

DIN IEC 60533



ICS 47.020.60

Entwurf

Einsprüche bis 2019-05-01
Vorgesehen als Ersatz für
DIN IEC 60533:2010-11

**Elektrische und elektronische Anlagen auf Schiffen –
Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) –
Schiffe mit Metallrumpf (IEC 60533:2015);
Text Deutsch und Englisch**

Electrical and electronic installations in ships –
Electromagnetic compatibility (EMC) –
Ships with a metallic hull (IEC 60533:2015);
Text in German and English

Installations électriques et électroniques à bord des navires –
Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Bateaux à coque métallique (IEC 60533:2015);
Texte en allemand et anglais

Anwendungswarnvermerk

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2019-03-01 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe 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/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe 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), 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 119 Seiten

DIN-Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT)

Inhalt

	Seite
Nationales Vorwort	5
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise	7
Einleitung	9
1 Anwendungsbereich.....	10
2 Normative Verweisungen	10
3 Begriffe	11
4 Allgemeines.....	17
5 EMV-Prüfplan	17
5.1 Zweck	17
5.2 Prüfaufbau	17
5.2.1 Allgemeines.....	17
5.2.2 Konfiguration des Prüflings.....	18
5.2.3 Interne Verbindungskabel des Prüflings.....	18
5.2.4 Hilfs-Betriebsmittel.....	18
5.2.5 Verkabelung und Massung	18
5.3 Voraussetzungen für die Prüfung	18
5.3.1 Betriebsbedingungen.....	18
5.3.2 Klimatische Umgebungsbedingungen	18
5.3.3 Prüf-Software	19
5.4 Bewertungskriterien.....	19
5.5 Umfang der EMV-Prüfungen	19
6 Anforderungen an die Prüfung von Aussendungen	19
6.1 Prüfbedingungen während der Aussendungsmessungen	19
6.2 Aussendungen, Grenzwerte	24
6.2.1 Allgemeines.....	24
6.2.2 Aussendungs-Grenzwerte für Betriebsmittel, die auf der Brücke und in der Deckszone installiert sind	25
6.2.3 Aussendungs-Grenzwerte für Betriebsmittel, die in der Allgemeinen Energieverteilungszone installiert sind	26
6.2.4 Aussendungs-Grenzwerte für Betriebsmittel, die in der besonderen Energieverteilungszone installiert sind	27
7 Anforderungen an die Prüfung der Störfestigkeit.....	27
7.1 Prüfbedingungen während der Störfestigkeitsprüfungen	27
7.2 Störfestigkeit, Mindestanforderungen.....	27
7.3 Systemgesichtspunkte	29
8 Prüfergebnisse und Prüfbericht.....	29
Anhang A (informativ) Allgemeine EMV-Planungs-Verfahren.....	30
A.1 Einführung.....	30
A.2 Allgemeine Verfahren	30
A.3 EMV-Management	30
A.3.1 Allgemeines.....	30
A.3.2 EMV-Beratergruppe	31
A.3.3 Aufgaben des EMV-Managements	31

A.3.4	Grobe EMV-Analyse	31
A.3.5	EMV-Anforderungen an Betriebsmittel	32
A.3.6	EMV-Schnittstellen-Vereinbarungen	32
A.3.7	Installationsempfehlungen	32
A.3.8	Prüfung der Übereinstimmung mit EMV-Bestimmungen	33
A.3.9	Zusätzliche Maßnahmen	33
A.4	Vollständige EMV-Analyse	34
A.4.1	Allgemeines	34
A.4.2	Elektromagnetische Beeinflussungsmatrix (EMV-Matrix)	34
A.4.3	Datensammlung	34
A.4.4	Datenverarbeitung	35
A.4.5	Vervollständigung der Matrix	39
A.4.6	Berechnungen	40
A.4.7	Aussagen der Matrix	40
A.5	Zusätzliche EMV-Maßnahmen	40
A.5.1	Allgemeines	40
A.5.2	Begrenzung elektromagnetischer Aussendungen	40
A.5.3	Begrenzung elektromagnetischer Beeinflussungen	41
A.6	EMV-Prüfungen	41
A.6.1	Betriebsmittelprüfungen	41
A.6.2	System-Prüfungen	41
Anhang B (informativ) Vorbeugende Maßnahmen zur Erreichung der EMV		43
B.1	Anwendungsbereich	43
B.2	Allgemeine technische Maßnahmen	43
B.2.1	Allgemeines	43
B.2.2	Betriebsmittel- und Anlagengruppen	44
B.2.3	Schirmung	45
B.2.4	Massung	45
B.2.5	Kabelführung (Routing)	46
B.2.6	Filterung und Überspannungsschutz	49
B.3	Spezielle Maßnahmen für die Betriebsmittelgruppen A bis G	51
B.3.1	Allgemeines	51
B.3.2	Maßnahmen für Gruppe A	52
B.3.3	Maßnahmen für Gruppe B	53
B.3.4	Maßnahmen für Gruppe C	54
B.3.5	Maßnahmen für Gruppe D	54
B.3.6	Maßnahmen für Gruppe E	55
B.3.7	Maßnahmen für Gruppe F	56
B.3.8	Maßnahmen für Gruppe G	58
B.4	Organisatorische Maßnahmen	59
B.4.1	Betrieb an Bord	59
B.4.2	Wartung und Reparatur	59
Anhang C (informativ) EMV-Prüfprotokoll		61
Literaturhinweise		62

Bilder

Bild 1 — Beispiele für Ports (Anschlüsse)	15
Bild 2 — Schematische Darstellung der Zonen (Beispiel)	25
Bild A.1 — EMV-Analyse, Flussdiagramm	36
Bild A.2 — EMV-Analyse, EMV-Matrix	38
Bild A.3 — EMV-Analyse, Frequenzplan	39
Bild A.4 — EMV-Analyse, Pegelplan	39

Tabellen

Tabelle 1 — Betriebsmittel-Prüfmatrix.....	21
Tabelle 2 — Aussendungs-Grenzwerte.....	26
Tabelle 3 — Aussendungs-Grenzwerte.....	26
Tabelle 4 — Mindestanforderungen an die Störfestigkeit für Betriebsmittel.....	27
Tabelle A.1 — EMV-Matrix — Erläuterungen der Symbole	40
Tabelle B.1 — Signalarten und Kabelkategorien.....	48

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Internationalen Norm IEC 60533:2010 „Electrical and electronic installations in ships — Electromagnetic compatibility — Ships with metallic hull“ 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 (Sp IEC/TC 18/MT 21, IEC/TC 18/PT 62742)“ in der DIN-Normenstelle Schiffs- und Meerestechnik (NSMT) zuständig.

Die Vorgänger-Ausgaben dieser Norm wurden unter der Annahme erstellt, dass die betrachteten elektrischen Anlagen auf einem Schiff oder Wasserfahrzeug eingebaut sind, dessen Rumpf, tragende Strukturen, wie Schotte und Decks, und Aufbauten aus metallenen Werkstoffen bestehen. Diese Bauweise trägt durch ihre Schirmwirkung dazu bei, dass Anforderungen zur EMV leichter eingehalten werden können.

Schiffe aus nichtmetallinen Werkstoffen, wie Holz oder Kunststoff, besitzen dagegen keine oder nur eine geringe Schirmwirkung. Daraus folgt, dass die obige Annahme für solche Schiffe nicht gilt und die in der vorliegenden Norm festgelegten Anforderungen nicht ausreichen, um die EMV auf diesen Schiffen sicherzustellen.

Aus diesem Grund wurde mit der Erarbeitung einer neuen Norm (IEC 62742, zurzeit Entwurf) für Schiffe mit nichtmetallenen Rumpf begonnen. Gleichzeitig wurde der Anwendungsbereich bei dieser Ausgabe auf Schiffe mit metallenen Rumpf beschränkt.

Die Experten des deutschen Spiegelgremiums, die auch international beim zuständigen IEC/TC 18/PT 62742 mitarbeiten, wurden inzwischen darauf aufmerksam gemacht, dass die Angabe „Metallwerkstoff“ nicht korrekt sei. Es gehe vielmehr um die Werkstoffeigenschaft „Leitfähigkeit“, welche die Ursache für die Schirmwirkung ist. Daraus folgt, dass in der vorliegenden Norm nicht „Schiffe mit einem metallenen Rumpf“, sondern „Schiffe mit einem leitfähigen Rumpf“ gemeint sind. Es ist durchaus vorstellbar, dass in den nächsten Jahren leitfähige Verbundwerkstoffe für Aufbauten oder sogar für ganze Schiffe entwickelt werden. Die Schwierigkeit bei dieser Betrachtungsweise besteht darin, einen Mindestwert für die Leitfähigkeit festzulegen, z. B. mit Hilfe des spezifischen Widerstands.

