

DIN IEC 60533

ICS 47.020.60

**Elektrische und elektronische Anlagen auf Schiffen –
Elektromagnetische Verträglichkeit (IEC 60533:1999)**

Electrical and electronic installations in ships –
Electromagnetic compatibility (IEC 60533:1999)

Installations électriques et électroniques à bord des navires –
Compatibilité électromagnétique (IEC 60533:1999)

Gesamtumfang 51 Seiten

Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) im DIN

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort	3
Einleitung.....	4
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	6
4 Allgemeines	12
5 EMV-Prüfplan	12
5.1 Zweck	12
5.2 Prüfaufbau	12
5.3 Voraussetzungen für die Prüfung	13
5.4 Bewertungskriterien	13
5.5 Umfang der EMV-Prüfungen	14
6 Anforderungen an die Prüfung von Störaussendungen	14
6.1 Prüfbedingungen während der Störaussendungsmessungen	14
6.2 Störaussendungen, Grenzwerte.....	17
7 Anforderungen an die Prüfung der Störfestigkeit.....	18
7.1 Prüfbedingungen während der Störfestigkeitsprüfungen	18
7.2 Störfestigkeit, Mindestanforderungen	18
7.3 Systemgesichtspunkte.....	20
8 Prüfergebnisse und Prüfbericht.....	20
Anhang A (informativ) IMO Resolution A. 813 (19) 1995 (Übersetzung)	21
Anhang B (informativ) Allgemeine EMV-Planungs-Verfahren	22
Anhang C (informativ) Maßnahmen zur Erreichung der EMV	34
Literaturhinweise	51
Bilder	
Bild 1 — Beispiele für Ports (Tore)	10
Bild 2 — Schematische Darstellung der Zonen (Beispiel).....	11
Bild B.1 — EMV-Analyse, Flussdiagramm	28
Bild B.2 — EMV-Analyse, Beeinflussungs-Matrix	29
Bild B.3 — EMV-Analyse, Frequenzplan.....	30
Bild B.4 — EMV-Analyse, Pegelplan	30
Tabellen	
Tabelle 1 — Betriebsmittel-Prüfmatrix.....	15
Tabelle 2 — Aussendungs-Grenzwerte	17
Tabelle 3 — Aussendungs-Grenzwerte	17
Tabelle 4 — Mindestanforderungen an Störfestigkeit für Schiffsausrüstung.....	19

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Internationalen Norm IEC 60533:1999 „Electrical and electronic installations in ships — Electromagnetic compatibility“ des Technischen Komitees IEC/TC 18 „Electrical installations of ships and of mobile and fixed offshore units“.

Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuss NA 132-03-03 AA „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV), Netzqualität“ zuständig.

Elektrische und elektronische Anlagen auf Schiffen — Elektromagnetische Verträglichkeit

Einleitung

Elektrische Anlagen auf Schiffen mit elektrischen oder elektronischen Systemen müssen unter vielfältigen Umgebungsbedingungen arbeiten.

Die Begrenzung unerwünschter elektromagnetischer Aussendung stellt sicher, dass durch das betrachtete Betriebsmittel kein anderes Betriebsmittel an Bord unzulässig beeinflusst wird. Zweckmäßige Grenzwerte werden festgelegt.

Andererseits muss das Betriebsmittel uneingeschränkt in seiner üblichen elektromagnetischen Umgebung funktionieren. Die Grenzwerte für die Störfestigkeit, die in dieser Norm festgelegt sind, sind unter dieser Annahme ausgewählt worden. Die Betriebsmittel, die in Übereinstimmung mit dieser Norm geprüft und installiert sind, erfüllen die relevanten IMO-Anforderungen. Besondere Risiken, z. B. transiente Überspannungen, die durch das Schalten von Leistungsschaltern hervorgerufen werden, Blitzeinwirkungen sowie elektromagnetische Strahlung von Funksendeanlagen sind mit abgedeckt.

Komplexe elektrische oder elektronische Systeme erfordern eine EMV-Planung in allen Phasen der Entwicklung und der Installation unter Berücksichtigung der elektromagnetischen Umgebung, der Betriebsmittel-Leistungsdaten und gegebenenfalls spezieller Anforderungen.

Diese zweite Ausgabe gilt für die elektromagnetische Verträglichkeit aller elektrischen und elektronischen Anlagen auf Schiffen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Anforderungen für die Störaussendung, Störfestigkeit und Leistungskriterien im Hinblick auf die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) elektrischer und elektronischer Betriebsmittel für Schiffe fest. Sie hilft, die Anforderungen der IMO Resolution A.813 (siehe Anhang A) zu erfüllen.

Betriebsmittel, die in Übereinstimmung mit dieser Norm geprüft und installiert sind, erfüllen die relevanten IMO Anforderungen.

