

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <b>DIN EN 55016-1-4<br/>(VDE 0876-16-1-4)</b>                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | <p>Diese Norm ist zugleich eine <b>VDE-Bestimmung</b> 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.</p> |  |
| <p>ICS 33.100.01</p> <p>Ersatz für<br/> <b>DIN EN 55016-1-4</b><br/> <b>(VDE 0876-16-1-4):2013-05</b><br/>         Siehe Anwendungsbeginn</p> <p><b>Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1-4: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Antennen und Messplätze für Messungen der gestrahlten Störaussendung (CISPR 16-1-4:2010 + Cor.1:2010 + A1:2012 + A2:2017); Deutsche Fassung EN 55016-1-4:2010 + A1:2012 + A2:2017</b></p> <p>Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-4: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Antennas and test sites for radiated disturbance measurements (CISPR 16-1-4:2010 + Cor.1:2010 + A1:2012 + A2:2017); German version EN 55016-1-4:2010 + A1:2012 + A2:2017</p> <p>Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 1-4: Appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Antennes et emplacements d'essai pour les mesures des perturbations rayonnées (CISPR 16-1-4:2010 + Cor.1:2010 + A1:2012 + A2:2017); Version allemande EN 55016-1-4:2010 + A1:2012 + A2:2017</p> <p>Gesamtumfang 129 Seiten</p> <p>DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE</p> |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                     |

## Anwendungsbeginn

Anwendungsbeginn für die von CENELEC am 2010-06-01 angenommene Europäische Norm und die am 2012-08-15 angenommene Änderung A1 und die am 2017-02-23 angenommene Änderung A2 als DIN-Norm ist 2019-02-01.

Für **DIN EN 55016-1-4 (VDE 0876-16-1-4):2013-05** besteht eine Übergangsfrist bis 2020-06-16.

## Nationales Vorwort

*Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 55016-1-4/A2 (VDE 0876-16-1-4/A2):2016-05.*

Für dieses Dokument ist das nationale Arbeitsgremium UK 767.4 „Geräte und Verfahren zum Messen von elektromagnetischen Aussendungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik in DIN und VDE ([www.dke.de](http://www.dke.de)) zuständig.

Die enthaltene IEC-Publikation wurde vom CIS/A „Radio-interference measurements and statistical methods“ erarbeitet.

Das IEC-Komitee hat entschieden, dass der Inhalt dieses Dokuments bis zu dem Datum (stability date) unverändert bleiben soll, das auf der IEC-Website unter „<http://webstore.iec.ch>“ zu diesem Dokument angegeben ist. Zu diesem Zeitpunkt wird entsprechend der Entscheidung des Komitees das Dokument

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

Die Änderung A1 wurde in den Text eingearbeitet und durch eine senkrechte Linie am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Die Änderung A2 wurde in den Text eingearbeitet und durch zwei senkrechte Linien am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Das IEC-Corrigendum 1 wurde eingearbeitet und mit einer senkrechten Linie und „Cor.1“ am linken Seitenrand gekennzeichnet.

Das Original-Dokument enthält Bilder in Farbe, die in der Papierversion in einer Graustufen-Darstellung wiedergegeben werden. Elektronische Versionen dieses Dokuments enthalten die Bilder in der originalen Farbdarstellung.

## Änderungen

Gegenüber **DIN EN 55016-1-4 (VDE 0876-16-1-4):2013-05** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Hinzufügung einer normativen Verweisung auf die CISPR 16-1-6:2014 + A1:2017 und Umwandlung der undatierten Verweisung auf die CISPR 16-1-4 in eine datierte Verweisung auf die **CISPR 16-1-4:2010** im **Abschnitt 2**;
- b) Hinzufügung der Begriffsdefinition **3.1.28** in **Abschnitt 3**;
- c) Hinzufügung der Zwischenüberschrift **4.6.1**;
- d) Streichung des Halbsatzes „oder es müssen Vorkehrungen getroffen werden, um den Prüfling abzutasten, damit die Richtung oder die Quelle der gestrahlten Aussendungen lokalisiert werden kann“ im ersten Absatz unter **4.6.1**;
- e) Hinzufügung von **4.6.2**;
- f) Änderung des Textes von **5.1** und **5.2.1** sowie des dritten Absatzes von **5.2.3**; ALT
- g) Ersatz der **Bilder 2** und **3** in **5.2.3** durch neuer **Bilder 2** und **3**;

- h) Änderung des Textes des jeweils ersten Absatzes von 5.2.4 und 5.2.5;
- i) Umstrukturierung und Änderung der weiteren Festlegungen des Abschnitts 5 beginnend bei 5.2.6 bis einschließlich 5.4 (siehe hierzu die Tabelle in der Einleitung zu der Änderung 1 im EN-Teil der Norm);
- j) Streichung des Inhalts des Anhangs E.

#### Frühere Ausgaben

DIN 57876-1 (VDE 0876-1): 1978-09

DIN 57876-1a (VDE 0876-1a): 1980-06

DIN EN 55016-1-4 (VDE 0876-16-1-4): 2005-09, 2006-09, 2008-03, 2008-09, 2010-04, 2011-03, 2013-05

## Nationaler Anhang NA (informativ)

### Zusammenhang mit europäischen und internationalen Dokumenten

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

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

Eine Information über den Zusammenhang der zitierten Dokumente mit den entsprechenden deutschen Dokumenten ist nachstehend wiedergegeben.

Tabelle NA.1 (1 von 2)

| Europäisches Dokument                                    | Internationales Dokument                     | Deutsches Dokument                                                     | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk |
|----------------------------------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|
| –                                                        | IEC 60050(161)                               | a                                                                      | –                                      |
| EN 55016-1-1                                             | CISPR 16-1-1                                 | DIN EN 55016-1-1<br>(VDE 0876-16-1-1)                                  | VDE 0876-16-1-1                        |
| EN 55016-1-5:2004<br><i>ersetzt durch:</i>               | CISPR 16-1-5:2003<br><i>ersetzt durch:</i>   | DIN EN 55016-1-5<br>(VDE 0876-16-1-5):2005-09<br><i>ersetzt durch:</i> | VDE 0876-16-1-5                        |
| EN 55016-1-5:2015                                        | CISPR 16-1-5:2014                            | DIN EN 55016-1-5<br>(VDE 0876-16-1-5):2015-11                          |                                        |
| EN 55016-1-6:2015<br>+ A1:2017                           | CISPR 16-1-6:2014<br>+ A1:2014               | DIN EN 55016-1-6<br>(VDE 0876-16-1-6) :2015-11<br>–                    | VDE 0876-16-1-6                        |
| EN 55016-2-3:2010<br>+ A1:2010<br>+ AC:2013<br>+ A2:2014 | CISPR 16-2-3:2010<br>+ A1:2010<br>+ A2 :2014 | DIN EN 55016-2-3<br>(VDE 0877-16-2-3):2014-11                          | VDE 0877-16-2-3                        |
| –                                                        | CISPR/TR 16-3                                | –                                                                      | –                                      |
| EN 55016-4-2                                             | CISPR 16-4-2                                 | DIN EN 55016-4-2<br>(VDE 0876-16-4-2)                                  | VDE 0876-16-4-2                        |
| EN 61000-4-20                                            | IEC 61000-4-20                               | DIN EN 61000-4-20<br>(VDE 0847-4-20)                                   | VDE 0847-4-20                          |

Tabelle NA.1 (2 von 2)

| Europäisches Dokument                                                                                                                                               | Internationales Dokument | Deutsches Dokument | Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------|----------------------------------------|
| EN 61169-8                                                                                                                                                          | IEC 61169-8              | DIN EN 61169-8     | –                                      |
| CLC/TR 50481                                                                                                                                                        | –                        | –                  | –                                      |
| CLC/TR 50484<br>zurückgezogen                                                                                                                                       | –                        | –                  | –                                      |
| prTR 50147-3:1998<br>zurückgezogen                                                                                                                                  | –                        | –                  | –                                      |
| <sup>a</sup> „Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe“, Online-Zugang: <a href="http://www.dke.de/dke-iev">http://www.dke.de/dke-iev</a> . |                          |                    |                                        |

## Nationaler Anhang NB (informativ)

### Literaturhinweise

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

**DIN EN 55016-1-5 (VDE 0876-16-1-5):2015-11**, 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 (CISPR 16-1-5:2014); Deutsche Fassung EN 55016-1-5:2015

**DIN EN 55016-1-6 (VDE 0876-16-1-6):2015-11**, Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1-6: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Kalibrierung von Antennen für EMV-Messungen (CISPR 16-1-6:2014); Deutsche Fassung EN 55016-1-6:2015

**DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3):2014-11**, Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 2-3: Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Messung der gestrahlten Störaussendung (CISPR 16-2-3:2010 + A1:2010 + A2:2014); Deutsche Fassung EN 55016-2-3:2010 + A1:2010 + AC:2013 + A2:2014

**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 (Störmodell) – Messgeräte-Unsicherheit

**DIN EN 61000-4-20 (VDE 0847-4-20)**, Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Teil 4-20: Prüf- und Messverfahren – Messung der Störaussendung und Störfestigkeit in transversal-elektromagnetischen (TEM-) Wellenleitern

**DIN EN 61169-8**, Hochfrequenz-Steckverbinder – Teil 8: Rahmenspezifikation – Koaxiale Hochfrequenzsteckverbinder mit 6,5 mm (0,256 in) Innendurchmesser des Außenleiters und Bajonettverschluss – Wellenwiderstand 50 Ohm (Typ BNC)

Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur  
Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit –  
Teil 1-4: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung  
(Funkstörungen) und Störfestigkeit –  
Antennen und Messplätze für Messungen der gestrahlten Störaussendung  
(CISPR 16-1-4:2010 + A1:2012 + A2:2017)

Specification for radio disturbance and immunity  
measuring apparatus and methods –  
Part 1-4: Radio disturbance and immunity  
measuring apparatus –  
Antennas and test sites for radiated disturbance  
measurements  
(CISPR 16-1-4:2010 + A1:2012 + A2:2017)

Spécifications des méthodes et des appareils  
de mesure des perturbations radioélectriques et  
de l'immunité aux perturbations radioélectriques  
– Partie 1-4: Appareils de mesure des  
perturbations radioélectriques et de l'immunité  
aux perturbations radioélectriques –  
Antennes et emplacements d'essai pour les  
mesures des perturbations rayonnées  
(CISPR 16-1-4:2010 + A1:2012 + A2:2017)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2010-06-01, die A1 am 2012-08-15 und die A2 am 2017-02-23 angenommen. 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 CEN-CENELEC Management Centre 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 CEN-CENELEC Management Centre mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CENELEC-Mitglieder sind die nationalen elektrotechnischen Komitees von Belgien, Bulgarien, Dänemark, Deutschland, der ehemaligen jugoslawischen Republik Mazedonien, Estland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Kroatien, Lettland, Litauen, Luxemburg, Malta, den Niederlanden, Norwegen, Österreich, Polen, Portugal, Rumänien, Schweden, der Schweiz, Serbien, der Slowakei, Slowenien, Spanien, der Tschechischen Republik, der Türkei, Ungarn, dem Vereinigten Königreich und Zypern.



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

**CEN-CENELEC Management Centre: Avenue Marnix 17, B-1000 Brüssel**

© 2017 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 55016-1-4:2010 + A1:2012 + A2:2017 D

## **Vorwort**

Der Text des Schriftstücks CISPR/A/885/FDIS, zukünftige 3. Ausgabe von CISPR 16-1-4, ausgearbeitet von dem CISPR SC A „Radio-interference measurements and statistical methods“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2010-06-01 als EN 55016-1-4 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 55016-1-4:2007 + A1:2008 + A2:2009.

Diese **EN 55016-1-4:2010** schließt die folgenden wesentlichen technischen Änderungen gegenüber EN 55016-1-4:2007 + A1:2008 + A2:2009 ein: Festlegungen zur Ermittlung der Einflüsse des Tisches für den Prüfaufbau im Frequenzbereich oberhalb 1 GHz wurden ergänzt.

Sie besitzt den Status einer EMV-Grundnorm in Übereinstimmung mit IEC Guide 107, *Electromagnetic compatibility – Guide to the drafting of electromagnetic compatibility publications*.

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CEN und CENELEC sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

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): 2011-03-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2013-06-01

Der **Anhang ZA** wurde von CENELEC hinzugefügt.

## **Anerkennungsnotiz**

Der Text der Internationalen Norm **CISPR 16-1-4:2010** wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

In der offiziellen Fassung ist unter „Literaturhinweise“ zu der aufgelistete Norm die nachstehende Anmerkung einzutragen:

[1] IEC 61169-8      ANMERKUNG      Harmonisiert als EN 61169-8.

## Vorwort zur Änderung A1

Der Text des Dokuments CISPR/A/995/FDIS, die zukünftige Änderung 1 zur Ausgabe 3 der CISPR 16-1-4, erarbeitet vom SC A „Radio-interference measurements and statistical methods“ des IEC/TC CISPR „International special committee on radio interference“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als **EN 55016-1-4:2010/A1:2012** angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2013-05-16
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2015-08-15

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

## Anerkennungsnotiz zur Änderung A1

Der Text der Internationalen Norm CISPR 16-1-4:2010/A1:2012 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

## Europäisches Vorwort zur Änderung A2

Der Text des Dokuments CISPR/A/1194/FDIS, die zukünftige CISPR 16-1-4:2010/A2, erarbeitet vom SC A „Radio-interference measurements and statistical methods“ des IEC/TC CISPR „International special committee on radio interference“, wurde zur parallelen IEC-CENELEC-Abstimmung vorgelegt und von CENELEC als **EN 55016-1-4:2010/A2:2017** angenommen.

Nachstehende Daten wurden festgelegt:

- spätestes Datum, zu dem die Änderung auf nationaler Ebene durch Veröffentlichung einer identischen nationalen Norm oder durch Anerkennung übernommen werden muss (dop): 2017-12-16
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der Änderung entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2020-06-16

Es wird auf die Möglichkeit hingewiesen, dass einige Elemente dieses Dokuments Patentrechte berühren können. CENELEC [und/oder CEN] sind nicht dafür verantwortlich, einige oder alle diesbezüglichen Patentrechte zu identifizieren.

## Anerkennungsnotiz zur Änderung A2

Der Text der Internationalen Norm CISPR 16-1-4:2010/A2:2017 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

## Anhang ZA (normativ)

### Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen

Die folgenden Dokumente, die in diesem Dokument teilweise oder als Ganzes zitiert werden, 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).

ANMERKUNG 1 Ist eine internationale Publikation durch gemeinsame Abänderungen modifiziert worden, gekennzeichnet durch (mod.), dann gilt die entsprechende EN oder das HD.