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

Für die in diesem Dokument zitierten internationalen Dokumente wird im Folgenden auf die entsprechenden deutschen Dokumente hingewiesen:

IEC 60945	siehe	DIN EN 60945
IEC 61000-4-2	siehe	DIN EN 61000-4-2
IEC 61000-4-3	siehe	DIN EN 61000-4-3
IEC 61000-4-4	siehe	DIN EN 61000-4-4
IEC 61000-4-5	siehe	DIN EN 61000-4-5
IEC 61000-4-6	siehe	DIN EN 61000-4-6
IEC 61000-4-11	siehe	DIN EN 61000-4-11
IEC 61000-4-16	siehe	DIN EN 61000-4-16

IEC 61000-6-1	siehe	DIN EN 61000-6-1
IEC 61000-6-3	siehe	DIN EN 61000-6-3
CISPR 16-1-2	siehe	DIN EN 55016-1-2 (VDE 0876-16-1-2)
CISPR 16-1-4	siehe	DIN EN IEC 55016-1-4 (VDE 0876-16-1-4)
CISPR 16-2-1	siehe	DIN EN 55016-2-1 (VDE 0877-16-2-1)
CISPR 16-2-3	siehe	DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3)
IEC 60068 (alle Teile)	siehe	DIN EN 60068 (alle Teile)
IEC 60099-1	siehe	DIN EN 60099-1 (VDE 0675-1)
IEC 60099-4	siehe	DIN EN 60099-4 (VDE 0675-4)
IEC 60364-5-51	siehe	DIN VDE 0100-510
IEC 60364-5-55	siehe	DIN VDE 0100-559
IEC 60384 (alle Teile)	siehe	DIN EN 60384 (VDE 0565) (alle Teile)
IEC 60721 (alle Teile)	siehe	DIN EN 60721 (alle Teile)
IEC 60938 (alle Teile)	siehe	DIN EN 60938 (VDE 0565) (alle Teile)
IEC 60939 (alle Teile)	siehe	DIN EN 60939 (VDE 0565-3) (alle Teile)
IEC 61000-4-1	siehe	DIN EN 61000-4-1 (VDE 0847-4-1)
IEC 61000-6-1	siehe	DIN EN 61000-6-1 (VDE 0839-6-1)
IEC 61000-6-3	siehe	DIN EN 61000-6-3 (VDE 0839-6-3)
IEC 61800-3:2004	siehe	DIN EN 61800-3 (VDE 0160-103):2005-07
CISPR 16-1-	siehe	DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1)
CISPR 17	siehe	DIN EN 55017 (VDE 0565-17)

Änderungen

Gegenüber DIN IEC 60533:2010-11 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Der Abschnitt Einführung wurde geändert;
- b) Anwendungsbereich und Titel wurden geändert, um die Anwendung der Norm auf Schiffe mit Metallrumpf zu beschränken;
- c) Normative Verweisungen wurden aktualisiert;
- d) die Erläuterung für den in-situ-Test in 5.1 wurde erweitert;
- e) die Nummerierung der CISPR-Normen in den Tabellen 1, 2 und 3 wurde aktualisiert;
- f) der Titel von Anhang B wurde geändert;
- g) die Anforderungen an die Kabelverlegung in Anhang B wurden ergänzt;
- h) ein neuer Anhang C (EMV-Prüfbericht) wurde ergänzt.

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 60945, *Navigations- und Funkkommunikationsgeräte und -systeme für die Seeschifffahrt — Allgemeine Anforderungen — Prüfverfahren und geforderte Prüfergebnisse*

DIN EN 61000-4-2, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-2: Prüf- und Messverfahren — Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität*

DIN EN 61000-4-3, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren — Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder*

DIN EN 61000-4-4, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-4: Prüf- und Messverfahren — Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst*

DIN EN 61000-4-5, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-5: Prüf- und Messverfahren — Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen*

DIN EN 61000-4-6, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren — Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder*

DIN EN 61000-4-11, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-11: Prüf- und Messverfahren — Prüfungen der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen*

DIN EN 61000-4-16, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-16: Prüf- und Messverfahren — Prüfung der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte, asymmetrische Störgrößen im Frequenzbereich von 0 Hz bis 150 kHz*

DIN EN 61000-6-1, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-1: Fachgrundnormen — Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe*

DIN EN 61000-6-3, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-3: Fachgrundnormen — Störaussendung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe*

DIN EN 55016-1-2 (VDE 0876-16-1-2), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit — Teil 1-2: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit - Koppelleinrichtungen zur Messung der leitungsgeführten Störaussendung*

DIN EN IEC 55016-1-4 (VDE 0876-16-1-4), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit — Teil 1-4: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit — Antennen und Messplätze für Messungen der gestrahlten Störaussendung*

DIN EN 55016-2-1 (VDE 0877-16-2-1), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit — Teil 2-1: Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit — Messung der leitungsgeführten Störaussendung*

DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit — Teil 2-3:*

Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit — Messung der gestrahlten Störaussendung

DIN EN 60068 (alle Teile), *Umgebungseinflüsse*

DIN EN 60099-1 (VDE 0675-1), *Überspannungsableiter — Teil 1: Überspannungsableiter mit nichtlinearen Widerständen für Wechselspannungsnetze*

DIN EN 60099-4 (VDE 0675-4), *Überspannungsableiter — Teil 4: Metalloxidableiter ohne Funkenstrecken für Wechselspannungsnetze*

DIN VDE 0100-510, *Errichten von Niederspannungsanlagen — Teil 5-51: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel — Allgemeine Bestimmungen*

DIN VDE 0100-559, *Errichten von Niederspannungsanlagen — Teil 5-559: Auswahl und Errichtung elektrischer Betriebsmittel — Leuchten und Beleuchtungsanlagen*

DIN EN 60384 (VDE 0565) (alle Teile), *Festkondensatoren zur Verwendung in Geräten der Elektronik*

DIN EN 60721 (alle Teile), *Klassifizierung von Umweltbedingungen*

DIN EN 60938 (VDE 0565) (alle Teile), *Drosseln zur Unterdrückung elektromagnetischer Störungen*

DIN EN 60939 (VDE 0565-3) (alle Teile), *Passive Filter für die Unterdrückung von elektromagnetischen Störungen*

DIN EN 61000-4-1 (VDE 0847-4-1), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 4-1: Prüf- und Messverfahren — Übersicht über die Reihe IEC 61000-4*

DIN EN 61000-6-1 (VDE 0839-6-1), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-1: Fachgrundnormen — Störfestigkeit für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe*

DIN EN 61000-6-3 (VDE 0839-6-3), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) — Teil 6-3: Fachgrundnormen — Störaussendung für Wohnbereich, Geschäfts- und Gewerbebereiche sowie Kleinbetriebe*

DIN EN 61800-3 (VDE 0160-103):2005-07, *Drehzahlveränderbare elektrische Antriebe — Teil 3: EMV-Anforderungen einschließlich spezieller Prüfverfahren (IEC 61800-3:2004); Deutsche Fassung EN 61800-3:2004*

DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit — Teil 1-1: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit — Messgeräte*

DIN EN 55017 (VDE 0565-17), *Verfahren zur Messung der Entstöreeigenschaften von passiven EMV-Filtern*

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 4-1: Testing and measurement techniques — Overview of IEC 61000-4 series (IEC 61000-4-1:2006)*

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*

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 dritte Ausgabe von IEC 60533 gilt für die elektromagnetische Verträglichkeit aller elektrischen und elektronischen Anlagen auf Schiffen mit Metallrumpf.

Sie basiert auf der Annahme, dass das Schiff so konstruiert ist, dass der Metallrumpf und die Strukturteile elektromagnetische Störungen von außen nach innen und umgekehrt wesentlich abschwächen.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Mindestanforderungen für die Aussendung, Störfestigkeit und Leistungskriterien im Hinblick auf die elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) elektrischer und elektronischer Betriebsmittel für Schiffe mit Metallrumpf fest. Für Schiffe mit nichtmetallenem Rumpf gelten abweichend oder zusätzlich die Anforderungen nach IEC 62742 (in Vorbereitung).

Diese Norm hilft, die relevanten EMV-Anforderungen wie in SOLAS 74, Kapitel IV, Regel 6 und Kapitel V, Regel 17, angegeben, zu erfüllen. Auf diese Norm wird in IMO Resolution A.813(19) verwiesen.

Der normative Teil dieser Norm ist als EMV Produktfamiliennorm ausgeführt.

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 und -systeme;
- b) Gruppe B: Stromerzeuger und Umformer;
- c) Gruppe C: Betriebsmittel, die mit gepulster Leistung arbeiten;
- d) Gruppe D: Schaltanlagen;
- e) Gruppe E: Wechselsprech- und Signalübertragungsanlagen und Steuerungssysteme;
- f) Gruppe F: Nichtelektrische Ausrüstungen und Betriebsmittel;
- g) Gruppe G: Integrierte Systeme.

Die EMV-Fachgrundnorm für die Gruppen A und C ist EN 60945. Die EMV-Anforderungen nach EN 60945 gelten zusätzlich auch für

- Betriebsmittel auf der Brücke,
- Betriebsmittel in der Nähe von Empfangsantennen,
- Betriebsmittel, die in der Lage sind, die sichere Navigation des Schiffes und die Funkkommunikation zu beeinflussen.