ANMERKUNG 1 Der normative Teil dieser Norm ist als EMV Produktfamiliennorm ausgeführt

ANMERKUNG 2 Auswirkungen auf den Menschen sind nicht Gegenstand dieser Norm.

Diese Norm enthält darüber hinaus Richtlinien und Empfehlungen für Maßnahmen, mit denen EMV in elektrischen und elektronischen Anlagen folgender Betriebsmittelgruppen erreicht wird:

- a) Gruppe A: Funksende-/Empfangs- und Navigationsanlagen;
- b) Gruppe B: Stromerzeuger und Umformer;
- c) Gruppe C: Betriebsmittel, die mit gepulster Leistung arbeiten;
- d) Gruppe D: Schalt- und Regel-Anlagen;
- e) Gruppe E: Wechselsprech- und Signalübertragungsanlagen;
- f) Gruppe F: Nichtelektrische Ausrüstungen und Betriebsmittel;
- g) Gruppe G: Integrierte Systeme.

Die EMV-Fachgrundnorm für die Gruppen A und C ist IEC 60945.

ANMERKUNG 3 Diese Norm behandelt weder den nicht bestimmungsgemäßen Betrieb, noch grundsätzliche elektrische Sicherheitsanforderungen wie z. B. Schutz gegen elektrischen Schlag und Spannungsfestigkeitsprüfungen.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente 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 Guide 107, *Electromagnetic compatibility — Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*

IEC 60050 (161), *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) — Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

IEC 60092-101, *Electrical installations in ships — Part 101: Definitions and general requirements*

IEC 60092-201, *Electrical installations in ships — Part 201: System design — General*

IEC 60092-504, *Electrical installations in ships — Part 504: Special features — Control and instrumentation*

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

IEC 61000-1-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 1: General — Section 1: Application and interpretation of fundamental definitions and terms*

IEC 61000-4-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4: Testing and measurement techniques — Section 1: Overview of immunity tests. Basic EMC Publication*

IEC 61000-4-2, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4: Testing and measurement techniques — Section 2: Electrostatic discharge immunity test. Basic EMC Publication*

IEC 61000-4-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4: Testing and measurement techniques — Section 3: Radiated, radio-frequency, electromagnetic field immunity test*

IEC 61000-4-4, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4: Testing and measurement techniques — Section 4: Electrical fast transient/burst immunity test*

IEC 61000-4-5, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4: Testing and measurement techniques — Section 5: Surge immunity test*

IEC 61000-4-6, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4: Testing and measurement techniques — Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields*

IEC 61000-4-11, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4: Testing and measurement techniques — Section 11: Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests*

IEC 61000-4-16, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 4: Testing and measurement techniques — Section 16: Test for immunity to conducted, common mode disturbances in the frequency range 0 Hz to 150 kHz.*

CISPR 16-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods — Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*

CISPR 16-2, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods — Part 2: Methods of measurement of disturbance and immunity*

SOLAS, *International Convention for the Safety of Life at Sea, 1974 (as amended)*

IMO Resolution A.813 (19), 1995, *General requirements for electromagnetic compatibility (EMC) for all electrical and electronic ship's equipment*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die folgenden Begriffe. Allgemeine Begriffe sind auch in IEC 60050 (161) und in IEC 61000-1-1 zu finden.

Weitere Begriffe, die nicht in IEC 60050 (161) aber ebenso wichtig für die Anwendung unterschiedlicher Prüfungen sind, befinden sich in den EMC Basis-Publikationen.

3.1

elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

die Fähigkeit eines Betriebsmittels oder eines Systems, in seiner elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren, ohne in diese Umgebung, zu der auch andere Betriebsmittel gehören, unzulässige elektromagnetische Störungen einzubringen

[IEV 161-11-07]

3.2**elektromagnetische Beeinflussung**

Wirkung elektromagnetischer Größen auf elektrische und elektronische Schaltkreise, Betriebsmittel, Systeme oder den Menschen

3.3**elektromagnetische Störung; elektromagnetische Funktionsstörung**

Beeinträchtigung der Funktion eines Betriebsmittels, eines Übertragungskanal oder Systems, die durch eine elektromagnetische Störgröße verursacht wird

ANMERKUNG 1 Im Englischen bezeichnen die Begriffe „electromagnetic interference“ und „electromagnetic disturbance“ Ursache und Wirkung, werden aber oft unterschiedslos verwendet.

ANMERKUNG 2 Im Französischen bezeichnen die Benennungen „perturbation électromagnétique“ und „brouillage électromagnétique“ Ursache und Wirkung und sollten nicht unterschiedslos benutzt werden.

[IEV 161-11-06]

3.3.1**Beeinträchtigung der Funktion**

unerwünschte Abweichung des Betriebsverhaltens eines Betriebsmittels, einer Anlage oder eines Systems vom vorgesehenen Betriebsverhalten

ANMERKUNG Eine Beeinträchtigung der Funktion kann ein vorübergehender oder ein andauernder Fehlzustand sein.