ANMERKUNG 2 Die aktuellsten Informationen über die letzten Fassungen der Europäischen Normen, die im vorliegenden Anhang aufgelistet wurden, sind verfügbar unter <www.cenelec.eu>.

| <u>Publikation</u>   | <u>Jahr</u> | <u>Titel</u>                                                                                                                                                                                               | <u>EN/HD</u>            | <u>Jahr</u>  |
|----------------------|-------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|--------------|
| CISPR 16-1-1         | –           | Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus                                      | EN 55016-1-1            | –            |
| 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   | EN 55016-1-5            | 2004         |
| CISPR 16-1-6<br>+ A1 | –           | Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports                                                                                         | EN 55016-1-6<br>+ FprA1 | –            |
| CISPR 16-2-3         | 2010        | Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Ancillary equipment – Radiated disturbance measurements | EN 55016-2-3<br>+ AC    | 2010<br>2013 |
| CISPR/TR 16-3        | –           | Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR Technical Reports                                                                                         | –                       | –            |
| CISPR 16-4-2         | –           | Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainty in EMC measurements                               | EN 55016-4-2            | –            |
| IEC 60050-161        | –           | International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Chapter 161: Electromagnetic compatibility                                                                                                               | –                       | –            |
| IEC 61000-4-20       | –           | Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-20: Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides                                         | EN 61000-4-20           | –            |

## Inhalt

Seite

|                                                                                                                                           |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Vorwort .....                                                                                                                             | 2  |
| Vorwort zur Änderung A1 .....                                                                                                             | 3  |
| Europäisches Vorwort zur Änderung A2 .....                                                                                                | 3  |
| Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren<br>entsprechenden europäischen Publikationen ..... | 4  |
| Einleitung zu A1 .....                                                                                                                    | 10 |
| 1 Anwendungsbereich .....                                                                                                                 | 12 |
| 2 Normative Verweisungen .....                                                                                                            | 12 |
| 3 Begriffe und Abkürzungen .....                                                                                                          | 12 |
| 3.1 Begriffe .....                                                                                                                        | 13 |
| 3.2 Abkürzungen .....                                                                                                                     | 17 |
| 4 Antennen für die Messung von gestrahlten Störaussendungen (Funkstörfeldstärken) .....                                                   | 17 |
| 4.1 Allgemeines .....                                                                                                                     | 17 |
| 4.2 Physikalischer Parameter für Messungen von abgestrahlten Aussendungen .....                                                           | 18 |
| 4.3 Frequenzbereich 9 kHz bis 150 kHz .....                                                                                               | 18 |
| 4.4 Frequenzbereich 150 kHz bis 30 MHz .....                                                                                              | 19 |
| 4.5 Frequenzbereich 30 MHz bis 1 000 MHz .....                                                                                            | 20 |
| 4.6 Frequenzbereich 1 GHz bis 18 GHz .....                                                                                                | 25 |
| 4.7 Besondere Antennenanordnungen – Rahmenantennensystem .....                                                                            | 27 |
| 5 Messplätze für die Messung von Funkstörfeldstärken im Frequenzbereich 30 MHz bis<br>1 000 MHz .....                                     | 28 |
| 5.1 Allgemeines .....                                                                                                                     | 28 |
| 5.2 Freifeldmessplatz .....                                                                                                               | 28 |
| 5.3 Eignung von anderen Messplätzen .....                                                                                                 | 30 |
| 5.4 Validierung von Messplätzen .....                                                                                                     | 31 |
| 5.5 Ermittlung der Einflüsse des Tisches für den Prüfaufbau und des Antennenmastes .....                                                  | 63 |
| 6 Modenverwirbelungskammer zur Messung der Gesamtstrahlungsleistung .....                                                                 | 65 |
| 6.1 Allgemeines .....                                                                                                                     | 65 |
| 6.2 Kammer .....                                                                                                                          | 65 |
| 7 TEM-Wellenleiter zur Messung der Einstrahlungstörfestigkeit .....                                                                       | 68 |
| 8 Messplätze zur Messung von Funkstörfeldstärken im Frequenzbereich 1 GHz bis 18 GHz .....                                                | 69 |
| 8.1 Allgemeines .....                                                                                                                     | 69 |
| 8.2 Messplatz für Bezugsmessungen (Referenz-Messplatz) .....                                                                              | 69 |
| 8.3 Validierung des Messplatzes .....                                                                                                     | 69 |
| 8.4 Alternative Messplätze .....                                                                                                          | 85 |
| 9 Vorrichtungen zur Absorption von Gleichtaktgrößen .....                                                                                 | 85 |
| 9.1 Allgemeines .....                                                                                                                     | 85 |
| 9.2 Messung der S-Parameter von Vorrichtungen zur Absorption von Gleichtaktgrößen (CMAD) .....                                            | 85 |
| 9.3 Prüfhalterung für Vorrichtungen zur Absorption von Gleichtaktgrößen (CMAD) .....                                                      | 85 |

|                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                 |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 9.4                                                                                                                                                                                                                                                  | Messverfahren unter Verwendung der TRL-Kalibrierung.....                                                                                                                                        | 87  |
| 9.5                                                                                                                                                                                                                                                  | Spezifikation von Vorrichtungen des Ferritzangentyps zur Absorption von Gleichtaktgrößen .....                                                                                                  | 89  |
| 9.6                                                                                                                                                                                                                                                  | Überprüfung des Betriebsverhaltens (und dessen Minderung) der Vorrichtung zur<br>Absorption von Gleichtaktgrößen unter Verwendung eines Spektrumanalysators und eines<br>Mitlaufgenerators..... | 90  |
| Anhang A (normativ) Kennwerte von Antennen .....                                                                                                                                                                                                     |                                                                                                                                                                                                 | 93  |
| A.1                                                                                                                                                                                                                                                  | Allgemeines .....                                                                                                                                                                               | 93  |
| A.2                                                                                                                                                                                                                                                  | Bevorzugte Antennen .....                                                                                                                                                                       | 93  |
| A.3                                                                                                                                                                                                                                                  | Einfache Dipolantennen .....                                                                                                                                                                    | 94  |
| A.4                                                                                                                                                                                                                                                  | Kennwerte von Breitbandantennen .....                                                                                                                                                           | 96  |
| Anhang B (normativ) Gleichungen zur Funktionalität von Monopolen (1-m-Stabantennen) und<br>Charakterisierung des zugehörigen Antennen-Anpassungsnetzwerks .....                                                                                      |                                                                                                                                                                                                 | 100 |
| B.1                                                                                                                                                                                                                                                  | Beschreibung.....                                                                                                                                                                               | 100 |
| B.2                                                                                                                                                                                                                                                  | Verfahren zur Charakterisierung des Anpassungsnetzwerks .....                                                                                                                                   | 101 |
| B.3                                                                                                                                                                                                                                                  | Betrachtungen zur künstlichen Antenne.....                                                                                                                                                      | 103 |
| B.4                                                                                                                                                                                                                                                  | Anwendung des Monopols (der Stabantenne).....                                                                                                                                                   | 104 |
| Anhang C (normativ) Rahmenantennensystem zur Messung des vom Magnetfeld in der Antenne<br>induzierten Stroms im Frequenzbereich von 9 kHz bis 30 MHz .....                                                                                           |                                                                                                                                                                                                 | 105 |
| C.1                                                                                                                                                                                                                                                  | Allgemeines .....                                                                                                                                                                               | 105 |
| C.2                                                                                                                                                                                                                                                  | Konstruktion des Rahmenantennensystems.....                                                                                                                                                     | 105 |
| C.3                                                                                                                                                                                                                                                  | Aufbau einer großen Rahmenantenne .....                                                                                                                                                         | 105 |
| C.4                                                                                                                                                                                                                                                  | Validierung einer großen Rahmenantenne .....                                                                                                                                                    | 109 |
| C.5                                                                                                                                                                                                                                                  | Aufbau des Balun-Dipols .....                                                                                                                                                                   | 110 |
| C.6                                                                                                                                                                                                                                                  | Konversionsfaktoren.....                                                                                                                                                                        | 111 |
| Anhang D (normativ) Konstruktionseinzelheiten eines Freifeldmessplatzes für den Frequenzbereich<br>von 30 MHz bis 1 000 MHz (siehe Abschnitt 5) .....                                                                                                |                                                                                                                                                                                                 | 114 |
| D.1                                                                                                                                                                                                                                                  | Allgemeines .....                                                                                                                                                                               | 114 |
| D.2                                                                                                                                                                                                                                                  | Aufbau der reflektierenden Grundfläche .....                                                                                                                                                    | 114 |
| D.3                                                                                                                                                                                                                                                  | Versorgungsanschlüsse für den Prüfling.....                                                                                                                                                     | 114 |
| D.4                                                                                                                                                                                                                                                  | Aufbau des Wetterschutzes .....                                                                                                                                                                 | 115 |
| D.5                                                                                                                                                                                                                                                  | Drehtisch (Drehscheibe) und Tisch für den Prüfaufbau .....                                                                                                                                      | 116 |
| D.6                                                                                                                                                                                                                                                  | Montage der Empfangsantennen am Mast .....                                                                                                                                                      | 117 |
| Anhang E (Leer).....                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                 | 118 |
| Anhang F (informativ) Grundlage des 4-dB-Eignungskriteriums für Messplätze (siehe Abschnitt 5) .....                                                                                                                                                 |                                                                                                                                                                                                 | 119 |
| F.1                                                                                                                                                                                                                                                  | Allgemeines .....                                                                                                                                                                               | 119 |
| F.2                                                                                                                                                                                                                                                  | Fehleranalyse .....                                                                                                                                                                             | 119 |
| Anhang G (informativ) Beispiele für Unsicherheitsbilanzen bei der Messplatzvalidierung eines<br>Messplatzes für Konformitätsmessungen (COMTS) unter Verwendung der Messung auf<br>einem Referenz-Messplatz mit einem kalibrierten Antennenpaar ..... |                                                                                                                                                                                                 | 121 |
| G.1                                                                                                                                                                                                                                                  | Eingangsgrößen, die bei der Kalibrierung der Referenz-Messplatzdämpfung für ein<br>Antennenpaar unter Verwendung des Mittelungsverfahrens zu betrachten sind .....                              | 121 |

|     |                                                                                                                                                                                          |     |
|-----|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| G.2 | Eingangsgrößen, die bei der Kalibrierung der Referenz-Messplatzdämpfung für ein Antennenpaar auf einem Messplatz für Bezugsmessungen (REFTS) zu betrachten sind .....                    | 122 |
| G.3 | Eingangsgrößen, die bei der Validierung eines Messplatzes für Konformitätsmessungen (COMTS) unter Verwendung der Referenz-Messplatzdämpfung für ein Antennenpaar zu betrachten sind..... | 123 |
|     | Literaturhinweise .....                                                                                                                                                                  | 124 |

## Bilder

|         |                                                                                                                                                                                                                                                 |    |
|---------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Bild 1  | – Darstellung der Abstrahlung eines Prüflings auf einem 3-m-Messplatz, die die LPDA-Antenne auf direktem Wege und über die Bodenreflexion erreicht, wobei für den reflektierten Strahl die halbe Hauptstrahlbreite $\varphi$ gezeigt wird ..... | 21 |
| Bild 43 | – Beispiel für die Strahlungscharakteristik für eine Empfangsantenne in der Ebene des <i>E</i> -Felds mit Begrenzung auf eine Messentfernung von 3 m und eine Breite des Prüflings von 2 m .....                                                | 26 |
| Bild 44 | – Bestimmung der maximal nutzbaren Breite des Prüflings unter Verwendung der Halbwertsbreite .....                                                                                                                                              | 26 |
| Bild 45 | – Bestimmung der maximal nutzbaren Höhe des Prüflings unter Verwendung der Halbwertsbreite .....                                                                                                                                                | 27 |
| Bild 2  | – Hindernisfreier Bereich eines Messplatzes mit Drehtisch .....                                                                                                                                                                                 | 29 |
| Bild 3  | – Hindernisfreier Bereich mit stationärem Prüfling .....                                                                                                                                                                                        | 29 |
| Bild 29 | – Konfiguration der Geräte zur Messung der Messplatzdämpfung bei horizontaler Polarisation.....                                                                                                                                                 | 37 |
| Bild 30 | – Konfiguration der Geräte zur Messung der Messplatzdämpfung bei vertikaler Polarisation unter Verwendung von abgestimmten Dipolen .....                                                                                                        | 38 |
| Bild 31 | – Lage der Messpunkte bei einem Messabstand von 3 m.....                                                                                                                                                                                        | 43 |
| Bild 32 | – Positionen der Messpunktpaare für alle Messabstände .....                                                                                                                                                                                     | 45 |
| Bild 33 | – Beispiel für die Auswahl von Messpunktpaaren für einen Messabstand von 10 m .....                                                                                                                                                             | 46 |
| Bild 34 | – Veranschaulichung einer Untersuchung des Einflusses des Antennenmastes auf $A_{APR}$ .....                                                                                                                                                    | 46 |
| Bild 35 | – Typische Antennenpositionen für wettergeschützte Freifeldmessplätze und/oder Halbabsorberkammern – Messungen bei vertikaler Polarisation für den Nachweis der Eignung des Messplatzes .....                                                   | 52 |
| Bild 36 | – Typische Antennenpositionen für wettergeschützte Freifeldmessplätze und/oder Halbabsorberkammern – Messungen bei horizontaler Polarisation für den Nachweis der Eignung des Messplatzes .....                                                 | 52 |
| Bild 37 | – Typische Antennenpositionen für wettergeschützte Freifeldmessplätze und/oder Halbabsorberkammern – Messungen bei vertikaler Polarisation für den Nachweis der Eignung des Messplatzes für kleinere Prüflinge .....                            | 53 |
| Bild 38 | – Typische Antennenpositionen für wettergeschützte Freifeldmessplätze und/oder Halbabsorberkammern – Messungen bei horizontaler Polarisation für den Nachweis der Eignung des Messplatzes für kleinere Prüflinge .....                          | 53 |
| Bild 39 | – Messpositionen für die Validierung des Vollabsorberraums .....                                                                                                                                                                                | 55 |
| Bild 40 | – Beispiel für eine Messposition und Antennenneigung für die Validierung des Vollabsorberraums .....                                                                                                                                            | 56 |
| Bild 41 | – Typischer Aufbau zur Messung der Referenz-Messplatzdämpfung von Quasi-Freiraum-Messplätzen .....                                                                                                                                              | 60 |
| Bild 42 | – Theoretische Freiraum- $A_N$ als Funktion der Frequenz für verschiedene Messentfernungen .....                                                                                                                                                | 62 |

|                                                                                                                                                                                          |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bild 14 – Position der Antenne relativ zur Kante oberhalb eines rechteckigen Tisches für den Prüfaufbau (Draufsicht) .....                                                               | 65  |
| Bild 15 – Antennenposition oberhalb des Tisches für den Prüfaufbau (Seitensicht) .....                                                                                                   | 65  |
| Bild 16 – Beispiel eines typischen Schaufelrad-„Tuners“/Rührers .....                                                                                                                    | 67  |
| Bild 17 – Bereich der Kopplungsdämpfung in Abhängigkeit von der Frequenz für eine Kammer mit dem in Bild 16 gezeigten Schaufelrad-„Tuner“/Rührer.....                                    | 68  |
| Bild 18 – Beispiel für die Strahlungscharakteristik in der Ebene des <i>E</i> -Felds für eine Sendeantenne (dieses Beispiel dient nur der Information).....                              | 73  |
| Bild 19 – Strahlungscharakteristik in der Ebene des <i>H</i> -Felds für eine Sendeantenne (dieses Beispiel dient nur der Information) .....                                              | 75  |
| Bild 20 – $S_{VSWR}$ -Messpositionen in einer horizontalen Ebene (zur Beschreibung siehe 8.3.3.2.2) .....                                                                                | 76  |
| Bild 21 – $S_{VSWR}$ -Messpositionen (Höhenanforderungen) .....                                                                                                                          | 78  |
| Bild 22 – Anforderung an bedingt erforderliche Prüfpositionen.....                                                                                                                       | 84  |
| Bild 23 – Definition der Bezugsebenen innerhalb der Prüfhaltung.....                                                                                                                     | 86  |
| Bild 24 – Die vier Anordnungen für die TRL-Kalibrierung .....                                                                                                                            | 89  |
| Bild 25 – Grenzwerte für die Höhe von $S_{11}$ , gemessen entsprechend den Festlegungen von 9.1 bis 9.3.....                                                                             | 90  |
| Bild 26 – Beispiel für den Aufbau eines 50- $\Omega$ -Adapters in der vertikalen Arretierung der Prüfhaltung .....                                                                       | 91  |
| Bild 27 – Beispiel für einen Anpassadapter mit Symmetrierübertrager (Balun) oder Übertrager.....                                                                                         | 92  |
| Bild 28 – Beispiel für einen Anpassadapter mit ohmschem Anpassungsnetzwerk.....                                                                                                          | 92  |
| Bild A.1 – Antennenfaktoren des verkürzten Dipols für $R_L = 50 \Omega$ .....                                                                                                            | 96  |
| Bild B.1 – Verfahren unter Verwendung des Netzwerkanalysators.....                                                                                                                       | 102 |
| Bild B.2 – Verfahren unter Verwendung eines Messempfängers und eines Signalgenerators .....                                                                                              | 103 |
| Bild B.3 – Beispiel für den Einbau der Kapazität in eine künstliche Antenne.....                                                                                                         | 103 |
| Bild C.1 – Rahmenantennensystem, bestehend aus drei großen Rahmenantennen, die gegenseitig aufeinander senkrecht stehen .....                                                            | 106 |
| Bild C.2 – Große Rahmenantenne, die zwei gegenüberliegende Schlitze enthält, die symmetrisch im Hinblick auf den Stromwandler C angeordnet sind .....                                    | 107 |
| Bild C.3 – Ausführung des Antennenschlitzes.....                                                                                                                                         | 107 |
| Bild C.4 – Beispiel für eine Antennenschlitzkonstruktion unter Verwendung eines Bands aus Leiterplattenmaterial, um eine steife Schlitzausführung zu erhalten.....                       | 108 |
| Bild C.5 – Ausführung des Metallkastens, der den Stromwandler enthält .....                                                                                                              | 108 |
| Bild C.6 – Beispiel, das die Verlegung von mehreren Kabeln eines Prüflings zeigt, um sicherzustellen, dass sich keine kapazitive Einkopplung von den Leitungen in den Rahmen ergibt..... | 109 |
| Bild C.7 – Die acht Positionen des Balun-Dipols während der Validierung der großen Rahmenantenne .....                                                                                   | 110 |
| Bild C.8 – Eignungsmaß für eine große Rahmenantenne mit 2 m Durchmesser .....                                                                                                            | 110 |
| Bild C.9 – Ausführung des Balun-Dipols .....                                                                                                                                             | 111 |
| Bild C.10 – Konversionsfaktoren $C_{dA}$ [für die Umwandlung in dB( $\mu A/m$ )] und $C_{dV}$ [für die Umwandlung in dB( $\mu V/m$ )] für zwei genormte Messentfernungen $d$ .....       | 112 |

|                                                                                                                                                            |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Bild C.11 – Empfindlichkeit $S_D$ einer großen Rahmenantenne mit Durchmesser $D$ relativ zu einer großen Rahmenantenne mit einem Durchmesser von 2 m ..... | 112 |
| Bild D.1 – Rayleigh-Kriterium für die Rauheit der reflektierenden Grundfläche .....                                                                        | 115 |