Auswirkungen auf den Menschen, wie Exposition gegenüber elektromagnetischen Feldern und grundsätzliche elektrische Sicherheitsanforderungen wie z. B. Schutz gegen elektrischen Schlag und Spannungsfestigkeitsprüfungen sind nicht Gegenstand dieser Norm.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. 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 60050 (all parts), *International Electrotechnical Vocabulary* (available at: www.electropedia.org)

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

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

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

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

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

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

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

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

IEC 61000-6-1, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-1: Generic standards — Immunity for residential, commercial and light-industrial environments*

IEC 61000-6-3, *Electromagnetic compatibility (EMC) — Part 6-3: Generic standards — Emission standard for residential, commercial and light-industrial environments*

CISPR 16-1-2, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods — Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus — Coupling devices for conducted disturbance measurements*

CTISPR 16-1-4, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods — Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus — Antennas and test sites for radiated disturbance measurements*

CISPR 16-2-1, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods — Part 2-1: Methods of measurement of disturbance and immunity — Conducted disturbance measurements*

CISPR 16-2-3, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods — Part 2-3: Methods of measurement of disturbance and immunity — Radiated disturbance measurements*

IACS E10, Test specification for type approval

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach IEC 60050-161 und die folgenden Begriffe.

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

[QUELLE: IEC 60050-161:1990, 161-01-07]

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 Übertragungskanals oder Systems, die durch eine elektromagnetische Störgröße verursacht wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Französischen bezeichnen die Benennungen „perturbation électromagnétique“ und „brouillage électromagnétique“ Ursache und Wirkung und sollten nicht unterschiedslos benutzt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: Im Englischen bezeichnen die Begriffe „electromagnetic interference“ und „electromagnetic disturbance“ Ursache und Wirkung, werden aber oft unterschiedslos verwendet.

[QUELLE: IEC 60050-161:1990, 161-01-06]

3.4

Beeinträchtigung

<der Funktion> unerwünschte Abweichung des Betriebsverhaltens eines Betriebsmittels, einer Anlage oder eines Systems vom vorgesehenen Betriebsverhalten

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine Beeinträchtigung der Funktion kann ein vorübergehender oder ein andauernder Fehlzustand sein.

[QUELLE: IEC 60050-161:1990, 161-01-19]

3.5

Ausfall der Funktion

Verlust der Funktion eines Betriebsmittels über das Zulässige hinaus, wobei die Funktion nur durch technische Maßnahmen wiederhergestellt werden kann. Ein besonderer Fall des Funktionsausfalls ist die Zerstörung

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein besonderer Fall von Ausfall der Funktion ist Zerstörung.

Anmerkung 2 zum Begriff: 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.

3.6

elektromagnetische Störgröße

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Eine elektromagnetische Störgröße kann elektromagnetisches Rauschen, ein unerwünschtes Signal oder eine Änderung im Ausbreitungsmedium selbst sein.

[QUELLE: IEC 60050-161:1990, 161-01-05]

3.7

Störquelle

Gerät, Betriebsmittel, oder System, das Spannungen, Ströme oder elektromagnetischen Felder ansteigen lässt, welches als elektromagnetische Störgröße wirken kann

[QUELLE: IEC 60050-161:1990, 161-01-23]

3.8

Störsenke

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

[QUELLE: IEC 60050-161:1990, 161-01-24]

3.9

Aussendung

elektromagnetische Aussendung

Erscheinung, bei der elektromagnetische Energie aus einer Quelle austritt

[QUELLE: IEC 60050-161:1990, 161-01-08]

3.10

Störfestigkeit

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

[QUELLE: IEC 60050-161:1990, 161-01-20]

3.11

Kopplung

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

3.12

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 Zweitort (z. B. ein Filter) zwischen Quelle und Last eingefügt ist

3.13

Reflexionsdämpfungsmaß

α

logarithmiertes Verhältnis des reziproken Wertes des Reflexionsfaktors

$$\alpha = 20 \cdot \lg \frac{1}{r}$$

Dabei ist

r ist das Verhältnis der rücklaufenden Welle zur hinlaufenden Welle.

Anmerkung 1 zum Begriff: $r = 0$, $\alpha = \infty$, wenn die Impedanz des Schutzkreises dem Wellenwiderstand des angeschlossenen Kabels angepasst ist.

3.14

EMV-Analyse

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

3.15

Beeinflussungs-Matrix

Tabelle, in der die Störquellen und Störsenken einander gegenübergestellt werden

Anmerkung 1 zum Begriff: Am Kreuzungspunkt der Zeilen und Spalten wird der Grad der elektromagnetischen Beeinflussung eingetragen.

3.16

System

Gruppe von Geräten und / oder Komponenten, die ihrer Konstruktion entsprechend zusammenwirken

BEISPIEL Hardware (Steuerungssystem, gesteuertes System), Software, Interaktion mit dem Menschen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Das gesamte Schiff mit seinen Betriebsmitteln kann als System betrachtet werden.

3.17

Untersystem

einzelnes Gerät und/oder Komponente, die eine vorgegebene Funktion erfüllen soll und aus einer Anzahl von elektrischen und mechanischen Untereinheiten besteht

3.18

integriertes System

Kombination von Einzelsystemen zur Erfüllung einer bestimmten Funktion

BEISPIEL Integriertes Schiffsladungsüberwachungssystem mit Sensoren und Betriebsmitteln in unterschiedlichen Zonen.

3.19

Masse

Punkt, Ebene oder Oberfläche, die (nominell) als Nullpotenzial definiert ist und als gemeinsames Bezugspotenzial für elektrische oder elektronische Betriebsmittel dient

BEISPIEL Metallene Schiffsstruktur und sämtliche leitfähig miteinander verbundenen metallenen Teile.

Anmerkung 1 zum Begriff: Für EMV-Zwecke gleichen die Verbindungen zwischen metallenen Teilen die unterschiedlichen Potenziale 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 Potenzialausgleich und somit auch die Wirksamkeit der Masse. Die Masse erfüllt nicht in allen Fällen die Anforderungen an Schutzterde hinsichtlich des Personenschutzes.

Anmerkung 2 zum Begriff: Für Schiffe mit nichtmetallener Struktur bilden alle leitfähig miteinander verbundenen Metallpfade (einschließlich der Masseplatte, soweit vorhanden) die gemeinsame Masse.

3.20

Erdung

Errichten einer Potenzialdifferenz zur Minimierung elektrischer Verbindungen

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Begriff „Potenzialausgleich“ wird normalerweise genutzt um eine leitende Verbindung zwischen zwei leitfähigen Oberflächen herzustellen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Begriff „Erdung“ wird normalerweise genutzt um Vorkehrung gegen den elektrischen Schock bei der Herstellung einer Verbindung zur Erde vorzubeugen. Zusätzlich können „Erdung/ Massung“ genutzt werden um die Erstellung einer Rückverbindung zur Energiequelle herzustellen.

3.21

Typprüfung

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

3.22

Port (Anschluss)

definierte Schnittstelle eines Betriebsmittels zur äußeren elektromagnetischen Umgebung, durch welche Störungen eindringen oder ausgesendet werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: Leitfähige Schnittstellen können aus Kabeln, Massebändern oder mechanischen Schnittstellen wie metallenen Rohren und Befestigungsmitteln bestehen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Es ist keine Prüfung des Masse-Anschlusses erforderlich.

Anmerkung 3 zum Begriff: Siehe Bild 1.

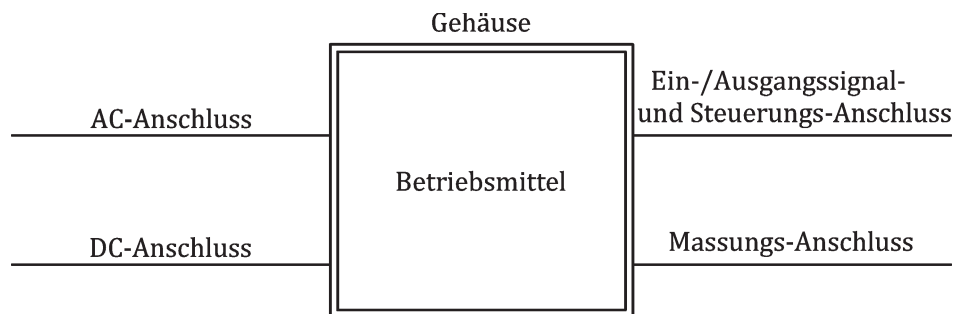


Bild 1 — Beispiele für Ports (Anschlüsse)

3.23

Zone^{N1)}

Bereich, der durch die darin befindlichen empfindlichen und/oder störenden Betriebsmittel charakterisiert wird

SIEHE: Bild 2.

3.24

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

SIEHE: Bild 2.

3.25

allgemeine Energieverteilungszone

Bereich, der durch Standardverbraucher gekennzeichnet ist

SIEHE: Bild 2.