3.3.2**Ausfall der Funktion**

der Verlust der Funktion eines Betriebsmittels über das Zulässige hinaus, wobei die Funktion nur durch technische Maßnahmen wiederhergestellt werden kann

ANMERKUNG Der Funktionsausfall kann dauernd oder vorübergehend sein.

- Technische Maßnahmen zur Behebung eines dauernden Funktionsausfalles erfordern die Verwendung von Werkzeugen oder Ersatzteilen.
- Technische Maßnahmen zur Behebung eines vorübergehenden Funktionsausfalles erfordern einfache Eingriffe des Bedieners wie Rücksetzen eines Computers oder eine Wiedereinschaltung.

3.4**elektromagnetische Störgröße**

elektromagnetische Erscheinung, die die Funktion eines Betriebsmittels, einer Anlage oder Systems beeinträchtigen oder lebende oder tote Materie ungünstig beeinflussen kann

ANMERKUNG Eine elektromagnetische Störgröße kann elektromagnetisches Rauschen, ein unerwünschtes Signal oder eine Änderung im Ausbreitungsmedium selbst sein.

[IEV 161-11-05]

3.5**Störquelle**

Betriebsmittel, oder System, das die Spannungen, Ströme oder elektromagnetischen Felder verursacht, welche als elektromagnetische Störgrößen wirken

[IEV161-11-23]

3.6

Störsenke

Betriebsmittel oder System, dessen Funktion durch elektromagnetische Störgrößen beeinträchtigt werden kann

[IEV161-11-24]

3.7

(elektromagnetische) Aussendung

Erscheinung, bei der elektromagnetische Energie aus einer Quelle austritt

[IEV161-11-08]

3.8

Störfestigkeit (gegenüber einer Störgröße)

Fähigkeit eines Betriebsmittels oder Systems, in Gegenwart einer elektromagnetischen Störgröße ohne Beeinträchtigung der Funktion zu funktionieren

[IEV161-11-20]

3.9

Kopplung

Wechselwirkung von Stromkreisen zwischen denen Energie von einem zum anderen übertragen werden kann

3.10

Einfügungsdämpfungsmaß

logarithmiertes Verhältnis der Leistung, die eine Last aufnimmt, wenn sie direkt von der Quelle gespeist wird, zu der Leistung, welche die Last aufnimmt, wenn ein Vierpol (z. B. ein Filter) zwischen Quelle und Last eingefügt ist

3.11

Reflexionsdämpfungsmaß

logarithmiertes Verhältnis des reziproken Wertes des Reflexionsfaktors r : $a = 20 \times \log 1/r$; r ist das Verhältnis der rücklaufenden Welle zur hinlaufenden Welle

ANMERKUNG $r = 0$, $a = \infty$, wenn die Impedanz des Schutzkreises dem Wellenwiderstand des angeschlossenen Kabels angepasst ist.

3.12

EMV-Analyse

Erfassung und Auswertung von EMV-Daten zur Bestimmung des Grades der Beeinflussung bei elektrischen Betriebsmitteln

3.13

Beeinflussungs-Matrix

Tabelle, in der die Störquellen und Störsenken einander gegenübergestellt werden. Am Kreuzungspunkt der Zeilen und Spalten wird der Grad der elektromagnetischen Beeinflussung eingetragen

3.14

Prüfling (EUT)

Betriebsmittel oder System, das einer EMV-Konformitätsprüfung (Aussendung und Störfestigkeit) unterzogen wird

3.15

Anlage oder Untersystem

technische Einrichtung, die eine vorgegebene Funktion erfüllen soll und aus einer Anzahl von elektrischen und mechanischen Untereinheiten besteht

3.16**integriertes System**

Kombination räumlich getrennter Ausrüstungsteile, die zur Erfüllung einer bestimmten Funktion elektrisch miteinander verbunden sind

BEISPIEL Integriertes Schiffsladungsüberwachungssystem mit Sensoren und Betriebsmitteln in unterschiedlichen Zonen.

3.17**System**

Gesamtheit von Betriebsmitteln oder Komponenten, die gemäß einer Planung zusammenwirken. Ein Betriebsmittel oder eine Komponente eines Systems kann ein anderes System sein (genannt Untersystem). Solche Betriebsmittel oder Komponenten können sein:

- Hardware;
- Steuersystem;
- gesteuertes System;
- Software;
- menschlicher Eingriff.

ANMERKUNG Das gesamte Schiff mit all seinen Betriebsmitteln kann als System betrachtet werden.

3.18**Masse**

metallene Struktur eines Schiffes und alle anderen Teile, die leitfähig miteinander verbunden sind

ANMERKUNG 1 Bezüglich Schutz Erde siehe 3.19.

