt deren Hauptmerkmale.

HAUPTABSCHNITT EINS – BEGRIFFE

2 Begriffe

2.1 Allgemeines

2.1.1 Kabelbündel⁴⁾

Zwei oder mehrere Kabel, die sich in einem gemeinsamen Leitungsrohr, Kanal oder in einer Kabelwanne befinden, oder Kabel, die – falls keine gemeinsame Umhüllung vorhanden ist – nicht durch Abstände voneinander getrennt sind.

2.1.2 Abzweig

Eine elektrische Leitung für den Anschluß einer Verbraucheranlage an das Verteilernetz.

2.1.3 Abzweigsystem

Eine Anordnung mehrerer Abzweige.

2.1.4 Maschennetz oder Ringnetz

Eine Anzahl von Leitungen, die Speisepunkte (Knotenpunkte) miteinander verbinden und einen geschlossenen Stromkreis bilden.

2.1.5 Gleichzeitigkeitsfaktor

Das Verhältnis geschätzten Gesamtleistung einer Gruppe von Verbrauchern unter deren normalen Betriebsverhältnissen zu der Summe ihrer Nennleistungen.

2.1.6 Primäres Verteilernetz

Ein Netz mit direkter elektrischer Verbindung zum Generator.

³⁾ Nationale Fußnote: Die übliche Kurzbezeichnung der z. Z. gültigen Fassung ist „SOLAS 1974“. Die Bestimmungen nach SOLAS 1974 wurden inzwischen teilweise geändert. Dazu liegt bereits die 1. Änderung vor, eine 2. Änderung wird vorbereitet. Die 1. Änderung ist seit dem 1. September 1984 in Kraft. Die 1. Änderung 1984 zu SOLAS 1974 ist veröffentlicht im Bundesgesetzblatt 1985, Teil II, Seite 794 mit Anlagenband.

⁴⁾ Nationale Fußnote: Im Sinne dieser Norm gilt „Kabel“ sowohl für die im deutschen Sprachgebrauch mit „Kabel“ als auch für die mit „Leitung“ bezeichneten Produkte.

INTRODUCTION

IEC Publication 92: Electrical Installations in Ships, forms a series of international standards for electrical installations in sea-going ships, incorporating good practice and co-ordinating as far as possible existing rules.

These standards form a code of practical interpretation and amplification of the requirements of the International Convention on Safety of Life at Sea, a guide for future regulations which may be prepared and a statement of practice for use by shipowners, shipbuilders and appropriate organizations.

1. Scope

This standard is applicable to the main features of system design of electrical installations for use in ships.

SECTION ONE — DEFINITIONS

2. Definitions

2.1 General

2.1.1 *Bunched cables*

Two or more cables contained within a single conduit, duct or groove, or, if not enclosed, not separated from each other.

2.1.2 *Branch*

An electrical line intended for connecting a current-consuming installation to the distribution network.

2.1.3 *Branch system*

An assembly of branches.

2.1.4 *Meshed network or ring-main*

A set of conductors which connect feeding points (nodes) and form a closed circuit.

2.1.5 *Diversity factor (demand factor)*

The ratio of the estimated total load of a group of consumers under their normal working conditions to the sum of their nominal ratings.

2.1.6 *Primary distribution system*

A system having electrical connection with the generator.

2.1.7 Sekundäres Verteilernetz

Ein Netz ohne direkte elektrische Verbindung zum Generator, z. B. von diesem durch einen Transformator mit zwei Wicklungen oder durch einen Motor-Generator isoliert.

2.1.8 Netz mit Schiffskörper als Rückleiter

Ein Netz, bei dem für den Anschluß an einen Pol oder eine Phase der Stromversorgung isolierte Leitungen vorgesehen sind, während der Schiffskörper oder eine andere, dauerhaft geerdete Konstruktion für den Anschluß an den anderen Pol oder die andere Phase verwendet wird.

