

	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) Teil 4: Prüf- und Meßverfahren Hauptabschnitt 6: Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 1000-4-6:1996) Deutsche Fassung EN 61000-4-6:1996	DIN EN 61000-4-6
VDE	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Vorstand beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter nebenstehenden Nummern in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der etz Elektrotechnische Zeitschrift bekanntgegeben worden.	Klassifikation VDE 0847 Teil 4-6
Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm IEC 1000-4-6 ICS 33.100 Deskriptoren: Elektrotechnik, elektromagnetische Verträglichkeit, Prüfverfahren, Meßverfahren, Störfestigkeit Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields (IEC 1000-4-6:1996); German version EN 61000-4-6:1996 Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4: Techniques d'essai et de mesure – Section 6: Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques (CEI 1000-4-6:1996); Version allemande EN 61000-4-6:1996 Die Europäische Norm EN 61000-4-6:1996 hat den Status einer Deutschen Norm. Beginn der Gültigkeit Die EN 61000-4-6 wurde am 1996-07-02 angenommen. Fortsetzung Seite 2 und 3 und 36 Seiten EN Deutsche Elektrotechnische Kommission im DIN und VDE (DKE)		

Nationales Vorwort

Diese Norm enthält die Deutsche Fassung der Europäischen Norm EN 61000-4-6 „Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4: Prüf- und Meßverfahren – Hauptabschnitt 6: Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 1000-4-6)“, Ausgabe 07.96, in die die Internationale Norm IEC 1000-4-6 „Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 6: Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields“, Ausgabe 03.96 unverändert übernommen worden ist.

Die Internationale Norm wurde vom SC 65A „System aspects“ des TC 65 „Industrial-process measurement and control“ der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Die einzelnen Teile der Normenreihe IEC 1000-4 bzw. EN 61000-4 werden folgende Hauptabschnitte umfassen:

- Hauptabschnitt 1: Übersicht über die Störfestigkeitsprüfverfahren
- Hauptabschnitt 2: Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität
- Hauptabschnitt 3: Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder
- Hauptabschnitt 4: Störfestigkeit gegen schnelle transiente Störgrößen (Burst)
- Hauptabschnitt 5: Störfestigkeit gegen Stoßspannungen
- Hauptabschnitt 6: Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder
- Hauptabschnitt 7: Allgemeiner Leitfadens für Verfahren und Geräte zur Messung von Oberschwingungen und Zwischenharmonischen in Stromversorgungsnetzen und angeschlossenen Einrichtungen
- Hauptabschnitt 8: Störfestigkeit gegen Magnetfelder mit energietechnischen Frequenzen
- Hauptabschnitt 9: Störfestigkeit gegen impulsförmige Magnetfelder
- Hauptabschnitt 10: Störfestigkeit gegen gedämpft schwingende Magnetfelder
- Hauptabschnitt 11: Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen
- Hauptabschnitt 12: Störfestigkeit gegen gedämpfte Schwingungen
- Hauptabschnitt 13: Störfestigkeit gegen Oberschwingungen und Zwischenharmonische
- Hauptabschnitt 16: Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen im Frequenzbereich von 0 bis 150 kHz

Die Veröffentlichungen der deutschen Fassungen erfolgen im Rahmen der Klassifikation VDE 0847.

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 921.3 „Elektromagnetische Verträglichkeit“ der Deutschen Elektrotechnischen Kommission im DIN und VDE (DKE) zuständig.

Der Zusammenhang der in dieser Norm zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist nachstehend wiedergegeben.

Für den Fall einer undatierten Verweisung im normativen Text (Verweisung auf eine Norm ohne Angabe des Ausgabedatums und ohne Hinweis auf eine Abschnittsnummer, eine Tabelle, ein Bild usw.) bezieht sich die Verweisung auf die jeweils neueste gültige Ausgabe der in Bezug genommenen Norm.

Für den Fall einer datierten Verweisung im normativen Text bezieht sich die Verweisung immer auf die in Bezug genommene Ausgabe der Norm.

Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig.

