

	DIN EN 55016-1-5 (VDE 0876-16-1-5)	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 33.100.01		
Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1-5: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Messplätze für die Antennenkalibrierung von 30 MHz bis 1 000 MHz (IEC/CISPR 16-1-5:2003); Deutsche Fassung EN 55016-1-5:2004 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-5: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antenna calibration test sites for 30 MHz to 1 000 MHz (IEC/CISPR 16-1-5:2003); German version EN 55016-1-5:2004 Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-5: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Emplacements d'essai pour l'étalonnage des antennes de 30 MHz à 1 000 MHz (CEI/CISPR 16-1-5:2003); Version allemande EN 55016-1-5:2004		
Gesamtumfang 55 Seiten		
DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2004-09-01 angenommene EN 55016-1-5 gilt als DIN-Norm ab 2005-09-01.

Nationales Vorwort

*Vorausgegangene Norm-Entwürfe: E DIN VDE 0876-16-1 (VDE 0876-16-1):1998-05,
E DIN VDE 0876-16-1/A1 (VDE 0876-16-1/A1):1999-04 und E DIN VDE 0876-16-1/A2
(VDE 0876-16-1/A2):2002-08.*

Für die vorliegende Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 767.4 „Geräte und Verfahren zum Messen von elektromagnetischen Aussendungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom SC A „Radio interference measurements and statistical methods“ des Internationalen Sonderausschusses für Funkstörungen (CISPR) der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

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 nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050 (161):1990 + A1:1997 + A2:1998	IEV Teil 161:2000-08	–
EN 55014-1:2000 + A1:2001 + A2:2002	IEC/CISPR 14-1:2000 + A1:2001 + A2:2002	DIN EN 55014-1 (VDE 0875-14-1):2003-09	VDE 0875-14-1
EN 55016-1-1:2004	IEC/CISPR 16-1-1: 2003	DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1):2005-09	VDE 0876-16-1-1
EN 55016-1-4:2004 + A1:2005	IEC/CISPR 16-1-4: 2003 + A1 :2004	DIN EN 55016-1-4 (VDE 0876-16-1-4):2005-09	VDE 0876-16-1-4
–	IEC/CISPR/TR 16-4-1: 2003	–	–
EN 55016-4-2:2004	IEC/CISPR 16-4-2: 2003	DIN EN 55016-4-2 (VDE 0876-16-4-2):2005-09	VDE 0876-16-4-2

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

IEV Teil 161: *Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Kapitel 161: Elektromagnetische Verträglichkeit; Konsolidierte Fassung aus IEC 60050-161:1990-08, A1:1997-10 und A2:1998-04*

DIN EN 55014-1 (VDE 0875-14-1), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Anforderungen an Haushaltsgeräte, Elektrowerkzeuge und ähnliche Elektrogeräte – Teil 1: Störaussendung (IEC/CISPR 14-1:2000 + A1:2001 + A2:2002); Deutsche Fassung EN 55014-1:2000 + A1:2001 + A2:2002*

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 (IEC/CISPR 16-1-1:2003); Deutsche Fassung EN 55016-1-1:2004*

DIN EN 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 – Zusatz-/Hilfseinrichtungen – Gestrahlte Störaussendungen (IEC/CISPR 16-1-4:2003 + A1:2004); Deutsche Fassung EN 55016-1-4:2004 + A1:2005*

DIN EN 55016-4-2 (VDE 0876-16-4-2), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 4-2: Unsicherheiten, Statistik und Modelle zur Ableitung von Grenzwerten (Störmodelle) – Unsicherheit bei EMV-Messungen (IEC/CISPR 16-4-2:2003); Deutsche Fassung EN 55016-4-2:2004*

– Leerseite –

Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung
der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit
Teil 1-5: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung
(Funkstörungen) und Störfestigkeit
Messplätze für die Antennenkalibrierung von 30 MHz bis 1 000 MHz
(IEC/CISPR 16-1-5:2003)

Specification for radio disturbance and
immunity measuring apparatus and methods
Part 1-5: Radio disturbance and immunity
measuring apparatus
Antenna calibration test sites for 30 MHz to
1 000 MHz
(IEC/CISPR 16-1-5:2003)

Spécifications des méthodes et des appareils de
mesure des perturbations radioélectriques et de
l'immunité aux perturbations radioélectriques
Partie 1-5: Appareils de mesure des
perturbations radioélectriques et de l'immunité
aux perturbations radioélectriques
Emplacements d'essai pour l'étalonnage des
antennes de 30 MHz à 1 000 MHz
(CEI/CISPR 16-1-5:2003)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2004-09-01 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, Dänemark, Deutschland, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, 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

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm IEC/CISPR 16-1-5:2003, ausgearbeitet von dem IEC/CISPR SC A „Radio interference measurements and statistical methods“, wurde der formellen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2004-09-01 ohne irgendeine Abänderung als EN 55016-1-5 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): 2005-09-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2007-09-01

Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC/CISPR 16-1-5:2003 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	7
4 Festlegungen und Eignungsprüfverfahren für einen Messplatz zur Kalibrierung von Antennen im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 000 MHz.....	8
4.1 Einleitung	9
4.2 Festlegungen für den Antennenkalibriermessplatz (en: CALTS)	9
4.3 Festlegung für die Messantennen	10
4.4 Eignungsprüfverfahren für den Antennenkalibriermessplatz	12
4.5 Konformitätskriterien für Antennenkalibrierungsmessplätze	18
4.6 Das Eignungs-Prüfprotokoll.....	22
4.7 Eignung des Antennenkalibriermessplatzes bei vertikaler Polarisation	24
Anhang A (informativ) Anforderungen an Antennenkalibriermessplätze (en: CALTS)	25
A.1 Einleitung	25
A.2 Die reflektierende Ebene	25
A.2.1 Der Aufbau der reflektierenden Ebene	25
A.2.2 Kanteneffekte der Ebene und Einfluss der Umgebung	25
A.3 Zusatzausstattung	26
A.4 Bezugsschriftstücke.....	27
Anhang B (informativ) Betrachtungen über Messantennen.....	28
B.1 Einleitung	28
B.2 Bestimmung der Eigenschaften des Symmetrierübertragers (Balun)	28
B.2.1 Der ideale verlustlose Symmetrierübertrager (Balun)	28
B.2.2 Beziehung zwischen den Eigenschaften des Symmetrierübertragers (Balun) und den S- Parametern	30
B.2.3 Messung der Einfügungsdämpfung	31
B.3 Bezugsschriftstücke.....	32
Anhang C (informativ) Theorie zu Antennen und zur Messplatzdämpfung.....	33
C.1 Analytische Zusammenhänge	33
C.1.1 Gesamtlänge der Messantenne	33
C.1.2 Theoretische Messplatzdämpfung	34
C.1.3 Zahlenbeispiele	38
C.2 Numerische Berechnungen	41
C.2.1 Antennen-Eingangsimpedanz	42
C.2.2 Gesamtlänge der Messantenne	42
C.2.3 Theoretische Messplatzdämpfung	42

	Seite
C.3 Bezugsschriftstücke	43
Anhang D (informativ) Anwendung eines Dipols mit fester Länge ($30 \text{ MHz} \leq f \leq 80 \text{ MHz}$)	44
Anhang E (informativ) PASCAL-Programm, das im Anhang C.1.3 verwendet wird	45
Anhang F (informativ) Checkliste für das Eignungsprüfverfahren	49
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	51
Bilder	
Bild 1 – Prinzipschaltbild der Messantenne	11
Bild 2a – Richtig	11
Bild 2b – Falsch	11
Bild 2 – Einstellung einer Teleskopantenne der Länge L_{we}	11
Bild 3 – Bestimmung von $U_{r1}(f)$ oder $U_{r2}(f)$	15
Bild 4 – Bestimmung von $U_s(f)$ mit den Dipolen (Drahtantennen) an ihren festgelegten Orten	16
Bild 5 – Beziehung zwischen den Größen, die beim Konformitätskriterium zur Messplatzdämpfung SA verwendet werden	21
Bild B.1 – Beispiel einer Messantenne	29
Bild B.2 – Schaltbild zur Messung von S_{11} und S_{12} sowie von S_{22} und S_{21} , wenn Messsender und Last vertauscht werden in diesem Bild durch Umstellen der zwei Schalter in ihre alternative Stellung)	29
Bild B.3 – Schaltbild zur Bestimmung der Einfügungsdämpfung $A_1(f)$	31
Bild B.4 – Schaltbild zur Bestimmung der Einfügungsdämpfung $A_2(f)$	31
Bild C.1 – Netzwerkmodell zur Bestimmung der Messplatzdämpfung SA	35
Bild C.2 – Ersatzschaltung zum Netzwerk in Bild C.1	35
Bild C.3 – Definitionen der Verkopplungen, der Speisespannungen und der Antennenströme der Antennen über der reflektierenden Ebene und deren Spiegelbilder	35
Tabellen	
Tabelle der Querverweisungen	6
Tabelle 1 – Frequenzen und feste Höhen der Empfangsantenne zur Messung der Messplatzdämpfung (SA), wobei $h_t = 2 \text{ m}$ und $d = 10 \text{ m}$ ist (4.4.2.3 und 4.4.2.4)	15
Tabelle 2 – Maximale Grenزابweichungen für $d = 10 \text{ m}$	19
Tabelle A.1 – Kombinationen von Dipolantennen mit fester Länge, Frequenzsuchlaufbereich und Höhe der Empfangsantenne	26
Tabelle C.1 – Zahlenbeispiel, Berechnung von L_a und SA_c (siehe C.1.3.1)	39
Tabelle C.2 – Zahlenbeispiel, Berechnung von SA_t (siehe C.1.3.2)	40
Tabelle C.3 – Zahlenbeispiel, Berechnung von h_{rc} und Δh_{rt} (siehe C.1.3.3)	41
Tabelle C.4 – Zahlenbeispiel, Berechnung von f_c und Δf_t (siehe C.1.3.4)	41
Tabelle F.1 – Punkte, die das Eignungs-Prüfprotokoll des Antennenkalibriermessplatzes (en: CALTS) enthalten muss	49

Einleitung

IEC/CISPR 16-1, IEC/CISPR 16-2, IEC/CISPR 16-3 und IEC/CISPR 16-4 wurden in 14 Teile zerlegt, um die Weiterentwicklung und Pflege (der einzelnen Teile) zu erleichtern. Die neuen Teile erhielten auch neue Nummern. Siehe die nachfolgende Auflistung.