N1) Nationale Fußnote: Betrifft elektrische und elektronische Anlagen auf Schiffen.

3.26

Besondere Energieverteilungszone

Bereich, der durch Antriebssysteme, Bugstrahlruder usw. gekennzeichnet ist

SIEHE: Bild 2.

Anmerkung 1 zum Begriff: Die erzeugten Aussendungen überschreiten die Grenzwerte nach Tabelle 3.

3.27

Wohnbereichszone

Bereich auf Schiffen, der durch Betriebsmittel gekennzeichnet ist, die nicht für den Schiffbetrieb wesentlich sind

SIEHE: Bild 2.

BEISPIEL Mannschaftsunterkünfte, Büros, Aufenthaltsbereiche, Fahrgastkabinen.

Anmerkung 1 zum Begriff: Vorkehrungen sollten getroffen werden, um eine ausreichende Entkopplung der Wohnbereichszone von allen anderen Zonen sicherzustellen.

3.28

Standardverbraucher

Betriebsmittel für den Schiffsbetrieb

BEISPIEL Maschinen, Steuerungen, statische Umformer.

3.29

Kabelauswahl

Zuordnung von Kabelkategorien in Abhängigkeit von Signaltyp und –pegel

3.30

Kabeltrennung

Verlegung von Kabeln unterschiedlicher Kategorie mit Abstand voneinander, um störende Kopplungen zu reduzieren

3.31

In-situ-Test

Feldversuch

Prüfung am Aufstellungsort, z. B. im Fall von großen und schweren Anlagen

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein In-situ-Test kann nicht mit genormten Verfahren unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt werden. Das bedeutet, nur die Prüfeinrichtungen können genormt werden, nicht aber die Prüf- und Umgebungsbedingungen.

Anmerkung 2 zum Begriff: Ein In-situ-Test kann zum Beispiel im Fall von großen oder schweren Installationen durchgeführt werden.

3.32

Metallrumpf

wasserdichter Hauptteil des Schiffes oder Schiffskörper aus Metall oder gleichwertig leitfähigem Werkstoff

Anmerkung 1 zum Begriff: Es kann davon ausgegangen werden, dass ein Metallrumpf elektromagnetische Feldstärken erheblich reduziert.

Anmerkung 2 zum Begriff: Außerdem werden Maßnahmen getroffen, um Störströme beim Eintritt und beim Austritt des Innendeckbereichs zu reduzieren.

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 Aussendungsgrenzwerten 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.

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 A.

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

ANMERKUNG Die Mindest-Störfestigkeitsanforderungen in Abschnitt 7 stellen eine typische elektromagnetische Umgebung dar und wurden ausgewählt, um ein angemessenes Niveau an Störfestigkeit von Schiffen sicherzustellen.

5 EMV-Prüfplan

5.1 Zweck

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

Prüfungen, die in dieser Norm festgelegt sind, werden üblicherweise als Typprüfungen durchgeführt und müssen, wenn möglich in einem EMV-Prüflabor durchgeführt werden. Zu den Prüfverfahren wird auf die IEC-Fachgrundnormen verwiesen.

Jedoch in Fällen, in denen eine Typprüfung nicht praktikabel ist (z.B. Abmessungen des Prüflings, Funktionssteuerung) dürfen individuelle Prüfungen durchgeführt werden. Dies kann, wenn nötig, „in situ“ (im System eingebaut und betriebsfähig) in Übereinstimmung mit einem angepassten Prüfverfahren durchgeführt werden. Der In-situ-Test ist nicht in gleicher Weise reproduzierbar wie in einer Testumgebung. Daher ist Vorsicht geboten, mit den Ergebnissen eines speziellen In-situ-Tests auf die Normenkonformität von Serienprodukten zu schließen.

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 Aussendung als auch bezüglich Störfestigkeit) ist eine Anordnung des Prüflings mit seinen Hilfseinrichtungen wie Kabel, Stromversorgung usw. aufzubauen, um eine realistische Installation nachzubilden. Dieser Aufbau muss so weit wie möglich unter üblichen Bedingungen betrieben werden (einschließlich der Software).

5.2.2 Konfiguration 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 muss 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 B.1 entsprechen. Dort, wo spezielle Kabel gefordert werden, sollte 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 müssen unter normalen klimatischen Umgebungsbedingungen durchgeführt werden. Normale Umgebungsbedingungen müssen 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 % bestehen.

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 Aussendungen

6.1 Prüfbedingungen während der Aussendungsmessungen

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

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

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 Abstände unter 3 m muss eine besondere Verträglichkeitsanalyse durchgeführt werden.

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

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

Die Messbandbreite nach CISPR 16-1-1 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 2 000 MHz. Nach EN 60945 muss die Messbandbreite 9 kHz im Frequenzbereich von 156 MHz bis 165 MHz betragen. Hierzu darf zwischen Hersteller und Prüflabor der Einsatz eines Spitzenwert-Detektors oder eines Frequenzanalysators vereinbart werden.

Tabelle 1 — Betriebsmittel-Prüfmatrix

Gruppe	Betriebsmittel- und Anlagengruppe	Beispiele für Betriebsmittel		IEC/CISPRE 16-2-1	IEC/CISPRE 16-2-3	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 Aussendung	Gestahlte Aussendung	Leitungsgeführte niederfrequente Störungen	Netzspannungsänderungen	Netzspannungsfehle	Schnelle leitungsgeführte Transienten	Stoßspannungen	HF-Leitungsgeführte Störgrößen	Elektrostatische Entladungen (ESD)	Hochfrequente elektromagnetische 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

Gruppe	Betriebsmittel- und Anlagengruppe	Beispiele für Betriebsmittel		IEC/CISPRE 16-2-1	IEC/CISPRE 16-2-3	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 Aussendung	Gestrahlte Aussendung	Leitungsgeführte niederfrequente Störungen	Netzspannungsänderungen	Netzspannungsfehler	Schnelle leitungsgeführte Transienten	Stoßspannungen	HF-Leitungsgeführte Störgrößen	Elektrostatische Entladungen (ESD)	Hochfrequente elektromagnetische Felder
		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	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
				Relais-Steuerungen		-	-	-	-	x	-	-	-

Gruppe	Betriebsmittel- und Anlagengruppe	Beispiele für Betriebsmittel		IEC/CISPRE 16-2-1	IEC/CISPRE 16-2-3	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 Aussendung	Gestrahlte Aussendung	Leitungsgeführte niederfrequente Störungen	Netzspannungsänderungen	Netzspannungsfehler	Schnelle leitungsgeführte Transienten	Stoßspannungen	HF-Leitungsgeführte Störgrößen	Elektrostatische Entladungen (ESD)	Hochfrequente elektromagnetische 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	nicht anwendbar									
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.													

6.2 Aussendungen, Grenzwerte

6.2.1 Allgemeines

Ein Betriebsmittel, das nur vorübergehend im Wohnbereich betrieben wird (nicht sicherheitsrelevantes Betriebsmittel), muss die Anforderungen nach EN 61000-6-1 und EN 61000-6-3 oder vergleichbarer Normen erfüllen.

Es sollten Vorkehrungen für eine ausreichende Entkopplung des Fahrgast-Wohnbereichs von allen anderen Zonen getroffen werden.

Bild 2 ist ein Beispiel für eine schematische Darstellung der Zonen.