ANMERKUNG 2 Für EMV-Zwecke gleichen die Verbindungen zwischen metallenen Teilen die unterschiedlichen Potentiale aus und erfordern eine niederohmige Impedanz im betrachteten Frequenzbereich. Der betrachtete Frequenzbereich umfasst sowohl Betriebsfrequenzen als auch die Störfrequenzen. Dieser Frequenzbereich und die Abmessungen des elektrischen Betriebsmittels bestimmen den erreichbaren Potentialausgleich und somit auch die Wirksamkeit der Masse. Die Masse erfüllt nicht in allen Fällen die Anforderungen an Schutz Erde hinsichtlich Personenschutz.

ANMERKUNG 3 Für Schiffe mit nichtmetallinen Strukturen bilden alle leitfähig miteinander verbundenen Metallpfade (einschließlich der Masseplatte, soweit vorhanden) die gemeinsame Masse.

3.19**Schutz Erde (PE)**

Leiter, der als Schutzmaßnahme gegen gefährliche Körperströme erforderlich ist und elektrisch die leitenden Teile des Betriebsmittelgehäuses mit einem oder mit mehreren der nachfolgenden Teile verbindet:

- äußere leitfähige Teile;
- Haupt-Erdungsanschluss;
- Erdungspunkt der Stromverteilung, soweit vorhanden;
- metallene Gehäuse anderer Betriebsmittel.

3.20**Bezugsmasse**

Masse, auf deren Potential sich die Potentiale anderer Leiter beziehen

3.21

Typprüfung

Qualifikationsprüfung an einem Musterprüfling, um festzustellen, dass dieser die Anforderungen dieser Norm erfüllt

3.22

Port (Tor)^{N1)} definierte Schnittstelle eines Betriebsmittels zur äußeren elektromagnetischen Umgebung, durch welche Störungen eindringen oder ausgesendet werden können (siehe Bild 1).

ANMERKUNG Leitfähige Schnittstellen können aus Kabeln, Massebändern oder mechanischen Schnittstellen wie Rohren und Befestigungsmitteln bestehen.

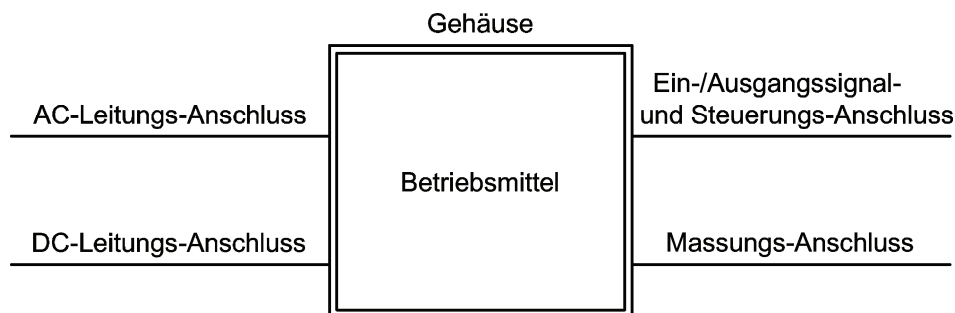


Bild 1 — Beispiele für Ports (Tore)

3.23

Zonen

<elektrische und elektronische Anlagen auf Schiffen>

Bereiche, die durch die darin befindlichen empfindlichen oder störenden Betriebsmittel charakterisiert werden:

- Decks- und Brückenzone: Bereiche in geringer Entfernung zu Empfangs- oder Sendeantennen und das Ruderhaus sowie Kontrollräume, die durch die Ausstattung für internen Sprechverkehr, Signalverarbeitung, drahtlose Nachrichtenübertragung und Navigation, Hilfsmaschinen und durch große Öffnungen in der Metallstruktur gekennzeichnet sind
- Allgemeine Energieverteilung: Bereich, der durch normale Verbraucher gekennzeichnet ist
- Besondere Energieverteilung: Bereich, der durch Antriebssysteme, Bugstrahlruder usw. gekennzeichnet ist, die Störaussendungen jenseits der in Tabelle 3 angegebenen Grenzen erzeugen
- Wohnbereich: Bereich auf Schiffen, der durch Betriebsmittel gekennzeichnet ist, die von Fahrgästen, der Besatzung und anderen Personen an Bord gebracht worden sind, und dort betrieben werden sollen

3.24

normale Verbraucher

Betriebsmittel für den Schiffsbetrieb wie Maschinen, Steuerungen und kleine statische Umformer

3.25

Kabelauswahl

Kabel für ähnliche Signaltypen und –pegel werden ausgewählt und der gleichen Kategorie zugeordnet

^{N1)} Nationale Fußnote: Das deutsche Spiegelgremium hat entschieden, den Begriff „Port“ als Fachbegriff aufzufassen und nicht zu übersetzen, da die korrekte Übersetzung in „Tor“ zu assoziativen Schwierigkeiten führt, besonders wenn es sich bei dem „Tor“ um eine geschlossene Gehäusewand handelt.