5) 2.1.9 Dead ship condition

Der Zustand, in welchem die Hauptantriebsanlage, die Kessel und die Hilfsaggregate wegen fehlender Energie außer Betrieb sind.

2.2 Gleichspannungs-Verteilernetze**2.2.1 Zweileiter-Gleichspannungsnetz**

Ein Gleichspannungsnetz, das aus nur zwei Leitern besteht, zwischen denen der Verbraucher angeschlossen wird.

2.2.2 Dreileiter-Gleichspannungsnetz

Ein Gleichspannungsnetz, das aus zwei Leitern und einem Mittelleiter besteht, wobei die Versorgungsspannung entweder den beiden Außenleitern oder dem Mittelleiter und einem der Außenleiter entnommen wird und der Mittelleiter nur den Differenzstrom führt.

2.3 Wechselspannungsnetze**2.3.1 Einphasen-Zweileiter-Wechselspannungsnetz**

Ein einphasiges Wechselspannungsnetz, das aus nur zwei Leitern besteht, zwischen denen der Verbraucher angeschlossen wird.

2.3.2 Einphasen-Dreileiter-Wechselspannungsnetz

Ein Einphasen-Wechselspannungsnetz, das aus zwei Leitern und einem Mittelpunktleiter besteht, wobei die Versorgungsspannung entweder den beiden Außenleitern oder dem Mittelpunktleiter und einem Außenleiter entnommen wird und der Mittelpunktleiter nur den Differenzstrom führt.

2.3.3 Dreiphasen-Dreileiter-Netz

Ein Netz, das aus drei Leitern besteht, die an eine dreiphasige Versorgungsspannung angeschlossen sind.

2.3.4 Dreiphasen-Vierleiternetz

Ein Netz, das aus vier Leitern besteht, von denen drei an eine dreiphasige Versorgungsspannung angeschlossen sind und der vierte als Neutralleiter an einem Sternpunkt der Versorgungsspannung angeschlossen ist.

5) 2.4 Elektrische Energieerzeuger**2.4.1 Hauptstromquelle**

Eine Quelle zur Lieferung elektrischer Energie an die Hauptschalttafel zwecks Speisung aller Einrichtungen, die erforderlich sind um das Schiff in normalem betrieblichen und bewohnbaren Zustand zu halten.

2.4.2 Notstromquelle

Eine Quelle elektrischer Energie, die die Notschalttafel bei Ausfall der Hauptstromquelle versorgen soll.

⁵⁾ Nationale Fußnote: Der englische Original-Text wurde durch den Text der Änderungen ersetzt und entspricht (2a) des nationalen Vorwortes.

2.1.7 *Secondary distribution system*

A system having no electrical connection with the generator, e.g. isolated therefrom by a double-wound transformer or motor-generator.

2.1.8 *Hull-return system*

A system in which insulated conductors are provided for connection to one pole or phase of the supply, the hull of the ship or other permanently earthed structure being used for effecting connections to the other pole or phase.

2.1.9 *Dead ship condition*

The condition under which the main propulsion plant, boilers and auxiliaries are not in operation due to the absence of power.

2.2 *D.C. systems of distribution*

2.2.1 *Two-wire d.c. system*

A d.c. system comprising two conductors only, between which the load is connected.

2.2.2 *Three-wire d.c. system*

A d.c. system comprising two conductors and a middle wire, the supply being taken from the two outer conductors or from the middle wire and either outer conductor, the middle wire carrying only the difference-current.

2.3 *A.C. systems of distribution*

2.3.1 *Single-phase two-wire a.c. system*

A single-phase a.c. system comprising two conductors only, between which the load is connected.

2.3.2 *Single-phase three-wire a.c. system*

A single-phase a.c. system comprising two conductors and a neutral wire, the supply being taken from the two outer conductors or from the neutral wire and either outer conductor, the neutral wire carrying only the difference-current.

2.3.3 *Three-phase three-wire system*

A system comprising three conductors connected to a three-phase supply.

