

	DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-2-3)	
	Diese Norm ist zugleich eine VDE-Bestimmung im Sinne von VDE 0022. Sie ist nach Durchführung des vom VDE-Präsidium beschlossenen Genehmigungsverfahrens unter der oben angeführten Nummer in das VDE-Vorschriftenwerk aufgenommen und in der „etz Elektrotechnik + Automation“ bekannt gegeben worden.	
ICS 33.100.01 Ersatz für DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3):2006-03 Siehe jedoch Beginn der Gültigkeit 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 (IEC/CISPR 16-2-3:2006); Deutsche Fassung EN 55016-2-3:2006 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements (IEC/CISPR 16-2-3:2006); German version EN 55016-2-3:2006 Spécifications des méthodes et des appareils de mesure des perturbations radioélectriques et de l'immunité aux perturbations radioélectriques – Partie 2-3: Méthodes de mesure des perturbations et de l'immunité – Mesures des perturbations rayonnées (CEI/CISPR 16-2-3:2006); Version allemande EN 55016-2-3:2006 Gesamtumfang 95 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE		

Beginn der Gültigkeit

Die von CENELEC am 2006-11-01 angenommene EN 55016-2-3 gilt als DIN-Norm ab 2007-08-01.

Daneben darf **DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3):2006-03** noch bis 2009-11-01 angewendet werden.

Nationales Vorwort

Vorausgegangener Norm-Entwurf: E DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3):2006-08.

Für diese Norm ist das nationale Arbeitsgremium UK 767.4 „Geräte und Verfahren zum Messen von elektromagnetischen Aussendungen“ der DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE (<http://www.dke.de>) zuständig.

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

Die Änderungen gegenüber der vorhergehenden Ausgabe dieser Norm sind am Rand durch einen senkrechten Strich gekennzeichnet.

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

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

Änderungen

Gegenüber **DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3):2006-03** wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Die Einleitung wurde gestrichen;
- b) im Abschnitt 2 wurden die normativen Verweisungen aktualisiert und ergänzt und im Text der Norm wurden z. T. undatierte in datierte Verweisungen geändert;
- c) 7.2.9.3 mit Festlegungen für Messungen von gestrahlten Störaussendungen (30 MHz bis 1 GHz) und Prüfungen der Störfestigkeit gegen gestrahlte Störgrößen (80 MHz bis 1 GHz) mit gemeinsamem Mess-/Prüfaufbau in Halbabsorber-Kammern wurde ergänzt;
- d) 7.3.6.5 mit Festlegungen zum Amplitudenwahrscheinlichkeitsverteilungs-Messverfahren (APD-Messverfahren) wurde ergänzt;
- e) die Bilder wurden der Reihe nach durchnummeriert;
- f) Anhang E und Literaturhinweise wurden ergänzt.

Frühere Ausgaben

VDE 0877-2:1955-12

DIN VDE 0877-2 (VDE 0877-2):1985-02

DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3):2005-09, 2006-03

Nationaler Anhang NA (informativ)

Zusammenhang mit Europäischen und Internationalen Normen

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

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

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

Tabelle NA.1

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC 60050(161):1990 + A1:1997 + A2:1998	IEV Teil 161:2000-08	–
EN 55013:2001 + A1:2003 + A2:2006	IEC/CISPR 13:2001 + A1:2003 + A2:2006	DIN EN 55013 (VDE 0872-13):2006-10	VDE 0872-13
EN 55011:2007 + A2:2007	IEC/CISPR 11:2003 + A1:2004 + A2:2006	DIN EN 55011 (VDE 0875-11):2007-XX	VDE 0875-11
EN 55014-1:2006	IEC/CISPR 14-1:2005	DIN EN 55014-1 (VDE 0875-14-1):2007-06	VDE 0875-14-1
EN 55016-1-1:2004 + A1:2005	IEC/CISPR 16-1-1:2003 + A1:2005	DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1):2006-04	VDE 0876-16-1-1
EN 55016-1-2:2004 + A1:2005	IEC/CISPR 16-1-2:2003 + A1:2004	DIN EN 55016-1-2 (VDE 0876-16-1-2):2005-09	VDE 0876-16-1-2
EN 55016-1-4:2004 + A1:2005 + A2:2005	IEC/CISPR 16-1-4:2003 + Corrigendum:2005 + A1:2004 + A2:2005	DIN EN 55016-1-4 (VDE 0876-16-1-4):2006-09	VDE 0876-16-1-4
EN 55016-1-5:2004	IEC/CISPR 16-1-5:2003	DIN EN 55016-1-5 (VDE 0876-16-1-5):2005-09	VDE 0876-16-1-5
EN 55016-2-1:2004 + A1:2005	IEC/CISPR 16-2-1:2003 + A1:2005	DIN EN 55016-2-1 (VDE 0877-16-2-1):2006-05	VDE 0877-16-2-1
EN 55016-2-2:2004 + A1:2005 + A2:2005	IEC/CISPR 16-2-2:2003 + A1:2004 + A2:2005	DIN EN 55016-2-2 (VDE 0877-16-2-2):2006-05	VDE 0877-16-2-2
EN 55016-2-4:2004	IEC/CISPR 16-2-4:2003	DIN EN 55016-2-4 (VDE 0877-16-2-4):2005-09	VDE 0877-16-2-4
–	IEC/CISPR/TR 16-3: 2003	–	–