## Tabellen

|                                                                                                                                                                                                                |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Tabelle 7 – Eignungsprüfverfahren für Messplätze, die auf Freifeldmessplätze, freifeldbasierte Messplätze, Halbabsorberkammern und Vollabsorberräume anwendbar sind .....                                      | 32  |
| Tabelle 8 – Theoretische normierte Messplatzdämpfung $A_N$ – Empfohlene geometrische Abmessungen für abgestimmte Halbwellendipole bei horizontaler Polarisation .....                                          | 34  |
| Tabelle 9 – Theoretische normierte Messplatzdämpfung $A_N$ – Empfohlene geometrische Abmessungen für abgestimmte Halbwellendipole bei vertikaler Polarisation .....                                            | 35  |
| Tabelle 10 – Theoretische normierte Messplatzdämpfung $A_N^a$ – Empfohlene geometrische Abmessungen für Breitbandantennen .....                                                                                | 36  |
| Tabelle 11 – Korrekturfaktoren für die gegenseitige Verkopplung für Messungen der normierten Messplatzdämpfung unter Verwendung von resonanten abstimmbaren Dipolen mit einem Abstand von 3 m zueinander ..... | 39  |
| Tabelle 12 – Beispielhafte Tabellenschablone für $A_{APR}$ -Datensätze .....                                                                                                                                   | 42  |
| Tabelle 13 – Frequenzschrittweite für Referenz-Messplatz-Messungen .....                                                                                                                                       | 42  |
| Tabelle 14 – Maximale Abmessungen des Prüfvolumens in Abhängigkeit vom Messabstand .....                                                                                                                       | 54  |
| Tabelle 15 – Frequenzbereiche und Schrittweiten für die Validierung des Vollabsorberraums .....                                                                                                                | 57  |
| Tabelle 5 – Messpositionsbezeichnungen für die Messung des Stehwellenverhältnisses $S_{VSWR}$ .....                                                                                                            | 79  |
| Tabelle 6 – $S_{VSWR}$ -Berichtsanforderungen .....                                                                                                                                                            | 84  |
| Tabelle D.1 – Maximale Rauheit für Messentfernungen von 3 m, 10 m und 30 m .....                                                                                                                               | 115 |
| Tabelle F.1 – Fehlerbilanz .....                                                                                                                                                                               | 119 |
| Tabelle G.1 – Kalibrierung der Referenz-Messplatzdämpfung für ein Antennenpaar unter Verwendung des Mittelungsverfahrens .....                                                                                 | 121 |
| Tabelle G.2 – Kalibrierung der Referenz-Messplatzdämpfung für ein Antennenpaar auf einem Messplatz für Bezugsmessungen (REFTS) .....                                                                           | 122 |
| Tabelle G.3 – Validierung eines Messplatzes für Konformitätsmessungen (COMTS) unter Verwendung der Referenz-Messplatzdämpfung für ein Antennenpaar .....                                                       | 123 |

## Einleitung zu A1

Diese Änderung dient der Einführung des Referenz-Messplatz-Verfahrens. Zusätzlich zur Einführung des neuen Inhalts wird [Abschnitt 5](#) wesentlich umstrukturiert. Um den Leser bei der Navigierung durch diese Änderung zu unterstützen, liefert die nachfolgende tabellarische Auflistung einen Vergleich der Abschnitte der existierenden Ausgabe 3.0 zu denjenigen der Änderung. Diese Einleitung wird wieder gestrichen, bevor die nächste Ausgabe der Norm veröffentlicht wird.

### Vergleich des Abschnitts 5 der ursprünglichen Ausgabe 3.0 mit dem der Änderung 1

| Ursprüngliche Ausgabe 3.0 |                                                                                                                                                  | Änderung 1 |                                                                                               |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5                         | Messplatz zur Messung von Funkstör-<br>feldstärken im Frequenzbereich 30 MHz<br>bis 1 000 MHz                                                    | 5          | Messplatz zur Messung von Funkstör-<br>feldstärken im Frequenzbereich 30 MHz<br>bis 1 000 MHz |
| 5.1                       | Allgemeines                                                                                                                                      | 5.1        | Allgemeines                                                                                   |
| 5.2                       | Freifeldmessplatz                                                                                                                                | 5.2        | Freifeldmessplatz                                                                             |
| 5.2.1                     | Allgemeines                                                                                                                                      | 5.2.1      | Allgemeines                                                                                   |
| 5.2.2                     | Wetterschutz                                                                                                                                     | 5.2.2      | Wetterschutz                                                                                  |
| 5.2.3                     | Hindernisfreier Bereich                                                                                                                          | 5.2.3      | Hindernisfreier Bereich                                                                       |
| 5.2.4                     | Auf dem Messplatz vorhandene<br>hochfrequente Umgebungsstörgrößen                                                                                | 5.2.4      | Auf dem Messplatz vorhandene<br>hochfrequente Umgebungsstörgrößen                             |
| 5.2.5                     | Bodenfläche                                                                                                                                      | 5.2.5      | Bodenfläche                                                                                   |
| 5.2.6                     | Nachweisverfahren für die Eignung des<br>Freifeldmessplatzes                                                                                     |            |                                                                                               |
| 5.3                       | Eignung von alternativen Messplätzen<br>mit leitfähiger Bodenfläche                                                                              | 5.3        | Eignung von anderen Messplätzen                                                               |
| 5.3.1                     | Allgemeines                                                                                                                                      | 5.3.1      | Alternative Messplätze mit leitfähiger<br>Bodenfläche                                         |
| 5.3.2                     | Normierte Messplatzdämpfung von<br>alternativen Messplätzen                                                                                      | 5.3.2      | Messplätze ohne leitfähige Bodenfläche<br>(Vollabsorberräume)                                 |
| 5.3.3                     | Messplatzdämpfung                                                                                                                                |            |                                                                                               |
| 5.3.4                     | Leitfähige (metallische) Bodenfläche                                                                                                             |            |                                                                                               |
| 5.4                       | Eignung von Messplätzen ohne leitfähige<br>Bodenfläche                                                                                           | 5.4        | Eignung von Messplätzen                                                                       |
| 5.4.1                     | Betrachtungen zu Messungen auf Frei-<br>raum-Messplätzen, die als geschirmte<br>Räume mit vollständiger Absorber-<br>auskleidung ausgeführt sind | 5.4.1      | Allgemeines                                                                                   |
| 5.4.2                     | Eigenschaften des Messplatzes                                                                                                                    | 5.4.2      | Übersicht über Eignungsprüfungen von<br>Messplätzen                                           |

| Ursprüngliche Ausgabe 3.0 |                                                                                | Änderung 1 |                                                                                                                     |
|---------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 5.4.3                     | Kriterien für den Eignungsnachweis von Messplätzen                             | 5.4.3      | Prinzipien des Verfahrens der normierten Messplatzdämpfung für Freifeldmessplätze und Halbabsorberkammern und Werte |
|                           |                                                                                | 5.4.4      | Referenz-Messplatz-Verfahren für Freifeldmessplätze und Halbabsorberkammern                                         |
|                           |                                                                                | 5.4.5      | Eignungsnachweis für Freifeldmessplätze mit Hilfe des Verfahrens der normierten Messplatzdämpfung                   |
|                           |                                                                                | 5.4.6      | Eignungsprüfung von wettergeschützten Freifeldmessplätzen oder Halbabsorberkammern                                  |
|                           |                                                                                | 5.4.7      | Eignungsnachweis von Vollabsorberräumen                                                                             |
| 5.5                       | Ermittlung der Einflüsse des Tisches für den Prüfaufbau und des Antennenmastes | 5.5        | Ermittlung der Einflüsse des Tisches für den Prüfaufbau und des Antennenmastes                                      |
| 5.5.1                     | Allgemeines                                                                    | 5.5.1      | Allgemeines                                                                                                         |
| 5.5.2                     | Verfahren zur Ermittlung des Einflusses des Tisches für den Prüfaufbau         | 5.5.2      | Verfahren zur Ermittlung des Einflusses des Tisches für den Prüfaufbau                                              |

## 1 Anwendungsbereich

Dieser Teil der CISPR 16 legt die Eigenschaften und Leistungsmerkmale von Geräten und Einrichtungen zur Messung von gestrahlten Störaussendungen (Funkstörfeldstärken) im Frequenzbereich 9 kHz bis 18 GHz fest. Festlegungen für Antennen und Messplätze sind eingeschlossen.

**ANMERKUNG** Entsprechend IEC-Guide 107 stellt die CISPR 16-1-4 eine EMV-Grundnorm zur Anwendung durch Produktkomitees der IEC dar. Wie ferner im IEC-Guide 107 ausgeführt wird, sind die Produktkomitees für die Festlegung der Anwendbarkeit der EMV-Norm verantwortlich. CISPR und seine Unterkomitees sind vorbereitet, mit den Produktkomitees bei der Ermittlung der Werte für besondere EMV-Prüfungen für spezifische Produkte zusammenzuarbeiten.

Die Anforderungen dieser Norm gelten bei allen Frequenzen und für alle Pegel der gestrahlten Störaussendungen (Funkstörfeldstärken) innerhalb des CISPR-Anzeigebereichs der Messgeräte.

Messverfahren sind im Teil 2-3 festgelegt, und weitere Informationen zu Funkstörungen sind im Teil 3 der CISPR 16 gegeben. Festlegungen zu Unsicherheiten, statistischen Betrachtungen und zur Ableitung von Grenzwerten sind im Teil 4 der CISPR 16 gegeben.

## 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).

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

**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*

**CISPR 16-1-6:2014**, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-6: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – EMC Antenna calibration*  
CISPR 16-1-6:2014/AMD 1:2017

**CISPR 16-2-3:2010**, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements*

CISPR/TR 16-3, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*

**CISPR 16-4-2**, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainty in EMC measurements*

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

**IEC 61000-4-20**, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-20: Testing and measurement techniques – Emission and immunity testing in transverse electromagnetic (TEM) waveguides*

## 3 Begriffe und Abkürzungen

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe und Abkürzungen nach **CISPR 16-1-1**, **CISPR 16-1-5** und IEC 60050-161 und die folgenden Begriffe und Abkürzungen.

## 3.1 Begriffe

### 3.1.1

#### **Antenne**

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung in dieser Norm bildet der Symmetrierübertrager (Balun) einen Teil der Antenne.

Anmerkung 2 zum Begriff: Dieser Begriff bezeichnet die verschiedensten Ausführungsformen, wie z. B. die Drahtantenne, den im Freiraum resonanten Dipol, die Hybridantenne und die Hornantenne.

### 3.1.2

#### **Symmetrierübertrager**

Balun

passives elektrisches Netzwerk zur Umwandlung einer symmetrischen in eine unsymmetrische Übertragungsleitung oder Gerät oder umgekehrt

### 3.1.3

#### **Kalibriermessplatz**

(en: calibration test site, CALTS)

Freifeldmessplatz mit metallischer Bodenfläche und eng (mit geringen Grenzabweichungen) spezifiziertem Messplatzdämpfungsverhalten für horizontale und vertikale Polarisierung des *E*-Felds (elektrischen Felds)

Anmerkung 1 zum Begriff: Ein Kalibriermessplatz wird zur Bestimmung des Freiraum-Antennenfaktors einer Antenne verwendet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Messungen der Messplatzdämpfung eines Kalibriermessplatzes werden für den Vergleich mit korrespondierenden Messungen der Messplatzdämpfung eines Messplatzes für Konformitätsmessungen durchgeführt, um die Güte des Messplatzes für Konformitätsmessungen zu ermitteln.

### 3.1.4

#### **Vorrichtung zur Absorption von Gleichtakt-Störgrößen**

(en: common mode absorption device, CMAD)

Vorrichtung, die bei Messungen von gestrahlten Störaussendungen auf den Kabeln, die das Prüfvolumen verlassen, angebracht werden kann, um die Konformitätsunsicherheit zu verringern

### 3.1.5

#### **Messplatz für Konformitätsmessungen**

(en: compliance test site, COMTS)

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

### 3.1.6

#### **Kreuzpolarisations-Verhalten**

Unterdrückungsmaß der Antenne bei Kreuzpolarisation zwischen Antenne und Feld bei axialer Drehung der Antenne in einem linear polarisierten elektromagnetischen Feld, das über die Apertur der Antenne gleichförmig im Hinblick auf seine Phase und Amplitude ist

### 3.1.7

#### **Vollabsorberraum**

(en: fully anechoic room, FAR)

geschirmtes Gehäuse, dessen innere Oberflächen mit hochfrequente elektromagnetische Energie absorbierendem Material (d. h. HF-Absorbern) ausgekleidet sind, das (die) elektromagnetische Energie im interessierenden Frequenzbereich absorbiert (absorbieren)

### 3.1.8

#### im Freiraum resonanter Dipol

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

Anmerkung 1 zum Begriff: Für die Anwendung in dieser Norm wird diese Drahtantenne mit dem mit ihr verbundenen Symmetrierübertrager (Balun) auch als „Messantenne“ bezeichnet.

Anmerkung 2 zum Begriff: Diese Drahtantenne wird auch als „abgestimmter Dipol“ bezeichnet.

### 3.1.9

#### Hybridantenne

konventionelle, am hochohmigen Ende zum Anschluss eines (z. B. bikonischen oder Schleifen-)Breitbanddipols mit einer Umwegleitung so verlängerte Draht-Element-LPDA (LPDA – logarithmisch periodische Dipolantenne), dass die Umwegleitung (d. h. der „verteilte“ Symmetrierübertrager oder Balun) der LPDA als (niederohmige) Spannungsquelle für den Breitbanddipol dient

Typischerweise wird am hochohmigen Ende der Umwegleitung eine Drossel für asymmetrische Ströme eingesetzt, um parasitäre (unerwünschte), auf dem Außenmantel des Koaxialkabels zum Empfänger fließende HF-Ströme zu minimieren.

### 3.1.10

#### Einfügdämpfung

die mit dem Einfügen einer Vorrichtung in eine Übertragungsleitung einhergehende Dämpfung, ausgedrückt als Verhältnis der Eingangsspannung zur Ausgangsspannung unmittelbar vor bzw. nach der Einfügungsstelle einer zu prüfenden Vorrichtung, vor und nach der Einfügung der Vorrichtung

Sie ist identisch mit dem Betrag des inversen  $S$ -Übertragungsparameters  $|1/S_{21}|$ .

### 3.1.11

#### Antenne mit geringer Unsicherheit

für die Messung der elektrischen Feldstärke in einem definierten Raumpunkt geeignete robuste bikonische Antenne oder LPDA, die die Anforderungen dieser Norm an die Symmetrie und die Kreuzpolarisationsverhalten erfüllt und deren Antennenfaktor eine kleinere Unsicherheit als  $\pm 0,5$  dB aufweist

Anmerkung 1 zum Begriff: Weitere Beschreibungen sind in A.2.3 zu finden.

### 3.1.12

#### Quasi-Freiraum-Messplatz

zur Durchführung von Messungen gestrahlter Störaussendungen oder zur Kalibrierung von Antennen geeigneter Messplatz, auf dem Freiraum-Ausbreitungsbedingungen erzielt werden sollen

Zur Erfüllung des Eignungskriteriums für Messplätze, das für die Messung gestrahlter Störaussendungen oder für das hier betrachtete Verfahren der Antennenkalibrierung gilt, sind unerwünschte Reflexionen aus der Umgebung möglichst klein zu halten.

### 3.1.13

#### Reflexionskoeffizient

Verhältnis der Werte einer für die hinlaufende (einfallende) und rücklaufende (reflektierte) Welle gemeinsamen Größe

Der Reflexionskoeffizient für die Spannung wird daher definiert als das Verhältnis der komplexen Spannung der rücklaufenden Welle zur komplexen Spannung der hinlaufenden Welle. Der Reflexionskoeffizient für die Spannung ist identisch mit dem Streuparameter  $S_{11}$ .