2.3.4 *Three-phase four-wire system*

A system comprising four conductors of which three are connected to a three-phase supply and the fourth to a neutral point in the source of supply.

2.4 *Sources of electrical power*

2.4.1 *Main source of electrical power*

A source intended to supply electrical power to the main switchboard for distribution to all services necessary for maintaining the ship in normal operational and habitable condition.

2.4.2 *Emergency source of electrical power*

A Source of electrical power intended to supply the emergency switchboard in the event of failure of the supply from the main source of electrical power.

HAUPTABSCHNITT ZWEI – ANFORDERUNGEN AN DIE SICHERHEIT

3 Allgemeines

Elektrische Anlagen auf Schiffen müssen so beschaffen sein, daß:

- die für die Sicherheit wesentlichen Versorgungen bei verschiedenen Notfällen aufrechterhalten bleiben;
- die Sicherheit der Fahrgäste, der Besatzung und des Schiffes gegen elektrische Gefahren gewährleistet ist;
- die in dieser Norm enthaltenen Sicherheitsbestimmungen berücksichtigt sind.

¹⁾

HAUPTABSCHNITT DREI – NETZFORMEN

4 Gleichstrom-Verteilernetze

4.1 Gleichstrom-Netzarten

Folgende Arten von Netzen sind üblich:

- Zweileiternetz, isoliert;
- Einleiternetz mit Schiffskörper als Rückleiter;
- Zweileiternetz mit einem geerdeten Leiter;
- Dreileiternetz mit geerdetem Mittelleiter, jedoch ohne Schiffskörper-Rückleitung;
- Dreileiternetz mit geerdetem Mittelleiter und mit Schiffskörper als Rückleiter.

4.2 Spannungen (Gleichspannung)

In Tabelle I sind die empfohlenen Werte für Nennspannungen und die höchsten zulässigen Betriebsspannungen für Bordnetze angegeben:

TABELLE I
Gleichspannungen für Bordnetze

Anwendung	Nennspannungen V	Höchste zulässige Betriebsspannung V
Kraftanlagen	110; 220	500
Kochen, Heizung	110; 220	250
Beleuchtung und Steckdosen	24; 110; 220	250

5 Wechselstrom-Verteilernetze

5.1 Primär-Netzarten für Wechselstrom

Folgende Arten von Netzen sind üblich:

- Dreiphasen-Dreileiternetz, isoliert;
- Dreiphasen-Dreileiternetz mit geerdetem Sternpunkt;

Zusätzlich für alle Spannungen bis einschließlich 500 V:

- Dreiphasen-Vierleiternetz mit geerdetem Neutralleiter, jedoch ohne Schiffskörper-Rückleitung;
- Einphasen-Zweileiternetz, isoliert;
- Einphasen-Zweileiternetz mit einem geerdeten Leiter.

Anmerkung. – Für Tankschiffe siehe IEC 92-502: Besondere Merkmale für Tankschiffe.

¹⁾ Siehe Seite 6

SECTION TWO — SAFETY ASPECTS

3. General

Electrical installations in ships shall be such that:

- services essential for safety will be maintained under various emergency conditions;
- the safety of passengers, crew and ship from electrical hazards will be ensured;
- the requirements with respect to safety in this publication are considered;

SECTION THREE — DISTRIBUTION SYSTEMS

4. D.C. distribution systems

4.1 D.C. distribution systems

The following systems are considered as standard:

- two-wire insulated;
- single-wire with hull return;
- two-wire with one pole earthed;
- three-wire with middle wire earthed but without hull return;
- three-wire with middle wire earthed and with hull return.

4.2 Voltages (d.c.)

Table I gives recommended values of nominal voltages and maximum voltages allowed for ship's service systems of supply:

TABLE I

D.C. voltages for ship's service systems of supply

Application	Nominal voltages (V)	Maximum voltages (V)
Power	110; 220	500
Cooking, heating	110; 220	250
Lighting and socket-outlets	24; 110; 220	250

5. A.C. distribution systems

5.1 Primary a.c. distribution systems

The following systems are recognized as standard for primary distribution:

- three-phase three-wire insulated;
- three-phase three-wire with neutral earthed.