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
	IEC 50-131:1978	V DIN IEC 50-131:1983-01	
	IEC 50-161:1990	E DIN IEC 50-161:1995-07	
EN 61000-4-4:1995	IEC 1000-4-4:1995	DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847 Teil 4-4):1996-03	VDE 0847 Teil 4-4
	CISPR 16-1:1993	DIN VDE 0876-1 (VDE 0876 Teil 1):1978-09 DIN VDE 0876-2 (VDE 0876 Teil 2):1984-04 DIN VDE 0876-3 (VDE 0876 Teil 3):1987-06	VDE 0876 Teil 1 VDE 0876 Teil 2 VDE 0876 Teil 3
EN 55020:1994	CISPR 20:1990	DIN EN 55020 (VDE 0872 Teil 20):1995-05	VDE 0872 Teil 20

Nationaler Anhang NA (informativ)**Literaturhinweise**

DIN EN 55020 (VDE 0872 Teil 20)	Störfestigkeit von Rundfunkempfängern und verwandten Geräten der Unterhaltungselektronik; Deutsche Fassung EN 55020:1994
DIN EN 61000-4-4 (VDE 0847 Teil 4-4)	Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4: Prüf- und Meßverfahren – Hauptabschnitt 4: Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst – EMV-Grundnorm (IEC 1000-4-4:1995); Deutsche Fassung EN 61000-4-4:1995
V DIN IEC 50-131	Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 131: Elektrische Stromkreise und magnetische Kreise
E DIN IEC 50-161	Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 161: Elektromagnetische Verträglichkeit (IEC 50(161):1990)
DIN VDE 0876-1 (VDE 0876 Teil 1)	Geräte zur Messung von Funkstörungen – Funkstörmeßempfänger mit bewertender Anzeige und Zubehör
DIN VDE 0876-2 (VDE 0876 Teil 2)	Geräte zur Messung von Funkstörungen – Analysator zur automatischen Erfassung von Knackstörungen
DIN VDE 0876-3 (VDE 0876 Teil 3)	Geräte zur Messung von Funkstörungen – Funkstörmeßempfänger mit Mittelwertanzeige

((VAKAT))

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN 61000-4-6

Juli 1996

ICS 29.020

Deskriptoren: Elektromagnetische Verträglichkeit, elektrische Betriebsmittel, elektronische Betriebsmittel, hochfrequente Störgrößen

Deutsche Fassung

Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)

Teil 4: Prüf- und Meßverfahren

Hauptabschnitt 6: Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder

(IEC 1000-4-6 :1996)

Electromagnetic compatibility (EMC)
Part 4: Testing and measurement techniques
Section 6: Immunity to conducted disturbances,
induced by radio-frequency fields
(IEC 1000-4-6 :1996)

Compatibilité électromagnétique (CEM)
Partie 4: Techniques d'essai et de mesure
Section 6: Immunité aux perturbations conduites,
induites par les champs radioélectriques
(CEI 1 000-4-6 :1996)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 1996-07-02 angenommen.

Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CENELEC-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

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

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien und dem Vereinigten Königreich.

CENELEC

Europäisches Komitee für Elektrotechnische Normung
European Committee for Electrotechnical Standardization
Comité Européen de Normalisation Electrotechnique

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

Vorwort

Der Text des Schriftstücks 65A/165/FDIS – 77B/144/FDIS, zukünftige 1. Ausgabe von IEC 1000-4-6, ausgearbeitet von dem SC 65A „System aspects“ des IEC TC 65 „Industrial-process measurement and control“ und von dem SC 77B „High-frequency phenomena“ des IEC TC 77 „Electromagnetic compatibility“, wurde der IEC-CENELEC-Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 1996-07-02 als EN 61000-4-6 angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die EN auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muß (dop): 1997-04-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 1997-04-01

Anhänge, die als „normativ“ bezeichnet sind, gehören zum Norminhalt.

Anhänge, die als „informativ“ bezeichnet sind, enthalten nur Informationen.

In dieser Norm sind die Anhänge A und ZA normativ und die Anhänge B, C, D und E informativ.

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 1000-4-6:1996 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Einführung	4
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Allgemeines	5
4 Begriffe	5
5 Prüfschärfegrade	6
6 Prüfgeräte	6
6.1 Prüfgenerator	6
6.2 Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke	7
6.3 Kontrolle der asymmetrischen Impedanz am Prüflingsanschluß des Koppelnetzwerkes/Entkoppelnetzwerkes.	9
6.4 Einstellung des Prüfgenerators	9
7 Prüfaufbau für Tischgeräte und freistehende Betriebsmittel	10
7.1 Auswahl des Kopplungsverfahrens und der Prüfpunkte	10
7.2 Hinweise für die Anwendung der Koppelzange	12
7.3 Hinweise zur Einspeisung über eine Koppelzange, wenn die Anforderungen an die asymmetrische Impedanz nicht eingehalten werden können	12
7.4 Prüflinge, bestehend aus einer Einheit	12
7.5 Prüflinge, bestehend aus mehreren Einheiten.	13
8 Durchführung der Prüfung	13
9 Bewertung der Prüfergebnisse und Prüfbericht	14