### 3.1.14

#### Streuparameter

$S$ -Parameter

ein Satz von vier Kennwerten zur Beschreibung der Eigenschaften eines in eine Übertragungsleitung eingefügten Zweitor-Netzwerks

### 3.1.15

#### Halbabsorberkammer

##### SAC

geschirmtes Gehäuse, in dem sämtliche inneren Oberflächen mit Ausnahme des metallischen Bodens mit Material, das elektromagnetische Energie im interessierenden Frequenzbereich absorbiert (d. h. HF-Absorbern), bedeckt sind

### 3.1.16

#### SOLT-Kalibrierverfahren

(en: short-open-load-through)

##### TOSM-Kalibrierverfahren

(en: through-open-short-match)

Kalibrierverfahren für Vektor-Netzwerkanalysatoren unter Verwendung von drei bekannten Impedanznormalen – Kurzschluss, Leerlauf und Anpassung bei Abschluss mit entsprechender Last – und eines einzelnen Übertragungsnormals – Durchgang

Das SOLT-Verfahren wird häufig benutzt, und die notwendigen Kalibrieradapter mit 50-Ω-Impedanzcharakteristik sind allgemein erhältlich. Ein vollständiges Zweitor-Fehlermodell umfasst sechs Fehlerterme für jede Vorwärts- und Rückwärtsrichtung und somit in Summe zwölf separate Fehlerterme und erfordert, dass zur Kalibrierung insgesamt zwölf Referenzmessungen durchzuführen sind.

### 3.1.17

#### Messplatzdämpfung

Minimalwert der Einfügungsdämpfung des Messplatzes, der zwischen zwei auf einem Messplatz aufgestellten Antennen mit gleicher, aufeinander abgestimmter Polarisation gemessen wird, wenn eine Antenne über einen festgelegten Höhenbereich vertikal bewegt wird und die andere in einer festen Höhe verbleibt

### 3.1.18

#### Einfügungsdämpfung des Messplatzes

Dämpfung zwischen zwei an festgelegten Positionen auf einem Messplatz aufgestellten Antennen, die sich ergibt, wenn die direkte elektrische Verbindung zwischen dem Ausgang des Generators (d. h. des Messsenders) und dem Eingang des Messempfängers durch eine in einer festgelegten Position angeordnete Sendeantenne und eine in einer festgelegten Position angeordnete Empfangsantenne ersetzt wird

### 3.1.19

#### Prüfvolumen

Volumen in einem FAR, in dem der Prüfling aufgebaut ist

Anmerkung 1 zum Begriff: Innerhalb dieses Volumens wird die Quasi-Freiraum-Bedingung eingehalten, und dieses Volumen ist typischerweise in einem Abstand von 0,5 m oder mehr vom Absorbermaterial eines FAR vorhanden.

### 3.1.20

#### TRL-Kalibrierung

(en: through-reflect-line)

Kalibrierverfahren für Vektor-Netzwerkanalysatoren unter Verwendung dreier bekannter Impedanznormale – „Durchgang“, „Reflexion“ und „Strecke“ – zur internen oder externen Kalibrierung des Vektor-Netzwerkanalysators (VNA)

Für diese Kalibrierung sind vier Referenzmessungen notwendig.

### 3.1.21

#### Vektor-Netzwerkanalysator

##### VNA

zur Messung der komplexen Werte der vier S-Parameter  $S_{11}$ ,  $S_{12}$ ,  $S_{21}$  und  $S_{22}$  geeigneter Netzwerkanalysator

### 3.1.22

#### Antennenfaktor

AF

$F_a$

Verhältnis der elektrischen Feldstärke einer einfallenden ebenen Welle zur Spannung, die an einer festgelegten Last (typischerweise 50  $\Omega$ ), die mit der Antenne verbunden ist, induziert wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Antennenfaktor  $F_a$  wird durch die an die abstrahlenden Elemente der Antenne angeschlossene Lastimpedanz beeinflusst und ist frequenzabhängig. Bei einer bikonischen Antenne könnte diese Impedanz bis zu 200  $\Omega$  betragen. Bei Antennen ohne Symmetrierübertrager (Balun) ist die Impedanz gleich der Lastimpedanz, typischerweise 50  $\Omega$ .

Anmerkung 2 zum Begriff: Der Antennenfaktor wird gewöhnlich an einem festgelegten Punkt der Antenne für die ebene Welle definiert, die aus der Richtung einfällt, die mit dem maximalen Antennengewinn korrespondiert.

Anmerkung 3 zum Begriff: Der Antennenfaktor hat die physikalische Einheit von 1/m ( $\text{m}^{-1}$ ), und Messdaten werden üblicherweise in Dezibel pro Meter [ $\text{dB}(\text{m}^{-1})$ ] ausgedrückt. Wenn  $F_a$  bekannt ist, kann bei Messungen von gestrahlten Aussendungen die Feldstärke  $E$  eines einfallenden Felds aus einem Ablesewert  $U$  eines mit der Antenne verbundenen Messempfängers wie folgt abgeschätzt werden:

$$E = U + F_a$$

Dabei wird  $E$  in  $\text{dB}(\mu\text{V}/\text{m})$ ,  $U$  in  $\text{dB}(\mu\text{V})$  und  $F_a$  in  $\text{dB}(\text{m}^{-1})$  ausgedrückt.

### 3.1.23

#### Freiraum-Antennenfaktor

$F_{a\text{fs}}$

Antennenfaktor einer Antenne, die in einer Freiraumumgebung aufgestellt ist

Anmerkung 1 zum Begriff:  $F_{a\text{fs}}$  ist eine Messgröße bei der Berechnung der Unsicherheit der Antennenkalibrierung. Bei Messungen der normierten Messplatzdämpfung stellt  $F_{a\text{fs}}$  eine Eingangsgröße bei der Berechnung der Unsicherheit dar.

### 3.1.24

#### Referenz-Messplatzdämpfung für ein Antennenpaar

$A_{\text{APR}}$

ein Satz von Ergebnissen von Messungen der Messplatzdämpfung auf einem idealen Freifeldmessplatz sowohl für vertikale als auch für horizontale Polarisation mit Hilfe eines Antennenpaares, wobei die beiden Antennen einen festgelegten Abstand zueinander besitzen, eine Antenne eine festgelegte Höhe über der Bodenfläche besitzt und die Höhe der anderen Antenne über einen festgelegten Höhenbereich variiert wird, in dem die Mindest-Einfügungsdämpfung gemessen wird

Anmerkung 1 zum Begriff:  $A_{\text{APR}}$  ist eine Messgröße bei der Berechnung der Unsicherheit.

Anmerkung 2 zum Begriff: Messungen von  $A_{\text{APR}}$  werden für den Vergleich mit korrespondierenden Messungen der Messplatzdämpfung eines Messplatzes für Konformitätsmessungen (COMTS) verwendet, um die Leistungsmerkmale des Messplatzes für Konformitätsmessungen (COMTS) zu ermitteln.

### 3.1.25

#### Antennen-Bezugspunkt

Mittelpunkt einer Antenne, von dem aus der Abstand zum Prüfling oder zu einer zweiten Antenne gemessen wird

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Antennen-Bezugspunkt wird entweder vom Hersteller mit Hilfe einer Markierung auf logarithmisch periodischen Dipolantennen oder vom Kalibrierlabor festgelegt.

### 3.1.26

#### idealer Freifeldmessplatz

Freifeldmessplatz, der eine perfekt flache, perfekt leitende Bodenfläche von unendlicher Größe besitzt und in dem sich mit Ausnahme der Bodenfläche keine (weiteren) reflektierenden Gegenstände befinden

Anmerkung 1 zum Begriff: Der ideale Freifeldmessplatz ist ein theoretisches Konstrukt, das bei der Definition der Messgröße  $A_{APR}$  und bei der Berechnung der theoretischen normierten Messplatzdämpfung  $A_N$  bei Messplätzen mit (leitenden) Bodenflächen verwendet wird.

### 3.1.27

#### Messplatz für Bezugsmessungen

Referenz-Messplatz

(en: reference test site, REFTS)

Freifeldmessplatz mit metallischer (leitender) Bodenfläche und eng (mit geringen Grenzabweichungen) spezifiziertem Messplatzdämpfungsverhalten für die horizontale und vertikale Polarisierung des elektrischen Felds

### 3.1.28

#### Hauptstrahlrichtung

Richtung der Hauptkeule, die durch die geometrischen Eigenschaften der Antenne bestimmt wird

## 3.2 Abkürzungen

Die nachfolgenden in dieser Norm verwendeten Abkürzungen sind in 3.1 nicht aufgeführt.

| Abkürzung  | Begriff (Englisch)               | Begriff (Deutsch)                              |
|------------|----------------------------------|------------------------------------------------|
| EUT        | Equipment under test             | Prüfling                                       |
| FSOATS     | Free-Space OATS                  | Freiraum-Freifeldmessplatz                     |
| LAS        | Loop antenna system              | Rahmenantennensystem                           |
| LLA        | Large-loop antenna               | große Rahmenantenne                            |
| LPDA       | Log-periodic dipole array        | logarithmisch periodische Dipolantenne         |
| NSA        | Normalised site attenuation      | normierte Messplatzdämpfung                    |
| OATS       | Open-area test site              | Freifeldmessplatz                              |
| RSM        | Reference site method            | Referenzmessplatz-Verfahren                    |
| RX         | Receive                          | Empfangen                                      |
| SA         | Site attenuation                 | Messplatzdämpfung                              |
| $S_{VSWR}$ | Site voltage standing wave ratio | Spannungs-Stehwellenverhältnis des Messplatzes |
| TX         | Transmit                         | Senden                                         |
| VSWR       | Voltage standing wave ratio      | Spannungs-Stehwellenverhältnis                 |

## 4 Antennen für die Messung von gestrahlten Störaussendungen (Funkstörfeldstärken)

### 4.1 Allgemeines

Zur Messung der Feldstärke sind Antennen eines solchen Typs zu verwenden, wie sie, entsprechend kalibriert, für die Messung von abgestrahlten Aussendungen zum Einsatz kommen, wobei ihre Richtdiagramme und ihre Wechselwirkung mit der Umgebung zu berücksichtigen sind. Die Antenne und die zwischen ihr und dem Messempfänger eingefügten Übertragungsglieder dürfen die Gesamteigenschaften des

Messempfängers nicht merklich beeinflussen. Wenn die Antenne mit dem Messempfänger verbunden ist, muss das Messsystem die Anforderungen zur Bandbreite nach **CISPR 16-1-1** im betroffenen Frequenzband erfüllen.

Die Antenne muss linear polarisiert sein. Sie muss so ausgerichtet werden können, dass alle Polarisationsrichtungen der einfallenden Strahlung gemessen werden können. Die Höhe des Antennenmittelpunktes über der Bodenfläche oder in einem FAR über den (Boden-)Absorbern muss unter Umständen entsprechend den jeweiligen Anforderungen eines besonderen Prüfverfahrens einstellbar sein.

Die Ungenauigkeit bei der Feldstärkemessung des gleichförmigen Felds eines unmodulierten Sinussignals muss innerhalb  $\pm 3$  dB liegen, wenn eine Antenne, die die Anforderungen dieses Abschnitts erfüllt, in Verbindung mit einem Messempfänger, der die Anforderungen der **CISPR 16-1-1** erfüllt, verwendet wird.

**ANMERKUNG** Diese Anforderung berücksichtigt nicht die Einflüsse des Messplatzes.

Für zusätzliche Informationen über die Kennwerte von Breitbandantennen siehe [Anhang A](#).

## **4.2 Physikalischer Parameter für Messungen von abgestrahlten Aussendungen**

Der physikalische Parameter (oder die Messgröße) für Messungen abgestrahlter Aussendungen, die zum Vergleich mit einem in V/m angegebenen Aussendungsgrenzwert durchgeführt werden, ist das elektrische Feld, das in einem Raumpunkt, der in Bezug auf die Position des Prüflings festgelegt ist, gemessen wird. Detaillierter ausgedrückt: Die Messgröße bei Messungen auf Freifeldmessplätzen oder in Halbabsorberkammern im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 000 MHz ist die maximale Feldstärke als Funktion der horizontalen und vertikalen Polarisation in Höhen zwischen 1 m und 4 m und in einer horizontalen Entfernung von 10 m vom Prüfling, wobei der Prüfling in der Horizontalen (Azimutebene) über alle Winkel gedreht werden muss.

## **4.3 Frequenzbereich 9 kHz bis 150 kHz**

### **4.3.1 Allgemeines**

Die Erfahrung hat gezeigt, dass in diesem Frequenzbereich in erster Linie die magnetische Feldkomponente für die beobachteten Störgrößen verantwortlich ist.

### **4.3.2 Antenne zur Messung der magnetischen Feldstärke**

Für die Messung der magnetischen Komponente der Strahlung kann entweder eine elektrisch geschirmte Rahmenantenne, die von einem Quadrat mit der Seitenlänge 60 cm vollständig umschlossen werden kann, oder eine geeignete Ferrit-Stabantenne benutzt werden.

Die Einheit der (gemessenen) magnetischen Feldstärke ist  $\mu\text{A/m}$ . In logarithmischen Einheiten ist  $H$  in  $\text{dB}(\mu\text{A/m})$  gleich  $20 \times$  der Logarithmus des gemessenen Feldstärkepegels<sup>N1)</sup>. Der zugehörige Aussendungsgrenzwert muss in den gleichen Einheiten ausgedrückt werden.

**ANMERKUNG** Direkte Messungen der in  $\text{dB}(\mu\text{A/m})$  oder  $\mu\text{A/m}$  ausgedrückten Stärke der magnetischen Komponente eines gestrahlten Feldes können unter allen Bedingungen, d. h. sowohl unter Nah- als auch unter Fernfeldbedingungen, durchgeführt werden. Jedoch sind viele Feldstärke-Messempfänger in Form der äquivalenten elektrischen Feldstärke der ebenen Welle in  $\text{dB}(\mu\text{V/m})$  kalibriert, d. h., es wird angenommen, dass das Verhältnis der  $E$ - zur  $H$ -Feldkomponente durch den Feldwellenwiderstand  $120 \pi \Omega$  oder  $377 \Omega$  bestimmt ist. Berechnungen von  $H$  sind wie folgt:

$$H = \frac{E}{377 \Omega} \quad (1)$$

Dabei wird  $H$  typischerweise in  $\mu\text{A/m}$  und  $E$  typischerweise in  $\mu\text{V/m}$  angegeben.

---

<sup>N1)</sup> Nationale Fußnote: Siehe DIN 5493-2.

Für Messungen in dB:

$$H = E - 51,5 \quad (2)$$

Dabei ist  $H$  in dB( $\mu$ A/m) und  $E$  in dB( $\mu$ V/m).

Die in den vorstehenden Umrechnungen verwendete Impedanz  $Z = 377 \, \Omega$  mit  $20 \log Z = 51,5 \, \text{dB}(\Omega)$  ist eine Konstante, die von der Kalibrierung der Feldstärke-Messeinrichtung, die das magnetische Feld in  $\mu\text{V/m}$  oder  $[\text{dB}(\mu\text{V/m})]$  anzeigt, herührt.

#### 4.3.3 Schirmung der Rahmenantenne

Eine ungenügende Schirmung einer Rahmenantenne kann zu Anzeigen führen, die auf das elektrische Feld zurückzuführen sind. Die Unterdrückung derartiger Effekte ( $E$ -Feld-Unterdrückung) der Antenne muss mittels Drehung der Antenne in einem gleichförmigen Feld beurteilt werden, wobei die Stirnfläche (Ebene) der Rahmenantenne parallel zum  $E$ -Feld-Vektor ausgerichtet bleiben muss. Wenn die Stirnfläche (Ebene) der Antenne senkrecht zum Magnetfluss ausgerichtet ist und die Antenne dann so gedreht wird, dass ihre Stirnfläche (Ebene) parallel zur Richtung des Magnetflusses ausgerichtet ist, muss die Anzeige der Messgröße um mindestens 20 dB abnehmen.

### 4.4 Frequenzbereich 150 kHz bis 30 MHz

#### 4.4.1 Antenne zur Messung der elektrischen Feldstärke

Für die Messung der elektrischen Komponente der Strahlung kann entweder eine symmetrische (Dipol-) oder eine unsymmetrische (Monopol-)Antenne benutzt werden. Wird eine unsymmetrische Antenne benutzt, bezieht sich die Messung nur auf die Wirkung des elektrischen Feldes auf eine senkrechte Stabantenne (Monopol). Die benutzte Antennenart muss mit den Messergebnissen festgehalten werden.