In addition for all voltages up to and including 500 V:

- three-phase four-wire with neutral earthed but without hull return;
- single-phase two-wire insulated;
- single-phase two-wire with one pole earthed.

Note. — For tankers see IEC Publication 92-502: Special Features — Tankers.

TABELLE II
Wechselspannungen und Frequenzen für Bordnetze

Anwendung	Nennspannungen	Nennfrequenzen		Höchste zulässige Betriebsspannungen
	V	Hz		V
1 Kraftverbraucher, Heiz- und Kocheinrichtungen, zuverlässig befestigt und dauernd angeschlossen. Steckdosen zur Versorgung von Geräten, die entweder über ihre Befestigung oder über einen besonderen Anschluß dauerhaft geerdet sind, wobei dieser Anschluß über einen Schutzleiter mit einem Querschnitt nach Tabelle I in IEC 92-401 hergestellt ist.	dreiphasig	dreiphasig	dreiphasig	dreiphasig
	120	50	60	1 000
	220 } ¹⁾	50	60	1 000
	240 } ¹⁾	50	—	1 000
	380 } ²⁾	50	—	1 000
	415 } ²⁾	50	—	1 000
	440	—	60	1 000
	660 ³⁾ *	50	60	1 000
	3 000*/3 300*	50	60	11 000
	6 000*/6 600*	50	60	11 000
	10 000*/11 000*	50	60	
	einphasig	einphasig	einphasig	einphasig
	120	50	60	500
	220 } ¹⁾	50	60	500
	240 } ¹⁾	50	—	500
2 Ortsfeste Beleuchtung einschließlich der Steckdosen für die unter Pos. 1 und 3 nicht erwähnten Zwecke, jedoch vorgesehen für Geräte mit verstärkter oder doppelter Isolierung oder für solche, die über eine bewegliche Leitung mit einem Schutzleiter angeschlossen sind, der hinsichtlich Größe der Tabelle I in IEC 92-401 entspricht.	einphasig	einphasig	einphasig	einphasig
	120	50	60	250
	220 } ¹⁾	50	60	250
	240 } ¹⁾	50	—	250
3 Steckdosen für die Verwendung in Fällen, in denen besondere Schutzmaßnahmen gegen elektrischen Schock erforderlich sind: a) Mit Speisung über oder ohne einen Trenntransformator b) Bei Verwendung eines Sicherheits-Trenntransformators, der nur einen Verbraucher speist Bei einem solchen Netz müssen beide Leiter vom Schiffskörper isoliert sein.	einphasig	einphasig	einphasig	einphasig
	24	50	60	55
	120	50	60	250
	220 } ¹⁾	50	60	250
	240 } ¹⁾	50	—	250
¹⁾ Künftig nur 230 V ²⁾ Künftig nur 400 V ³⁾ Künftig nur 690 V * Nur für Kraftanschlüsse Anmerkung. — Für Nennspannungen über 1000 V siehe IEC 92-503. — Siehe auch Abschnitt 3.1 in IEC 92-502. — Für Steuerspannungen in Verteilernetzen mit Spannungen über 500 V siehe Abschnitt 5.4.				

5.2 Sekundär-Verteilernetze für Wechselstrom

Folgende Arten von Netzen sind üblich:

- Dreiphasen-Dreileiternetz, isoliert;
- Dreiphasen-Dreileiternetz mit geerdetem Sternpunkt.