3.26

Kabeltrennung

Kabel unterschiedlicher Kategorien, die mit Abstand verlegt sind, um störende Kopplungen zu reduzieren

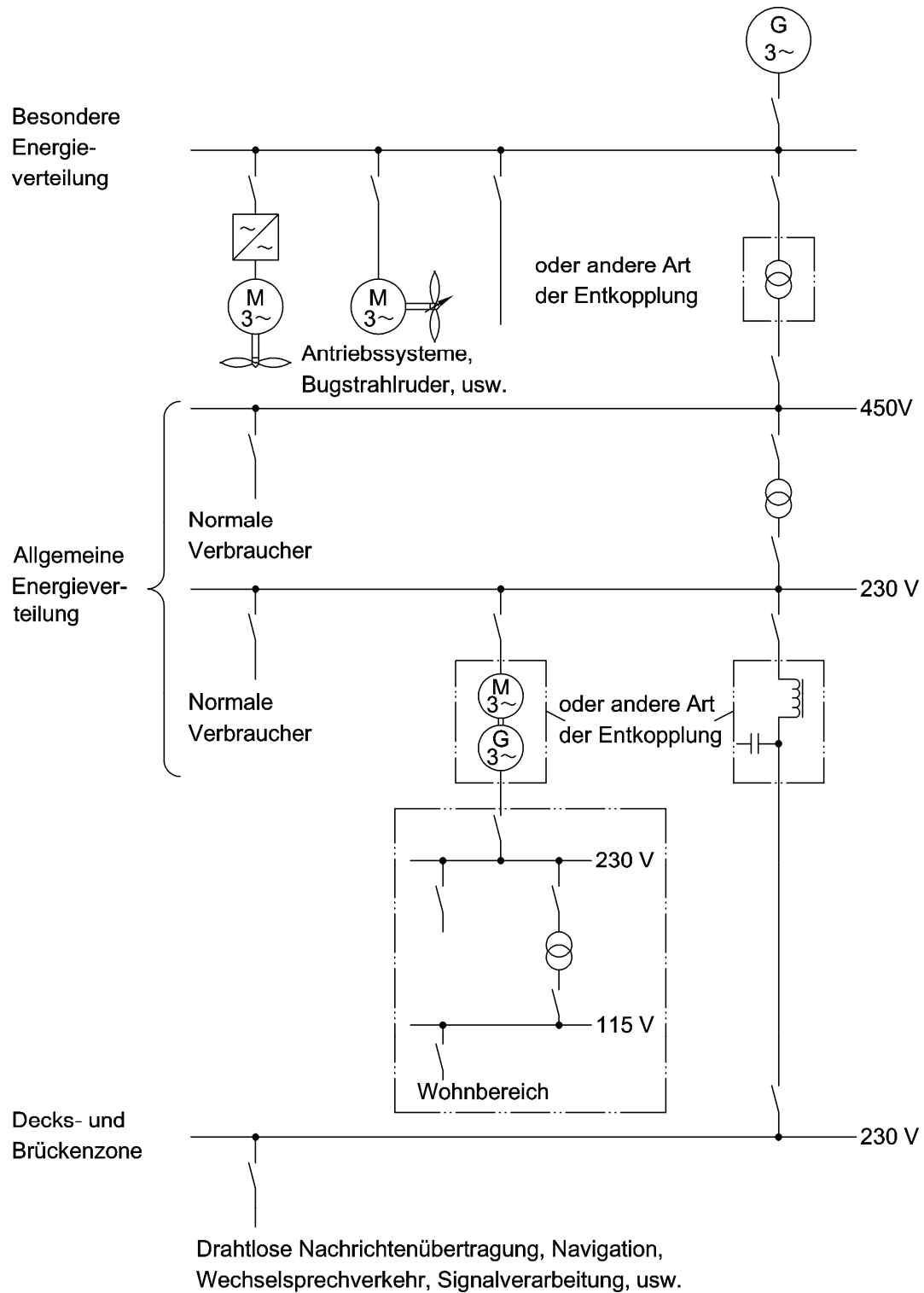


Bild 2 — Schematische Darstellung der Zonen (Beispiel)

4 Allgemeines

Schiffsbetriebsmittel und –systeme können verschiedenen Arten elektromagnetischer Störungen ausgesetzt sein, die über Versorgungsleitungen oder Steuerleitungen eingeleitet oder direkt aus der Umgebung eingestrahlt werden. Art und Intensität der Störungen hängen von den besonderen Bedingungen ab, in denen das System, Untersystem oder Betriebsmittel installiert ist und unter denen es betrieben werden soll.

Die individuelle Ausrüstung eines Schiffes kann auch die Quelle elektromagnetischer Störungen über einen großen Frequenzbereich sein, geleitet über Versorgungs- und Signalleitungen oder direkt gestrahlt, wobei sie das Betriebsverhalten anderer Betriebsmittel oder die äußere elektromagnetische Umgebung beeinflusst.