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
–	IEC/CISPR/TR 16-4-1: 2003 + A1:2004 + A2:2007	–	–
EN 55016-4-2:2004	IEC/CISPR 16-4-2:2003	DIN EN 55016-4-2 (VDE 0876-16-4-2):2005-09	VDE 0876-16-4-2
–	IEC/CISPR/TR 16-4-3: 2004 + A1:2006	–	–
EN 55022:2006	IEC/CISPR 22:2005	DIN EN 55022 (VDE 0878-22):2007-04	VDE 0878-22
EN 61000-4-3:2006	IEC 61000-4-3:2006	DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2006-12	VDE 0847-4-3

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 55013 (VDE 0872-13), *Ton- und Fernseh-Rundfunkempfänger und verwandte Geräte der Unterhaltungselektronik – Funkstöreigenschaften – Grenzwerte und Messverfahren (IEC/CISPR 13:2001, modifiziert + A1:2003 + A2:2006); Deutsche Fassung EN 55013:2001 + A1:2003 + A2:2006*

DIN EN 55011 (VDE 0875-11), *Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte (ISM-Geräte) – Funkstörungen – Grenzwerte und Messverfahren*

DIN EN 55014-1 (VDE 0875-14-1), *Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV) – Anforderungen an Haushaltgeräte, Elektrowerkzeuge und ähnliche Elektrogeräte – Teil 1: Störaussendung (IEC/CISPR 14-1: 2005); Deutsche Fassung EN 55014-1:2006*

DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1-1: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Messgeräte (IEC/CISPR 16-1-1:2003 + A1:2005); Deutsche Fassung EN 55016-1-1:2004 + A1:2005*

DIN EN 55016-1-2 (VDE 0876-16-1-2), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1-2: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Zusatz-/Hilfseinrichtungen – Leitungsgeführte Störaussendungen (IEC/CISPR 16-1-2:2003 + A1:2004); Deutsche Fassung EN 55016-1-2:2004 + A1:2005*

DIN EN 55016-1-4 (VDE 0876-16-1-4), *Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 1-4: Geräte und Einrichtungen zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Zusatz-/Hilfseinrichtungen – Gestrahlte Störaussendung (IEC/CISPR 16-1-4:2003 + Corrigendum:2005 + A1:2004 + A2:2005); Deutsche Fassung EN 55016-1-4:2004 + A1:2005 + A2:2005*

DIN EN 55016-1-5 (VDE 0876-16-1-5), *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 Stör-*

festigkeit – Messplätze für die Antennenkalibrierung von 30 MHz bis 1 000 MHz (IEC/CISPR 16-1-5:2003); Deutsche Fassung EN 55016-1-5:2004

DIN EN 55016-2-1 (VDE 0877-16-2-1), Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 2-1: Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Messung der leitungsgeführten Störaussendung (IEC/CISPR 16-2-1:2003 + A1:2005); Deutsche Fassung EN 55016-2-1:2004 + A1:2005

DIN EN 55016-2-2 (VDE 0877-16-2-2), Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 2-2: Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Messung der Störleistung (IEC/CISPR 16-2-2:2003 + A1:2004 + A2:2005); Deutsche Fassung EN 55016-2-2:2004 + A1:2005 + A2:2005

DIN EN 55016-2-4 (VDE 0877-16-2-4), Anforderungen an Geräte und Einrichtungen sowie Festlegung der Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Teil 2-4: Verfahren zur Messung der hochfrequenten Störaussendung (Funkstörungen) und Störfestigkeit – Messungen der Störfestigkeit (IEC/CISPR 16-2-4:2003); Deutsche Fassung EN 55016-2-4:2004

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

DIN EN 55022 (VDE 0878-22), Einrichtungen der Informationstechnik – Funkstöreigenschaften – Grenzwerte und Messverfahren (IEC/CISPR 22:2005, modifiziert); Deutsche Fassung EN 55022:2006