Alte IEC/CISPR 16		Neue IEC/CISPR 16	
IEC/CISPR 16-1	Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit	IEC/CISPR 16-1-1	Messgeräte
		IEC/CISPR 16-1-2	Zusatz-/Hilfseinrichtungen – Leitungsgeführte Störaussendung
		IEC/CISPR 16-1-3	Zusatz-/Hilfseinrichtungen – Störleistung
		IEC/CISPR 16-1-4	Zusatz-/Hilfseinrichtungen – Gestrahlte Störaussendung
		IEC/CISPR 16-1-5	Messplätze für die Antennenkalibrierung von 30 MHz bis 1 000 MHz
IEC/CISPR 16-2	Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit	IEC/CISPR 16-2-1	Messung der leitungsgeführten Störaussendung
		IEC/CISPR 16-2-2	Messung der Störleistung
		IEC/CISPR 16-2-3	Messung der gestrahlten Störaussendung
		IEC/CISPR 16-2-4	Messungen der Störfestigkeit
IEC/CISPR 16-3	Berichte und Empfehlungen von IEC/CISPR	IEC/CISPR 16-3	Technische Berichte von IEC/CISPR
		IEC/CISPR 16-4-1	Unsicherheiten bei genormten EMV-Prüfungen
		IEC/CISPR 16-4-2	Unsicherheit bei EMV-Messungen
		IEC/CISPR 16-4-3	Statistische Betrachtungen bei der Ermittlung der Übereinstimmung seriengefertigter Geräte mit der EMV
IEC/CISPR 16-4	Unsicherheit bei EMV-Messungen	IEC/CISPR 16-4-4	Störstatistik und ein Modell zur Berechnung von Grenzwerten

Mehr ins Einzelne gehende Informationen über den Zusammenhang zwischen der „alten“ IEC/CISPR 16-1 und der vorliegenden „neuen“ IEC/CISPR 16-1-5 werden in der Tabelle gegeben, die nach dieser Einleitung angefügt ist (Tabelle der Querverweisungen).

Anforderungen an Messgeräte und -einrichtungen sind in fünf neuen Teilen der IEC/CISPR 16-1 untergebracht, während die Messverfahren nun in vier neuen Teilen der IEC/CISPR 16-2 abgedeckt sind. Verschiedene Berichte mit weiteren Informationen und Hintergrundmaterial über IEC/CISPR und zum Thema Funkstörungen im Allgemeinen sind in IEC/CISPR 16-3 enthalten. IEC/CISPR 16-4 enthält Informationen über Unsicherheiten, Betrachtungen zur Statistik und die Ableitung von Grenzwerten.

IEC/CISPR 16-1 besteht aus nachfolgenden Teilen mit dem allgemeinen Titel „Anforderungen an Geräte und Einrichtungen und Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit“:

- Teil 1-1: Messgeräte.
- Teil 1-2: Zusatz-/Hilfseinrichtungen – Leitungsgeführte Störaussendung.
- Teil 1-3: Zusatz-/Hilfseinrichtungen – Störleistung.
- Teil 1-4: Zusatz-/Hilfseinrichtungen – Gestrahlte Störaussendung.
- Teil 1-5: Messplätze für die Antennenkalibrierung von 30 MHz bis 1 000 MHz.

Tabelle der Querverweisungen

Zweite Ausgabe von IEC/CISPR 16-1 Abschnitte	Erste Ausgabe von IEC/CISPR 16-1-5 Abschnitte
1	1
2	2
3	3
5.13	4
Anhänge	Anhänge
R	A
S	B
T	C
U	D
V	E
W	F
Tabellen	Tabellen
19, 20	1, 2
Bilder	Bilder
55, 56, 57, 58, 59	1 bis 5
S.1, S.2, S.3, S.4	B.1, B.2, B.3, B.4
T.1, T.2, T.3	C.1, C.2, C.3

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der IEC/CISPR 16 ist eine Grundnorm, die die Anforderungen an Kalibriermessplätze, die zur Kalibrierung von Antennen verwendet werden, sowie die Eigenschaften der Messantenne, das Nachweisverfahren und die Eignungskriterien für den Messplatz festlegt. Weitere Informationen bezüglich der Anforderungen an Kalibriermessplätze, Betrachtungen zu Messantennen und die Theorie von Antennen und zur Messplatzdämpfung werden in informativen Anhängen zur Verfügung gestellt.

Festlegungen für Messgeräte sind in [IEC/CISPR 16-1-1](#) und [IEC/CISPR 16-1-4](#) gegeben. Weitere Informationen und Hintergrundmaterial zu Unsicherheiten im Allgemeinen sind in IEC/CISPR 16-4-1 gegeben. Sie können bei der Einführung von Unsicherheitsschätzungen bei der Kalibrierung von Antennen hilfreich sein.

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/CISPR 14-1:2000, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

IEC/CISPR 16-1-1:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

IEC/CISPR 16-1-4:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Radiated disturbances*

IEC/CISPR/TR 16-4-1:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-1: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in standardized EMC tests*

IEC/CISPR 16-4-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Measurement instrumentation uncertainty*

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

International Vocabulary of Basic and General Terms in Metrology, International Organization for Standardization, Geneva, 2nd edition, 1993

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Teils der IEC/CISPR 16 gelten die nachfolgenden Definitionen. Siehe auch IEC 60050(161).