Tabellen

1	Prüfschärfegrade	6
2	Eigenschaften des Prüfgenerators	7
3	Hauptparameter der Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke	7
E.1	Notwendige Ausgangsleistung des Verstärkers für ein Prüfsignal von 10 V _{EMK}	36

Bilder

1	Regeln für die Auswahl der Kopplungsverfahren	11
2	Störfestigkeitsprüfung mit leitungsgeführten HF-Störgrößen	15
3	Aufbau des Prüfgenerators	16
4	Definition der Wellenform am Ausgang des Prüflingsanschlusses eines Koppelnetzwerkes (EMK für Prüfschärfegrad 1)	16
5	Prinzipien der Kopplung und Entkopplung	17
6	Prinzip der Kopplung und Entkopplung mit der Koppelzangenmethode	19
7	Einzelheiten der Aufbauten und Bestandteile zur Überprüfung der wichtigsten Eigenschaften der Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke und der 150-Ω- zu 50-Ω-Übergänge	19
8	Aufbau zur Einstellung des Prüfpegels (siehe 6.4.1)	21
9	Beispiel für den Prüfaufbau eines Einzelgerätes mit Schutzklasse II (siehe IEC 536)	22
10	Beispiel für den Prüfaufbau eines aus mehreren Komponenten bestehenden Systems, die gemeinsam als ein Prüfling der Schutzklasse II anzusehen sind (siehe IEC 536)	23
A.1	Schaltbild für die Pegeleinstellung in einer 50-Ω-Haltevorrichtung	25
A.2	Konstruktion der 50-Ω-Haltevorrichtung	25
A.3	Einzelheiten zur Konstruktion der EM-Koppelstrecke	26
A.4	Konzept der EM-Koppelstrecke (Elektromagnetische Koppelstrecke)	27
A.5	Koppelfaktor der EM-Koppelstrecke	27
A.6	Prinzipieller Prüfaufbau mit Koppelzangen	28
A.7	Beispiel für die Anordnung des Prüfaufbaus auf der Bezugsmassefläche bei Verwendung von Koppelzangen (Draufsicht)	28
B.1	Startfrequenz als Funktion von Leitungslänge und Größe des Betriebsmittels	30
D.1	Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-S1 für geschirmte Leitungen (siehe 6.2.1)	33
D.2	Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-M1/-M2/-M3 für ungeschirmte Stromversorgungsleitungen (siehe 6.2.2.1)	33
D.3	Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-AF2 für ungeschirmte, unsymmetrisch betriebene Leitungen (siehe 6.2.2.3)	34
D.4	Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-T2 für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen (siehe 6.2.2.2)	34
D.5	Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-T4 für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen (siehe 6.2.2.2)	35
D.6	Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-T8 für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen (siehe 6.2.2.2)	35

Anhänge

A	Zusätzliche Informationen zur Einspeisung über eine Koppelzange	24
B	Auswahlkriterien für den anzuwendenden Frequenzbereich	29
C	Hinweise für die Auswahl der Prüfschärfegrade	31
D	Informationen zu Koppelnetzwerken/Entkoppelnetzwerken	32
E	Informationen zu den Anforderungen an den Prüfgenerator	36
ZA	Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	36

Einführung

Diese Norm ist Teil der Serie IEC 1000, die folgende Struktur hat:

Teil 1: Allgemeines

Allgemeine Betrachtungen (Einführung, grundlegende Prinzipien)
Definitionen, Begriffe

Teil 2: Umgebung

Umgebungsbeschreibung
Einteilung der Umgebung in Klassen
Verträglichkeitspegel

Teil 3: Grenzwerte

Grenzwerte der Störaussendung
Grenzwerte der Störfestigkeit (soweit sie nicht in den Zuständigkeitsbereich der Produktkomitees fallen)

Teil 4: Prüf- und Meßverfahren

Meßverfahren
Prüfverfahren

Teil 5: Installationsrichtlinien und Abhilfemaßnahmen

Installationsrichtlinien
Abhilfemaßnahmen und Geräte

Teil 6: Fachgrundnormen

Teil 9: Verschiedenes

Jeder Teil ist darüber hinaus in Hauptabschnitte unterteilt, die entweder als Internationale Normen oder Technische Berichte veröffentlicht werden.