Die Bewertungskriterien für die Prüfungen der Störfestigkeitsanforderungen sind gebunden an die Kriterien des Betriebsverhaltens, die als Betriebsanforderungen definiert sind.

Das Ziel der Festlegung von Störaussendungsgrenzwerten ist es, sicherzustellen, dass die Störungen, die durch Betriebsmittel und Systeme erzeugt werden, unterhalb der Pegel bleiben, die andere Betriebsmittel und Systeme in ihrer bestimmungsgemäßen Funktion beeinträchtigen.

ANMERKUNG 1 Die minimalen Störfestigkeitsanforderungen von Abschnitt 7 stellen eine typische elektromagnetische Umgebung dar und sind so gewählt worden, dass ein adäquater Störfestigkeitspegel für Schiffe sichergestellt ist.

ANMERKUNG 2 Die Aussendungsgrenzwerte dieser Norm können jedoch keinen angemessenen Schutz gegen Störungen von Rundfunkempfängern sicherstellen, wenn das Betriebsmittel in weniger als 3 m Abstand zur Empfangsantenne betrieben wird (siehe Anhang B).

ANMERKUNG 3 In besonderen Fällen, z. B., wenn ein empfindliches Betriebsmittel in einem Abstand von weniger als 3 m zur Sendeantenne betrieben wird, sind zusätzliche Schutzmaßnahmen anzuwenden, um die elektromagnetische Störfestigkeit über die in Abschnitt 7 angegebenen Pegel hinaus, zu erhöhen.

5 EMV-Prüfplan

5.1 Zweck

Vor der Durchführung der Prüfung ist ein EMV-Prüfplan aufzustellen. Er sollte mindestens die Elemente nach 5.2 bis 5.5 enthalten.

Prüfungen, die in dieser Norm festgelegt sind, werden üblicherweise als Typprüfungen durchgeführt und sollen, wenn möglich in einem EMV-Prüflabor durchgeführt werden. Zu den EMV-Prüfverfahren wird auf die IEC-Fachgrundnormen verwiesen. Jedoch in Fällen, in denen eine Typprüfung unpraktikabel ist (Abmessungen des Prüflings, Funktionssteuerung, usw.) dürfen individuelle Prüfungen durchgeführt werden, wenn nötig „in situ“ (im System eingebaut und betriebsfähig), in Übereinstimmung mit einem angepassten Prüfverfahren.

5.2 Prüfaufbau

5.2.1 Allgemeines

Schiffssysteme sind nicht einheitlich aufgebaut. Typ, Anzahl und Installation der Betriebsmittel, ob einzeln installiert oder integriert, kann von System zu System variieren. Deshalb ist es nicht sinnvoll, jede mögliche Anordnung zu prüfen, sondern es wird empfohlen, Typprüfungen durchzuführen.

Für eine realistische Nachbildung der EMV-Situation (sowohl bezüglich Störaussendung als auch bezüglich Störfestigkeit) ist eine Anordnung des Prüflings mit seinen Hilfseinrichtungen wie Kabel, Stromversorgung usw. aufzubauen, um eine realistische Installation nachzubilden. Dieser Aufbau soll so weit wie möglich unter üblichen Bedingungen betrieben werden (einschließlich der Software).

5.2.2 Anordnung des Prüflings

Wenn es sich bei dem Prüfling, der einer Typprüfung unterzogen werden soll, um ein System, Untersystem oder eine Anlage handelt, von dem anzunehmen ist, dass es örtlich verteilt installiert ist, sind eine oder mehrere typische Konfigurationen mit allen Prüflingskomponenten auszuwählen, um reale Anlagen nachzubilden. Eine Begründung für die gewählten Konfigurationen muss im EMV-Prüfplan angegeben werden.

ANMERKUNG Das Typprüfzeugnis, das nach der Prüfung ausgestellt wird, ist nur gültig für den Prüfaufbau, wie er im EMV-Prüfplan dokumentiert ist.

5.2.3 Interne Verbindungskabel des Prüflings

Eine hinreichend große Anzahl von internen Verbindungskabeln soll angeschlossen werden. Mindestens ein Verbindungskabel jedes verwendeten Kabeltyps ist während der Prüfungen in einer repräsentativen Konfiguration zu betreiben.

Die Verbindungskabel müssen den genormten Ausführungen (siehe Tabelle C.1) entsprechen. Dort, wo spezielle Kabel gefordert werden, muss der Hersteller des Prüflings die Spezifikation mitliefern.

5.2.4 Hilfs-Betriebsmittel

Eine Liste aller Hilfs-Betriebsmittel ist vorzulegen. Die aufgezählten Hilfs-Betriebsmittel müssen hinreichen, alle realen Betriebsbedingungen nachzubilden und sicherzustellen, dass alle möglichen Betriebsarten durchgeführt werden können.

