

	DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6)	DIN
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	VDE
ICS 33.100.20 Ersatz für DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2001-12 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-6:2003 + A1:2004 + A2:2006); Deutsche Fassung EN 61000-4-6:2007 + Corrigendum August 2007 Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-6: Testing and measurement techniques – Immunity to conducted disturbances, induced by radio-frequency fields (IEC 61000-4-6:2003 + A1:2004 + A2:2006); German version EN 61000-4-6:2007 + Corrigendum August 2007 Compatibilité électromagnétique (CEM) – Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure – Immunité aux perturbations conduites, induites par les champs radioélectriques (CEI 61000-4-6:2003 + A1:2004 + A2:2006); Version allemande EN 61000-4-6:2007 + Corrigendum d'août 2007 Gesamtumfang 57 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2007-06-01 angenommene EN 61000-4-6 gilt als DIN-Norm ab 2008-04-01.

Daneben darf **DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2001-12** noch bis 2010-06-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangene Norm-Entwürfe: E DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2003-01 und E DIN IEC 61000-4-6/A1 (VDE 0847-4-6/A1):2004-07.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 767.3 „Hochfrequente Störgrößen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation IEC 61000-4-6:2003 und ihre Änderung 1:2004 und Änderung 2:2006 wurden vom SC 77B „High frequency phenomena“ erarbeitet.

ANMERKUNG Die konsolidierte Ausgabe der IEC 61000-4-6:2003 mit eingearbeiteter Änderung 1:2004 und Änderung 2:2006 wurde als IEC 61000-4-6:2006 (Ausgabe 2.2) veröffentlicht.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieser Publikation bis zu dem auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ mit den Daten zu dieser Publikation angegebenen Datum (maintenance result date) unverändert bleiben soll. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees die Publikation

- bestätigt,
- zurückgezogen,
- durch eine Folgeausgabe ersetzt oder
- geändert.

Zur Information von Anwendern der vorhergehenden Ausgabe dieser Norm erfolgt nachfolgend der Abdruck des zur vorhergehenden EN 61000-4-6:1996 + A1:2001 herausgegebenen Interpretationsblattes 1:2004, das vom TC 210 „Electromagnetic compatibility“ des Europäischen Komitees für Elektrotechnische Normung (CENELEC) erarbeitet wurde. Zweck dieser Interpretationen ist eine Klarstellung des Verständnisses bestimmter Festlegungen der EN 61000-4-6:1996 + A1:2001. Die Deutsche Fassung der EN 61000-4-6:1996 + A1:2001 war als **DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2001-12** veröffentlicht worden. Das Interpretationsblatt 1 zur EN 61000-4-6:1996 + A1:2001 wurde durch die im Rahmen dieser Norm veröffentlichte Neuausgabe der EN 61000-4-6 (Ausgabe 2007-08) ersetzt.

Interpretationsblatt 1

EN 61000-4-6:1996

Deutsche Fassung

Vorwort

Dieses Interpretationsblatt zur Europäischen Norm EN 61000-4-6:1996 wurde vom Interpretationspanel des Technischen Komitees CENELEC/TC 210 „Electromagnetic compatibility (EMC)“ ausgearbeitet. Der Text des Entwurfes wurde dem Einstufigen Annahmeverfahren (UAP) unterworfen und von CENELEC am 2004-04-17 angenommen.

Interpretation zu Abschnitt 5, Prüfschärfegrade (Prüfpegel)

Tabelle 1

Die Prüfschärfegrade (Prüfpegel) sind anzuwenden, wie sie in [Tabelle 1](#) angegeben oder in der Produktnorm festgelegt sind, ohne irgendeine Erhöhung, um Unsicherheiten bei der Einstellung des Ausgangspegels am Prüflingsanschluss der Koppereinrichtung zu berücksichtigen. Der Prüfgenerator muss so eingestellt werden, dass er den Nennwert von U_{mr} , wie er in [6.4.1](#) festgelegt ist, erzeugt.

Änderungen

Gegenüber [DIN EN 61000-4-6 \(VDE 0847-4-6\):2001-12](#) wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die Normativen Verweisungen auf die IEC 61000-4-3, IEC/CISPR 16-1 und IEC/CISPR 20 wurden aktualisiert;
- b) der Begriff „4.7 Koppel-/Entkoppelnetzwerk“ wurde ergänzt und die Nummern der nachfolgenden Begriffe dementsprechend um 1 erhöht;
- c) unter 6.1 wurde zum HF-Signalgenerator der automatische Frequenzdurchlauf gestrichen, zu der Funktion des Tief- und Hochpassfilters wurde ergänzt, dass sie auch der Vermeidung von Beeinflussungen durch höhere Harmonische dienen, und in der Tabelle 2 wurde die Angabe des Stehwellenverhältnisses (en: VSWR) herausgenommen;
- d) unter 6.2 wurde ergänzt, dass Koppel-/Entkoppereinrichtungen dazu dienen, die Beeinflussung von nicht der Prüfung unterworfenen Geräten, Einrichtungen und Systemen durch die Prüfsignale zu verhindern, und dass das Koppel-/Entkoppelnetzwerk die bevorzugte Koppel-/Entkoppereinrichtung ist, jedoch andere Koppel-/Entkoppereinrichtungen benutzt werden können, wenn Koppel-/Entkoppelnetzwerke nicht geeignet oder verfügbar sind;
- e) 6.2.1 wird nach hinten gerückt und dadurch zu 6.2.3 und in dem Abschnitt wird ergänzt, dass zur Erhöhung der Entkopplung und zur Stabilisierung des Stromkreises eine Masseverbindung vom Schirm des Eingangs der für die direkte Kopplung verwendeten Einrichtung zur Bezugsmassefläche hergestellt werden muss;
- f) unter 6.2.2 wurde ergänzt, dass bei dem Verfahren eine niedrigere asymmetrische Impedanz verwendet wird, jedoch der asymmetrische Strom auf denjenigen begrenzt wird, der bei einer 150-Ω-Quelle fließen würde;
- g) das Nachweisverfahren für die asymmetrische Impedanz auf der Prüflingsseite der Koppel- und Entkoppereinrichtungen wurde geändert (6.3 und 6.3.1);
- h) Ergänzungen hinsichtlich der Bestimmung des Ausgangspegels des Prüfgenerators in 6.4 und Herausnahme des Satzes, dass die Modulation während der Prüfung eingeschaltet bleiben muss;
- i) die Festlegungen zum Prüfaufbau für Tisch- und Standgeräte in Abschnitt 7 wurden ergänzt;
- j) Bild 1 wurde redaktionell geändert;
- k) 7.2 „Verfahren für die Einspeisung mit dem Koppel-/Entkoppelnetzwerk“ wurde ergänzt und die Nummern der nachfolgenden Abschnitte entsprechend erhöht;