1 Anwendungsbereich

Dieser Hauptabschnitt der Norm IEC 1000-4 beschreibt Prüfverfahren zur Störfestigkeit und legt Prüfschärfegrade für elektrische und elektronische Betriebsmittel fest, die elektromagnetischen Störungen von Hochfrequenz-Sendeanlagen im Frequenzbereich 9 kHz bis 80 MHz ausgesetzt sind. Betriebsmittel, welche nicht mindestens eine Leitung haben, über die die HF-Störfelder eingekoppelt werden können (z. B. Stromversorgungsleitungen, Signalleitungen, Erdverbindungen), sind von der Prüfung ausgenommen.

ANMERKUNG: In diesem Hauptabschnitt werden Prüfverfahren beschrieben zur Messung der Einflüsse, die leitungsgeführte, durch elektromagnetische Strahlung induzierte Störungen auf das betroffene Betriebsmittel haben. Die Simulation und die Messung dieser leitungsgeführten Störgrößen sind nicht hinreichend exakt, um diese Einflüsse quantitativ zu bestimmen. Die festgelegten Prüfverfahren dienen in erster Linie dem Ziel, hinreichende Reproduzierbarkeit der Ergebnisse unter verschiedenen Gegebenheiten für die qualitative Analyse von Einflüssen zu erreichen.

Diese Norm beabsichtigt nicht die Festlegung von Prüfungen, welche auf ein bestimmtes Gerät oder System anzuwenden sind. Ziel ist vielmehr, für die betreffenden Produktkomitees bei IEC eine allgemeine Basis zu schaffen. Die Produktkomitees (oder Hersteller und Betreiber von Betriebsmitteln) bleiben verantwortlich für die angemessene Auswahl der Prüfungen und Prüfschärfegrade.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil dieses Hauptabschnitts der IEC 1000-4 sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung, und Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf diesem Hauptabschnitt der IEC 1000-4 basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

IEC 50(131):1978, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 131: Electric and magnetic circuits*

IEC 50(161):1990, *International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic Compatibility*

IEC 1000-4-3:1995, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4: Testing and measurement techniques – Section 3: Radiated, radio frequency, electromagnetic field immunity test*

CISPR 16-1:1993, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus*

CISPR 20:1990, *Limits and methods of measurement of immunity characteristics of sound and television broadcast receivers and associated equipment*

3 Allgemeines

Die Störquellen, die in diesem Hauptabschnitt der Norm erfaßt werden, sind ursprünglich elektromagnetische Felder, welche von Sende-funkanlagen erzeugt werden und welche auf der vollen Länge der Leitungen, die an das Betriebsmittel angeschlossen sind, einwirken können. Die Abmessungen der beeinflussten Betriebsmittel, die meist Teil einer größeren Anlage sind, werden, bezogen auf die Wellenlänge, als klein angenommen. Die anschließbaren Leitungen, z. B. Netz-, Daten- und Schnittstellenleitungen, verhalten sich deshalb wie ein passives Netzwerk von Antennen, da sie mehrere Wellenlängen Ausdehnung haben können.

Zwischen solchen Netzwerken angeschlossen ist das empfindliche Betriebsmittel Strömen ausgesetzt, die „durch“ das Betriebsmittel fließen. Für mit einem Betriebsmittel verbundene Kabelsysteme wird angenommen, daß diese in Resonanz kommen ($\lambda/4$, $\lambda/2$ ohne Abschluß oder gefaltete Dipole) und durch Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke nachgebildet werden, welche eine asymmetrische Impedanz von 150 Ω zur Bezugserde haben.

Die beschriebenen Prüfverfahren setzen den Prüfling einer Störquelle aus, welche elektrische und magnetische Felder umfaßt, wie sie von Sende-funkanlagen ausgehen. Diese Störfelder (E und H) werden durch die elektrischen und magnetischen Nah-Felder nachgebildet, deren Ursache die Spannungen und Ströme sind, die durch den Prüfaufbau nach Bild 2a entstehen.

Das Prüfverfahren, bei dem über ein Koppelnetzwerk/Entkoppelnetzwerk eine Leitung nach der anderen angeregt wird, während alle anderen Leitungen nicht beaufschlagt werden, siehe Bild 2b, kann nur annähernd reale Installationen nachbilden, in welchen die Störgrößen auf alle Leitungen gleichzeitig mit einem Bereich unterschiedlicher Amplituden und unterschiedlicher Phasenlagen wirken.

Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke werden durch die Eigenschaften definiert, die in 6.2 beschrieben sind. Es kann jedes Koppelnetzwerk/Entkoppelnetzwerk verwendet werden, das diese Eigenschaften besitzt. Die in Anhang D aufgeführten Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke sind nur Beispiele von allgemein erhältlichen Koppelnetzwerken/Entkoppelnetzwerken.