5.2.5 Verkabelung und Massung

Der Prüfling ist mit allen notwendigen Kabeln anzuschließen und nach den Spezifikationen des Herstellers und den Installationsanforderungen mit der Masse zu verbinden. Darüber hinausgehende Massung ist nicht zulässig.

5.3 Voraussetzungen für die Prüfung

5.3.1 Betriebsbedingungen

Typische Betriebsarten des Prüflings müssen vor der Prüfung vom Hersteller definiert sein unter Berücksichtigung der Tatsache, dass die repräsentativen Funktionen der Betriebsmittel geprüft werden können, z. B. analoge Signale bei 0 %, 50 % und 100 % des Nennwertes oder digitale Signale mit typischen Impulsverläufen. Auf die Auswahl kritischer Betriebsarten ist besonders zu achten.

5.3.2 Klimatische Umgebungsbedingungen

EMV-Prüfungen sollen unter normalen klimatischen Umgebungsbedingungen durchgeführt werden. Normale Umgebungsbedingungen bestehen aus einer beliebigen, geeigneten Kombination einer Temperatur im Bereich von +15 °C bis +45 °C und einer relativen Luftfeuchte im Bereich von 20 % bis 75 %.

Wenn es nicht möglich ist, die Prüfungen unter den o. a. Umgebungsbedingungen durchzuführen, ist dem Prüfbericht eine Anmerkung hinzuzufügen, die die tatsächlichen Umgebungsbedingungen angibt, die bei der Prüfung vorgelegen haben.

5.3.3 Prüf-Software

Die Prüf-Software, die für unterschiedliche Betriebsarten verwendet wurde, ist anzugeben.

5.4 Bewertungskriterien

Bestanden-/Nichtbestanden-Kriterien sind für jeden Anschluss (Tor) und jede Prüfung festzulegen. Die Bewertungskriterien sind, wenn möglich, als zahlenmäßige Werte vorzugeben.

Für die Auswertung gelten folgende Funktionskriterien:

Funktionskriterium A:

Der Prüfling muss während und nach der Prüfung bestimmungsgemäß arbeiten. Eine Beeinträchtigung oder ein Ausfall einer Funktion, die in der entsprechenden Betriebsmittelnorm und in der vom Hersteller herausgegebenen technischen Beschreibung definiert ist, ist nicht zulässig.

Funktionskriterium B:

Der Prüfling muss nach der Prüfung bestimmungsgemäß arbeiten. Eine Beeinträchtigung oder ein Verlust einer Funktion, die in der entsprechenden Betriebsmittelnorm und in der vom Hersteller herausgegebenen technischen Beschreibung definiert ist, ist nicht zulässig. Während der Prüfung sind jedoch Beeinträchtigung oder Ausfall von Funktionen, die sich selbst beheben, zulässig; allerdings ist eine Änderung der aktuellen Betriebsart oder gespeicherter Daten nicht zulässig.

Funktionskriterium C:

Während und nach der Prüfung ist vorübergehende Funktionsbeeinträchtigung oder vorübergehender Ausfall einer Funktion zulässig, vorausgesetzt, die Funktion stellt sich selbst wieder her oder kann durch Betätigung von Bedienelementen wiederhergestellt werden, wie in der entsprechenden Betriebsmittelnorm und in der vom Hersteller herausgegebenen technischen Beschreibung definiert ist.

5.5 Umfang der EMV-Prüfungen

Alle durchzuführenden Prüfungen sind im EMV-Prüfplan, basierend auf der Betriebsmittelprüfmatrix nach Tabelle 1, anzugeben. Die in 6.2 und 7.2 angegebenen Fachgrundnormen enthalten die Beschreibung der Prüfungen, die Prüfmethode, die Prüfmerkmale und den jeweiligen Prüfaufbau. In dieser Norm werden zusätzlich für die praktische Realisierung der Prüfungen notwendige Informationen angegeben. In einigen Fällen sollte der EMV-Prüfplan die Durchführung im Detail festlegen.

Kriterien für die einzelnen Prüfungen sind Tabelle 1 zu entnehmen.

ANMERKUNG Im Regelfall sind über die in dieser Norm angegebenen Prüfungen hinaus keine weiteren Prüfungen erforderlich.

6 Anforderungen an die Prüfung von Störaussendungen

6.1 Prüfbedingungen während der Störaussendungsmessungen

Messungen müssen mit dem Prüfling in denjenigen Betriebsarten durchgeführt werden, die die höchsten Störaussendungspegel im untersuchten Frequenzbereich aufweisen (siehe Abschnitt 5).

ANMERKUNG 1 Die hier beschriebenen Grenzwerte für leitungsgebundene Aussendungen werden für sämtliche Anschlüsse getrennt angegeben.