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2008-04

- l) 7.3 (vorher 7.2) wurde in Bezug auf die Anwendung mehrerer Koppel-/Entkoppelnetzwerke bzw. mehrerer Koppelzangen ergänzt;
- m) unter 7.4 (vorher 7.3) wurden das Koppel-/Entkoppelnetzwerk CDN-M1 oder ein 150-Ω-Widerstand anstelle eines Entkoppelkondensators als mögliche Maßnahmen am Zusatz-/Hilfseinrichtungs-Anschluss des Prüflings ergänzt;
- n) 7.5 „Verfahren für die direkte Einspeisung“ wurde ergänzt und die Nummern der nachfolgenden Abschnitte entsprechend erhöht;
- o) im Abschnitt 8 wurden die Festlegung zur Frequenzdurchlaufgeschwindigkeit und zum Prüfplan gestrichen und eine Anmerkung zu der möglichen Störung des Prüflings durch Transiente, die bei Frequenzänderungen auftreten können, aufgenommen; entsprechend wurde im Abschnitt 10 die Aufnahme der im Prüfplan festgelegten Einzelheiten in den Prüfbericht gestrichen und es wurde die Angabe der Frequenzdurchlaufgeschwindigkeit aufgenommen;
- p) im Abschnitt 10 wurden z. T. für den Prüfbericht erforderliche Angaben ergänzt, z. T. gestrichen;
- q) zu Bild 6 wurde der Satz „Nicht abgeschlossene Koppel-/Entkoppelnetzwerke wirken wie Entkoppelnetzwerke.“ gestrichen;
- r) zu den Bildern 9 und 10 ist die Einschränkung auf Einzelgeräte der Schutzklasse II entfallen und zu ihnen sowie zum Bild A.7 wurde der Satz „Alle nicht aktiven Eingänge der Koppel-/Entkoppelnetzwerke müssen mit jeweils einer Last von 50 Ω abgeschlossen werden.“ gestrichen;
- s) unter Anhang A und unter A.1 wurde jeweils der einleitende Satz gestrichen;
- t) unter A.1 wurde geändert, dass der Spannungspegel auf den Ausgangs-Steckverbinder der Haltevorrichtung bezogen werden muss;
- u) unter Anhang A.1 wurde geändert, dass bei der Einstellung des Spannungspegels in einer 50-Ω-Haltevorrichtung Letzterer auf den Ausgangs-Steckverbinder der 50-Ω-Haltevorrichtung bezogen werden muss;
- v) zum Bild A.5 wurden die Angaben zum maximalen EMK-Bemessungswert herausgenommen;
- w) zum Warnhinweis in D.1 wurde ergänzt, dass die Bezugsmassefläche in geeigneter Weise mit der Schutzterde verbunden werden muss;
- x) der Anhang F zur Prüfung von großen Prüflingen wurde ergänzt.

Frühere Ausgaben

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6): 1997-04, 2001-12

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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.

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Normen mit den entsprechenden Deutschen Normen ist in Tabelle NA.1 wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050-131:1978	IEV Teil 131:2003-04	–
–	IEC 60050-161:1990	IEV Teil 161:2000-08	–
EN 55020:2002 ¹⁾	IEC/CISPR 20:2002 ¹⁾	DIN EN 55020 (VDE 0872-20):2003-02¹⁾	VDE 0872-20
EN 61000-4-3:2002 ²⁾	IEC 61000-4-3:2002 ²⁾	DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2003-03²⁾	VDE 0847-4-3
–	IEC/CISPR 16-1:1999 ³⁾	E DIN VDE 0876-16-1 (VDE 0876-16-1):1998-05 ³⁾ + E DIN VDE 0876-16-1/A1 (VDE 0876-16-1/A1):1999-04 ³⁾ + E DIN VDE 0876-16-1/A2 (VDE 0876-16-1/A2):2002-08 ³⁾	VDE 0876-16-1 VDE 0876-16-1/A1 VDE 0876-16-1/A2

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

IEV Teil 161, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 161: Elektromagnetische Verträglichkeit*

IEV Teil 131, *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Teil 131: Elektrische Stromkreise und magnetische Kreise*

DIN EN 55020 (VDE 0872-20):2003-02, *Ton- und Fernseh-Rundfunkempfänger und verwandte Geräte der Unterhaltungselektronik – Störfestigkeitseigenschaften – Grenzwerte und Messverfahren (IEC/CISPR 20:2002); Deutsche Fassung EN 55020:2002*

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2003-03, *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (IEC 61000-4-3:2002); Deutsche Fassung EN 61000-4-3:2002*

- ¹⁾ Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm stellt IEC/CISPR 20:2006 (Ausgabe 6.0) die gültige Ausgabe der zitierten Internationalen Norm dar. IEC/CISPR 20:2006 wurde als EN 55020:2007 in das europäische Normenwerk übernommen. Deren Deutsche Fassung wurde als **DIN EN 55020 (VDE 0872-20):2007-09** veröffentlicht.
- ²⁾ Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Norm stellt IEC 61000-4-3:2006 (Ausgabe 6.0) die gültige Ausgabe der zitierten Internationalen Norm dar. IEC 61000-4-3:2006 wurde als EN 61000-4-3:2006 in das europäische Normenwerk übernommen. Deren Deutsche Fassung wurde als **DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2006-12** veröffentlicht.
- ³⁾ Vor der Veröffentlichung dieser Norm war die Internationale Norm IEC/CISPR 16-1 umstrukturiert und in fünf Teile zerlegt worden. Diese wurden als Internationale Normen IEC/CISPR 16-1-1 bis IEC/CISPR 16-1-5 veröffentlicht und als EN 55016-1-1 bis EN 55016-1-5 in das europäische Normenwerk übernommen. Deren Deutsche Fassungen wurden als DIN EN 55016-1 (VDE 0876-16-1) (Reihe) veröffentlicht.