4 Begriffe

Die folgenden Begriffe und diejenigen aus IEC 50 (161) gelten für diesen Hauptabschnitt von IEC 1000-4.

4.1 Handnachbildung: Elektrisches Netzwerk, das für übliche Einsatzbedingungen die Impedanz des menschlichen Körpers nachbildet, die sich zwischen dem in der Hand gehaltenen Betriebsmittel und der Erde aufbaut. [IEV 161-04-27]

ANMERKUNG: Der Aufbau soll mit IEC CISPR 16-1 übereinstimmen.

4.2 Zusatzgeräte (AE): Geräte, die notwendig sind, um die zum üblichen Betrieb des Prüflings erforderlichen Signale zu liefern und Geräte, um das fehlerfreie Betriebsverhalten des Prüflings nachzuweisen.

4.3 Einspeisung über Koppelzange: Die Einspeisung in die Leitung erfolgt durch Anlegen einer Koppelzange.

- **Stromzange:** Übertrager, bei dem die Sekundärwindung aus dem Kabel besteht, in das die Störgröße eingespeist wird.
- **Elektromagnetische (EM) Koppelstrecke:** Koppelstrecke mit kapazitiver und induktiver Kopplung.

4.4 Asymmetrische Impedanz: Quotient aus asymmetrischer Spannung zu asymmetrischem Strom an einer bestimmten Schnittstelle.

ANMERKUNG: Diese asymmetrische Impedanz kann bestimmt werden durch Anlegen einer Einheits-Spannung zwischen der (den) Klemme(n) oder dem Schirm dieser Schnittstelle und der/dem Bezugsfläche(n/-punkt). Der daraus resultierende asymmetrische Strom ist dann als die Vektorsumme aller Ströme zu messen, die durch diese Klemme(n) oder den Schirm fließen, siehe Bilder 8a und 8b.

4.5 Koppelfaktor: Quotient aus Leerlaufspannung (EMK) am Prüflingsausgang der Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke zu Leerlaufspannung am Ausgang des Generators.

4.6 Koppelnetzwerk: Elektrischer Stromkreis, der elektrische Energie auf einen anderen mit einer definierten Impedanz überträgt.

ANMERKUNG: Die Koppel- und Entkoppeleinrichtungen können in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht (CDN) oder getrennt aufgebaut sein (üblicherweise bei Einspeisung mit Koppelzange).

4.7 Entkoppelnetzwerk: Elektrischer Stromkreis, der verhindert, daß das dem Prüfling zugeführte Prüfsignal andere Geräte, Betriebsmittel oder Systeme beeinflusst, die nicht geprüft werden.

4.8 EUT: Abkürzung für Prüfling

4.9 Prüfgenerator: Generator (bestehend aus Hochfrequenzgenerator, Modulationsquelle, Dämpfungsgliedern, Breitband-Leistungsverstärker und Filtern), der in der Lage ist, das geforderte Prüfsignal zu erzeugen (siehe Bild 3).

4.10 Elektromotorische Kraft (EMK): Spannung an den Polen der idealen Spannungsquelle in der Ersatzschaltung eines aktiven Elements (IEV 131-01-38).

4.11 Meßergebnis, U_{mr} : Am Spannungsmessgerät abgelesener Spannungswert.

4.12 Stehwellenverhältnis (VSWR): Quotient aus Maximalwert zu Minimalwert der Amplitude der jeweiligen Feldkomponente (Spannung oder Strom) längs der Leitung in Ausbreitungsrichtung.

5 Prüfschärfegrade

Im Frequenzbereich 9 kHz bis 150 kHz sind für die Erfassung von induzierten Störungen, die durch elektromagnetische Felder von Sendefunkanlagen verursacht werden, keine Prüfungen erforderlich.

Tabelle 1: Prüfschärfegrade

Frequenzbereich 150 kHz bis 80 MHz		
Schärfegrade	Spannung (EMK)	
	U_0 in dB(μV)	U_0 in V
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X ¹⁾	besonders festzulegen	

1) X ist ein offener Schärfegrad.