3.1

Kalibriermessplatz (en: CALTS)

Freifeldmessplatz mit metallischer Bodenfläche und eng spezifiziertem Messplatzdämpfungsverhalten für horizontale und vertikale Polarisierung des elektrischen Feldes

Ein (Antennen-)Kalibriermessplatz (en: CALTS) wird zur Bestimmung des Freiraum-Antennenfaktors einer Antenne verwendet.

Messungen der Messplatzdämpfung eines (Antennen-)Kalibriermessplatzes (en: CALTS) werden zum Vergleich mit Messungen der Messplatzdämpfung eines Messplatzes für Konformitätsmessungen (en: COMTS) durchgeführt, um die Güte eines Messplatzes für Konformitätsmessungen (en: COMTS) zu bestimmen.

3.2

Messplatz für Konformitätsmessungen (en: COMTS)

Messumgebung, die gültige, reproduzierbare Messergebnisse der Störfeldstärke eines Prüflings zum Zweck des Vergleichs mit Konformitätsgrenzwerten sicherstellt

3.3

Antenne

Teil eines Sende- oder Empfangssystems, das dazu entwickelt wurde, elektromagnetische Wellen auf eine bestimmte Art abzustrahlen oder zu empfangen

ANMERKUNG 1 Für die Anwendung in dieser Norm bildet der Symmetrierübertrager (Balun) einen Teil der Antenne.

ANMERKUNG 2 Siehe auch den Begriff „Drahtantenne“.

3.4

Symmetrierübertrager (Balun)

passives elektrisches Netzwerk zur Anpassung einer symmetrischen auf eine unsymmetrische Übertragungsleitung oder Gerät oder umgekehrt

3.5

im Freiraum resonanter Dipol

Drahtantenne, die aus zwei geraden, in einer Linie angeordneten, aneinander gereihten Leitern gleicher Länge besteht. Die beiden Leiter sind durch einen Spalt voneinander getrennt und haben jeweils eine Länge von etwa $\frac{1}{4}$ der Wellenlänge, so dass bei der festgelegten Frequenz die über den Spalt gemessene Eingangsimpedanz im freien Raum rein reell wird.

ANMERKUNG 1 Für die Anwendung in dieser Norm wird diese Drahtantenne mit dem damit verbundenen Symmetrierübertrager (Balun) auch als „Messantenne“ bezeichnet.

ANMERKUNG 2 Diese Drahtantenne wird auch als „abgestimmter Dipol“ bezeichnet.

3.6

Messplatzdämpfung

die Messplatzdämpfung zwischen zwei festgelegten Stellen eines Messplatzes ist die Einfügungsdämpfung, die durch eine Vierpolmessung ermittelt wird. Dabei wird eine direkte elektrische Verbindung zwischen dem Ausgang des Generators (Messsenders) und dem Eingang des Messempfängers durch Sende- und Empfangsantennen ersetzt, die an den festgelegten Stellen aufgestellt sind.

3.7

Messantenne

Kombination des im Freiraum resonanten Dipols und des festgelegten Symmetrierübertragers (Balun)

ANMERKUNG 1 Gilt nur für die Anwendung dieser Norm.

3.8

Drahtantenne

eine festgelegte Struktur, die aus einem oder mehreren metallischen Drahtelementen oder Stäben besteht und zur Abstrahlung oder zum Empfang von elektromagnetischen Wellen dient

ANMERKUNG Eine Drahtantenne enthält keinen Symmetrierübertrager (Balun).

4 Festlegungen und Eignungsprüfverfahren für einen Messplatz zur Kalibrierung von Antennen im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 000 MHz

Abschnitt 5 der IEC/CISPR 16-1-4 legt die Anforderungen an einen Messplatz zur Messung der Störfeldstärke im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 000 MHz fest. Ein derartiger Messplatz ist möglicherweise nicht zum Kalibrieren von Antennen geeignet. Dieser Abschnitt legt die Anforderungen und das Eignungsprüfverfahren für einen Messplatz, der zum Kalibrieren von Antennen über einer leitenden ebenen Metallfläche im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 000 MHz geeignet ist, fest. Ein Messplatz, der diese strengen Anforderungen

derungen erfüllt, kann auch als Referenz-Messplatz für Vergleichszwecke bei einem alternativen Eignungsprüfverfahren, das anders als das in [5.6 der IEC/CISPR 16-1-4](#) Festgelegte ist, verwendet werden.

4.1 Einleitung

Ein Messplatz, der zur Kalibrierung von Antennen geeignet ist und in dieser Norm als Antennenkalibriermessplatz (en: CALTS) bezeichnet wird, ist dazu vorgesehen, eine brauchbare Umgebung für die Kalibrierung des Freiraumantennenfaktors von Antennen zu schaffen. Diese Kalibrierung wird äußerst bequem über einer reflektierenden Ebene mit Beschränkung auf die horizontale Polarisierung durchgeführt. [4.3 bis 4.6](#) legen die Eigenschaften eines Antennenkalibriermessplatzes (en: CALTS), die Eigenschaften einer berechenbaren Messantenne sowie das Eignungsprüfverfahren und die Ausführungskriterien für einen Antennenkalibriermessplatz fest. Das in [4.5](#) beschriebene Eignungsprüfverfahren des Antennenkalibriermessplatzes erfordert die Verwendung einer berechenbaren Dipolantenne, wie sie in [4.4](#) festgelegt ist, um die Möglichkeit zu schaffen, die theoretisch vorhergesagte Messplatzdämpfung mit den gemessenen Werten des Antennenkalibriermessplatzes zu vergleichen. Die Punkte, die in einem Abnahmeprotokoll für den Antennenkalibriermessplatz enthalten sein müssen, sind in [4.7](#) zusammengefasst. [Anhang A](#) stellt einen Leitfadens zum Aufbau eines Antennenkalibriermessplatzes (en: CALTS) zur Verfügung, der mit den Eignungskriterien, wie sie in [4.6](#) festgelegt sind, übereinstimmt.