DIN EN 61000-4-6 (VDE 0847-4-6):2008-04

DIN EN 55020 (VDE 0872-20), *Störfestigkeit von Rundfunkempfängern und verwandten Geräten der Unterhaltungselektronik; Deutsche Fassung EN 55020:1994 + Corrigendum 1997 + A11:1996 + A12:1999 + Corrigendum 1999 + A13 :1999 + A14 :1999*

E DIN VDE 0876-16-1 (VDE 0876 Teil 16-1):1998-05, *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit (IEC-CISPR 16-1:1993)*E DIN VDE 0876-16-1/A1 (VDE 0876 Teil 16-1/A1):1999-04, *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Änderung 1 (IEC/CISPR 16-1:1993/A1:1997)*E DIN VDE 0876-16-1/A2 (VDE 0876 Teil 16-1/A2):2002-08, *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit (IEC/CISPR 16-1:1999, modifiziert)*

**Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) –
Teil 4-6: Prüf- und Messverfahren –
Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch
hochfrequente Felder
(IEC 61000-4-6:2003 + A1:2004 + A2:2006)**

Electromagnetic compatibility (EMC) –
Part 4-6: Testing and measurement techniques
– Immunity to conducted disturbances, induced
by radio-frequency fields
(IEC 61000-4-6:2003 + A1:2004 + A2:2006)

Compatibilité électromagnétique (CEM) –
Partie 4-6: Techniques d'essai et de mesure –
Immunité aux perturbations conduites, induites
par les champs radioélectriques
(CEI 61000-4-6:2003 + A1:2004 + A2:2006)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2007-06-01 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, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2007 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 61000-4-6:2007 D

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm IEC 61000-4-6:2003 und deren Änderungen 1:2004 und 2:2006, ausgearbeitet von dem SC 77B „High frequency phenomena“ des IEC/TC 77 „Electromagnetic compatibility“, wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2007-06-01 ohne irgendeine Abänderung als EN 61000-4-6 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 61000-4-6:1996 + A1:2001 und EN 61000-4-6:1996/IS1:2004.

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): 2008-06-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2010-06-01

Der Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Der Inhalt des im August 2007 veröffentlichten Corrigendums ist in dieser Fassung enthalten.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC 61000-4-6:2003 + A1:2004 + A2:2006 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung sind unter „Literaturhinweise“ zu den aufgelisteten Normen die nachstehenden Anmerkungen einzutragen:

IEC 61000-4-3	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 61000-4-3:2002 (nicht modifiziert).
IEC/CISPR 20	ANMERKUNG	Harmonisiert als EN 55020:2002 (nicht modifiziert).

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Anerkennungsnotiz	2
Einleitung	6
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Allgemeines	9
5 Prüfschärfegrade (Prüfpegel)	9
6 Prüfeinrichtung	10
6.1 Prüfgenerator	10
6.2 Koppel-/Entkoppeleinrichtungen.....	11
6.3 Nachweis der asymmetrischen Impedanz am Prüflingsanschluss von Koppel-/Entkoppeleinrichtungen.....	14
6.4 Einstellung des Prüfgenerators	14
7 Prüfaufbau für Tisch- und Standgeräte	16
7.1 Regeln für die Auswahl des Einkopplungsverfahrens und der Prüfpunkte	16
7.2 Verfahren für die Einspeisung mit dem Koppel-/Entkoppelnnetzwerk	18
7.3 Verfahren für die Einspeisung mit der Koppelzange, wenn die Anforderungen zur asymmetrischen Impedanz erfüllt werden können	18
7.4 Verfahren für die Einspeisung mit der Koppelzange, wenn die Anforderungen zur asymmetrischen Impedanz nicht erfüllt werden können	19
7.5 Verfahren für die direkte Einspeisung	19
7.6 Prüflinge, die aus einer einzigen Einheit bestehen	20
7.7 Prüflinge, die aus mehreren Einheiten bestehen	20
8 Prüfverfahren	21
9 Bewertung der Prüfergebnisse	21
10 Prüfbericht	22
Anhang A (normativ) Zusätzliche Informationen zur Einspeisung mit der Koppelzange	34
A.1 Stromzange	34
A.2 EM-Koppelstrecke	34
A.3 Prüfaufbau	34
Anhang B (informativ) Auswahlkriterien für den anzuwendenden Frequenzbereich	39
Anhang C (informativ) Anleitung für die Auswahl der Prüfschärfegrade	41
Anhang D (informativ) Informationen über Koppel-/Entkoppelnnetzwerke	42
D.1 Grundeigenschaften der Koppel-/Entkoppelnnetzwerke	42
D.2 Beispiele von Koppel-/Entkoppelnnetzwerken	42
Anhang E (informativ) Informationen zu den Anforderungen an den Prüfgenerator	46
Anhang F (informativ) Prüfaufbau für große Prüflinge.....	47
F.0 Einleitung	47