TABLE II
A.C. voltages and frequencies for ship's service systems of supply

Application	Nominal voltages (V)	Nominal frequencies (Hz)		Maximum voltages (V)
1. Power, heating and cooking equipment securely fixed and permanently connected. Socket-outlet supplying equipment, which is earthed either permanently by its fixing or by a specific connection which incorporates an earth-continuity conductor of a size in accordance with Table I, IEC Publication 92-401: Installation and Test of Completed Installation.	Three-phase	Three-phase	Three-phase	Three-phase
	120	50	60	1 000
	220 } ¹⁾	50	60	1 000
	240 } ¹⁾	50	—	1 000
	380 } ²⁾	50	—	1 000
	415 } ²⁾	50	—	1 000
	440	—	60	1 000
	660 ³⁾ *	50	60	1 000
	3 000 */3 300 *	50	60	11 000
	6 000 */6 600 *	50	60	11 000
	10 000 */11 000 *	50	60	
	Single-phase	Single-phase	Single-phase	Single-phase
	120	50	60	500
	220 } ¹⁾	50	60	500
	240 } ¹⁾	50	—	500
2. Fixed lighting including outlets for purposes not mentioned in Items 1 and 3 but intended for apparatus with reinforced or double insulation or connected by a flexible cord or cable incorporating an earth-continuity conductor of a size in accordance with Table I of IEC Publication 92-401.	Single-phase	Single-phase	Single-phase	Single-phase
	120	50	60	250
	220 } ¹⁾	50	60	250
	240 } ¹⁾	50	—	250
3. Socket-outlets for use where extra precautions against shock are necessary: a) supplied with or without the use of isolating transformers b) where a safety isolating-transformer is used supplying one consuming device only Both wires of such systems should be insulated from earth.	Single-phase	Single-phase	Single-phase	Single-phase
	24	50	60	55
	120	50	60	250
	220 } ¹⁾	50	60	250
	240 } ¹⁾	50	—	250

¹⁾ In future 230 V only.

²⁾ In future 400 V only.

³⁾ In future 690 V only.

* For power only.

Notes. — — For limited distribution in excess of 1 000 V, see IEC Publication 92-503: Special Features — A.C. Supply Systems with Voltages in the Range Above 1 kV up to and Including 11 kV.

— See also Sub-clause 3.1 of IEC Publication 92-502.

— For control voltages in distribution systems with voltages above 500 V, see Sub-clause 5.4.

5.2 Secondary a.c. distribution systems

The following systems are recognized as standard for secondary distribution:

- three-phase three-wire insulated;
- three-phase three-wire with neutral earthed.

Zusätzlich für alle Spannungen bis einschließlich 500 V:

- Dreiphasen-Vierleiternetz mit geerdetem Neutralleiter, jedoch ohne Schiffskörper-Rückleitung;
- Einphasen-Zweileiternetz, isoliert;
- Einphasen-Zweileiternetz mit einem geerdeten Leiter;
- Einphasen-Zweileiternetz mit geerdeter Systemmitte für die Speisung der Beleuchtung und von Steckdosen;
- Einphasen-Dreileiternetz mit geerdetem Neutralleiter, jedoch ohne Schiffskörper-Rückleitung.

5.3 Wechselspannungen und Frequenzen

Bei der Auswahl der Spannung und Frequenz für das Schiffsnetz sind die Spannung und Frequenz der Landanschlüsse, mit denen das Netz gegebenenfalls verbunden wird, sowie die Auswirkung einer abweichenden Spannung und/oder Frequenz auf die Funktion elektrischer Einrichtungen entsprechend zu berücksichtigen.

In Tabelle II sind die höchstzulässigen Betriebsspannungen und die empfohlenen und Frequenzen für Bordnetze angegeben.

5.4 Steuerspannung

Bei Netzen über 500 V ist die Steuerspannung auf 250 V zu begrenzen, außer wenn alle Steuereinrichtungen in der jeweiligen Schaltgerätekombination verbleiben und die Versorgungsspannung nicht höher ist als 1000 V.

5) HAUPTABSCHNITT VIER – ELEKTRISCHE ENERGIEERZEUGER

6 Elektrische Energieerzeugung für Hilfseinrichtungen

6.1 Allgemeines

Elektrische Anlagen müssen wie folgt ausgeführt sein:

6.1.1 Alle elektrischen Hilfseinrichtungen, die notwendig sind, um das Schiff in normalem betrieblichen und bewohnbaren Zustand zu halten und die Ladung zu schützen, müssen ohne Rückgriff auf die elektrische Notstromquelle sicher versorgt werden können.