ANMERKUNG 2 Die Grenzwertanforderungen an gestrahlte Aussendungen im Bereich der Empfangsfrequenzen setzen einen Mindestabstand im Brückenbereich und im Decksbereich von 3 m zwischen der Quelle und der Antenne voraus. Für geringere Abstände ist eine besondere Verträglichkeitsanalyse notwendig.

Messungen müssen für jede Störaussendungsart unter definierten und reproduzierbaren Bedingungen durchgeführt werden.

Die Beschreibungen der Prüfungen, der Prüfmethode und des Prüfaufbaus sind in den Fachgrundnormen festgelegt, die in Tabellen 2 und 3 angegeben sind. Die Messungen sind mit einem Quasi-Spitzenwert-Detektor durchzuführen.

Die Messbandbreite nach CISPR 16-1 beträgt 200 Hz im Frequenzbereich von 10 kHz bis 150 kHz, 9 kHz im Frequenzbereich von 150 kHz bis 30 MHz und 120 kHz im Frequenzbereich von 30 MHz bis 2 GHz. Nach IEC 60945 soll die Messbandbreite 9 kHz im Frequenzbereich von 156 MHz bis 165 MHz betragen.

Tabelle 1 — Betriebsmittel-Prüfmatrix

Gruppe	Betriebsmittel- und Anlagen- gruppe	Beispiele für Betriebsmittel		CISPR 16-2	CISPR 16-2	IEC 61000-4-16	IEC 61000-4-11	IEC 61000-4-11	IEC 61000-4-4	IEC 61000-4-5	IEC 61000-4-6	IEC 61000-4-2	IEC 61000-4-3
				Leitungsgeführte Störaussendung	Gestrahlte Störaussendung	Leitungsgeführte niederfrequente Störungen	Netzspannungs- änderungen	Netzspan- nungsfehler	Schnelle leitungs- geführte Transienten	Stoßspannungen	Leitungsgeführte HF-Störgrößen	Elektrostatische Entladungen (ESD)	Hochfrequente elektromagne- tische Felder
A	Funk-Nachrichtenübertragungs- und Navigationsanlagen	Seefunk- und Navigations-Systeme und Ausrüstung	Sender und Empfänger für Seefunk- und Navigationsdienste	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
B	Ausrüstung für Energieerzeugung und -wandlung	Elektrische Maschinen	Induktionsmotoren/-generatoren	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
			Synchronmaschinen	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–
			Gleichstrommaschinen	X	X	–	–	–	–	–	–	–	–
			Elektrische Maschinen, die durch elektronische Betriebsmittel gesteuert werden	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			Spezielle elektrische Maschinen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Elektronische Erregergeräte	Automatische Spannungsregler (AVR)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			Zusatz-Betriebsmittel	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Umformer	Frequenz-Direktumrichter	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			Synchronumformer (DC-Anschluss)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			Pulsbreitenumformer	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
			DC-Umformer	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Transformatoren		–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
C	Betriebsmittel, die mit gepulster Leistung arbeiten	Schiffs-Navigationsanlagen	Radar und Sonarsysteme, Echolote	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
D	Schalter und Steuersysteme	Leistungsschalter/Schütze	Ohne elektronische Komponenten	–	–	X	–	–	–	–	–	–	–
		Elektronische Steuerungen		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Relais-Steuerungen		–	–	–	–	X	–	X	–	–	–

Tabelle 1 (fortgesetzt)

Gruppe	Betriebsmittel- und Anlagen- gruppe	Beispiele für Betriebsmittel		CISPRE 16-2	CISPRE 16-2	IEC 61000-4-16	IEC 61000-4-11	IEC 61000-4-11	IEC 61000-4-4	IEC 61000-4-5	IEC 61000-4-6	IEC 61000-4-2	IEC 61000-4-3
				Leitungsgeführte Störaussendung	Gestrahlte Störaussendung	Leitungsgeführte niederfrequente Störungen	Netzspan- nungsänderungen	Netzspan- nungsfehler	Schnelle leitungs- geführte Transienten	Stoßspannungen	Leitungsgeführte HF-Störgrößen	Elektrostatische Entladungen (ESD)	Hochfrequente elektromagne- tische Felder
E	Wechselsprech- und Signalverarbeitungsanlagen	Elektronischer Alarmmonitor		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Elektronisches Steuersystem		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Automatisierungssystem		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Rechner, Sensoren		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
F	Nichtelektrische Ausrüstungen und Betriebsmittel	Takelage	Erzeugung von Breitbandstörungen	entfällt									
G	Integrierte Systeme	Frachtüberwachungssysteme	Prüfung des individuellen Betriebsmittels/Systems	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Integrierte Navigationssysteme (INS)	Prüfung des individuellen Betriebsmittels/Systems	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Integrierte Brückensysteme (IBS)	Prüfung des individuellen Betriebsmittels/Systems	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
x: Prüfung ist erforderlich; -: Prüfung ist nicht erforderlich													