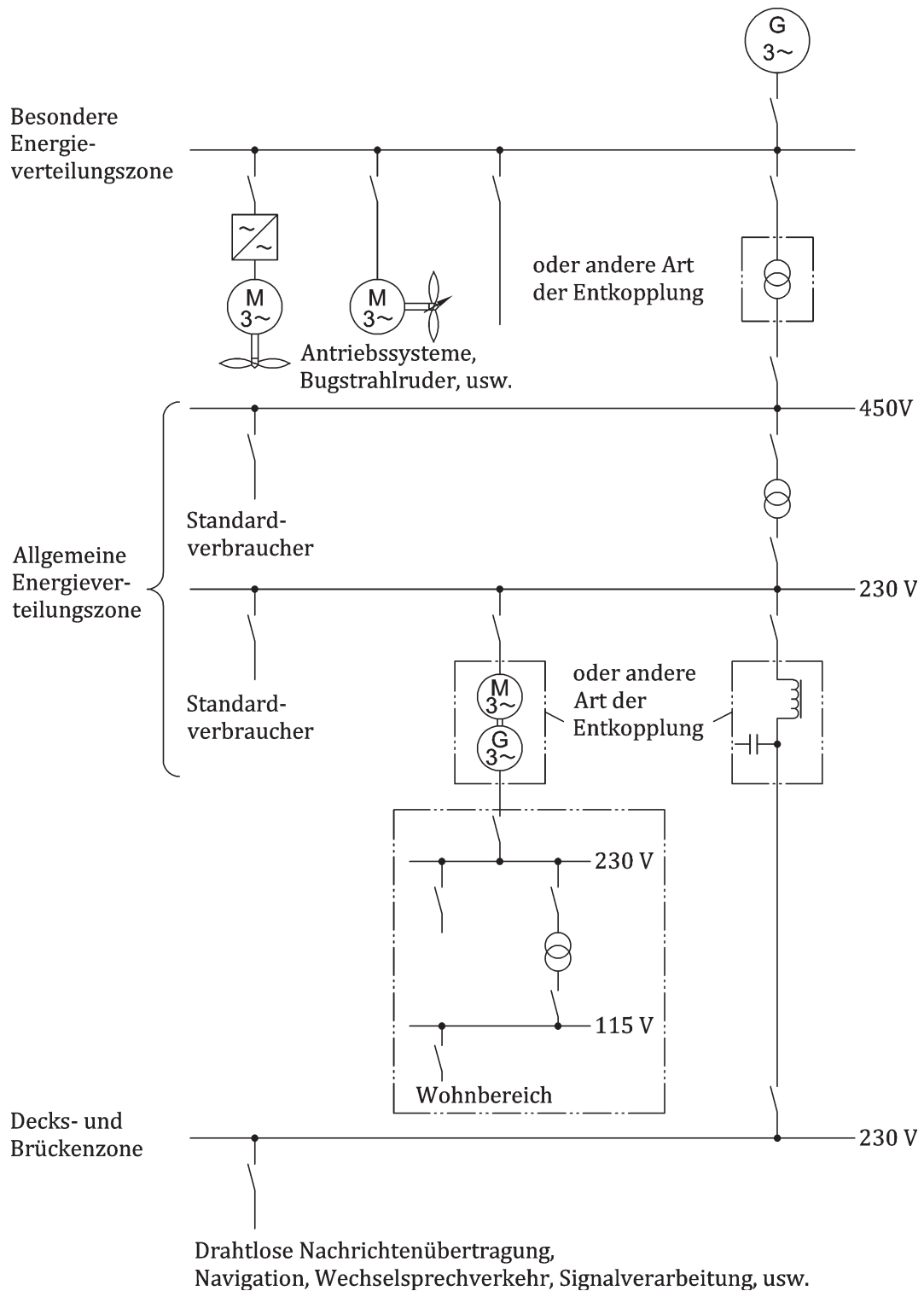


Bild 2 — Schematische Darstellung der Zonen (Beispiel)

6.2.2 Aussendungs-Grenzwerte für Betriebsmittel, die auf der Brücke und in der Deckszone installiert sind

Aussendungs-Grenzwerte für Betriebsmittel, die auf der Brücke und in der Deckszone installiert sind, sind in Tabelle 2 dargestellt.

Tabelle 2 — Aussendungs-Grenzwerte (Brücke und Deckszone)

Anschluss (Tor)	Frequenz-Bereich	Grenzwerte	Fachgrundnorm
Gehäuse	150 kHz bis 300 kHz	80 dB μ V/m bis 52 dB μ V/m ^c	CISPR 16-1-4 ^a
	300 kHz bis 30 MHz	52 dB μ V/m bis 34 dB μ V/m ^c	CISPR 16-2-3 ^a
	30 MHz bis 2 GHz ausgenommen:	54 dB μ V/m ^c	
	156 MHz bis 165 MHz	24 dB μ V/m ^c 30 dB μ V/m	CISPR 16-2-3 ^a CISPR 16-2-3 ^b
Netz-, Eingangs-, Ausgangs-, Signal- und Steuerleitungen	10 kHz bis 150 kHz	96 dB μ V bis 50 dB μ V	CISPR 16-1-2
	150 kHz bis 350 kHz	60 dB μ V bis 50 dB μ V	CISPR 16-2-1
	350 kHz bis 30 MHz	50 dB μ V	
^a Messabstand 3 m. ^b Gemessen mit einem Spitzenwert-Detektor oder einem Frequenzanalysator in einem Messabstand von 3 m. ^c Werte in Übereinstimmung mit IACS E10, anwendbar für den bestimmungsgemäßen Betrieb in einer Schiffsumgebung.			

6.2.3 Aussendungs-Grenzwerte für Betriebsmittel, die in der Allgemeinen Energieverteilungszone installiert sind

Aussendungs-Grenzwerte für Betriebsmittel, die in der Allgemeinen Energieverteilungszone installiert sind, sind in Tabelle 3 angegeben.

Tabelle 3 — Aussendungs-Grenzwerte (Allgemeine Energieverteilungszone)

Anschluss (Tor)	Frequenz-Bereich	Grenzwerte	Fachgrundnorm
Gehäuse	150 kHz bis 30 MHz	80 dB μ V/m bis 50 dB μ V/m	CISPR 16-1-4 ^a
	30 MHz bis 100 MHz	60 dB μ V/m bis 54 dB μ V/m	
	100 MHz bis 2 000 MHz ausgenommen:	54 dB μ V/m	CISPR 16-2-3 ^a
	156 MHz bis 165 MHz	24 dB μ V/m 30 dB μ V/m	CISPR 16-2-3 ^a CISPR 16-2-3 ^b
Netz-, Eingangs-, Ausgangs-, Signal- und Steuerleitungen	10 kHz bis 150 kHz	120 dB μ V bis 69 dB μ V	CISPR 16-1-2
	150 kHz bis 350 kHz	79 dB μ V	CISPR 16-2-1
	350 kHz bis 30 MHz	350 kHz bis 30 MHz	
Zwischen der allgemeinen und der besonderen Energieverteilungszone sollte eine Entkopplungseinrichtung in der Sammelschieneneneinspeisung (siehe Bild 2) installiert werden, die geeignet ist, eine Entkopplung zu bewirken, die der Differenz zwischen dem Grenzwertpegel in der allgemeinen Energieverteilungszone und dem bestehenden Aussendungs-Pegel der Betriebsmittel in der besonderen Energieverteilungszone entspricht. ANMERKUNG 1 Zwischen der Brücken- und Deckszone und der allgemeinen Energieverteilungszone könnte ein RFI-Filter in der Sammelschieneneneinspeisung installiert werden (siehe Bild 2), das geeignet ist, eine Entkopplung von ungefähr 30 dB im Frequenzbereich von 10 kHz bis 30 MHz zu erzielen.			
^a Messabstand 3 m. ^b Gemessen mit einem Spitzenwert-Detektor oder einem Frequenzanalysator in einem Messabstand von 3 m.			

6.2.4 Aussendungs-Grenzwerte für Betriebsmittel, die in der besonderen Energieverteilungszone installiert sind

Für die besondere Energieverteilungszone, in der Halbleiter-Betriebsmittel mit einem Gesamtanschlusswert angeschlossen sind, der einen signifikanten Anteil der Nenn-Belastung dieses Netzes darstellt, ist es evtl. nicht möglich, die niederfrequenten ebenso wie die hochfrequenten Harmonischen zu unterdrücken. Zweckmäßige Maßnahmen sollten durchgeführt werden, um diese Effekte in der Verteilungsanlage zu bedämpfen, so dass ein sicherer Betrieb gewährleistet ist. Vorsicht ist geboten, wenn Verbraucher von einer elektrischen Energieversorgung gespeist werden sollen, die einen höheren Anteil an Harmonischen aufweist als für den Verbraucher festgelegt wurde. Hersteller und Anwender des Betriebsmittels sollten eine Vereinbarung treffen. Weitere Anforderungen an die Ausrüstung dieser Zone sind nicht festgelegt.

7 Anforderungen an die Prüfung der Störfestigkeit

7.1 Prüfbedingungen während der Störfestigkeitsprüfungen

Während der Durchführung der Prüfungen ist der Prüfling so zu betreiben, dass jegliche Reaktion auf die Prüfung dem geforderten Funktionskriterium zugeordnet werden kann, siehe Abschnitt 5.

Die Konfigurationen und Betriebsarten während der Störfestigkeitsprüfung sind im Prüfbericht anzugeben.

Die Prüfungen sind nach Tabelle 4 an den zutreffenden Anschlüssen (Toren) durchzuführen.

Die Prüfungen sind in Übereinstimmung mit den Fachgrundnormen durchzuführen.

7.2 Störfestigkeit, Mindestanforderungen

Die Mindestanforderungen an Störfestigkeit und Prüfungen sind in Tabelle 4 aufgeführt.