6.1.2 Die Versorgung der für die Sicherheit wesentlichen elektrischen Einrichtungen muß auch unter verschiedenen Notbedingungen gesichert sein.

6.1.3 Wenn Drehstromgeneratoren vorhanden sind, ist das Anlassen der an das Netz angeschlossenen Käfigläufermotoren zu beachten, insbesondere hinsichtlich der Höhe und Dauer von Spannungseinbrüchen, die durch den maximalen Anlaufstrom und entsprechenden Leistungsfaktor entstehen. Der Spannungseinbruch, der durch diesen Anlaufstrom verursacht wird, darf nicht das Stehenbleiben eines der bereits in Betrieb befindlichen Motoren bewirken, er darf sich auch nicht nachteilig auf andere in Betrieb befindliche Einrichtungen auswirken.

Anmerkung. – Zu beachten sind

- IEC 92-101, Hauptabschnitt ZWEI, Abschnitt 11;
 - IEC 92-201, Hauptabschnitt ACHT, Abschnitt 36;
 - IEC 92-301, Abschnitt 4;
- die sämtlich die Spannungs- und Frequenzstabilität behandeln.

⁵⁾ Siehe Seite 14

In addition for all voltages up to and including 500 V:

- three-phase four-wire with neutral earthed but without hull return;
- single-phase two-wire insulated;
- single-phase two-wire with one pole earthed;
- single-phase two-wire with mid-wire of system earthed for supplying lighting and socket-outlets;
- single-phase three-wire with mid-wire earthed but without hull return.

5.3 *A.C. voltages and frequencies*

In selecting the voltage and the frequency for the ship's system, due regard should be paid to the voltage and the frequency of the shore supplies which might be connected to the system, and to the effect that a different voltage and/or frequency may have on the performance of electrical equipment.

Table II gives the maximum voltages allowed and the recommended values of nominal voltages and frequencies for ship's service systems of supply.

5.4 *Control voltage*

For distribution systems above 500 V the control voltage shall be limited to 250 V, except when all control equipment is enclosed in the relevant control gear and the distribution voltage is not higher than 1 000 V.

SECTION FOUR — SOURCES OF ELECTRICAL POWER

6. Sources of electrical power for auxiliary services

6.1 *General*

Electrical installations shall be such that:

- 6.1.1 All auxiliary electrical services necessary for maintaining the ship in normal operational and habitable condition and preservation of the cargo shall be assured without recourse to the emergency sources of electrical power.
- 6.1.2 Electrical services essential for safety will be assured also under various emergency conditions.
- 6.1.3 When a.c. generators are involved, attention shall be given to the starting of squirrel-cage motors connected to the system, particularly with regard to the effect of the magnitude and duration of the transient voltage change produced due to the maximum starting current and the power factor. The voltage drop due to such starting current shall not cause any motor already operating to stall or have any adverse effect on other equipment in use.

Note. — Attention is drawn to

- IEC Publication 92-101: Definitions and General Requirements, Section Two, Clause 11,
- IEC Publication 92-201: Systems Design-General, Section Eight, Clause 36 and
- IEC Publication 92-301: Equipment-Generators and Motors, Clause 4.

All dealing with voltage and frequency stability.

6.2 Hauptstromquelle

6.2.1 Jedes Schiff muß mit einer Hauptstromquelle ausgerüstet sein, deren Leistung groß genug ist, um alle im Abschnitt 6.1.1 erwähnten Einrichtungen zu versorgen. Diese Hauptstromquelle muß aus mindestens zwei Stromerzeugungsaggregaten bestehen.