	Seite
F.1 Prüfaufbau für große Prüflinge	47
Literaturhinweise	50
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....	51
Bilder	
Bild 1 – Regeln für die Auswahl des Einkopplungsverfahrens	17
Bild 2a – Darstellung der elektromagnetischen Felder in der Nähe des Prüflings, die durch asymmetrische Ströme auf seinen Leitungen verursacht werden.....	24
Bild 2b – Prinzipschaltbild für Prüfungen der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte HF-Störgrößen	25
Bild 2 – Prüfung der Störfestigkeit gegen leitungsgeführte HF-Störgrößen	25
Bild 3 – Aufbau des Prüfgenerators	26
Bild 4a – Unmoduliertes HF-Signal $U_{pp} = 2,82 \text{ V}$, $U_{rms} = 1,00 \text{ V}$	26
Bild 4b – Moduliertes HF-Signal 80 % AM $U_{pp} = 5,09 \text{ V}$, $U_{rms} = 1,12 \text{ V}$	26
Bild 4 – Definition der Wellenform am Ausgang des Prüflingsanschlusses einer Koppereinrichtung (EMK für Prüfschärfegrad 1)	26
Bild 5a – Liste der in den nachfolgenden Aufbauten verwendeten Symbole	27
Bild 5b – Prinzip der direkten Einkopplung auf geschirmte Leitungen.....	27
Bild 5c – Prinzip der Einkopplung auf ungeschirmte Leitungen.....	28
Bild 5d – Prinzip der Entkopplung	28
Bild 5 – Prinzipien der Kopplung und Entkopplung.....	28
Bild 6 – Prinzip der Kopplung und Entkopplung mit dem Koppelzangenverfahren	29
Bild 7a – Beispiel für die geometrischen Einzelheiten des Aufbaus zur Überprüfung der Impedanzeigenschaften der Koppel-/Entkoppelnetzwerke	29
Bild 7b – Prinzip des Aufbaus zur Überprüfung von Z_{ce} der Koppel-/Entkoppelnetzwerke	30
Bild 7c – Prinzip des Aufbaus zur Überprüfung der Einfügungsdämpfung von zwei 150-Ω-zu-50-Ω- Übergängen	30
Bild 7d – Schaltkreis des 150-Ω-zu-50-Ω-Übergangs.....	30
Bild 7e – Konstruktionsbild des 150-Ω-zu-50-Ω-Übergangs.....	30
Bild 7 – Einzelheiten der Aufbauten und Komponenten zur Überprüfung der wichtigsten Eigenschaften der Koppel-/Entkoppelnetzwerke und der 150-Ω-zu-50-Ω-Übergänge	30
Bild 8a – Festlegung des asymmetrischen Anschlusspunktes bei ungeschirmten Leitungen.....	31
Bild 8b – Festlegung des asymmetrischen Anschlusspunktes bei geschirmten Leitungen.....	31
Bild 8c – Aufbau zur Einstellung des Prüfpegels am Prüflingsanschluss von Koppel-/Entkoppereinrichtungen.....	31
Bild 8 – Aufbau zur Einstellung des Prüfpegels (siehe 6.4.1)	31
Bild 9 – Beispiel für den Prüfaufbau eines aus einer einzelnen Einheit bestehenden Prüflings	32
Bild 10 – Beispiel für den Prüfaufbau eines aus mehreren Einheiten bestehenden Gerätes.....	33
Bild A.1 – Schaltung für die Pegeleinstellung in einer 50-Ω-Haltevorrichtung.....	35
Bild A.2 – Konstruktion der 50-Ω-Haltevorrichtung	35
Bild A.3 – Einzelheiten der Konstruktion der EM-Koppelstrecke	36
Bild A.4 – Konzept der EM-Koppelstrecke (elektromagnetischen Koppelstrecke)	37
Bild A.5 – Koppelfaktor der EM-Koppelstrecke	37

	Seite
Bild A.6 – Allgemeines Prinzip eines Prüfaufbaus mit Koppelzangen.....	38
Bild A.7 – Beispiel für die Anordnung des Prüflings auf der Massefläche bei Verwendung von Koppelzangen (Draufsicht)	38
Bild B.1 – Startfrequenz als Funktion von Leitungslänge und Größe des Gerätes (der Einrichtung)	40
Bild D.1 – Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-S1 für geschirmte Leitungen (siehe 6.2.1).....	43
Bild D.2 – Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-M1/-M2/-M3 für ungeschirmte Stromversorgungsleitungen (siehe 6.2.1.1)	43
Bild D.3 – Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-AF2 für ungeschirmte, unsymmetrisch betriebene Leitungen (siehe 6.2.1.3)	44
Bild D.4 – Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-T2 für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen (siehe 6.2.1.2).....	44
Bild D.5 – Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-T4 für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen (siehe 6.2.1.2).....	45
Bild D.6 – Beispiel eines vereinfachten Schaltbildes für ein CDN-T8 für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen (siehe 6.2.1.2).....	45
Bild F.1 – Beispiel für den Prüfaufbau mit angehobener horizontaler Bezugsmassefläche zur Prüfung von großen Prüflingen.....	48
Bild F.2 – Beispiel für den Prüfaufbau mit vertikaler Bezugsmassefläche zur Prüfung von großen Prüflingen.....	49
Tabellen	
Tabelle 1 – Prüfschärfegrade (Prüfpegel).....	9
Tabelle 2 – Eigenschaften des Prüfgenerators	10
Tabelle 3 – Hauptparameter der Kombination aus Koppel- und Entkoppeleinrichtung	11
Tabelle B.1 – Hauptparameter der Kombination aus Koppel- und Entkoppeleinrichtung, wenn der Frequenzbereich der Prüfung auf Frequenzen oberhalb 80 MHz erweitert wird	39
Tabelle E.1 – Erforderliche Ausgangsleistung des Leistungsverstärkers für ein Prüfsignal von 10 V	46

Einleitung

IEC 61000 wird in mehreren Teilen entsprechend der folgenden Struktur veröffentlicht:

Teil 1: Allgemeines

Allgemeine Betrachtungen (Einleitung, Grundprinzipien)
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 mehrere Teile unterteilt, die entweder als Internationale Normen oder als Technische Spezifikationen oder als Technische Berichte veröffentlicht werden; einige von ihnen wurden bereits als Hauptabschnitte veröffentlicht. Andere werden veröffentlicht, wobei der Teilnummer ein Bindestrich folgt und eine zweite Nummer die Unterteilung kennzeichnet (z. B. IEC 61000-6-1).