Tabelle 4 — Mindestanforderungen an die Störfestigkeit für Betriebsmittel

Anschluss (Tor)	Art der Störung	Fach- grundnorm	Funktions- kriterium	Prüfpegel
Wechsel- spannungs- ein- und -ausgänge	Leitungsgebundene niederfrequente Störungen	nach IEC 61000-4-16	A	10 % AC Versorgungsspannung, (50 bis 900) Hz; 10 % bis 1 %, (900 bis 6 000) Hz; 1 % (6 bis 10) kHz
	Spannungs-/Frequenzschwankung	nach IEC 61000-4-11	B	Spannung: ± 20 % für 1,5 s Frequenz: ± 10 % für 5 s
	Spannungsunterbrechung	nach IEC 61000-4-11	C	60 s Unterbrechung
	Schnelle Transienten (Burst)	nach IEC 61000-4-4	B	2 kV ^c
	Langsame Transienten (Surge)	nach IEC 61000-4-5	B	0,5 kV ^{a, h} , 1 kV ^{b, h}
	Leitungsgebundene HF-Störungen	nach IEC 61000-4-6	A	3 Vrms ^c ; (10 kHz) ^f 150 kHz bis 80 MHz, Durchstimmgeschwindigkeit $\leq 1,5 \times 10^{-3}$ Dekaden/s ^g , Modulation 80 % AM (1 kHz)

Anschluss (Tor)	Art der Störung	Fach- grundnorm	Funktions- kriterium	Prüfpegel
Gleich- spannungs- ein- und -ausgänge	Leitungsgebundene niederfrequente Störung	nach IEC 61000-4-16	A	10 % DC Versorgungsspannung 50 Hz bis 10 kHz
	Spannungsschwankung	nach IEC 61000-4-11	B	Spannung +20 %/-25 % Betriebsmittel nicht an einer Batterie angeschlossen
	Spannungs- unterbrechung	nach IEC 61000-4-11	C	60 s Unterbrechung
	Schnelle Transienten (Burst)	nach IEC 61000-4-4	B	2 kV ^c
	Langsame Transienten (Surge)	nach IEC 61000-4-5	B	0,5 kV ^a , 1 kV ^b
	Leitungsgebundene HF- Störungen	nach IEC 61000-4-6	A	3 Vrms ^c ; (10 kHz) ^f 150 kHz bis 80 MHz, Durchstimmgeschwindigkeit $\leq 1,5 \times 10^{-3}$ Dekaden/s ^g , Modulation 80 % AM (1 kHz)
Eingangs- Ausgangs Anschlüsse Signal- und Steuerlei- tungen	Schnelle Transienten (Burst)	nach IEC 61000-4-4	B	1 kV ^d
	Leitungsgebundene HF- Störungen	nach IEC 61000-4-6	A	3 Vrms ^c ; (10 kHz) ^f 150 kHz bis 80 MHz, Durchstimm- geschwindigkeit $\leq 1,5 \times 10^{-3}$ Dekaden/s, Modulation 80 % AM (1 kHz)
Gehäuse	Entladung statischer Elektrizität (ESD)	nach IEC 61000-4-2	B	6 kV Kontaktentladung und 8 kV Luftentladung
	Elektromagnetisches Feld	nach IEC 61000-4-3	A	10 V/m ^e 80 MHz bis 2 GHz Durchstimmgeschwindigkeit $\leq 1,5 \times 10^{-3}$ Dekaden/s, Modulation 80 % AM (1 kHz)

Von einem Betriebsmittel, das nur vorübergehend im Fahrgast-Wohnbereich betrieben wird, wird nicht gefordert, dass es in allen Punkten die Aussendungs-Grenzwerte erfüllt.

Es sollten Vorkehrungen für eine ausreichende Entkopplung des Fahrgast-Wohnbereichs von allen anderen Zonen getroffen werden.

- ^a Außenleiter gegen Außenleiter.
^b Außenleiter gegen Erde.
^c Kapazitive Kopplung.
^d Koppelzange.
^e Zur Analyse spezieller Situationen.
^f Im Prüfbericht zu beschreibendes Prüfverfahren.
^g Für die Ausrüstung, die in der Decks- und Brückenzone installiert ist, muss für einzelne Frequenzen nach IEC 60945, und zwar bei 2/3/4/6,2/8,2/12,6/16,5/18,8/22/25 MHz der Prüfpegel auf 10 V erhöht werden. Für geschirmte Kabel muss ein spezieller Testaufbau verwendet werden, um die Einkopplung in den Kabelschirm zu ermöglichen.
^h Werte in Übereinstimmung mit IACS E10, anwendbar für den bestimmungsgemäßen Betrieb in der Schiffsumgebung.

7.3 Systemgesichtspunkte

Falls höhere Prüfschärfegrade oder Prüfungen anderer Arten von Störungen unter besonderen Systemgesichtspunkten notwendig sind (z. B., wenn das Betriebsmittel in der Nähe der Sendeantenne installiert ist) muss die Störfestigkeit erhöht werden, oder es sind Schutzmaßnahmen in der Anlage durchzuführen.

8 Prüfergebnisse und Prüfbericht

Die Prüfergebnisse sind in einem umfassenden Prüfbericht festzuhalten. Dieser Prüfbericht muss genau, deutlich, eindeutig und objektiv den Zweck, die Ergebnisse und alle Informationen der Prüfung wiedergeben, die von Bedeutung sind. Der Prüfbericht muss den Prüfling einschließlich der Kabelanordnung, Kabeltypen und der verwendeten Hilfsmittel eindeutig beschreiben. Jede Abweichung vom EMV-Prüfplan ist anzugeben, siehe Anhang C.

Anhang A (informativ)

Allgemeine EMV-Planungs-Verfahren

A.1 Einführung

Anhang B enthält einen Leitfaden für die Erreichung der EMV von Schiffen und ihrer Ausrüstung. Die allgemeinen Verfahren zur Erreichung der EMV werden beschrieben.

Bei Anwendung dieser Norm kann eine angemessene Berücksichtigung der EMV-Belange in Planungs-, Konstruktions- und Betriebsphase erreicht werden. Dies ermöglicht die rechtzeitige Durchführung von EMV-Maßnahmen während des Projektablaufes unter Berücksichtigung der notwendigen Koordination.

Während der Verwendungsdauer des Schiffes ist es wichtig, dass die EMV durch Instandsetzungsmaßnahmen, Veränderungen oder Erweiterungen nicht beeinträchtigt wird.

A.2 Allgemeine Verfahren

Es ist der Zweck von Anhang A, den Hersteller, der für die Gesamtausführung des Schiffes verantwortlich ist, bei der Erreichung der EMV des Systems zu unterstützen. Da die EMV ein Qualitätsmerkmal ist, ist es notwendig, sie in gleicher Weise wie alle allgemeinen qualitätssichernden Maßnahmen zu behandeln.

Abhängig von der Komplexität des Systems, muss das EMV-Management die folgenden Aktivitäten zur Erreichung der EMV steuern und überwachen:

- EMV-Analyse;
- Planen und durchführen der EMV-Maßnahmen;
- Prüfen der EMV-Maßnahmen auf Betriebsmittelebene;
- Prüfen der Durchführung und Wirksamkeit der EMV-Maßnahmen im System;
- Sicherstellen der Wirksamkeit der EMV-Maßnahmen während der gesamten Verwendungsdauer des Systems.

A.3 EMV-Management

A.3.1 Allgemeines

Im Handelsschiffbau ist das EMV-Management meist eine allgemeine Managementaufgabe, die üblicherweise einer verantwortlichen Person zugeordnet ist. Es ist anzunehmen, dass die benötigten Fertigkeiten in der Abteilung für Elektrotechnik und Elektronik einer Werft zu finden sind.

Für komplexere Schiffe sind eventuell umfangreichere Fertigkeiten und Kenntnisse erforderlich. In diesem Fall sollte eine EMV-Beratergruppe gebildet werden, die das EMV-Management bei der Findung zweckdienlicher Entscheidungen in EMV-Angelegenheiten unterstützt.

A.3.2 EMV-Beratergruppe

Die EMV-Beratergruppe sollte in der Planungsphase des Systems gegründet werden. Die Gruppe soll von der für EMV-Angelegenheiten verantwortlichen Person geleitet werden.

In der Gruppe arbeiten Fachleute aus unterschiedlichen Disziplinen zusammen, um diejenigen EMV-Anforderungen an das System festzulegen, die aufgrund der Eintrittswahrscheinlichkeit von EMV-Problemen, technischen Fachwissens und der Bewertung der EMV-Maßnahmen hinreichend wirtschaftlich gerechtfertigt sind.

Der EMV-Beratergruppe sollten angehören:

- ein Vertreter des Auftragnehmers, d. h. der Werft;
- ein Vertreter des Auftraggebers;
- Vertreter der Lieferanten EMV-relevanter Betriebsmittel;
- ein Vertreter der Klassifikationsgesellschaft;
- unabhängige EMV-Fachleute.

Nicht alle Mitglieder der Gruppe müssen ständige Mitglieder sein. Der Auftraggeber ist berechtigt, nicht ständige Mitglieder je nach behandeltem Gegenstand einzuladen.

A.3.3 Aufgaben des EMV-Managements

Die grundsätzliche Reihenfolge der Managementaufgaben zur Erreichung der EMV ist:

- Durchführen einer groben EMV-Analyse;
- Aufstellen der EMV-Anforderungen an die Ausrüstung;
- Feststellen der geforderten Betriebsbedingungen;
- Festlegen von Installationsempfehlungen;
- Festlegen der qualitätssichernden Maßnahmen;
- Beratung der Ergebnisse vorhergehender Schritte;
- Veranlassen zusätzlicher EMV-Maßnahmen.