Informationen zur Berechnung der Eigenschaften eines Monopols (Stabantenne) und zur Charakterisierung des Anpassungsnetzwerks sind in [Anhang B](#) gegeben. In [Anhang B](#) wird ausgeführt, dass der mittels des äquivalenten Kapazitäts-Substitutionsverfahrens (ECSM) ermittelte Antennenfaktor für Monopole, deren Länge größer 1/8 der Wellenlänge ist, größere Unsicherheiten aufweist.

Die Einheit der (gemessenen) elektrischen Feldstärke ist  $\mu\text{V/m}$ . In logarithmischen Einheiten muss  $E$  in dB( $\mu\text{V/m}$ ) gleich  $20 \times$  der Logarithmus des gemessenen Feldstärkepegels ausgedrückt werden. Der zugehörige Aussendungsgrenzwert muss in den gleichen Einheiten angegeben werden.

#### 4.4.2 Antenne zur Messung der magnetischen Feldstärke

Für die Messung der magnetischen Komponente der Strahlung muss eine elektrisch geschirmte Rahmenantenne, wie in [4.3.2](#) beschrieben, benutzt werden.

**ANMERKUNG** Für die Messung von niedrigen magnetischen Feldstärken, die  $-51,5 \, \text{dB}(\mu\text{A/m})$  entsprechen, können abgestimmte, elektrisch symmetrische Rahmenantennen verwendet werden, wobei die Quasispitzenwert-Bewertung im Frequenzbereich von 1,6 MHz bis 30 MHz verwendet wird, d. h. die Feldstärken sind niedriger als bei Messungen mit nicht abgestimmten elektrisch geschirmten Rahmenantennen, bei denen der Rauschpegel um ungefähr 25 dB höher ist.

#### 4.4.3 Kreuzpolarisationsverhalten der Antennen

Wenn eine symmetrische Antenne zur Messung der elektrischen Feldstärke benutzt wird, muss diese die Anforderungen nach [4.5.4](#) erfüllen. Wenn eine symmetrische Antenne zur Messung der magnetischen Feldstärke benutzt wird, muss diese die Anforderungen nach [4.3.3](#) erfüllen.

## 4.5 Frequenzbereich 30 MHz bis 1 000 MHz

### 4.5.1 Allgemeines

In diesem Frequenzbereich wird ausschließlich die elektrische Feldkomponente gemessen, so dass Antennen zur Messung der magnetischen Feldkomponente nicht einbezogen sind. Die Antenne muss eine dipolartige und zur Messung des elektrischen Felds entworfene Antenne sein, und der Freiraum-Antennenfaktor muss verwendet werden. Die Antennenarten schließen ein:

abgestimmte Dipolantennen, deren Elementepaare entweder gerade oder konisch zulaufende Stäbe sind;

Dipolanordnungen, wie z. B. logarithmisch periodische Dipolantennen (LPDA), die aus einer Reihe von nacheinander angeordneten Sätzen von geraden Stabelementen bestehen;

und Hybridantennen.

### 4.5.2 Antenne mit geringer Unsicherheit zur Verwendung bei angenommener Nichteinhaltung des Grenzwerts für das *E*-Feld

Wegen der geringeren Messunsicherheit wird der Wert der elektrischen Komponente des Felds, der mit einer typischen bikonischen Antenne oder einer LPDA-Antenne gemessen wurde, insbesondere gegenüber dem, der mit einer Hybridantenne gemessen wurde, bevorzugt. Typische bikonische und LPDA-Antennen sind im [Anhang A](#) definiert, und es dürfen nur kalibrierte Antennen verwendet werden.

ANMERKUNG 1 Eine verbesserte (verringerte) Messunsicherheit wird im Frequenzbereich von 30 MHz bis 250 MHz durch Verwendung der bikonischen Antenne und im Frequenzbereich von 250 MHz bis 1 GHz durch Verwendung der LPDA-Antenne erreicht. Alternativ kann auch 200 MHz als Frequenz für den Antennenwechsel genutzt werden, jedoch sind die Unsicherheiten infolge von Verschiebungen des Phasenzentrums der LPDA-Antenne höher und sollten deshalb in den Bericht über die Unsicherheitsbilanz der Messungen von abgestrahlten Aussendungen aufgenommen werden.

ANMERKUNG 2 Die Unsicherheit bei Messungen von abgestrahlten Aussendungen eines Prüflings hängt von vielen verschiedenen Einflussfaktoren ab, wie z. B. der Qualität des Messplatzes, der Unsicherheit des Antennenfaktors, der Antennenart und den Eigenschaften des Messempfängers. Die Begründung für die Definition von Antennen mit geringer Unsicherheit besteht in der Begrenzung anderer Antenneneinflüsse auf die Messunsicherheit, wie z. B. der wechselseitigen Kopplung mit einer Massefläche, der Änderung des Richtdiagramms bei Höhenvariation und der veränderlichen Position des Phasenzentrums. Der Nachweis des Einflusses dieser Effekte besteht in einem Vergleich der Anzeigen der beiden Antennen bei der ausgewählten Frequenz für den Antennenwechsel, bei dem sich dieselben Feldstärkewerte für das *E*-Feld innerhalb einer Spanne von  $\pm 1$  dB ergeben sollten.

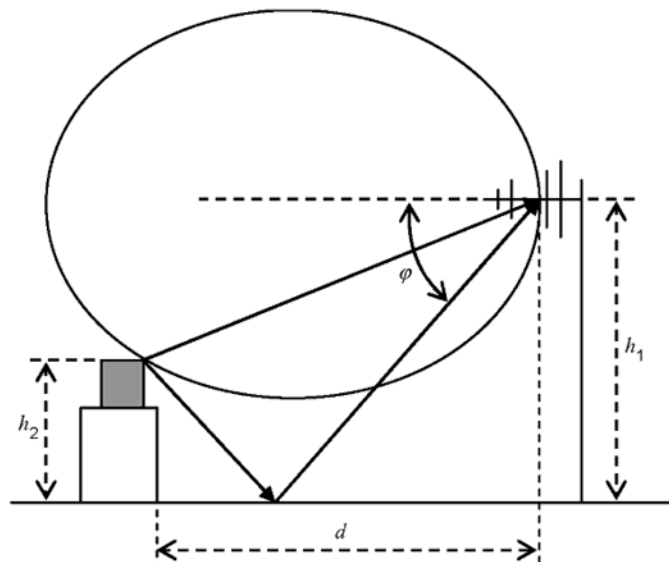
### 4.5.3 Eigenschaften der Antenne

Da die Empfindlichkeit der einfachen Dipolantenne im Frequenzbereich von 300 MHz bis 1 000 MHz klein ist, kann eine komplexere Antenne verwendet werden. Eine solche Antenne muss folgende Eigenschaften aufweisen:

- Die Antenne muss linear polarisiert sein, was durch Anwendung des Prüfverfahrens für die Kreuzpolarisation nach [4.5.5](#) zu beurteilen ist.
- Symmetrische Dipolantennen, wie z. B. abgestimmte Dipole und bikonische Antennen, müssen ein validiertes Symmetrieverhalten aufweisen, was durch Anwendung des Prüfverfahrens für die Symmetrie nach [4.5.4](#) zu beurteilen ist. Dies gilt auch für Hybridantennen im Frequenzbereich unterhalb 200 MHz.
- Ein Messplatz mit leitender Massefläche wird vorausgesetzt. Die Amplitude des empfangenen Signals wird kleiner, wenn eines der Signale oder beide Signale vom Prüfling zur Antenne, d. h. das direkte und/oder das vom Boden reflektierte Signal, nicht an der Spitze der Hauptkeule des Richtdiagramms der Antenne eintritt. Diese Spitze liegt gewöhnlich in Achsenrichtung der Antenne. Diese Verkleinerung der Amplitude muss als Fehler bei der Messung der abgestrahlten Aussendung angesehen werden; die sich ergebende Grenzabweichung der Unsicherheit geht auf die Breite des Hauptstrahls,  $2\varphi$ , zurück (siehe [Bild 1](#)).

Die Bedingungen für die Sicherstellung, dass dieser Fehler nicht größer als + 1 dB ist, sind nachstehend unter Punkt 1) für einen 10-m-Messplatz und unter Punkt 2) für einen 3-m-Messplatz angegeben. Um umständliche Bedingungen für die Strahlungsmerkmale zu umgehen, wird alternativ dazu unter Punkt 3) eine Bedingung angegeben, die auf den Antennengewinn zurückgeht.

Die Aussendungsmessungen werden einmal mit horizontal und einmal mit vertikal polarisierter Antenne durchgeführt. Wenn beabsichtigt ist, das Strahlungsmuster nur in einer Polarisationssebene zu messen, dann muss die schmalere der beiden Richtcharakteristiken verwendet werden und zwar wie folgt: Die Einhaltung der Eigenschaften des Strahlungsmusters der Antenne muss im horizontal polarisierten Feld bei Ausrichtung der Antenne für horizontale Polarisation nachgewiesen werden.



ANMERKUNG Größen sind in Gleichung (4) angegeben.

**Bild 1 – Darstellung der Abstrahlung eines Prüflings auf einem 3-m-Messplatz, die die LPDA-Antenne auf direktem Wege und über die Bodenreflexion erreicht, wobei für den reflektierten Strahl die halbe Hauptstrahlbreite  $\varphi$  gezeigt wird**

- 1) Auf einem 10-m-Freifeldmessplatz oder in einer 10-m-Halbabsorberkammer ist der Unterschied zwischen der Amplitudenanzeige des gemessenen Signals aus Richtung des direkten Strahls und der Amplitudenanzeige des in Achsenrichtung der Antenne gemessenen Signals vernachlässigbar, wenn die Antennenachse parallel zur Massefläche ausgerichtet ist. Bei Aussendungsmessungen kann die Richtwirkungskomponente der Unsicherheit kleiner als + 1 dB gehalten werden, wenn die Amplitudenanzeige des gemessenen Signals aus Richtung des reflektierten Strahls um nicht mehr als 2 dB kleiner ist als die Amplitudenanzeige des in Achsenrichtung der Antenne gemessenen Signals. Zur Sicherstellung dieser Bedingung muss der gesamte vertikale Öffnungswinkel  $2\varphi$  der Messantenne, innerhalb dem der Gewinn der Antenne um höchstens 2 dB von seinem Höchstwert abweicht, nachfolgender Bedingung genügen:

$$\varphi > \tan^{-1} \left( \frac{h_1 + h_2}{d} \right) \quad (3)$$

- 2) Bei Messplätzen mit weniger als 10 m Abstand, typischerweise mit 3 m Abstand, muss der vertikale Öffnungswinkel  $2\varphi$  der Messantenne, innerhalb dem der Gewinn der Antenne um höchstens 1 dB vom Wert seines Höchstwerts abweicht, nachfolgender Bedingung genügen:

$$2\varphi > \tan^{-1} \left( \frac{h_1 + h_2}{d} \right) - \tan^{-1} \left( \frac{h_1 - h_2}{d} \right) \quad (4)$$

Dabei ist

$h_2$  die Höhe des Prüflings;

$h_1$  die Höhe der Messantenne;

$d$  der horizontale Abstand zwischen dem Phasenzentrum der Messantenne und dem Prüfling.

Wenn die Antenne nicht geneigt wird, was die vorgenannten Unsicherheiten verringern würde, muss die Verringerung des empfangenen Signals aus den Strahlungsmerkmalen berechnet und zur Korrektur der Messergebnisse mit zugehörigen Unsicherheiten des Richtfaktors verwendet werden. Beispiele für Unsicherheitsbilanzen sind in **CISPR 16-4-2** zu finden.

**ANMERKUNG 1** Unter Annahme einer  $E$ -Feld-Strahlungscharakteristik, die in Hauptstrahlrichtung (d. h. im Maximum der Hauptkeule) auf 1 normalisiert ist, wird das  $E$ -Feld bei den Einfallswinkeln für den direkten Strahl,  $E_D$ , und den reflektierten Strahl,  $E_R$ , abgelesen. Der Fehler (in dB) für den direkten und den reflektierten Strahl im Vergleich zu einem  $E$ -Feld mit einem Wert von 1 ergibt sich zu  $20 \log[2/(E_D + E_R)]$ .

**ANMERKUNG 2** Bei der durch die reduzierte Richtwirkung bei Einfallswinkeln außerhalb der Hauptstrahlrichtung der Antenne verursachten Verringerung der Signalstärke (des empfangenen Signals) handelt es sich um einen systematischen Fehler, der korrigiert werden kann. Wenn eine solche Korrektur durchgeführt wird, kann die Unsicherheit im Messwert der ausgesendeten Signalstärke mit Hilfe der Kenntnis der Strahlungscharakteristik bei jeder Frequenz und Polarisierung entsprechend verringert werden.

- 3) Bei Antennenarten mit großem Öffnungswinkel, wie z. B. bikonischen, LPDA- oder Hybridantennen, die zur Messung von abgestrahlten Aussendungen verwendet werden, steht der Öffnungswinkel im umgekehrten Verhältnis zur Richtwirkung der Antenne. Eine Alternative zu dem Kriterium, das auf den Öffnungswinkeln in Punkt 1) und Punkt 2) beruht, besteht darin, den höchsten Gewinn der Antenne festzulegen und auf die gattungsspezifischen Unsicherheits-Grenzabweichungen für die Richtwirkungskomponente in der Unsicherheitsbilanz für Aussendungsmessungen zu verweisen. Die gattungsspezifischen Unsicherheiten, die auf den kleinsten Öffnungswinkeln in dem für eine gegebene Antenne genutzten Frequenzbereich beruhen, sind in **CISPR 16-4-2** angegeben. Der höchste isotrope Antennengewinn muss für bikonische Antennen 2 dB und für logarithmisch periodische Dipolantennen (LPDA) und Hybridantennen 8 dB betragen. Bei V-förmigen LPDA-Antennen, deren Öffnungswinkel in der  $H$ -Feldebene dem Öffnungswinkel in der  $E$ -Feldebene angeglichen ist, muss der höchste zulässige isotrope Gewinn 9 dB betragen.
- d) Die Rückflusssdämpfung der Antenne mit angeschlossener Speiseleitung darf nicht kleiner als 10 dB sein. Ein entsprechendes Anpassungs-Dämpfungsglied kann ein Teil der Speiseleitung der Antenne sein, wenn dies zur Einhaltung dieser Bedingung notwendig ist.
- e) Zur Erfüllung der Anforderungen nach 4.1 muss ein Kalibrierungsfaktor angegeben werden.

## 4.5.4 Symmetrie der Antenne

### 4.5.4.1 Allgemeines

Bei Messungen der gestrahlten Aussendung können asymmetrische Ströme im Kabel, das mit der Empfangsantenne verbunden ist (Antennenkabel), vorhanden sein. Umgekehrt erzeugen diese asymmetrischen Ströme elektromagnetische Felder, die von der Empfangsantenne aufgenommen werden können. Als Folge können die Ergebnisse der Messungen der gestrahlten Aussendung beeinflusst sein.

Die Hauptbeiträge zu den asymmetrischen Strömen im Kabel stammen

- a) von dem durch den Prüfling erzeugten elektrischen Feld, falls dieses Feld eine Komponente hat, die parallel zum Antennenkabel ist, und
- b) aus der Umwandlung des symmetrischen Antennensignals (des Nutzsymbols) in ein asymmetrisches Signal aufgrund der Unzulänglichkeit des Symmetrierübertragers (Balun) der Empfangsantenne.

Im Allgemeinen zeigen LPDA-Antennen keine bedeutsame Umwandlung des symmetrischen in ein asymmetrisches Signal, und die nachfolgende Prüfung gilt für Dipole, bikonische Antennen und Hybridantennen.

#### 4.5.4.2 Prüfung der Umwandlung des symmetrischen in ein asymmetrisches Signal aufgrund des Symmetrierübertragers (Balun)

Das nachfolgende Verfahren beschreibt die Messung von zwei Spannungen  $U_1$  und  $U_2$  in dem Frequenzbereich, in dem die Empfangsantenne zu benutzen ist. Das Verhältnis dieser zwei in gleichen Einheiten (z. B. dB( $\mu$ V)) ausgedrückten Spannungen stellt ein Maß für die Umwandlung des symmetrischen in ein asymmetrisches Signal dar.