Dieser Teil ist eine Internationale Norm, die Störfestigkeitsanforderungen und -prüfverfahren gegen leitungsgeführte Störgrößen, die durch hochfrequente Felder induziert werden, bereitstellt.

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC 61000-4 legt Anforderungen zur Störfestigkeit von elektrischen und elektronischen Geräten (Einrichtungen) gegen leitungsgeführte elektromagnetische Störgrößen fest, die von Hochfrequenz-(HF-) Sendefunkanlagen im Frequenzbereich 9 kHz bis 80 MHz herrühren. Geräte (Einrichtungen), die nicht mindestens eine Leitung (z. B. Stromversorgungsleitungen, Signalleitungen oder Erdverbindungen) besitzen, über die die HF-Störfelder eingekoppelt werden können, sind von der Prüfung ausgenommen.

ANMERKUNG 1 Die in diesem Teil festgelegten Prüfverfahren dienen der Ermittlung der Auswirkungen, die leitungsgeführte, durch elektromagnetische Strahlung induzierte Signale auf das betreffende Gerät (die betreffende Einrichtung) haben. Die Nachbildung und Messung dieser leitungsgeführten Störgrößen sind nicht ausreichend genau für die quantitative Beurteilung dieser Auswirkungen. Die festgelegten Prüfverfahren haben in erster Linie zum Ziel, für eine qualitative Bewertung der Auswirkungen Prüfergebnisse in verschiedenen Prüflaboratorien zu ermöglichen, die eine angemessene Wiederholpräzision besitzen.

Zweck dieser Grundnorm ist die Festlegung einer gemeinsamen Grundlage für die Ermittlung der Störfestigkeit der Funktion von elektrischen und elektronischen Geräten (Einrichtungen), wenn diese leitungsgeführten elektromagnetische Störgrößen, die von hochfrequenten Feldern induziert werden, ausgesetzt sind. Das in diesen Teil der IEC 61000-4 aufgenommene Prüfverfahren beschreibt ein konsistentes Verfahren zur Beurteilung der Störfestigkeit eines Gerätes oder Systems gegenüber einem festgelegten Phänomen.

ANMERKUNG 2 Entsprechend der Beschreibung im IEC-Leitfaden 107 stellt diese Norm eine EMV-Grundnorm zur Anwendung durch Produktgremien der IEC dar. Wie ferner im IEC-Leitfaden 107 ausgeführt wird, sind die Produktgremien der IEC für die Festlegung verantwortlich, ob diese Störfestigkeits-Prüfnorm angewendet oder nicht angewendet werden sollte, und falls sie angewendet wird, sind sie für die Auswahl der geeigneten Prüfpegel (Prüfschärfgrade) und Bewertungskriterien verantwortlich. Das Technische Komitee IEC/TC 77 und seine Unterkomitees stehen den Produktgremien für die Ermittlung der Parameter für spezielle Störfestigkeitsprüfungen für die durch die Produktgremien betreuten Produkte zur Verfügung.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

IEC 60050(161):1990, *International Electrotechnical Vocabulary – Chapter 161: Electromagnetic compatibility*

3 Begriffe

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

3.1

Handnachbildung

elektrisches Netzwerk, das die Impedanz des menschlichen Körpers unter durchschnittlichen Betriebsbedingungen zwischen einem in der Hand gehaltenen elektrischen Betriebsmittel und Bezugserde nachbildet

[IEV 161-04-27]^{N1)}

ANMERKUNG Der Aufbau sollte mit IEC/CISPR 16-1 übereinstimmen.

3.2

Zusatz-/Hilfseinrichtungen (en: „auxiliary equipment“, AE)

Einrichtungen, die notwendig sind, um die für den üblichen Betrieb des Prüflings erforderlichen Signale zu liefern, und Einrichtungen, die notwendig sind, um das Betriebsverhalten des Prüflings nachzuweisen

^{N1)} Nationale Fußnote: Inzwischen wurde diese Definition in IEV 161-14-30 geändert.

3.3

Einspeisung über Koppelzange

die Einspeisung in die Leitung erfolgt durch Anlegen einer anklemmbaren Stromeinspeisungseinrichtung

- **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

3.4

asymmetrische Impedanz

Quotient aus asymmetrischer Spannung und asymmetrischem Strom an einer bestimmten Schnittstelle

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

3.5

Koppelfaktor

Quotient aus der Leerlaufspannung (EMK) am Prüflingsausgang der Koppel- (und Entkoppel-)Einrichtung und der Leerlaufspannung am Ausgang des Generators

3.6

Koppelnetzwerk

elektrische Schaltung mit dem Zweck der Energieübertragung von einem Kreis in einen anderen mit festgelegter Impedanz

ANMERKUNG Die Koppel- und Entkoppeleinrichtungen können in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht (Koppel-/Entkoppelnetzwerke) oder getrennt aufgebaut sein.