Tabelle 1 enthält die Prüfschärfegrade als Effektivwerte der Leerlaufspannung (EMK) des unmodulierten Störsignales. Die Prüfschärfegrade gelten für den Prüflingsanschluß des Koppelnetzwerkes, siehe 6.4.1. Für die Prüfung der Betriebsmittel wird dieses Signal zu 80% sinusförmig mit 1 kHz amplitudenmoduliert, um reale Gegebenheiten zu simulieren. Das amplitudenmodulierte Signal ist in Bild 4 dargestellt. Hinweise zur Auswahl des Schärfgrades gibt Anhang C.

ANMERKUNG 1: IEC 1000-4-3 legt weitere Prüfverfahren zur Ermittlung der Störfestigkeit elektrischer und elektronischer Betriebsmittel gegenüber gestrahlter Energie für Frequenzen oberhalb 80 MHz fest. Produktkomitees dürfen entscheiden, ob sie eine niedrigere oder höhere Übergangsfrequenz wählen (siehe Anhang B).

ANMERKUNG 2: Produktkomitees dürfen alternative Modulationsarten wählen.

6 Prüfgeräte

6.1 Prüfgenerator

Der Prüfgenerator umfaßt alle Geräte und Bauteile, um die am Eingangsanschluß jedes Koppelnetzwerkes erforderliche Prüfstörgröße mit dem geforderten Schärfegrad am Prüflingsanschluß zu erzeugen. Der Generator umfaßt die folgenden Teile (siehe 4.9 und Bild 3):

- den Hochfrequenzgenerator(en) G1, der in der Lage sein muß, eine mit 80 % und 1 kHz sinusförmig modulierte Prüfstörgröße in dem in Frage kommenden Frequenzband zu erzeugen. Er muß entweder eine automatische Durchlaufgeschwindigkeit von $< 1,5 \cdot 10^{-3}$ Dekade/s und/oder einen manuellen Durchlauf haben, oder, im Fall von Hochfrequenz-Synthesizern, mit frequenzabhängigen Schrittweiten und Verweilzeiten programmierbar sein.
- Dämpfungsglied T1 (typischerweise 0 bis 40 dB) mit einem ausreichenden Frequenzbereich zur Einstellung der Ausgangsspannung der Prüfsignalquelle. T1 kann in den Hochfrequenzgenerator integriert sein.
- Hochfrequenz-Schalter S1, mit dem die Prüfstörgröße während der Ermittlung der Störfestigkeit ein- und ausgeschaltet werden kann. Die Verwendung dieses Schalters erfolgt wahlweise, er darf in den Hochfrequenzgenerator integriert sein.
- Breitband-Leistungsverstärker PA. Die Verwendung eines Breitband-Verstärkers ist dann erforderlich, wenn die Ausgangsleistung des Hochfrequenzgenerators nicht ausreicht.
- Tiefpaß-Filter (LPF) und/oder Hochpaß-Filter (HPF) können erforderlich sein, um Probleme zu verhindern, die von (Sub-)Harmonischen verursacht werden, wenn es sich beim Prüfling zum Beispiel um eine Art Empfänger handelt. Falls sie verwendet werden, ordnet man sie zwischen dem Breitbandverstärker PA und dem Dämpfungsglied T2 an.

- Dämpfungsglied T2, (≥ 6 dB, $Z_0 = 50 \Omega$), mit den erforderlichen Leistungsdaten. T2 reduziert die Fehlanpassung zwischen Breitband-Leistungsverstärker und Koppelnetzwerk. Es wird so nahe wie möglich zum Koppelnetzwerk angeordnet.

ANMERKUNG: T2 darf in dem Koppelnetzwerk/Entkoppelnetzwerk integriert sein. T2 kann entfallen, wenn die Ausgangsimpedanz des Breitband-Leistungsverstärkers bei allen Belastungen innerhalb der festgelegten Werte bleibt.

Die Leistungsmerkmale des Prüfgenerators ohne Modulation enthält Tabelle 2.

Tabelle 2: Eigenschaften des Prüfgenerators

Ausgangsimpedanz	50 Ω , VSWR $\leq 1,2$
Harmonische und Verzerrungen	mehr als 15 dB unter dem Trägerpegel
Amplituden-Modulation	intern oder extern, Modulationsgrad 80 % $\pm$ 5 % bei 1 kHz $\pm$ 10 % sinusförmig
Ausgangspegel	ausreichend hoch, um den Prüfschärfegrad sicherzustellen (siehe auch Anhang E)

6.2 Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke

Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke müssen verwendet werden, um eine geeignete Kopplung der Prüfstörgröße (über den gesamten Frequenzbereich und mit einer definierten asymmetrischen Impedanz am Prüflingsanschluß) auf die verschiedenen Leitungen zu ermöglichen, die an den Prüfling angeschlossen sind.

Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke können in einer Einrichtung zusammengefaßt sein (CDN) oder können aus mehreren Teilen bestehen. Der Hauptparameter des Koppelnetzwerkes/Entkoppelnetzwerkes, die asymmetrische Impedanz am Prüflingsanschluß, ist in Tabelle 3 angegeben.

Hinweise für die Auswahl eines geeigneten Einkopplungsverfahrens werden nachfolgend und in 7.1 gegeben.

Tabelle 3: Hauptparameter der Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke

Parameter	Frequenzband	
	0,15 MHz bis 26 MHz	26 MHz bis 80 MHz
$ Z_{ce} $	150 $\Omega \pm 20 \Omega$	150 $\Omega \begin{smallmatrix} +60 \\ -45 \end{smallmatrix} \Omega$

ANMERKUNG 1: Weder das Argument von Z_{ce} noch der Entkopplungsfaktor zwischen dem Anschluß zum Prüfling und dem Anschluß zu den Zusatzgeräten sind festgelegt. Diese Faktoren sind bei der Anforderung berücksichtigt, daß die Toleranz von $|Z_{ce}|$ sowohl bei offenem als auch bei gegen Masse kurzgeschlossenem Zusatzgeräteanschluß eingehalten werden muß.

ANMERKUNG 2: Wenn Kopplungsverfahren mit Koppelzangen benutzt werden, können die Anforderungen an Z_{ce} nicht erfüllt werden, solange die asymmetrische Impedanz des Zusatzgerätes mit den Impedanzanforderungen nicht übereinstimmt. Die Kopplungsverfahren mit Koppelzangen können jedoch akzeptable Prüfergebnisse ergeben, wenn die Hinweise von 7.3 beachtet werden.

6.2.1 Direkte Kopplung

Das vom Prüfgenerator kommende Prüfsignal wird in geschirmte und koaxiale Leitungen über einen 100- Ω -Widerstand direkt eingekoppelt. Zwischen dem Einspeisungspunkt und den Zusatzgeräten (AE) muß ein Entkoppelnetzwerk (siehe 6.2.4) eingefügt werden. Dieses ist so nahe wie möglich zum Einspeisungspunkt anzuordnen (siehe Bild 5b). Für bestimmte einfache Anordnungen geschirmter Leitungen darf das Entkoppelnetzwerk zusammen mit dem 100- Ω -Widerstand in einem Gehäuse untergebracht werden (siehe Anhang D, Bild D.1).

6.2.2 Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke (CDN)

Diese Netzwerke fassen Koppelnetzwerk/Entkoppelnetzwerk in einem Gehäuse zusammen und können für bestimmte ungeschirmte Leitungen verwendet werden, z. B. CDN-M1, CDN-M2, CDN-M3, CDN-T2, CDN-T4, CDN-AF2, siehe Anhang D. Typische Anordnungen von Koppelnetzwerken/Entkoppelnetzwerken zeigen die Bilder 5c und 5d. Diese Netzwerke dürfen die Nutzsignale nicht wesentlich beeinflussen. Einschränkungen müssen in den Produktnormen festgelegt werden.

6.2.2.1 Kopplung und Entkopplung für Stromversorgungsleitungen

Für alle Stromversorgungsleitungen werden Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke empfohlen. Für Geräte mit hoher Stromaufnahme ($I \geq 16 \text{ A}$) und/oder komplexen Stromversorgungssystemen (mehrphasiges Netz, gleichzeitig verschiedene Netzspannungen) dürfen jedoch andere Kopplungsmethoden gewählt werden.

Das Prüfsignal wird der Versorgungsleitung über das Koppelnetzwerk/Entkoppelnetzwerk CDN-M1 (ein Leiter), oder CDN-M2 (zwei Leiter), oder CDN-M3 (drei Leiter) oder diesen gleichwertigen Netzwerken zugeführt (siehe Anhang D). Entsprechende Netzwerke können für ein 3-Phasen-Versorgungssystem definiert werden, siehe Bild 5c.

Alle Versorgungsleitungen, die vom Prüflings- zum Zusatzgeräteanschluß führen, werden gemeinsam auf einen Kern gewickelt, um Sättigung zu vermeiden (stromkompensierte Drossel).

Werden in der späteren Installation die Stromversorgungsleitungen getrennt verlegt, müssen getrennte Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke CDN-M1 verwendet werden, um alle Eingangsanschlüsse getrennt zu behandeln.