- a) Stelle die zu prüfende Empfangsantenne vertikal polarisiert mit ihrem Mittelpunkt in 1,5 m Höhe über der Bodenfläche auf. Verlege eine Länge von  $1,5 \pm 0,1$  m des Antennenkabels horizontal hinter das hintere aktive Element der Empfangsantenne in einer Höhe von 1,5 m über der Bodenfläche und lasse das restliche Kabel senkrecht auf die Bodenfläche fallen.
- b) Ordne eine zweite vertikal polarisierte (Sende-)Antenne in einem horizontalen Abstand von 10 m zum Mittelpunkt der zu prüfenden Antenne an. Die Sendeantenne muss so angeordnet werden, dass sich das Ende ihres größten aktiven Elements in einer Höhe von 0,10 m über der Bodenfläche befindet. Wenn die Größe des für die Aussendungsmessung verwendeten Messplatzes 3 m beträgt, führe diese Prüfung unter Verwendung eines Abstands von 3 m durch (wenn die Prüfung der Umwandlung bereits in 10 m Abstand durchgeführt wurde und einen Unterschied zwischen  $U_1$  und  $U_2$  zeigt, der innerhalb  $\pm 0,5$  dB liegt, ist es nicht notwendig, eine getrennte Messung in 3 m Abstand durchzuführen). Die Spezifikation der Sendeantenne muss den Frequenzbereich der zu prüfenden Antenne einschließen.
- c) Verbinde die Sendeantenne mit einer Signalquelle, z. B. einem Mitlaufgenerator. Stelle den Pegel des Generators über den interessierenden Frequenzbereich so ein, dass der Signalabstand des Empfängers zum Umgebungsrauschen größer als 10 dB ist.
- d) Zeichne die Spannung  $U_1$  am Empfänger über den interessierenden Frequenzbereich auf.
- e) Kehre die Empfangsantenne um (drehe sie um  $180^\circ$ ), ohne sonst irgendetwas am Messaufbau, insbesondere am Empfangsantennenkabel, zu ändern und ohne die Einstellung der Signalquelle zu ändern.
- f) Zeichne die Spannung  $U_2$  am Empfänger über den Frequenzbereich auf.
- g) Die Umwandlung des symmetrischen in ein asymmetrisches Signal ist ausreichend gering, wenn  $|20 \log (U_1/U_2)| < 1$  dB.

ANMERKUNG 1 Wenn das für die Begrenzung der Umwandlung des symmetrischen in ein asymmetrisches Signal geltende Kriterium nicht erfüllt wird, können um das Antennenkabel herum angeordnete Ferritrings die Umwandlung des symmetrischen in ein asymmetrisches Signal verringern. Die Hinzufügung von Ferritringen auf dem Antennenkabel kann auch dafür verwendet werden, zu zeigen, ob der Beitrag nach 4.5.4.1 a) eine Auswirkung besitzt, die nicht vernachlässigbar ist. Die Prüfung wird mit vier in einem Abstand von jeweils ungefähr 20 cm angeordneten Ferritringen wiederholt. Wenn bei Verwendung dieser Ringe das Kriterium erfüllt wird, sollten sie auch bei der tatsächlichen Messung der Aussendung vorhanden sein. In ähnlicher Weise kann die Wechselwirkung mit dem Kabel verringert werden, indem das Kabel mehrere Meter hinter der Antenne ausgestreckt wird, bevor es auf die Bodenfläche herunterfällt.

ANMERKUNG 2 Wenn die Empfangsantenne in einem Raum mit voller Absorberauskleidung (en: FAR) verwendet wird, kann die Messung des Maßes für die Umwandlung des symmetrischen in ein asymmetrisches Signal in diesem FAR durchgeführt werden, wobei die Empfangsantenne an ihrem üblichen Platz und die Sendeantenne im Mittelpunkt des Prüfvolumens dieses FAR aufgestellt wird. Der FAR sollte das  $\pm 4$ -dB-Eignungskriterium für den Messplatz erfüllen.

ANMERKUNG 3 Der Messplatz, von dem die Bodenfläche einen Bestandteil bildet, oder der FAR sollte die jeweiligen für ihn geltenden Anforderungen, die sich aus dem Eignungskriterium für den Messplatz ergeben, erfüllen.

ANMERKUNG 4 Der horizontale Abstand von 1,5 m, über den das Antennenkabel horizontal hinter dem Mittelpunkt der Antenne verläuft, sollte während der tatsächlichen Messungen der vertikal polarisierten gestrahlten Aussendungen als Mindestabstand beibehalten werden.

ANMERKUNG 5 Die strikte Festlegung eines Messaufbaus ist nicht erforderlich, weil der Effekt (Umwandlung des symmetrischen in ein asymmetrisches Signal) durch das Zusammenwirken der Antenne und desjenigen Teils des Antennenkabels, der parallel zu den Antennenelementen verläuft, dominiert wird. Bei üblichen EMV-Prüfaufbauten auf einem Freifeldmessplatz oder in einem Raum mit voller Absorberauskleidung (en: FAR) ist der Effekt, der von der Gleichförmigkeit des in die Empfangsantenne einfallenden Felds abhängt, viel kleiner.

ANMERKUNG 6 Bei Symmetrierübertragern (Baluns), bei denen die Buchse für das Kabel von der Empfangsantenne auf der Seite montiert ist (90°-Winkel zum Antennenstrahl), sollte ein rechtwinkliges Verbindungselement verwendet werden, um die Bewegung des Kabels zu verringern.

#### **4.5.5 Kreuzpolarisationsverhalten der Antenne**

Wenn eine Antenne in einem linear polarisierten elektromagnetischen Feld aufgestellt wird, muss die Spannung am Anschluss, die sich ergibt, wenn Antenne und Feld kreuzpolarisiert sind, mindestens um 20 dB kleiner sein als die Spannung am Anschluss, die sich ergibt, wenn Antenne und Feld ko-polarisiert sind.

Es ist vorgesehen, dass diese Prüfung für logarithmisch periodische Dipolantennenanordnungen (LPDA) gilt, bei denen die beiden Hälften jedes Dipols gestaffelt sind. Ein Messverfahren zur Einführung dieser Anforderung an LPDA-Antennen wird dargeboten. Die Mehrzahl der Messungen mit diesen Antennen findet oberhalb 200 MHz statt, aber die Anforderung gilt für den gesamten Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 000 MHz. Für in einer Linie angeordnete Dipole und bikonische Antennen ist diese Prüfung nicht vorgesehen, weil eine Kreuzpolarisationsunterdrückung, die größer als 20 dB ist, ihrem symmetrischen Aufbau innewohnt. Solche Antennen und Hornantennen müssen eine Kreuzpolarisationsunterdrückung haben, die größer als 20 dB ist, und dies sollte durch eine vom Hersteller durchgeführte Typprüfung bestätigt werden.

Ein Vollabsorberraum hoher Güte oder Türme mit ausreichender Höhe über dem Boden in einem Außenbereich können verwendet werden, um Quasi-Freiraum-Bedingungen zu erreichen. Zur Minimierung von Bodenreflexionen werden die Antennen in vertikaler Polarisation aufgestellt. An der zu prüfenden Antenne muss eine ebene Welle eingestellt werden. Die Entfernung zwischen dem Mittelpunkt der zu prüfenden Antenne und der Quelle (Sendeantenne) muss größer als eine Wellenlänge sein.

ANMERKUNG Zum Aufbau einer ebenen Welle an der zu prüfenden Antenne wird ein Messplatz mit hoher Güte benötigt. Die durch die ebene Welle geforderte Kreuzpolarisationsunterscheidung kann nachgewiesen werden, indem eine Übertragung zwischen einem Paar von Hornantennen oder leer laufenden Wellenleitern durchgeführt und überprüft wird, dass die Kombination aus messplatzbedingtem Fehler und innewohnendem Kreuzpolarisationsverhalten einer Hornantenne eine Unterdrückung der horizontalen Komponente um mehr als 30 dB ergibt. Wenn die messplatzbedingten Fehler sehr klein sind und die Hornantennen identisches Verhalten besitzen, ist das Kreuzpolarisationsverhalten einer Hornantenne ungefähr 6 dB kleiner als die kombinierte Kreuzpolarisations-Kopplung des Hornantennenpaars.

Ein Störsignal, dessen Pegel um 20 dB niedriger ist als derjenige des erwünschten Signals, ergibt einen maximalen Fehler von  $\pm 0,9$  dB beim erwünschten Signal. Der maximale Fehler tritt auf, wenn das kreuzpolarisierte Signal mit dem ko-polarisierten Signal in Phase ist. Wenn die Kreuzpolarisationsanzeige einer LPDA schlechter als 20 dB ist, muss die Bedienperson die Unsicherheit berechnen und zusammen mit dem Messergebnis angeben. Zum Beispiel beinhaltet ein Kreuzpolarisationspegel von 14 dB eine maximale Unsicherheit von + 1,6 dB bis – 1,9 dB. Für die Berechnung der Standardunsicherheit ist der größere Wert zu nehmen, und eine U-förmige Verteilung ist anzunehmen.

Um ein Signal von 0 dB zu einem anderen mit –14 dB zu addieren, ist zunächst eine Umwandlung in relative Spannungen vorzunehmen, indem eine Division durch 20 durchgeführt und der Anti-Logarithmus gebildet wird. Anschließend wird das kleinere Signal zum Einheitssignal addiert. Der Logarithmus wird gebildet und mit 20 multipliziert. Das Ergebnis ist der positive Fehlerwert in dB. Wiederhole das Ganze, wobei jedoch das kleinere Signal vom Einheitssignal subtrahiert wird, um den negativen Fehlerwert in dB zu erhalten.

Für die Berechnung der Unsicherheit einer Messung der gestrahlten Aussendung in dem Fall, dass der in einer Polarisation gemessene Signalpegel den in der darauf senkrecht stehenden Polarisation gemessenen Signalpegel um 6 dB oder mehr überschreitet, wird angenommen, dass eine LPDA, deren Kreuzpolarisationsunterscheidung nur 14 dB beträgt, die Festlegung 20 dB einhält. Wenn die Differenz zwischen dem vertikal polarisierten und dem horizontal polarisierten Signalpegel kleiner als 6 dB ist, muss eine zusätzliche Unsicherheit berechnet werden, wenn die Summe aus dieser Differenz und der Kreuzpolarisation kleiner als 20 dB ist.

## 4.6 Frequenzbereich 1 GHz bis 18 GHz

### 4.6.1 Allgemeines

Messungen der gestrahlten Aussendungen oberhalb 1 GHz müssen unter Verwendung von kalibrierten, linear polarisierten Antennen durchgeführt werden. Beispiele sind LPDA-Antennen, Doppelsteg-Hornantennen und Standardgewinn-Hornantennen. Der „Strahl“ (Öffnungswinkel) oder die Hauptkeule des Strahlungsdiagramms jeder verwendeten Antenne muss breit genug sein, um den Prüfling, wenn er in der Messentfernung angeordnet ist, vollständig umfassen zu können. Die Breite der Hauptkeule ist als der 3-dB-Öffnungswinkel der Antenne definiert. Informationen, die die Bestimmung dieses Kennwertes ermöglichen, sollten in den Antennenunterlagen gegeben werden. Für Hornantennen muss folgende Bedingung erfüllt sein:

$$d \geq \frac{D^2}{2\lambda} \quad (5)$$

Dabei ist

$d$  die Messentfernung in m;

$D$  die größte Ausdehnung der Apertur der Antenne in m; und

$\lambda$  die Freiraum-Wellenlänge in m bei der Messfrequenz.

### 4.6.2 Empfangsantenne

#### 4.6.2.1 Allgemeines

Die Empfangsantenne muss linear polarisiert und vom gleichen Typ sein wie diejenige Antenne, die für Messungen der Aussendungen von Prüflingen benutzt wird.

Bei manchen Antennenmodellen können verschiedene Versionen mit möglicherweise unterschiedlichen Strahlungsdiagrammen existieren. Den Nutzern wird empfohlen, dies zu verifizieren.

ANMERKUNG 1 „Antennenart“ heißt eine (bestimmte) Form oder Art von Antenne, z. B. Hornantenne oder LPDA-Antenne.

ANMERKUNG 2 „Antennenmodell“ bedeutet die vom Hersteller angegebene Modellnummer.

ANMERKUNG 3 „Version“ bedeutet die vom Hersteller angegebene Revisionsnummer, falls zutreffend, einer bestimmten Modellnummer einer Antenne.

#### 4.6.2.2 Strahlungscharakteristik der Empfangsantenne

Die Strahlungscharakteristiken in der Ebene des  $E$ - und des  $H$ -Felds müssen in Bezug auf die Messachse gemessen werden.

Die Messgröße ist die Strahlungscharakteristik in dB und wird durch das Polardiagramm in [Bild 43](#) gezeigt.

Dieses Bild ist auf 0 dB normalisiert.

Der 0°-Winkel (in der Strahlungscharakteristik) muss mit der mechanischen Messachse zusammenfallen.

Die Strahlungscharakteristik jeder einzelnen Antenne in der Ebene des  $E$ - und des  $H$ -Felds muss über den Frequenzbereich der Antenne mit einer Schrittweite, die 500 MHz beträgt oder kleiner ist, in Übereinstimmung mit CISPR 16-1-6:2014/AMD 1:2016, Anhang I, aufgezeichnet werden.

Vom Hersteller zur Verfügung gestellte Ergebnisse von Typprüfungen, einschließlich statistischer Daten, können verwendet werden, um einen Beleg zu erbringen, dass die Anforderungen an die Strahlungscharakteristik der Empfangsantenne erfüllt sind. Es müssen Servicemaßnahmen ergriffen werden, um die Stabilität der Strahlungscharakteristik während der Lebensdauer der Antenne sicherzustellen.

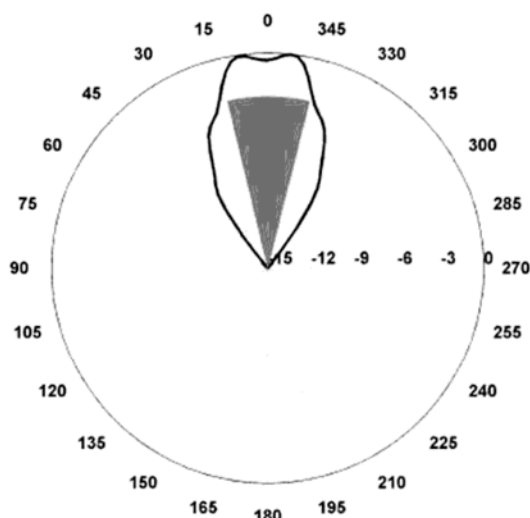


**Bild 43 – Beispiel für die Strahlungscharakteristik für eine Empfangsantenne in der Ebene des  $E$ -Felds mit Begrenzung auf eine Messentfernung von 3 m und eine Breite des Prüflings von 2 m**

**ANMERKUNG** Im Allgemeinen ist die Hauptstrahlrichtung die Richtung des Strahlungsmaximums der Antenne. Allerdings kann es sein, dass die Strahlungscharakteristik zwei Strahlungsmaxima aufweist und keines dieser Maxima in der Richtung der mechanischen Messachse liegt, wie in Bild 43 dargestellt.

#### 4.6.2.3 Anforderungen an die Strahlungscharakteristik der Empfangsantenne

Die grauen Bereiche in den Polardiagrammen der Bilder 44 und 45 werden durch die maximale Höhe  $h$  und die maximale Breite  $w$  des Prüflings und durch die Messentfernung  $d$  definiert.

Damit die Empfangsantenne die Abstrahlung des Prüflings ausreichend empfangen kann, darf die Halbwertsbreite der Empfangsantenne nicht in diesen Bereich in der Ebene des  $E$ -Felds oder  $H$ -Felds fallen, wie in den Bildern 44 und 45 gezeigt wird.