A.3.4 Grobe EMV-Analyse

Die anfängliche Analyse der EMV-Situation muss Antwort auf folgende Fragen geben:

- a) Welches Betriebsmittel könnte durch Sendeantennen beeinflusst werden?

Die hauptsächliche Beeinflussungsart ist die Strahlung. Folglich können alle Betriebsmittel an Oberdeck beeinflusst werden. Betriebsmittel unter Deck profitieren gegebenenfalls von den Schirmungseigenschaften des Metall-Rumpfes. Die elektronischen Betriebsmittel in der Decks- und Brückenzone sollten jedoch betrachtet werden.

b) Welche Betriebsmittel könnten Empfangsantennen stören?

Die Beeinflussung geschieht ebenfalls über die Strahlung. Nur stark strahlende Betriebsmittel in der Decks- und Brückenzone sollten betrachtet werden. Wegen der Vielzahl von Sende- und Empfangsantennensystemen auf dem Oberdeck ist es schwierig, eine gegenseitige Beeinflussung der Systeme zu verhindern. Sende- und Empfangssysteme, die im gleichen oder nahe dem Frequenzband anderer Systeme arbeiten, erfordern eine Frequenzplanung und eine genau geplante Antennenanordnung. Um eine Störbeeinflussung aller Empfänger durch die Sender zu vermeiden, sollte eine Beeinflussungsmatrix aufgestellt werden. Die Ergebnisse aus dieser Matrix können während der Konstruktionsphase zur Anordnung der Antennen und Sensoren auf dem Oberdeck benutzt werden.

Die strengen Aussendungs-Anforderungen im VHF-Bereich zwischen 156 MHz und 165 MHz basieren auf den Vorgaben der Telekommunikations-Behörden.

c) Welche elektronischen Betriebsmittel könnten durch strahlende elektrische Energieversorgungsleitungen und Betriebsmittel gestört werden?

Die elektromagnetische Strahlung, die von elektrischen Energieversorgungsleitungen und Betriebsmitteln ausgeht, klingt normalerweise mit der Entfernung ab. Deshalb brauchen nur Betriebsmittel berücksichtigt zu werden, die sich in unmittelbarer Nähe zu der strahlenden Energieversorgungsleitung bzw. dem strahlenden Betriebsmittel befinden.

d) Welches elektronische Betriebsmittel könnte von Störungen infolge unzulänglicher Netzqualität betroffen sein?

Die Netzqualität auf Schiffen ist in IEC 60092-101 definiert. Störungen können auftreten, wenn empfindliche und aussendende Betriebsmittel an derselben Sammelschiene angeschlossen sind.

A.3.5 EMV-Anforderungen an Betriebsmittel

Die vorrangige Anforderung an ein Betriebsmittel vor seiner Installation an Bord des Schiffes ist die Übereinstimmung mit den geltenden EMV-Vorschriften. Diese sollte in der Spezifikation des Herstellers zugesichert sein. Jeder Fall von Nichtübereinstimmung muss zu zusätzlichen Analysen führen und erfordert häufig Rücksichtnahmen im Entwurf oder zusätzliche EMV-Maßnahmen.

Praktikabel ist die Forderung nach zuverlässigem und störungsfreiem Betrieb in der Umgebung, in der das Betriebsmittel installiert ist. Für diesen Zweck müssen die Betriebsmittel-Lieferanten über die EMV-Eigenschaften der Umgebung informiert werden.

A.3.6 EMV-Schnittstellen-Vereinbarungen

Wenn bei gleichzeitigem Betrieb von Betriebsmittelkombinationen das Risiko wechselseitiger EM-Beeinflussung besteht, sollte der Auftragnehmer die Lieferanten der Betriebsmittel auffordern, untereinander eine Vereinbarung über die notwendigen Maßnahmen für den ungestörten Betrieb zu treffen. Solch eine Vereinbarung sollte Maßnahmen, Verantwortlichkeiten und qualitätssichernde Verfahren beschreiben.

A.3.7 Installationsempfehlungen

Installationsempfehlungen unter besonderer Berücksichtigung der EMV sind in Anhang B dieser Norm enthalten.

Besondere Installationsanforderungen können sich aus der groben Analyse ergeben z. B., wenn ein Abstand zwischen den Betriebsmitteln zwingend erforderlich ist.

A.3.8 Prüfung der Übereinstimmung mit EMV-Bestimmungen

A.3.8.1 Allgemeines

Die Prüfung der Übereinstimmung mit den EMV-Bestimmungen ist eine Unteraufgabe der allgemeinen Qualitätssicherung. Geeignete Maßnahmen können einer der folgenden Ebenen zugeordnet werden:

- Betriebsmittelebene;
- Fertigungsüberwachungsebene;
- Systemebene.

Ähnlich der allgemeinen Qualitätssicherung ist die Sicherstellung der EMV in einvernehmlicher Zusammenarbeit zwischen den zuständigen Körperschaften¹ und der Qualitätssicherungsgruppe des Auftragnehmers durchzuführen.

A.3.8.2 Übereinstimmung mit EMV-Bestimmungen auf Betriebsmittelebene

Für die Übereinstimmung von Betriebsmitteln ist die Vorlage entsprechender Zertifikate ausreichend. Wenn solche Zertifikate für einzelne Betriebsmittel nicht vorgelegt werden können, sollten abgestimmte Prüfungen in Zusammenarbeit mit den zuständigen Körperschaften¹ durchgeführt werden.

A.3.8.3 Fertigungsüberwachung für EMV

Während des Baues des Schiffes sollten die zutreffenden Maßnahmen in Anhang C beachtet werden. Besondere Beachtung sollte der „entwurfsmäßigen Entkopplung“ gelten, d. h. ein Abstand zwischen strahlenden und empfindlichen Betriebsmitteln sollte nicht verkleinert werden, ungewollte Kopplung durch Anschluss von Störern und empfindlichen Betriebsmitteln an dieselbe Sammelschiene sollte vermieden werden, usw.

A.3.8.4 Übereinstimmung mit EMV-Bestimmungen auf Systemebene

Das Standardverfahren zum Nachweis der System-EMV ist der „Einschalt/Ausschalttest“. Bei dieser Prüfung werden Kombinationen von elektrischen und elektronischen Betriebsmitteln betrieben und auf Effekte überwacht, die möglicherweise durch elektromagnetische Beeinflussung verursacht werden. Wenn solch ein Ereignis auftritt, sollte die Quelle durch mehrmaliges Aus- und Einschalten derjenigen Betriebsmittel bestimmt werden, die als Urheber der Störung in Frage kommen.

Falls nicht anderweitig festgelegt, sollte die Bewertung der elektromagnetischen Beeinflussungseffekte mit den Anforderungen dieser Norm übereinstimmen.

A.3.9 Zusätzliche Maßnahmen

Wenn aufgrund der Komplexität des Schiffes über die in A.3.3 beschriebenen grundsätzlichen Aufgaben hinaus, zusätzliche Maßnahmen durch die zuständigen Körperschaften gefordert werden, sollte eine Analyse, wie in Abschnitt A.4 beschrieben, durchgeführt werden.

Wenn diese Analyse die Notwendigkeit zusätzlicher EMV-Maßnahmen ergibt, sollte die Planung und Realisierung wie in Abschnitt A.5. beschrieben erfolgen.

Die Überprüfung der Wirksamkeit der o. a. EMV-Maßnahmen erfolgt durch Prüfungen und Inspektionen wie in Abschnitt A.6 beschrieben.

1 Behörden, benannte Stellen, Klassifikationsgesellschaften usw.

A.4 Vollständige EMV-Analyse

A.4.1 Allgemeines

Eine EMV-Analyse kann genutzt werden, um Grenzwerte für Betriebsmittel oder für Untereinheiten von Systemen zu bestimmen. Ein Flussdiagramm für die Analyse eines Betriebsmittels ist in Bild A.1 angegeben. Eine ähnliche Prozedur ist auf Untersysteme anwendbar.

Bei komplexen Systemen ist oft eine vollständige EMV-Analyse erforderlich. In einigen Fällen reicht es aus, nur Teile einer Analyse durchzuführen, z. B. das Erstellen von Frequenz- oder Pegelübersichten oder die Festlegung von Verträglichkeitspegeln.

A.4.2 Elektromagnetische Beeinflussungsmatrix (EMV-Matrix)

Im Falle einer vollständigen EMV-Analyse wird eine Beeinflussungs-Matrix aufgestellt. EMV-relevante Daten der Betriebsmittel des Schiffes werden gesammelt und auf EMV-Datenblättern festgehalten. Die Betriebsmittel werden als mögliche Störquellen sowie Störsenken, in die Matrix eingetragen. An jedem Kreuzungspunkt wird eine Analyse durchgeführt um festzustellen, ob sich die Betriebsmittel gegenseitig stören. Das Ergebnis wird unter Verwendung von Symbolen an den Kreuzungspunkten dargestellt, und danach wird die Matrix analysiert. Aus der Analyse können Schlüsse gezogen werden bezüglich der Verträglichkeitspegel der Betriebsmittel und der im System durchzuführenden EMV-Maßnahmen.