Wenn der Prüfling weitere Erdanschlüsse hat (z. B. aus Hochfrequenzgründen oder wegen hoher Ableitströme), dann sind diese mit der Bezugsmassefläche zu verbinden:

- über ein Koppelnetzwerk/Entkoppelnetzwerk vom Typ CDN-M1, sofern dies zulässig ist. In diesem Fall muß die Stromversorgung über ein CDN-M3-Netzwerk angeschlossen werden;
- wenn es aus Hochfrequenz- oder anderen Gründen nicht zulässig ist, diesem Schutzleiteranschluß ein CDN-M1-Netzwerk in Reihe zu schalten, muß dieser Erdanschluß direkt mit der Bezugsmassefläche verbunden werden. In diesem Fall wird das Koppelnetzwerk/Entkoppelnetzwerk CDN-M3 durch ein solches vom Typ CDN-M2 ersetzt, um einen HF-Kurzschluß in der Einrichtung durch den Schutzleiter im Koppelnetzwerk zu vermeiden. Wird das Betriebsmittel bereits durch Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke vom Typ CDN-M1 oder CDN-M2 versorgt, so werden diese weiterhin benutzt.

Warnhinweis: Die Kondensatoren, die in den Koppelnetzwerken/Entkoppelnetzwerken verwendet werden, überbrücken spannungsführende Teile. Dies hat zur Folge, daß hohe Ableitströme auftreten können. Die Schutzerdung der Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke zur Bezugsmassefläche ist zwingend erforderlich (in einigen Fällen kann diese durch die Konstruktion der Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke sichergestellt werden).

6.2.2.2 Kopplung und Entkopplung für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen

Für die Kopplung bzw. Entkopplung des Prüfsignales bei ungeschirmten, symmetrisch betriebenen Leitungen werden CDN-T2, CDN-T4 oder CDN-T8-Netzwerke als Koppelnetzwerk/Entkoppelnetzwerk verwendet. Einzelheiten dazu enthalten die Bilder D.4, D.5 und D.6 im Anhang D.

- CDN-T2 für Leitungen mit einem symmetrischen Paar (zwei Leiter).
- CDN-T4 für Leitungen mit zwei symmetrischen Paaren (vier Leiter).
- CDN-T8 für Leitungen mit vier symmetrischen Paaren (acht Leiter).

ANMERKUNG: Andere CDN-Tx-Netzwerke können verwendet werden, sofern sie für den vorgesehenen Frequenzbereich geeignet sind und die Anforderungen von 6.2 erfüllen. Zum Beispiel sollte die Unsymmetriedämpfung (LCL) der Koppelnetzwerke/Entkoppelnetzwerke höher sein als die festgelegte Unsymmetriedämpfung der verwendeten Leitungen bzw. der Einrichtungen, die an diese Leitungen angeschlossen werden. Falls hier unterschiedliche Festlegungen vorliegen, so ist vom niedrigsten Wert auszugehen.

Für Leitungen mit mehreren symmetrischen Aderpaaren ist die Einspeisung mit der Koppelzange besser geeignet.

6.2.2.3 Kopplung und Entkopplung für ungeschirmte unsymmetrisch betriebene Leitungen

Bei ungeschirmten, unsymmetrisch betriebenen Leitungen darf für die Kopplung bzw. Entkopplung des Prüfsignals das in Anhang D, Bild D.3, gezeigte Koppelnetzwerk/Entkoppelnetzwerk verwendet werden.

- CDN-AF2 für Leitungen mit zwei Leitern.

Für unsymmetrisch betriebene Leitungen mit mehreren Leitern ist die Einspeisung mit der Koppelzange besser geeignet.

6.2.3 Einspeisung über Koppelzange

Bei der Verwendung einer Koppelzange sind Kopplungs- und Entkopplungsfunktionen getrennt. Die Einkopplung erfolgt durch eine Anlege-Zange, während die asymmetrische Impedanz und die Entkopplungsfunktion beim Zusatzgerät realisiert werden. Die Zusatzgeräte werden dadurch Teil des Entkoppelnetzwerkes (siehe Bild 6). Abschnitt 7.2 gibt Hinweise für die richtige Anwendung.

Wird eine EM-Koppelstrecke oder eine Stromzange verwendet, ohne daß die Einschränkungen nach 7.2 beachtet werden, so ist nach der in 7.3 definierten Prozedur zu verfahren. Hierbei wird die induzierte Spannung wie in 6.4.1 beschrieben eingestellt. Zusätzlich wird der sich einstellende Strom beobachtet und, falls erforderlich, nachgeregelt.