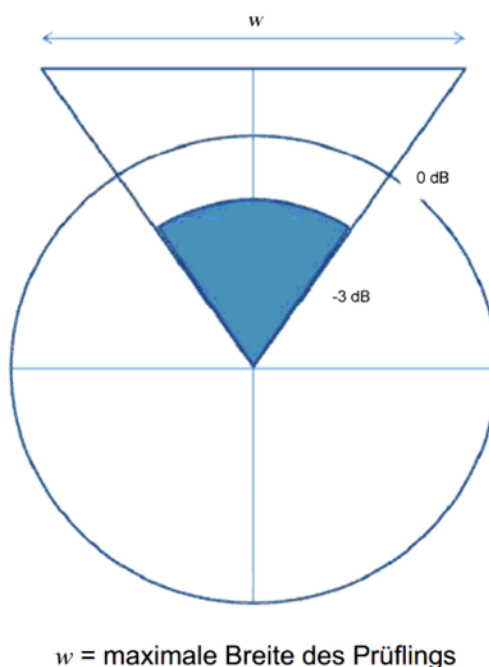
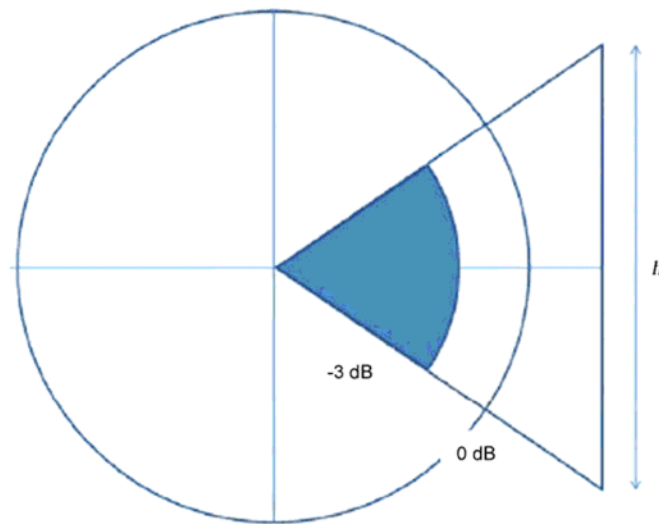


**Bild 44 – Bestimmung der maximal nutzbaren Breite des Prüflings unter Verwendung der Halbwertsbreite**



$h$  = maximale Höhe des Prüflings

**Bild 45 – Bestimmung der maximal nutzbaren Höhe des Prüflings unter Verwendung der Halbwertsbreite**

#### 4.7 Besondere Antennenanordnungen – Rahmenantennensystem

Im Frequenzbereich 9 kHz bis 30 MHz kann die Störfähigkeit der magnetischen Feldkomponente der Abstrahlung eines einzelnen Prüflings durch Verwendung eines speziellen Rahmenantennensystems bestimmt werden. Im Rahmenantennensystem wird diese Fähigkeit in Form der Ströme, die durch das Magnetfeld in den Rahmenantennen des Rahmenantennensystems induziert werden, gemessen. Das Rahmenantennensystem misst den durch die magnetische Feldkomponente (der Abstrahlung) eines einzelnen Prüflings induzierten Strom. Es erlaubt Messungen im Inneren von Gebäuden.

Das Rahmenantennensystem besteht aus drei kreisförmigen, gegenseitig aufeinander senkrecht stehenden großen Rahmenantennen, die einen Durchmesser von 2 m haben und auf einer nichtmetallischen Unterlage ruhen. Eine volle Beschreibung des Rahmenantennensystems wird im [Anhang C](#) gegeben.

Der Prüfling wird in der Mitte des Rahmenantennensystems angeordnet. Die größten Abmessungen des Prüflings werden begrenzt, so dass der Abstand zwischen dem Prüfling und einer großen Rahmenantenne mindestens 0,20 m beträgt. Eine Anleitung zur Verlegung der Signalkabel ist im Abschnitt [C.3](#), Anmerkung 2, und in [Bild C.6](#) gegeben. Kabel sollten zusammen verlegt werden und das Rahmenvolumen im gleichen Oktanten der Zelle verlassen und dürfen nicht näher als 0,4 m zu jeder Rahmenantenne sein.

Die drei gegenseitig aufeinander senkrecht stehenden großen Rahmenantennen erlauben die Messung der Störfähigkeit in allen drei Polarisationssebenen des gestrahlten Feldes mit der beschriebenen Genauigkeit und ohne dass (zur Erfassung der richtungsabhängigen höchsten Störaussendung) der Prüfling gedreht oder die Ausrichtung der großen Rahmenantennen geändert werden muss.

Jede der drei großen Rahmenantennen muss mit den im Abschnitt [C.4](#) gegebenen Anforderungen der Eignungsprüfung übereinstimmen.

**ANMERKUNG** Es dürfen kreisförmige große Rahmenantennen, deren Durchmesser vom genormten Durchmesser von 2 m abweichen, verwendet werden, vorausgesetzt, dass ihr Durchmesser  $D \leq 4$  m und der Abstand zwischen dem Prüfling und einer großen Rahmenantenne mindestens  $0,10 D$  beträgt. Korrekturfaktoren für nicht genormte Durchmesser sind in Abschnitt [C.6](#) gegeben.

## 5 Messplätze für die Messung von Funkstörfeldstärken im Frequenzbereich 30 MHz bis 1 000 MHz

### 5.1 Allgemeines

Es ist eine Umgebung erforderlich, in der gültige, wiederholbare Ergebnisse von Messungen der Störfeldstärke eines Prüflings sichergestellt sind. Für einen Prüfling, der nur an seinem Betriebsort gemessen werden kann, müssen andere Vorkehrungen genutzt werden (siehe die Einzelheiten zur Messung am Aufstell- und Betriebsort in [CISPR 16-2-3](#)).

### 5.2 Freifeldmessplatz

#### 5.2.1 Allgemeines

Freifeldmessplätze zeichnen sich durch das Vorhandensein eines hindernisfreien ebenen Bodens und einer Bodenfläche aus. Um die Anforderungen dieser Norm zur Eignung des Messplatzes einzuhalten, sollte eine metallische Bodenfläche vorhanden sein. Solche Messplätze müssen frei von Gebäuden, elektrischen Leitungen, Zäunen, Bäumen usw. sowie von unterirdisch verlegten Kabeln, Rohrleitungen usw. sein, sofern diese nicht zur Versorgung und zum Betrieb des Prüflings erforderlich sind. Empfehlungen für spezielle Bauanleitungen für Freifeldmessplätze zur Messung von Störfeldstärken im Frequenzbereich von 30 MHz bis 1 000 MHz sind im [Anhang D](#) enthalten. Das Validierungsverfahren für Freifeldmessplätze ist in [5.4.4](#) und [5.4.5](#) enthalten. [Anhang F](#) erläutert die Grundlage für das Eignungskriterium.

#### 5.2.2 Wetterschutz

Ein Wetterschutz ist zweckmäßig, wenn der Messplatz das ganze Jahr hindurch benutzt wird. Der Wetterschutz kann entweder den gesamten Messplatz (einschließlich des Prüflings und der Feldstärke-Messantenne) oder nur den Prüfling schützen. Die verwendeten Werkstoffe dürfen die Ausbreitung der Hochfrequenzwellen nicht beeinträchtigen, damit keine unerwünschten Reflexionen und Dämpfungen des vom Prüfling ausgesandten Feldes verursacht werden (siehe [5.3.1](#)).

Der Wetterschutz muss so gestaltet sein, dass ein leichtes Entfernen von Schnee, Eis oder Wasser ermöglicht wird. Für weitere Einzelheiten siehe [Anhang D](#).

#### 5.2.3 Hindernisfreier Bereich

Beim Freifeldmessplatz ist ein hindernisfreier Bereich, der den Prüfling und die Feldstärke-Messantenne umgibt, erforderlich. Der hindernisfreie Bereich darf keine reflektierende Gegenstände aufweisen, die eine signifikante Streuung verursachen und muss groß genug sein, damit Streuung verursachende reflektierende Gegenstände außerhalb des hindernisfreien Bereichs nur geringe Auswirkungen auf die mit einer Feldstärke-Messantenne gemessenen Felder haben. Um die Eignung des Geländes feststellen zu können, müssen Validierungsprüfungen des Messplatzes durchgeführt werden.

Da die Stärke des von einem Gegenstand gestreuten Feldes von vielen Faktoren abhängt (Größe des Gegenstands, Entfernung vom Prüfling, Ausrichtung in Bezug auf den Prüfling, Leitfähigkeit und Permittivität des Gegenstands, Frequenz usw.), ist es praktisch nicht möglich, einen ausreichend hindernisfreien Bereich festzulegen, der für alle Anwendungen notwendig und ausreichend wäre. Größe und Form des hindernisfreien Bereichs hängen von der Messentfernung ab und davon, ob der Prüfling gedreht wird oder nicht. Wenn der Messplatz mit einem Drehtisch ausgestattet ist, dann ist der empfohlene hindernisfreie Bereich eine Ellipse mit der Empfangsantenne und dem Prüfling in den beiden Brennpunkten, wobei die größere Achse gleich der doppelten Messentfernung und die kleinere Achse gleich dem  $\sqrt{3}$ -Fachen der Messentfernung ist (siehe [Bild 2](#)).

Bei dieser Ellipse ist die Weglänge des unerwünschten indirekten Strahls, der von einem beliebigen Gegenstand auf dem äußeren Rand reflektiert wird, gleich der doppelten Länge des direkten Strahlenwegs zwischen den Brennpunkten. Wenn ein großer Prüfling auf den Drehtisch gestellt wird, dann muss der hindernisfreie Bereich so erweitert werden, dass er von der äußeren Begrenzung des Prüflings aus gemessen wird.

Wenn der Messplatz nicht mit einem Drehtisch ausgestattet ist, d. h., der Prüfling wird nicht bewegt, dann ist der empfohlene hindernisfreie Bereich ein kreisförmiger Bereich, bei dem der radiale Abstand zwischen der äußeren Begrenzung des Prüflings und der Grenze des Bereiches größer oder gleich der 1,5fachen Messentfernung ist (siehe Bild 3). In diesem Fall wird die Antenne in der Messentfernung um den Prüfling herum bewegt.

Das Gelände innerhalb des hindernisfreien Bereichs muss eben sein. Ein geringes Gefälle für eine angemessene Drainage ist zulässig. Die Ebenheit der metallischen reflektierenden Bodenfläche, falls Letztere verwendet wird, wird in Abschnitt D.2 behandelt. Die Messgeräte und das Messpersonal müssen sich außerhalb des hindernisfreien Bereichs befinden.

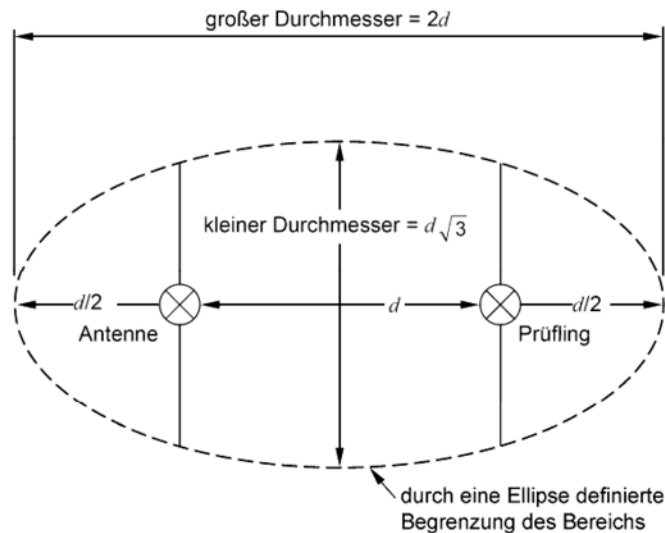


**Bild 2 – Hindernisfreier Bereich eines Messplatzes mit Drehtisch**  
(siehe 5.2.3)

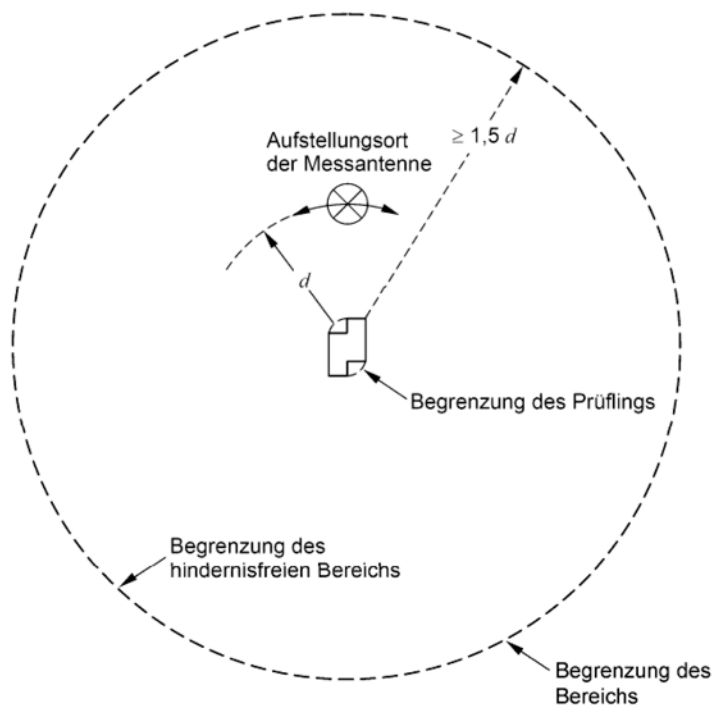


**Bild 3 – Hindernisfreier Bereich mit stationärem Prüfling**  
(siehe 5.2.3)

#### 5.2.4 Auf dem Messplatz vorhandene hochfrequente Umgebungsstörrößen

Die hochfrequenten Umgebungsstörrögel auf einem Freifeldmessplatz müssen im Vergleich zu den zu messenden Werten ausreichend niedrig sein. Die Güte des Messplatzes kann diesbezüglich in vier Gruppen eingeteilt werden, die in der Reihenfolge ihrer Bedeutung im Folgenden aufgeführt werden:

- a) Die Umgebungsstörrögel liegen mindestens 6 dB unter den Messwerten.
- b) Einige Umgebungsstörrögel liegen innerhalb von 6 dB unter den Messwerten.
- c) Einige Umgebungsstörrögel liegen über den Messwerten, sind jedoch entweder aperiodisch (d. h., die Zeit zwischen den Aussendungen reicht aus, um eine Messung durchzuführen) oder kontinuierlich, jedoch nur auf einer begrenzten Anzahl von identifizierbaren Frequenzen.
- d) Die Umgebungsstörrögel liegen in einem großen Teil des zu messenden Frequenzbereichs über den Messwerten und treten kontinuierlich auf.

Durch die Auswahl eines Messplatzes sollte sichergestellt werden, dass die Messgenauigkeit aufrecht erhalten wird, wobei Umgebung und technische Sachkenntnis des Messpersonals berücksichtigt werden müssen.

**ANMERKUNG** Ein gemessener Umgebungsstörrögel, der 20 dB oder mehr unter dem Aussendungsgrenzwert liegt, wird als Optimum angesehen.

#### 5.2.5 Bodenfläche

Die Bodenfläche eines Freifeldmessplatzes kann ebenerdig sein oder auf einer erhöhten Plattform mit geeigneten Maßen oder auf einer horizontalen Dachoberfläche liegen. Eine metallische (reflektierende) Bodenfläche ist vorzuziehen, allerdings können Produktnormen für bestimmte Geräte und Einrichtungen sowie Anwendungen andere Arten von Messplätzen empfehlen. Die Eignung der metallischen (reflektierenden) Bodenfläche hängt davon ab, ob der Messplatz den Anforderungen an die Eignung des Messplatzes nach 5.4 entspricht. Wenn kein metallisches Material verwendet wird, ist darauf zu achten, dass ein Messplatz ausgewählt wird, dessen reflektierende Eigenschaften sich nicht mit der Zeit, den Wetterbedingungen oder aufgrund von Einflüssen von unterirdisch verlegtem metallischem Material wie Rohrleitungen und Leitungen sowie von uneinheitlicher Bodenbeschaffenheit ändern. Solche Messplätze weisen im Allgemeinen andere Messplatzdämpfungen auf als Messplätze mit metallischen Oberflächen.

### 5.3 Eignung von anderen Messplätzen

#### 5.3.1 Andere Messplätze mit leitfähiger Bodenfläche

Es gibt viele verschiedene Messplätze und -einrichtungen, die gebaut wurden und verwendet werden, um Messungen von gestrahlten Aussendungen durchzuführen. Die meisten dieser Messplätze sind gegen Wetter und gegen störende Einflüsse von hochfrequenten Feldern aus der Umgebung geschützt. In einem Halbabsorberraum sind sämtliche Wände und die Decke mit geeignetem absorbierendem Material ausgekleidet. Der Boden besteht aus einer metallischen (reflektierenden) Bodenfläche, um einen Freifeldmessplatz nachzubilden. In einem Halbabsorberraum ist die Empfangsantenne gegen die HF-Umgebung isoliert und erlaubt eine von den Wetterbedingungen unabhängige Messung von Prüflingen.

Wenn das Konstruktionsmaterial (in Form von Aufbauten) einen Messplatz mit leitfähiger Bodenfläche umgibt, besteht die Möglichkeit, dass die Ergebnisse einer Messung der Messplatzeignung an einer einzelnen Stelle, wie in 5.4.5 festgelegt, nicht ausreichen, um die Eignung eines solchen alternativen Messplatzes zu zeigen.

Zur Ermittlung der Eignung eines alternativen Messplatzes mit leitfähiger Bodenfläche muss das Verfahren nach 5.4.6 angewendet werden. Dieses beruht auf der Durchführung von mehreren Messungen der Messplatzeignung in einem Volumen, das vom Prüfling ausgefüllt wird. Sämtliche Ergebnisse der Messungen der Messplatzeignung müssen innerhalb einer Grenzabweichung von  $\pm 4$  dB liegen, damit der Messplatz als gleichwertig zu Freifeldmessplätzen anerkannt werden kann.