6.2.2 Die Leistung dieser Generatoren muß so groß sein, daß – wenn einer dieser Generatoren stillgesetzt wird – es noch möglich ist, alle Einrichtungen zu versorgen, die erforderlich sind, um

- a) normale Betriebsbedingungen für Schiffs-Antrieb und -Sicherheit,
 - b) ein Minimum an Bequemlichkeit in den Unterkünften,
 - c) Schutz der Ladung,
- sicherzustellen.

Zu einem Minimum an Bequemlichkeit in den Unterkünften gehören mindestens ausreichende Einrichtungen für Beleuchtung, Kochen, Heizen, Proviantkühlung, mechanische Belüftung, Sanitär- und Trinkwasser.

6.2.3 Die Hauptstromquelle des Schiffes muß so angeordnet sein, daß die im Abschnitt 6.1.1 erwähnten Einrichtungen unabhängig von der Drehzahl und Drehrichtung der Hauptantriebsmaschine oder der Welle aufrechterhalten werden können.

⁶⁾ Vom Hauptantrieb angetriebene Generatoren können als Generatoren, die die Hauptstromquelle bilden, akzeptiert werden, wenn bei allen Fahr- und Manöverbedingungen, einschließlich Stillsetzen des Schiffes, Vorsorge getroffen ist, daß die Stromerzeugung dieser Generatoren ausreicht, um die elektrische Energie nach Abschnitt 6.2.2 zu liefern und alle weiteren Anforderungen, besonders die des Abschnittes 6.2.4, erfüllt sind. Die Generatoren dürfen nicht weniger wirkungsvoll und zuverlässig sein als unabhängige Stromerzeugungsaggregate.

Vom Hauptantrieb angetriebene Generatoren, die diesem Abschnitt nicht entsprechen, können als zusätzliche Stromquelle(n) zur Leistungsbilanz herangezogen werden. Dabei sollte die schnelle Wiederherstellung der elektrischen Stromversorgung nach einem Stromausfall, z. B. bei plötzlichem Stillsetzen des Hauptantriebs, beachtet werden, und zwar für alle Hilfseinrichtungen, die erforderlich sind, um das Schiff in einem betriebsfähigen und sicheren Zustand zu halten. Die für die Wiederbereitstellung der oben erwähnten Einrichtungen benötigte Zeit sollte nicht länger als 45 s sein.

6.2.4 Darüber hinaus muß die Stromerzeugungsanlage so eingerichtet sein, daß, wenn einer der Generatoren oder dessen Primärenergiequelle außer Betrieb sind, der oder die übrigen Generatoren in der Lage sind, die elektrischen Einrichtungen zu versorgen, die erforderlich sind, um die Hauptantriebsanlage vom energielosen Zustand des Schiffes aus (dead ship condition) zu starten. Die Notstromquelle kann für das Starten vom energielosen Zustand verwendet werden, wenn ihre Leistung entweder allein oder kombiniert mit einer anderen Stromquelle ausreicht, gleichzeitig die von der zuständigen Aufsichtsstelle geforderten Noteinrichtungen zu versorgen.

Wenn die Einrichtungen für das Starten vom energielosen Zustand aus nur elektrischer Art sind und die Notstromquelle für diesen Zweck nicht verwendet werden kann, müssen die Starteinrichtungen für das Stromaggregat, das für den Start aus energielosem Zustand verwendet werden soll, so ausgeführt sein, daß sie den für das Starten des Notgenerators erforderlichen Einrichtungen mindestens gleichwertig sind.

6.2.5 Wenn Transformatoren, Umformer oder ähnliche Geräte einen wesentlichen Teil des im Abschnitt 6.2 geforderten elektrischen Versorgungssystems bilden, muß das System so angeordnet sein, daß die gleiche Versorgungskontinuität sichergestellt ist, wie im Abschnitt 6.2 angegeben.

⁵⁾ Siehe Seite 14

⁶⁾ Nationale Fußnote: Der englische Original-Text wurde durch den Text der Änderung ersetzt und entspricht (2c) des nationalen Vorwortes.