3.7

Koppel-/Entkoppelnetzwerk (en: CDN)

elektrische Schaltung, die die Funktionen sowohl des Koppel- als auch des Entkoppelnetzwerks enthält

3.8

Entkoppelnetzwerk

elektrische Schaltung mit dem Zweck zu verhindern, dass Prüfsignale, mit denen der Prüfling beaufschlagt wird, andere Geräte, Einrichtungen und Systeme, die nicht geprüft werden, beeinflussen

3.9

Prüfgenerator

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

3.10

Elektromotorische Kraft (EMK)

Spannung an den Polen der idealen Spannungsquelle in der Ersatzschaltung eines aktiven Elements

[IEV 131-01-38:1978]

3.11

Messergebnis

U_{mr}

am Spannungsmessgerät abgelesene Größen – Spannungswert

3.12

Stehwellenverhältnis (en: „voltage standing wave ratio“, VSWR)

Quotient aus Maximalwert und Minimalwert der Amplitude (der jeweiligen Feldkomponente) entlang der Leitung

4 Allgemeines

Die Quellen der in diesem Teil der IEC 61000-4 erfassten Störgrößen sind ursprünglich elektromagnetische Felder, die von HF-Sendefunkanlagen erzeugt werden und die auf der vollen Länge der Leitungen, die an installierte Geräte (die Einrichtungen) angeschlossen sind, einwirken können. Es wird angenommen, dass die Abmessungen der beeinflussten Geräte (Einrichtungen), die meist Teil eines größeren Systems (einer größeren Anlage) sind, klein sind bezogen auf die Wellenlänge. Die ankommenden und abgehenden Leitungen (z. B. Stromversorgungs-, Kommunikations-, Schnittstellenleitungen) verhalten sich deshalb wie ein passives Netzwerk von Empfangsantennen, da ihre Ausdehnung mehrere Wellenlängen lang sein kann.

Zwischen solchen Netzwerken angeschlossen, ist das empfindliche Gerät (die empfindliche Einrichtung) Strömen ausgesetzt, die „durch“ das Gerät (die Einrichtung) fließen. Für Kabelsysteme, die mit einem Gerät (einer Einrichtung) verbunden sind, wird angenommen, dass sie in Resonanz geraten ($\lambda/4$, $\lambda/2$ nicht abgeschlossene oder gefaltete Dipole) und durch Koppel-/Entkoppelnetzwerke nachgebildet werden, die eine asymmetrische Impedanz von $150\ \Omega$ zur Bezugsmassefläche haben. Soweit möglich wird der Prüfling geprüft, indem er zwischen zwei Anschlüssen mit einer asymmetrischen Impedanz von $150\ \Omega$ geschaltet wird, von denen einer eine HF-Quelle und der andere einen Rückkehrpfad für den Strom bereitstellt.

Die beschriebenen Prüfverfahren setzen den Prüfling einer Störquelle aus, die elektrische und magnetische Felder umfasst, wie sie von Sendefunkanlagen ausgehen. Diese Störfelder (E und H) werden durch die elektrischen und magnetischen Nahfelder annähernd nachgebildet, die aus den Spannungen und Ströme resultieren, die durch den Prüfaufbau nach Bild 2a entstehen.

Die Verwendung eines Koppel-/Entkoppelnetzwerks, um eine Leitung nach der anderen mit der Störgröße zu beaufschlagen, während alle anderen Leitungen nicht angeregt werden – siehe Bild 2b –, kann reale Situationen (Installationen) nur annähernd nachbilden, in denen die Störgrößen auf alle Leitungen gleichzeitig mit einem Bereich unterschiedlicher Amplituden und unterschiedlicher Phasenlagen wirken.

Koppel-/Entkoppelnetzwerke werden durch ihre in 6.2 beschriebenen Eigenschaften definiert. Jede Koppel-/Entkoppeleinrichtung, die diese Eigenschaften besitzt, kann verwendet werden. Die im Anhang D aufgeführten Koppel-/Entkoppelnetzwerke stellen nur Beispiele von allgemein erhältlichen Koppel-/Entkoppelnetzwerken dar.

5 Prüfschärfgrade (Prüfpegel)

Im Frequenzbereich 9 kHz bis 150 kHz sind keine Prüfungen mit induzierten Störgrößen, die durch von Sendefunkanlagen absichtlich erzeugte elektromagnetische Felder verursacht werden, erforderlich.

Tabelle 1 – Prüfschärfgrade (Prüfpegel)

Frequenzbereich 150 kHz bis 80 MHz		
Prüfschärfegrad	Spannung (EMK)	
	U_0 dB(μV)	U_0 V
1	120	1
2	130	3
3	140	10
X ¹⁾	besondere Festlegung	

¹⁾ „X“ ist ein offener Prüfschärfegrad.

Tabelle 1 enthält die Prüfpegel als Effektivwerte der Leerlaufspannung (EMK) des unmodulierten Störsignals. Die Prüfschärfgrade (Prüfpegel) gelten für den Prüflingsanschluss des Koppelnetzwerkes, siehe 6.4.1. Für die Prüfung von Geräten (Einrichtungen) wird dieses Signal mit einer 1-kHz-Sinuswelle und einer Tiefe von 80 % amplitudenmoduliert, um reale Bedrohungen nachzubilden. Die Amplitudenmodulation ist in Bild 4 gezeigt. Eine Anleitung zur Auswahl der Prüfschärfgrade ist im Anhang C gegeben.

ANMERKUNG 1 IEC 61000-4-3 legt ebenfalls Prüfverfahren zur Bestimmung der Störfestigkeit von elektrischen und elektronischen Geräten (Einrichtungen) gegen gestrahlte elektromagnetische Energie fest. Sie deckt Frequenzen oberhalb 80 MHz ab. Produktkomitees können über die Wahl einer niedrigeren oder höheren Übergangsfrequenz als 80 MHz (zwischen den Normen IEC 61000-4-3 und 61000-4-6) entscheiden (siehe [Anhang B](#)).

ANMERKUNG 2 Produktkomitees können alternative Modulationsarten auswählen.