ANMERKUNG Halbabsorberräume erfüllen typischerweise die in 5.2.4 aufgeführten Qualitätskategorien.

### 5.3.2 Messplätze ohne leitfähige Bodenfläche (Vollabsorberräume)

Ein vollständig mit Absorbern ausgekleideter geschirmter Raum, auch als Vollabsorberraum (en: FAR) bekannt, kann für Messungen abgestrahlter Aussendungen verwendet werden. Wenn ein Vollabsorberraum verwendet wird, müssen hierfür in den betreffenden Normen (Fachgrund-, Produkt- oder Produktfamilien-normen) geeignete Grenzwerte für die abgestrahlten Aussendungen festgelegt werden. Der Nachweis der Übereinstimmung eines Prüflings mit den Anforderungen (Grenzwerten) für den Schutz von Funkdiensten muss in Vollabsorberräumen unter Verwendung von ähnlichen Verfahren erfolgen, wie sie für Messungen auf einem Freifeldmessplatz genutzt werden.

Ein Vollabsorberraum (en: FAR) ist dafür vorgesehen, eine Freiraumumgebung so nachzubilden, dass nur der direkte Strahl von der Sendeantenne oder vom Prüfling die Empfangsantenne erreicht. Alle indirekten und/oder reflektierten Wellen müssen unter geeigneter Anordnung von absorbierendem Material an allen Wänden, der Decke und auf dem Fußboden des FAR minimiert werden. Wie eine Halbabsorberkammer isoliert ein Vollabsorberraum die Empfangsantenne gegen die HF-Umgebung und erlaubt eine von den Wetterbedingungen unabhängige Messung bzw. Prüfung von Prüflingen.

ANMERKUNG Vollabsorberräume erfüllen typischerweise die in 5.2.4 aufgeführten Qualitätskategorien.

## 5.4 Validierung von Messplätzen

### 5.4.1 Allgemeines

In dieser Norm werden drei Verfahren für die Eignungsprüfung von Messplätzen festgelegt:

- das Verfahren der normierten Messplatzdämpfung unter Verwendung von abgestimmten Dipolen;
- das Verfahren der normierten Messplatzdämpfung unter Verwendung von Breitbandantennen;
- das Referenz-Messplatz-Verfahren unter Verwendung von Breitbandantennen.

Eignungsprüfungen von Messplätzen mit leitfähiger Bodenfläche (d. h. Freifeldmessplätze und Halbabsorberkammern) werden in 5.4.2 und 5.4.3 eingeführt, gefolgt von einer detaillierten Beschreibung des Referenz-Messplatz-Verfahrens in 5.4.4 und des Verfahrens der normierten Messplatzdämpfung in 5.4.5. Eignungsprüfungen von Halbabsorberkammern (en: SAC) und wettergeschützten Freifeldmessplätzen erfordern zusätzliche Messungen, wie sie in 5.4.6 beschrieben sind.

Tabelle 7 fasst die Eignungsprüfverfahren für diese besonderen Arten von Messplätzen zusammen. Wie in dieser Tabelle dargestellt wird, werden für jede dieser Arten von Messplätzen zwei oder drei Eignungsprüfverfahren beschrieben. Es wird angenommen, dass diese Verfahren im Hinblick auf den Zweck dieser Norm gleichwertig sind; dies bedeutet, dass die Übereinstimmung mit dem Eignungskriterium unter Verwendung von nur einem der jeweiligen Verfahren ermittelt werden kann. Ferner wird keines der festgehaltenen Verfahren als Referenzverfahren festgelegt.

**Tabelle 7 – Eignungsprüfverfahren für Messplätze, die auf Freifeldmessplätze, freifeldbasierte Messplätze, Halbabsorberkammern und Vollabsorberräume anwendbar sind**

| Art des Messplatzes                | Anwendbarkeit der Eignungsprüfverfahren für Messplätze |                          |                          |
|------------------------------------|--------------------------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
|                                    | Abgestimmte Dipole<br>NSA                              | Breitbandantennen<br>NSA | Breitbandantennen<br>RSM |
| Freifeldmessplatz                  | Ja                                                     | Ja                       | Ja                       |
| Freifeldmessplatz mit Wetterschutz | Nein                                                   | Ja                       | Ja                       |
| Halbabsorberkammer                 | Nein                                                   | Ja                       | Ja                       |
| Vollabsorberraum                   | Nein                                                   | Ja                       | Ja                       |

#### 5.4.2 Übersicht über Eignungsprüfungen für Messplätze

Die Validierung eines Messplatzes wird mit Hilfe von zwei Antennen mit gemeinsamer (gleicher) Polarisation durchgeführt. Die Validierung muss für die horizontale und vertikale Polarisation getrennt (einzeln) durchgeführt werden.

Die Messplatzdämpfung ergibt sich aus der Differenz aus:

- der Quellenspannung  $U_i$ , die an die Sendeantenne angelegt wird;
- dem maximalen Empfangsspannungspegel  $U_E$ , der an den Anschlüssen einer Empfangsantenne während einer festgelegten Höhenvariation der Antenne gemessen wird.

Die Spannungsmessungen werden in einem 50- $\Omega$ -System durchgeführt.

Die auf einem Freifeldmessplatz (entsprechend 5.2) und anderen Messplätzen mit leitfähiger Bodenfläche (entsprechend 5.3.1) gemessene Messplatzdämpfung  $A_S$  wird mit den für einen idealen Freifeldmessplatz erhaltenen Messplatzdämpfungseigenschaften  $A_S$  verglichen – dies stellt die Definition der Messgröße für Validierungen von Messplätzen dar. Das Ergebnis dieses Vergleichs stellt die Abweichung der Messplatzdämpfung  $\Delta A_S$  in dB dar, siehe Gleichungen (26) und (27). Der Messplatz wird als geeignet angesehen, wenn die Abweichung der Messplatzdämpfung  $\Delta A_S$  innerhalb einer Grenzabweichung von  $\pm 4$  dB liegt.

Wenn die Grenzabweichung außerhalb  $\pm 4$  dB liegt, muss die Konfiguration des Messplatzes wie in 5.4.5.3 beschrieben untersucht werden.

ANMERKUNG Die Grundlage für das 4-dB-Messplatz-Eignungskriterium ist im Anhang F gegeben.

Zusätzlich gilt, dass Abweichungen der Messplatzdämpfung  $\Delta A_S$  nicht zur Korrektur von Feldstärke-Messdaten eines Prüflings verwendet werden dürfen. Das Verfahren nach 5.4 darf nur für Validierungen von Messplätzen verwendet werden.

#### 5.4.3 Prinzipien und Werte des Verfahrens der normierten Messplatzdämpfung für Freifeldmessplätze und Halbabsorberkammern

Für spezifische Frequenzen berechnete Werte der normierten Messplatzdämpfung werden in Tabelle 8 und Tabelle 9 für abgestimmte Dipole und in Tabelle 10 für Breitbandantennen bereitgestellt. Die in den Tabellen verwendeten Größen  $d$ ,  $h_1$ ,  $h_2$ ,  $f_M$  und  $A_N$  werden am Ende der Tabelle 8 erläutert.

ANMERKUNG 1 Die Werte der normierten Messplatzdämpfung für andere Frequenzen als in den Tabellen 8, 9 und 10 aufgeführt sind können durch lineare Interpolation der Tabellenwerte ermittelt werden.

ANMERKUNG 2 Der Abstand  $d$  zwischen den logarithmisch-periodischen Dipolantennenpaaren wird zwischen der Projektion der Mittelpunkte der Längsachsen der beiden Antennen auf die Bodenfläche gemessen.

ANMERKUNG 3 Der Abstand  $d$  zwischen bikonischen Antennen wird zwischen den Element-Zentrumslinie-Achsen am Speisepunkt gemessen.

Für Messungen in jeder Polarisierung erfordert das Verfahren der normierten Messplatzdämpfung zwei verschiedene Messungen der Empfangsspannung  $U_E$ . Die Bilder 29 und 30 veranschaulichen den jeweiligen Aufbau für diese Messungen.

**Tabelle 8 – Theoretische normierte Messplatzdämpfung  $A_N$  – Empfohlene geometrische Abmessungen für abgestimmte Halbwellendipole bei horizontaler Polarisation**

| Polarisation | Horizontal                                                                                                                                                                                                                                                                            | Horizontal  | Horizontal  | Horizontal  |
|--------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------------|-------------|
| $d$          | 3 m <sup>a</sup>                                                                                                                                                                                                                                                                      | 10 m        | 30 m        | 30 m        |
| $h_1$        | 2 m                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 2 m         | 2 m         | 2 m         |
| $h_2$        | 1 m bis 4 m                                                                                                                                                                                                                                                                           | 1 m bis 4 m | 1 m bis 4 m | 2 m bis 6 m |
| $f_M$<br>MHz | $A_N$<br>dB(m <sup>2</sup> )                                                                                                                                                                                                                                                          |             |             |             |
| 30           | 11,0                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 24,1        | 41,7        | 38,4        |
| 35           | 8,8                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 21,6        | 39,1        | 35,8        |
| 40           | 7,0                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 19,4        | 36,8        | 33,5        |
| 45           | 5,5                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 17,5        | 34,7        | 31,5        |
| 50           | 4,2                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 15,9        | 32,9        | 29,7        |
| 60           | 2,2                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 13,1        | 29,8        | 26,7        |
| 70           | 0,6                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 10,9        | 27,2        | 24,1        |
| 80           | -0,7                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 9,2         | 24,9        | 21,9        |
| 90           | -1,8                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 7,8         | 23,0        | 20,1        |
| 100          | -2,8                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 6,7         | 21,2        | 18,4        |
| 120          | -4,4                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 5,0         | 18,2        | 15,7        |
| 140          | -5,8                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 3,5         | 15,8        | 13,6        |
| 160          | -6,7                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 2,3         | 13,8        | 11,9        |
| 180          | -7,2                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 1,2         | 12,0        | 10,6        |
| 200          | -8,4                                                                                                                                                                                                                                                                                  | 0,3         | 10,6        | 9,7         |
| 250          | -10,6                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -1,7        | 7,8         | 7,7         |
| 300          | -12,3                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -3,3        | 6,1         | 6,1         |
| 400          | -14,9                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -5,8        | 3,5         | 3,5         |
| 500          | -16,7                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -7,6        | 1,6         | 1,6         |
| 600          | -18,3                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -9,3        | 0           | 0           |
| 700          | -19,7                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -10,6       | -1,4        | -1,3        |
| 800          | -20,8                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -11,8       | -2,5        | -2,4        |
| 900          | -21,8                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -12,9       | -3,5        | -3,5        |
| 1 000        | -22,7                                                                                                                                                                                                                                                                                 | -13,8       | -4,5        | -4,4        |
| $d$          | horizontaler Abstand zwischen der Projektion der Sende- und der Empfangsantenne auf die Bodenfläche                                                                                                                                                                                   |             |             |             |
| $h_1$        | Höhe des Mittelpunktes der Sendeantenne über der Bodenfläche                                                                                                                                                                                                                          |             |             |             |
| $h_2$        | Höhenbereich des Mittelpunktes der Empfangsantenne über der Bodenfläche; das höchste in diesem Höhenbereich empfangene Signal wird als Ergebnis der normierten Messplatzdämpfung benutzt                                                                                              |             |             |             |
| $f_M$        | Frequenz                                                                                                                                                                                                                                                                              |             |             |             |
| $A_N$        | normierte Messplatzdämpfung                                                                                                                                                                                                                                                           |             |             |             |
| <sup>a</sup> | Die Korrekturfaktoren für die gegenseitige Verkopplung (siehe <a href="#">Tabelle 11</a> ) bei der Verwendung von horizontal polarisierten abgestimmten Halbwellendipolen, die einen Abstand von 3 m zueinander besitzen, sollten in <a href="#">Gleichung (26)</a> verwendet werden. |             |             |             |

**Tabelle 9 – Theoretische normierte Messplatzdämpfung  $A_N$  – Empfohlene geometrische Abmessungen für abgestimmte Halbwellendipole bei vertikaler Polarisation**

| $f_M$<br>MHz | $d = 3 \text{ m}^a$<br>$h_1 = 2,75 \text{ m}$ |                              | $d = 10 \text{ m}$<br>$h_1 = 2,75 \text{ m}$ |                              | $d = 30 \text{ m}$<br>$h_1 = 2,75 \text{ m}$ |                              |
|--------------|-----------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|----------------------------------------------|------------------------------|
|              | $h_2$<br>m                                    | $A_N$<br>dB(m <sup>2</sup> ) | $h_2$<br>m                                   | $A_N$<br>dB(m <sup>2</sup> ) | $h_2$<br>m                                   | $A_N$<br>dB(m <sup>2</sup> ) |
| 30           | 2,75 bis 4                                    | 12,4                         | 2,75 bis 4                                   | 18,8                         | 2,75 bis 6                                   | 26,3                         |
| 35           | 2,39 bis 4                                    | 11,3                         | 2,39 bis 4                                   | 17,4                         | 2,39 bis 6                                   | 24,9                         |
| 40           | 2,13 bis 4                                    | 10,4                         | 2,13 bis 4                                   | 16,2                         | 2,13 bis 6                                   | 23,8                         |
| 45           | 1,92 bis 4                                    | 9,5                          | 1,92 bis 4                                   | 15,1                         | 2 bis 6                                      | 22,8                         |
| 50           | 1,75 bis 4                                    | 8,4                          | 1,75 bis 4                                   | 14,2                         | 2 bis 6                                      | 21,9                         |
| 60           | 1,50 bis 4                                    | 6,3                          | 1,50 bis 4                                   | 12,6                         | 2 bis 6                                      | 20,4                         |
| 70           | 1,32 bis 4                                    | 4,4                          | 1,32 bis 4                                   | 11,3                         | 2 bis 6                                      | 19,1                         |
| 80           | 1,19 bis 4                                    | 2,8                          | 1,19 bis 4                                   | 10,2                         | 2 bis 6                                      | 18,0                         |
| 90           | 1,08 bis 4                                    | 1,5                          | 1,08 bis 4                                   | 9,2                          | 2 bis 6                                      | 17,1                         |
| 100          | 1 bis 4                                       | 0,6                          | 1 bis 4                                      | 8,4                          | 2 bis 6                                      | 16,3                         |
| 120          | 1 bis 4                                       | -0,7                         | 1 bis 4                                      | 7,5                          | 2 bis 6                                      | 15,0                         |
| 140          | 1 bis 4                                       | -1,5                         | 1 bis 4                                      | 5,5                          | 2 bis 6                                      | 14,1                         |
| 160          | 1 bis 4                                       | -3,1                         | 1 bis 4                                      | 3,9                          | 2 bis 6                                      | 13,3                         |
| 180          | 1 bis 4                                       | -4,5                         | 1 bis 4                                      | 2,7                          | 2 bis 6                                      | 12,8                         |
| 200          | 1 bis 4                                       | -5,4                         | 1 bis 4                                      | 1,6                          | 2 bis 6                                      | 12,5                         |
| 250          | 1 bis 4                                       | -7,0                         | 1 bis 4                                      | -0,6                         | 2 bis 6                                      | 8,6                          |
| 300          | 1 bis 4                                       | -8,9                         | 1 bis 4                                      | -2,3                         | 2 bis 6                                      | 6,5                          |
| 400          | 1 bis 4                                       | -11,4                        | 1 bis 4                                      | -4,9                         | 2 bis 6                                      | 3,8                          |
| 500          | 1 bis 4                                       | -13,4                        | 1 bis 4                                      | -6,9                         | 2 bis 6                                      | 1,8                          |
| 600          | 1 bis 4                                       | -14,9                        | 1 bis 4                                      | -8,4                         | 2 bis 6                                      | 0,2                          |
| 700          | 1 bis 4                                       | -16,3                        | 1 bis 4                                      | -9,7                         | 2 bis 6                                      | -1,0                         |
| 800          | 1 bis 4                                       | -17,4                        | 1 bis 4                                      | -10,9                        | 2 bis 6                                      | -2,4                         |
| 900          | 1 bis 4                                       | -18,5                        | 1 bis 4                                      | -12,0                        | 2 bis 6                                      | -3,3                         |
| 1 000        | 1 bis 4                                       | -19,4                        | 1 bis 4                                      | -13,0                        | 2 bis 6                                      | -4,2                         |

<sup>a</sup> Die Korrekturfaktoren für die gegenseitige Verkopplung (siehe [Tabelle 11](#)) bei der Verwendung von vertikal polarisierten abgestimmten Halbwellendipolen, die einen Abstand von 3 m zueinander besitzen, sollten in [Gleichung \(26\)](#) verwendet werden.