Tabelle A.1 zeigt ein Beispiel einer elektromagnetischen Beeinflussungsmatrix (EMV-Matrix). Störer werden in die Spalten eingetragen, und störempfindliche Betriebsmittel in die Zeilen. Betriebsmittel werden normalerweise sowohl in Zeilen als auch in Spalten erscheinen. Jedem Betriebsmittel ist eine Matrixnummer zugeordnet. Zusätzlich werden die Daten der elektromagnetischen Umgebung in der Matrix erfasst.

A.4.3 Datensammlung

Um eine EMV-Analyse durchführen zu können, müssen bestimmte Daten vorliegen. Dazu gehören:

- a) Aussendungs- und Störfestigkeitspegel;
- b) Abmessungen der Betriebsmittel;
- c) Abstände zwischen den Betriebsmitteln;
- d) Kabeldaten sowohl für Leistungs- als auch für Signalkabel;
- e) Elektrische und elektronische Daten der Betriebsmittel, wie
 - 1) Leistungsaufnahme,
 - 2) Frequenzen/Frequenzbereiche,
 - 3) Empfindlichkeitspegel von Empfängern,
 - 4) Sendeleistung von Sendern usw.

Ebenfalls notwendig sind:

- f) Einzelheiten der Installation;
- g) Pegel der elektromagnetischen Umgebung.

Vorzugsweise sind die Daten aus den Prüfberichten zu verwenden. Wenn diese nicht verfügbar sind, kann es notwendig sein, die Pegel zunächst aufgrund des Betriebsverhaltens der Betriebsmittel abzuschätzen. Diese Pegel können verwendet werden, bis genauere Daten verfügbar sind.

Die Art und Weise, wie das Betriebsmittel installiert wird und wie die Kabel angeschlossen werden, muss bekannt sein. Dies gilt für die Betriebsmittelkonfiguration, die verlegten Kabel und die Abstände zwischen diesen. Die EMV-Maßnahmen, die für dieses System bereits geplant sind, müssen bekannt sein.

Ein Fragebogen kann helfen, um die Daten vom Betriebsmittellieferanten zu erhalten.

A.4.4 Datenverarbeitung

A.4.4.1 EMV-Datenblatt

Für jedes Betriebsmittel werden die Daten in einer Datenbank oder auf einem separaten EMV-Datenblatt gesammelt. Dieses Dokument erhält eine Nummer, die in der Beeinflussungsmatrix zum leichteren Auffinden der Daten gespeichert wird. Das Blatt kann ausgetauscht werden, wenn sich Daten auf dem Dokument geändert haben.

A.4.4.2 Frequenzpläne

Auf der Basis der gesammelten Daten wird ein Frequenzplan für die Betriebsfrequenzen und deren Harmonische erstellt. Dies gilt besonders für alle Frequenzbereiche, in denen das Betriebsmittel Pegel entweder oberhalb der Aussendungsgrenzwerte oder unterhalb der Störfestigkeitsgrenzwerte aufweist. Ein Beispiel ist in Bild A.3 angegeben.

Es ist hilfreich, zwei Frequenzpläne aufzustellen, nämlich einen für leitungsgebundene Störungen und einen für gestrahlte Störungen.

Der Frequenzplan ist besonders wichtig für die einzelnen Bestandteile der Sende- und Empfangs-Anlage des Systems. Der Frequenzplan kann genutzt werden, um herauszufinden, ob Sende- und Empfangs-Betriebsmittel in denselben Frequenzbändern arbeiten.

A.4.4.3 Pegelpläne

Pegelpläne stellen die Aussendungs- und Störfestigkeitspegel über den Frequenzbereichen dar. Bild A.4 zeigt hierfür ein Beispiel. Diese Pläne geben oftmals ausschließlich Pegelwerte wieder, die von Normgrenzwerten abweichen, z. B. den Aussendungspegel eines Senders oder den Empfindlichkeitspegel eines Empfängers. Werden zusätzlich die Grenzwerte eingetragen, die in der maßgeblichen EMV-Vorschrift enthalten sind, kann man auch erkennen, wie weit diese Pegel entweder die Aussendungsgrenzwerte überschreiten oder die Störfestigkeitsgrenzwerte unterschreiten.

Für leitungsgebundene Störgrößen zeigt der Pegelplan, ob eine gegenseitige Beeinflussung der Betriebsmittel zu erwarten ist. Für leitungsgebundene Störgrößen tritt üblicherweise keine wesentliche Dämpfung in den Leitungen und Kabeln auf.

Für Störungen, die auf Nebensprechen zurückzuführen sind, muss die Kopplungsimpedanz bekannt sein. Es können keine Schlüsse gezogen werden, bevor eine Berechnung durchgeführt worden ist.

Eine ähnliche Situation ergibt sich bei Pegelplänen für gestrahlte Störgrößen. Um zu Aussagen zu kommen, muss der Pegel am Aufstellungsort des störempfindlichen Betriebsmittels unter Berücksichtigung von Entfernungen und schirmenden Gegenständen (wie andere Betriebsmittel, Metallbauteile usw.) berechnet werden.

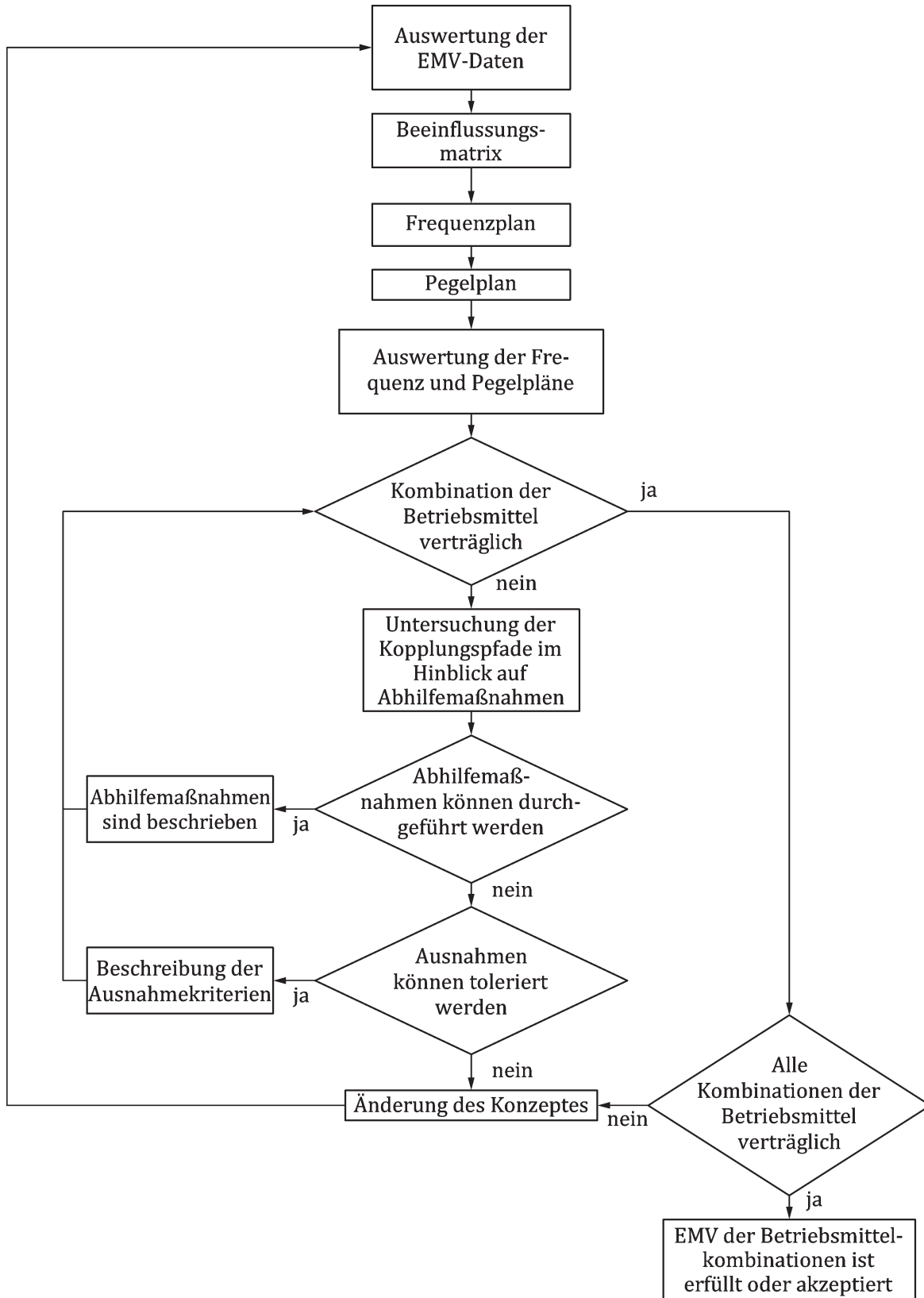


Bild A.1 — EMV-Analyse, Flussdiagramm