Um einen Antennenkalibriermessplatz (en: CALTS) als Referenz-Messplatz (en: REFSITE) zur Eignungsprüfung von Messplätzen nach [Abschnitt 5 der IEC/CISPR 16-1-4](#) benutzen zu können, müssen einige zusätzliche Anforderungen festgelegt werden. [4.7](#) legt die zusätzlichen Eigenschaften und Ausführungskriterien fest. Messplätze, wie sie in [Abschnitt 5 der IEC/CISPR 16-1-4](#) festgelegt sind, die zum Nachweis der Einhaltung von Grenzwerten der gestrahlten Störaussendung verwendet werden, werden in dieser Norm als Messplatz für Konformitätsmessungen (en: COMTS) bezeichnet. Die Eignungsprüfung eines Messplatzes für Konformitätsmessungen (en: COMTS) kann durch Vergleich mit der theoretischen Messplatzdämpfung, wie sie im [Abschnitt 5 der IEC/CISPR 16-1-4](#) genannt ist (dieses Verfahren ist vorrangig zu verwenden), oder durch Vergleich von Messungen der Messplatzdämpfung eines Referenz-Messplatzes (en: REFSITE) mit entsprechenden Messungen des Messplatzes für Konformitätsmessungen (en: COMTS) unter Verwendung desselben Messaufbaus und derselben Messausrüstung (Antennen, Kabel, Messsender bzw. Generator, Messempfänger usw.) durchgeführt werden.

Die Anhänge in dieser Norm enthalten informative Angaben zu einem Antennenkalibriermessplatz (en: CALTS) und zum berechenbaren im Freiraum resonanten Dipol (abgestimmten Dipol), der beim Nachweisverfahren für die Eignung des Antennenkalibriermessplatzes (en: CALTS) verwendet werden muss. Sie stellen auch ein Modell zur Berechnung der theoretischen Messplatzdämpfung sowie numerische Beispiele und eine Prüfliste zum Eignungsprüfverfahren zur Verfügung.

4.2 Festlegungen für den Antennenkalibriermessplatz (en: CALTS)

4.2.1 Einleitung

Der Antennenkalibriermessplatz (en: CALTS) umfasst folgende Hauptkomponenten:

- eine gut leitende ebene Metallfläche (die Reflexionsebene);
- eine elektromagnetisch hindernisfreie Umgebung um die Reflexionsebene.

Zusätzlich werden folgende Zusatz-/Hilfseinrichtungen benötigt:

- zwei Antennenmasten, die die Antennen aufnehmen, die entweder bei der Eignungsprüfung des Antennenkalibriermessplatzes (en: CALTS) oder bei der Kalibrierung der Antennen benutzt werden;
- die Kabel, die an diese Antennen angeschlossen werden und
- die elektronische Ausrüstung, wie Messsender (HF-Generator) und Messempfänger.

Die normativen Festlegungen für einen Antennenkalibriermessplatz (en: CALTS) werden in [4.2.2](#) gegeben, während [Anhang A](#) zahlreiche informative Angaben als Leitfaden zur Konstruktion und zum Aufbau eines Antennenkalibriermessplatzes enthält, der üblicherweise die Eignungskriterien erfüllt.

4.2.2 Normative Festlegungen

Zur Kalibrierung von Antennen muss der Antennenkalibriermessplatz (en: CALTS) die Eignungskriterien, die in 4.5.3 angegeben sind, erfüllen, wie z. B.

- a) die Messplatzdämpfung bei festen Antennenhöhen und
- b) die Antennenhöhen für maximale Messplatzdämpfung oder die Frequenzen für maximale Messplatzdämpfung bei allen Frequenzen, bei denen Antennen kalibriert werden müssen.

ANMERKUNG 1 Beim Eignungsprüfverfahren für den Antennenkalibriermessplatz (en: CALTS) werden Geräte benutzt, die ebenfalls normativen Festlegungen unterliegen (siehe 4.3 und 4.4).

ANMERKUNG 2 Das Abnahmeprotokoll des Antennenkalibriermessplatzes (en: CALTS) (4.6) enthält Informationen darüber, wie gut die Einhaltung der Anforderungen beibehalten wird, so dass davon ausgegangen werden kann, dass der Antennenkalibriermessplatz (en: CALTS) während seiner praktischen Anwendung die Anforderungen erfüllt.

4.3 Festlegung für die Messantennen

4.3.1 Einleitung

Um die für die Eignungsprüfung erforderliche theoretische Messplatzdämpfung SA_C (numerisch) berechnen zu können, werden Antennen benötigt, die exakt modelliert werden können. Deshalb muss die Messantenne ein im Freiraum resonanter Dipol sein, der mit einem Symmetrierübertrager (Balun) mit festgelegten Eigenschaften verbunden ist. Die normativen Antennenfestlegungen sind in 4.3.2 genannt. Ein Beispiel zum Bau einer Messantenne ist im Anhang B angegeben.