6 Prüfeinrichtung

6.1 Prüfgenerator

Der Prüfgenerator umfasst alle Geräte und Bauteile, um am Eingangsanschluss jedes Koppelnetzwerkes die erforderliche Prüfstörgröße mit dem geforderten Signalpegel am Prüflingsanschluss (geforderten Punkt) zu erzeugen. Eine typische Anordnung umfasst die nachfolgenden Teile, die getrennt oder in eine oder mehrere Prüfeinrichtungen eingebaut sein können (siehe 3.9 und [Bild 3](#)):

- *HF-Signalgenerator(en) G1*, der (die) in der Lage ist (sind), in dem interessierenden Frequenzband eine mit einer 1-kHz-Sinuswelle mit 80 % Tiefe amplitudenmodulierte Prüfstörgröße zu erzeugen. Er muss (Sie müssen) manuell gesteuert werden können (z. B. in Bezug auf die Frequenz, Amplitude, Modulationsindex) oder im Fall von HF-Synthesizern mit frequenzabhängigen Schrittweiten und Verweilzeiten programmierbar sein;
- *Dämpfungsglied T1* (typischerweise 0 dB bis 40 dB) mit einem ausreichenden Frequenzbereich zur Einstellung der Ausgangsspannung der Prüfsignalquelle. T1 kann in den Hochfrequenzgenerator integriert sein und ist optional;
- *Hochfrequenzschalter S1*, mit dem die Prüfstörgröße während der Ermittlung der Störfestigkeit ein- und ausgeschaltet werden kann. S1 kann in den Hochfrequenzgenerator integriert sein und ist optional;
- *Breitband-Leistungsverstärker PA*, der (die) notwendig sein kann (können), um das Signal zu verstärken, wenn die Ausgangsleistung des Hochfrequenzgenerators nicht ausreicht;
- *Tiefpassfilter (LPF)* und/oder *Hochpassfilter (HPF)*, die notwendig sein können, um Beeinflussungsprobleme zu vermeiden, die durch (höhere oder Sub-)Harmonische bei einigen Arten von Prüflingen, z. B. HF-Empfängern, verursacht werden können. Wenn sie erforderlich sind, müssen sie zwischen dem Breitband-Leistungsverstärker PA und dem Dämpfungsglied T2 eingefügt werden;
- *Dämpfungsglied T2* (≥ 6 dB, $Z_0 = 50 \Omega$) mit ausreichenden Bemessungsdaten. T2 ist dafür vorgesehen, die Fehlanpassung zwischen dem Breitband-Leistungsverstärker und dem Netzwerk zu verringern.

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

Die Eigenschaften des Prüfgenerators mit und ohne Modulation sind in Tabelle 2 angegeben.

Tabelle 2 – Eigenschaften des Prüfgenerators

Ausgangsimpedanz	50 Ω
Harmonische und Verzerrungen	Jede Nebenaussendungs-Spektrallinie muss mindestens 15 dB unter dem Trägerpegel liegen
Amplitudenmodulation	Intern oder extern 80 % $\pm$ 5 % Tiefe 1 kHz $\pm$ 10 % Sinuswelle
Ausgangspegel	ausreichend hoch, um den Prüfpegel abzudecken (siehe auch Anhang E)

6.2 Koppel-/Entkoppelinrichtungen

Koppel-/Entkoppelinrichtungen müssen verwendet werden, um eine geeignete Einkopplung der Prüfstörgröße (über den gesamten Frequenzbereich und mit einer definierten asymmetrischen Impedanz am Prüflingsanschluss) auf die verschiedenen Leitungen, die an den Prüfling angeschlossen sind, zu ermöglichen und um die angewendeten Prüfsignale davon abzuhalten, andere Geräte, Einrichtungen und Systeme, die nicht geprüft werden, zu beeinflussen.

Die Koppel- und Entkoppelinrichtungen können in einem gemeinsamen Gehäuse untergebracht sein (Koppel-/Entkoppelnetzwerke) oder aus mehreren Teilen bestehen. Der Hauptparameter der Koppel- und Entkoppelinrichtung, die am Prüflingsanschluss gesehene asymmetrische Impedanz, ist in Tabelle 3 angegeben.

Koppel- und Entkoppelnetzwerke sind die bevorzugten Koppel- und Entkoppelinrichtungen aufgrund der durch sie erreichten Wiederholpräzision der Prüfung und dem durch sie erreichten Schutz von Zusatz-/Hilfs-einrichtungen. Wenn sie jedoch nicht geeignet oder verfügbar sind, können andere Einkoppelverfahren benutzt werden. Regeln für die Auswahl des geeigneten Einkoppelverfahrens sind nachfolgend und in 7.1 gegeben.

Tabelle 3 – Hauptparameter der Kombination aus Koppel- und Entkoppelinrichtung

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 Zusatz-/Hilfs-einrichtungen sind separat festgelegt. Diese Faktoren sind bei der Anforderung berücksichtigt, dass die Grenzabweichung von Z_{ce} sowohl bei offenem als auch gegen Masse kurzgeschlossenem Zusatz-/Hilfs-einrichtungs-Anschluss eingehalten werden muss. ANMERKUNG 2 Wenn die Verfahren der Einspeisung mit der Koppelzange verwendet werden, ohne dass die Anforderungen zur asymmetrischen Impedanz für die Zusatz-/Hilfs-einrichtungen erfüllt werden, kann es sein, dass die Anforderungen an Z_{ce} nicht erfüllt werden. Die Verfahren der Einspeisung mit der Koppelzange können jedoch akzeptable Prüfergebnisse liefern, wenn der Anleitung nach 7.4 gefolgt wird.		

6.2.1 Koppel-/Entkoppelnetzwerke

Diese Netzwerke fassen die Koppel- und Entkoppelschaltungen 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-AF-2, siehe [Anhang D](#). Typische Anordnungen von Koppel-/Entkoppelnetzwerken sind in den [Bildern 5c](#) und [5d](#) gezeigt. Diese Netzwerke dürfen die Nutzsignale nicht unabsichtlich beeinflussen. Einschränkungen können in den Produktnormen festgelegt werden.

6.2.1.1 Koppel-/Entkoppelnetzwerke für Stromversorgungsleitungen

Für alle Stromversorgungsleitungen sollten Koppel-/Entkoppelnetzwerke verwendet werden. Bei Versorgungssystemen mit hoher Stromaufnahme ($I \geq 16 \text{ A}$) und/oder komplexen Stromversorgungssystemen (mehrphasiges Netz oder gleichzeitig vorhandene verschiedene Netzspannungen) dürfen jedoch andere Einkopplungsverfahren gewählt werden.

Das Prüfstörsignal muss in die Stromversorgungsleitungen über das Koppel-/Entkoppelnetzwerk CDN-M1 (ein Leiter), CDN-M2 (zwei Leiter) oder CDN-M3 (drei Leiter) oder gleichwertige Netzwerke eingespeist werden (siehe [Anhang D](#)). Ähnliche Netzwerke können für ein Drei-Phasen-Versorgungssystem definiert werden. Die Koppelschaltung ist in [Bild 5c](#) gezeigt.

Das Leistungsverhalten des Koppel-/Entkoppelnetzwerks darf aufgrund von Sättigung des magnetischen Materials infolge der Stromaufnahme des Prüflings nicht unabsichtlich beeinflusst werden. Soweit dies

möglich ist, sollte die Konstruktion des Netzwerks sicherstellen, dass der magnetisierende Effekt des Vorwärtsstroms durch den magnetisierenden Effekt des Rückkehrstroms ausgelöscht wird.

Wenn in realen Anlagen (Installationen) die Stromversorgungsleitungen getrennt verlegt werden, müssen getrennte Koppel-/Entkoppelnetzwerke CDN-M1 verwendet werden und alle Eingangsanschlüsse müssen getrennt behandelt werden.

Wenn der Prüfling (z. B. aus Hochfrequenzgründen oder wegen hoher Ableitströme) mit weiteren Erdanschlüssen ausgestattet ist, müssen sie mit der Bezugsmassefläche verbunden werden:

- Über ein Koppel-/Entkoppelnetzwerk CDN-M1, wenn die Eigenschaften oder Spezifikation des Prüflings dieses zulassen. In diesem Fall muss die Stromversorgung über ein Koppel-/Entkoppelnetzwerk CDN-M3 angeschlossen werden.
- Wenn die Eigenschaften oder Spezifikation des Prüflings aus HF- oder anderen Gründen das Vorhandensein eines in Reihe mit dem Erdanschluss geschalteten Koppel-/Entkoppelnetzwerks CDN-M1 nicht zulassen, muss dieser Erdanschluss direkt mit der Bezugsmassefläche verbunden werden. In diesem Fall muss das Koppel-/Entkoppelnetzwerk CDN-M3 durch ein Koppel-/Entkoppelnetzwerk CDN-M2 ersetzt werden, um einen HF-Kurzschluss in der Einrichtung durch den Schutzleiter im Koppelnetzwerk zu vermeiden. Wenn das Gerät (die Einrichtung) bereits über Koppel-/Entkoppelnetzwerke CDN-M1 oder CDN-M2 versorgt wird, müssen diese weiterhin verwendet werden.

Warnhinweis: Die in den Koppel-/Entkoppelnetzwerken verwendeten Kondensatoren überbrücken spannungsführende Teile. Dies hat zur Folge, dass hohe Ableitströme auftreten können und die Schutzerdung der Koppel-/Entkoppelnetzwerke zur Bezugsmassefläche zwingend erforderlich ist (in einigen Fällen können diese Verbindungen durch die Konstruktion der Koppel-/Entkoppelnetzwerke sichergestellt werden).

6.2.1.2 Koppel-/Entkoppelnetzwerke für ungeschirmte, symmetrisch betriebene Leitungen

Für die Einkopplung bzw. Entkopplung des Prüfstörsignals in ungeschirmte Leitungen mit symmetrisch betriebenen Leitern muss ein Koppel-/Entkoppelnetzwerk CDN-T2, CDN-T4 oder CDN-T8 verwendet werden. Diese drei Möglichkeiten sind in den [Bildern D.4, D.5 und D.6](#) des [Anhangs D](#) gezeigt.

- CDN-T2 für ein Kabel mit einem symmetrischen Leiterpaar (zwei Leiter);
- CDN-T4 für ein Kabel mit zwei symmetrischen Leiterpaaren (vier Leiter);
- CDN-T8 für ein Kabel mit vier symmetrischen Leiterpaaren (acht Leiter).

ANMERKUNG Andere CDN-Tx-Netzwerke können verwendet werden, sofern sie für den vorgesehenen Frequenzbereich geeignet sind und die Anforderungen nach [6.2](#) erfüllen. Zum Beispiel sollte die Unsymmetriedämpfung (en: LCL) der Koppel-/Entkoppelnetzwerke höher sein als die festgelegte Unsymmetriedämpfung der verwendeten Leitungen bzw. der an diese Leitungen angeschlossenen Geräte (Einrichtungen). Falls für die Leitung und das Gerät (die Einrichtung) unterschiedliche Unsymmetriedämpfungen festgelegt sind, gilt der niedrigere Wert. Bei Leitungen mit mehreren symmetrisch betriebenen Leiterpaaren muss häufig die Einspeisung mit der Koppelzange angewendet werden, weil geeignete Koppel-/Entkoppelnetzwerke nicht verfügbar sind.

6.2.1.3 Koppel-/Entkoppelnetzwerke für ungeschirmte, unsymmetrisch betriebene Leitungen

Für die Einkopplung bzw. Entkopplung von störenden Signalen (Prüfstörsignalen) in eine ungeschirmte Leitung mit unsymmetrisch betriebenen Leitern kann ein Koppel-/Entkoppelnetzwerk, wie es in [Bild D.3](#) gezeigt ist, für ein einzelnes Leiterpaar verwendet werden.

ANMERKUNG Wenn kein geeignetes Koppel-/Entkoppelnetzwerk verfügbar ist, sollte die Einspeisung mit der Koppelzange verwendet werden.

6.2.2 Einspeisung mit der Koppelzange

Bei der Verwendung einer Koppelzange sind die Kopplungs- und Entkopplungsfunktionen getrennt. Die Einkopplung erfolgt durch die anklemmbare Zange, während die asymmetrische Impedanz und die Entkopplungsfunktion bei der Zusatz-/Hilfseinrichtung realisiert werden. Die Zusatz-/Hilfseinrichtungen werden