Die Messantenne besteht aus einem Symmetrierübertrager (Balun) und zwei in einer Linie angeordneten Leiterstücken (Drahtelemente), die jeder einen Durchmesser von D_{we} und eine Länge von L_{we} haben. Diese Elemente werden mit beiden Speiseanschlüssen (A und B in Bild 1) des Symmetrierübertragers (Balun) verbunden. Der Schlitz zwischen diesen Speiseanschlüssen hat eine Breite von W_g . Die Gesamtlänge L_a der Antenne über die Spitzen ist durch $L_a = 2L_{we} + W_g$ gegeben. Die Mitte der Messantenne befindet sich in der Mitte des Speiseschlitzes auf der Mittelachse der beiden in einer Linie angeordneten Leiterstücke (Drahtelemente).

Der Symmetrierübertrager (Balun) besitzt einen unsymmetrischen Ein-/Ausgang (für den Anschluss des Messsenders/Messempfängers) und einen symmetrischen Ein-/Ausgang an den Speiseanschlüssen A und B (zum Anschluss der Sende-/Empfangsantennenelemente). Als Beispiel ist in Bild 1 schematisch die Symmetrierung durch den Symmetrierübertrager (Balun) dargestellt.

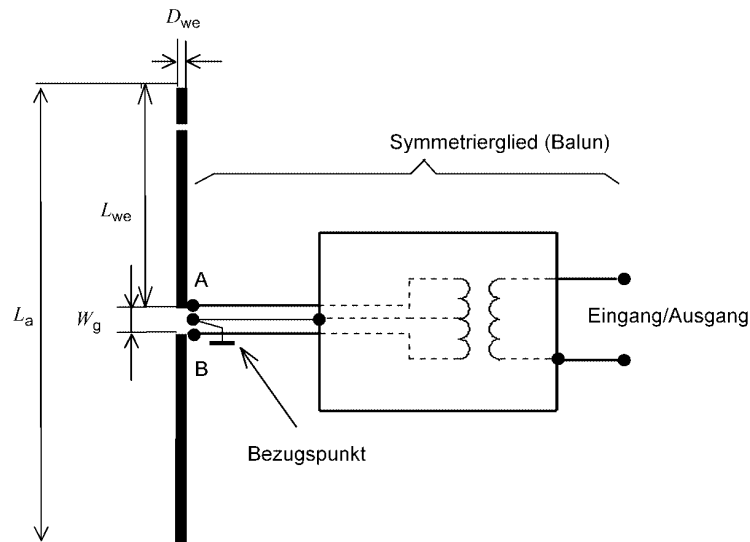
4.3.2 Normative Festlegungen

4.3.2.1 Die Messantenne muss gleiche Dipolelemente (Drahtelemente) mit der Länge L_{we} besitzen, die vom Symmetrierübertrager (Balun) getrennt werden können, um die Validierung der Parameter des Symmetrierübertragers (Balun) zu ermöglichen und um die Anschlüsse des Symmetrierübertragers (Balun) der bei der Messung der Messplatzdämpfung verwendeten Antennen miteinander verbinden zu können.

4.3.2.2 Die Gesamtlänge über die Spitzen, $L_a(f, D_{we})$, des (der) etwa $\lambda/2$ langen Dipols (Drahtantenne) ist durch die Bedingung bestimmt, dass bei der festgelegten Frequenz f im freien Raum der Betrag des Imaginärteils der Eingangsimpedanz an den Speiseanschlüssen kleiner als 1Ω ist.

ANMERKUNG 1 Wenn die Dipolelemente (Drahtelemente) einen konstanten Durchmesser haben und $D_{we} \ll L_a$ ist, dann kann $L_a(f, D_{we})$ mit der Gleichung (C.2) in Anhang C.1.1 berechnet werden. Wenn der Durchmesser nicht konstant ist, z. B. wenn eine Teleskopantenne verwendet wird, kann $L_a(f)$ nur numerisch berechnet werden, siehe Anhang C.2.2.

ANMERKUNG 2 Wenn eine Teleskopantenne verwendet wird, sollten die Teleskopelemente so abgestimmt werden, dass diejenigen mit dem größten Durchmesser als erstes benutzt werden (siehe Bild 2), und numerische Berechnungen sollten diesen Umstand berücksichtigen.



ANMERKUNG Die Mitte der Messantenne befindet sich in der Mitte des Speiseschlitzes auf der Mittelachse der beiden Leiterstücke (Drahtelemente).

Bild 1 – Prinzipschaltbild der Messantenne

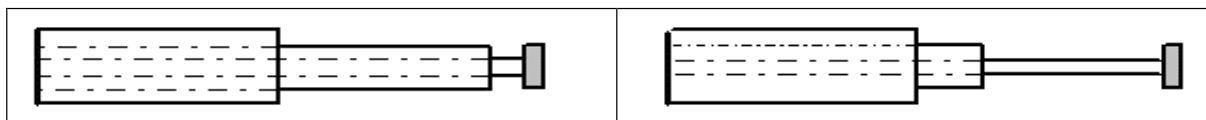


Bild 2a – Richtig

Bild 2b – Falsch

Bild 2 – Einstellung einer Teleskopantenne der Länge L_{we}

In Vorbereitung: Bei Messfrequenzen zwischen 30 MHz und 80 MHz kann ein Dipol fester Länge mit $L_a = L_a$ (80 MHz) verwendet werden.

4.3.2.3 Der Speiseschlitz muss $w_g \leq 15 \text{ mm}$ oder $w_g \leq 0,03 \lambda_{\min}$ sein, je nachdem, welcher Wert kleiner ist.

Dabei ist:

$$\lambda_{\min} = c_0 / f_{\max};$$

$f_{\max}$ die höchste Messfrequenz, bei der die Antenne benutzt wird; und

c_0 die Lichtgeschwindigkeit.

4.3.2.4 Wenn die Gesamtlänge über die Spitzen, $L_a(f)$, des (der) tatsächlich benutzten Dipols (Drahtantenne) innerhalb von ΔL_a der für diese Antenne spezifizierten Länge $L_a(f)$ liegt (siehe [Tabelle 2](#)), dann wird angenommen, dass diese Länge geeignet ist, wenn auch die Breite des Speiseschlitzes mit den Angaben in 4.3.2.3 übereinstimmt.

4.3.2.5 Der symmetrische Eingang des Symmetrierübertragers (Balun) muss folgende Eigenschaften haben:

- a) eine definierte Impedanz Z_{AB} mit einem festgelegten maximalen Stehwellenverhältnis (VSWR) nach [Tabelle 2](#), wenn der unsymmetrische Eingang mit der Impedanz Z_e , die ihm gegenüber durch eine äußere Schaltung (das Antennen-Speisekabel) präsentiert wird, abgeschlossen wird;
- b) eine Amplitudensymmetrie, bezogen auf den Referenzpunkt des Symmetrierübertragers (Balun), die besser als ΔA_b dB ist (siehe [Tabelle 2](#)), wenn beide Speiseanschlüsse mit einer Impedanz von $Z_{AB}/2$, bezogen auf den Referenzpunkt des Symmetrierübertragers (Balun), abgeschlossen sind;
- c) eine Phasendifferenz von $180^\circ \pm \Delta \phi_b$ (siehe [Tabelle 2](#)), wenn beide Speiseanschlüsse mit einer Impedanz von $Z_{AB}/2$, bezogen auf den Referenzpunkt des Symmetrierübertragers (Balun), abgeschlossen sind.

ANMERKUNG 1 Die Klemmen am symmetrischen Eingang des Symmetrierübertragers (Balun) sollten HF-Messungen an den drei Anschlüssen ermöglichen.

ANMERKUNG 2 Die Eingangsimpedanz des symmetrischen Eingangs, Z_{AB} , ist die Impedanz zwischen den Speiseanschlüssen A und B in [Bild 1](#). Der bevorzugte Wert dieser Impedanz ist $Z_{AB} = 100 \Omega$ (reell).

ANMERKUNG 3 Die Kabelimpedanz Z_e , die durch die äußere Schaltung präsentiert wird, beträgt üblicherweise 50Ω (reell). Sie stellt die bevorzugte Impedanz dar.

ANMERKUNG 4 Die Anforderungen an die Symmetrie des Amplituden- und Phasengangs stellen sicher, dass die Signale an den Anschlüssen A und B, bezogen auf den Referenzpunkt des Symmetrierübertragers (Balun), in der Amplitude hinreichend gleich und in der Phase entgegen gerichtet sind. Wenn der symmetrische Eingang diese Anforderungen erfüllt, ist die Entkopplung zwischen den beiden Anschlüssen größer als 26 dB, wenn der unsymmetrische Eingang mit Z_e abgeschlossen ist.

ANMERKUNG 5 Soweit praktikabel, sollten die Komponenten des Symmetrierübertragers (Balun) räumlich so ausgerichtet sein, dass sie den Antennenelementen in gleicher Polarisationsrichtung die kleinste reflektierende Oberfläche zuwenden.

ANMERKUNG 6 Die Komponenten des Symmetrierübertragers (Balun) sind elektrisch abgeschirmt, so dass ihre (parasitären) Eigenschaften nicht von der Umgebung beeinflusst werden können. Der Referenzpunkt des Symmetrierübertragers (Balun) und der Masseanschluss des Aus-/Eingangs sind mit dem Schirm verbunden.

4.3.2.6 Die Eigenschaften des Symmetrierübertragers (Balun), wie sie in [4.3.2.5](#) gefordert werden, können aus S-Parameter-Messungen und teilweise über die Messung der Einfügungsdämpfung bestimmt werden.

ANMERKUNG 1 Die Kopf-zu-Kopf-Verbindung der Symmetrierübertrager (Balun), wie sie in [4.4.4.2](#) und [4.4.4.4](#) gefordert wird, kann durch eine Kabel-zu-Kabel-Verbindung ersetzt werden, wenn der vollständige Satz von S-Parametern der Symmetrierübertrager (Balun) und die Anschlussimpedanzen bekannt sind, die die Symmetrierübertrager (Balun) vom Messsender bzw. vom Messempfänger her sehen, vorausgesetzt, die Eigenschaften des Symmetrierübertragers (Balun) werden auch bei der Berechnung der Messplatzdämpfung SA_c einbezogen.

ANMERKUNG 2 Die S-Parameter-Messung und die Messung der Einfügungsdämpfung sind im Anhang B beschrieben.

4.3.2.7 Wenn beim Eignungsprüfverfahren für den Antennenkalibriermessplatz (en: CALTS) Messantennen und/oder Messgeräte verwendet werden, deren Z_{AB} und/oder ein Z_e von den Vorzugswerten 100Ω bzw. 50Ω abweichen, dann sollte dieser Umstand ausdrücklich im Abnahmeprotokoll (für den Antennenkalibrier-messplatz) erwähnt werden ([4.6](#)).

4.4 Eignungsprüfverfahren für den Antennenkalibriermessplatz

4.4.1 Einleitung

Beim Eignungsprüfverfahren wird die gemessene Messplatzdämpfung SA_m mit der theoretisch berechneten Messplatzdämpfung SA_c verglichen. Das Prüfverfahren weist auf diese Weise nach, ob der Antennenkali-

briermessplatz (en: CALTS) in ausreichendem Maße die Eigenschaften, die bei der Berechnung der Messplatzdämpfung angenommen wurden, erfüllt, z. B.

- a) ob die Fläche perfekt eben und unendlich groß ist;
- b) ob der Betrag des Reflexionskoeffizienten der Ebene $r = 1$ ist;
- c) ob die Phasendifferenz zwischen der einfallenden und der von der Ebene reflektierten horizontal polarisierten elektromagnetischen Welle $\Phi = \pi$ (im Bogenmaß) ist;
- d) der Einfluss der Zusatz-/Hilfseinrichtungen und der Umgebung der Messebene vernachlässigt werden kann.

Um die Eigenschaften (des Antennenkalibriermessplatzes) zu bestimmen, sind zwei Messungen erforderlich:

- 1) die Eigenschaften a), b) und d) werden gleichzeitig bei der Messung der Messplatzdämpfung nachgewiesen, wobei feste Antennenhöhen (siehe 4.4.4) verwendet werden. Anschließend werden die gemessenen und die berechneten Werte der Messplatzdämpfung miteinander verglichen;
- 2) die Eigenschaften a), c) und d) werden gleichzeitig mit einer Messung nachgewiesen, bei der die Höhe einer der Messantennen so lange verändert wird, bis die Messplatzdämpfung ein Maximum erreicht hat. Anschließend werden die gemessenen und die berechneten Werte der Messplatzdämpfung bei dieser Antennenhöhe verglichen (siehe 4.4.5).

Alternativ können der letztere Satz von Eigenschaften auch gleichzeitig durch eine Messung mit Frequenzdurchlauf nachgewiesen werden (siehe 4.4.6).

Im Folgenden gibt die Größe $\pm \Delta X$ die maximal zulässige Grenzabweichung eines Parameters X an, die bei der Eignungsprüfung erlaubt ist. Quantitative Daten für die Grenzabweichungen sind in Tabelle 2 zusammengefasst.

4.4.2 Messaufbau

4.4.2.1 Die Mitten der Messantennen, die Antennenmasten und die Antennen-Koaxialkabel werden zentral zur reflektierenden Ebene in einer Ebene angeordnet, die senkrecht auf der reflektierenden Ebene steht.

ANMERKUNG Die Mitte der Messantenne wird in 4.3.1 definiert.

4.4.2.2 Die auf einer Linie liegenden Dipolelemente (Drahtelemente) werden parallel zur reflektierenden Ebene (bei horizontal polarisierter Antenne), jedoch senkrecht zu der (vertikalen) Ebene angeordnet, die in 4.4.2.1 erwähnt ist.

ANMERKUNG Am unteren Ende des Frequenzbereichs, z. B. zwischen 30 MHz und 40 MHz, können sich die vergleichsweise langen Antennenstäbe nach unten biegen und damit die Messergebnisse beeinflussen. Dieser Einfluss kann durch mechanisches Abstützen verhindert oder bei der Berechnung der theoretischen Messplatzdämpfung berücksichtigt werden (siehe auch 4.4.4.3 und 4.5.3.1).

4.4.2.3 Der horizontale Abstand zwischen den Mittelpunkten der Messantennen ist

$$d = 10,00 \text{ m} \pm \Delta d \text{ m (siehe Tabelle 2)}$$

4.4.2.4 Die Höhe des Mittelpunktes der Sendeantenne über der reflektierenden Ebene ist

$$h_t = 2,00 \text{ m} \pm \Delta h_t \text{ m (siehe Tabelle 2)}$$

4.4.2.5 Die Höhe des Mittelpunktes der Empfangsantenne über der reflektierenden Ebene muss auf die Höhen $h_r \pm \Delta h_r$ einstellbar sein, wie sie in Tabellen 1 und 2 festgelegt sind, und im Bereich von $1,0 \text{ m} \leq h_r \leq 4,0 \text{ m}$ in der Höhe zu verändern sein, wie in 4.4.5 gefordert.

4.4.2.6 Die Koaxialkabel zu den Symmetrierübertragern (Balun) der Sende- und Empfangsantennen laufen senkrecht zu den Dipolen (Drahtelementen) und parallel zur reflektierenden Ebene, bis zu einem Abstand von mindestens 1 m von den Dipolen (Drahtelementen). Anschließend können die Kabel auf die reflektierende Ebene herabfallen und (vorzugsweise) unter oder senkrecht zu den Dipolen (Drahtelementen) auf der