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3), Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder

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

– Leerseite –

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
(IEC/CISPR 16-2-3:2006)

Specification for radio disturbance and immunity
measuring apparatus and methods –
Part 2-3: Methods of measurement of
disturbances and immunity –
Radiated disturbance measurements
(IEC/CISPR 16-2-3:2006)

Spécifications des méthodes et des appareils
de mesure des perturbations radioélectriques et
de l'immunité aux perturbations radioélectriques
–
Partie 2-3: Méthodes de mesure des
perturbations et de l'immunité –
Mesures des perturbations rayonnées
(CEI/CISPR 16-2-3:2006)

Diese Europäische Norm wurde von CENELEC am 2006-11-01 angenommen. Die CENELEC-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

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

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

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

CENELEC

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

Zentralsekretariat: rue de Stassart 35, B-1050 Brüssel

© 2006 CENELEC – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den Mitgliedern von CENELEC vorbehalten.

Ref. Nr. EN 55016-2-3:2006 D

Vorwort

Der Text des Schriftstücks IEC/CISPR/A/657/FDIS, zukünftige 2. Ausgabe von IEC/CISPR 16-2-3, ausgearbeitet von dem IEC/CISPR SC A „Radio interference measurements and statistical methods“, wurde der IEC-CENELEC Parallelen Abstimmung unterworfen und von CENELEC am 2006-11-01 als EN 55016-2-3 angenommen.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 55016-2-3:2004 + A1:2005 + A2:2005.

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): 2007-08-01
- spätestes Datum, zu dem nationale Normen, die der EN entgegenstehen, zurückgezogen werden müssen (dow): 2009-11-01

Anhang ZA wurde von CENELEC hinzugefügt.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm IEC/CISPR 16-2-3:2006 wurde von CENELEC ohne irgendeine Abänderung als Europäische Norm angenommen.

Inhalt

	Seite
Vorwort.....	2
1 Anwendungsbereich	7
2 Normative Verweisungen	7
3 Begriffe	8
4 Arten der zu messenden Störgrößen	10
4.1 Arten der Störgrößen.....	10
4.2 Detektorfunktionen	11
5 Anschluss der Messeinrichtung.....	11
5.1 Anschluss von Zusatz-/Hilfseinrichtungen.....	11
5.2 Verbindungen zur HF-Bezugsmasse	11
5.3 Verbindung zwischen Prüfling und Stromversorgungs-Netznachbildung	12
6 Allgemeine Messanforderungen und -bedingungen	12
6.1 Störgrößen, die nicht vom Prüfling erzeugt werden	12
6.2 Messung kontinuierlicher Störgrößen (Dauerstörgrößen)	13
6.3 Betriebsbedingungen des Prüflings.....	13
6.4 Interpretation der Messergebnisse.....	14
6.5 Messzeiten und Durchstimmgeschwindigkeiten für die Messung kontinuierlicher Störgrößen (Dauerstörgrößen)	14
7 Messung von gestrahlten Störgrößen	20
7.1 Einleitung.....	20
7.2 Messungen der Feldstärke im Frequenzbereich 9 kHz bis 1 GHz.....	20
7.3 Messungen der Feldstärke im Frequenzbereich 1 GHz bis 18 GHz.....	38
7.4 Substitutionsverfahren für Messungen im Frequenzbereich 30 MHz bis 18 GHz	47
7.5 Messungen <i>am Aufstellungsort</i>	49
7.6 Messung mit einem Rahmenantennensystem	56
8 Automatische Messungen von Aussendungen	58
8.1 Einleitung: Vorkehrungen für automatische Messungen.....	58
8.2 Grundlegendes Messverfahren	59
8.3 Orientierender Frequenzsuchlauf.....	59
8.4 Datenreduktion	61
8.5 Maximierung der Aussendung und abschließende Messung	62
8.6 Nachbearbeitung und Darstellung der Ergebnisse.....	63
Anhang A (informativ) Messung von Störaussendungen beim Vorhandensein von Umgebungsstörungen	64
A.1 Allgemeines	64
A.2 Begriffe	64
A.3 Problembeschreibung.....	64
A.4 Vorgeschlagene Lösung.....	65
A.4.1 Übersicht.....	65

A.4.2	Vormessung des Prüflings in einem geschirmten Raum.....	67
A.4.3	Verfahren zur Messung von Störaussendungen des Prüflings beim Vorhandensein von schmalbandigen Umgebungsstörungen	68
A.4.4	Verfahren zur Messung von Störaussendungen des Prüflings beim Vorhandensein von breitbandigen Umgebungsstörungen.....	71
A.5	Bestimmung der Störaussendung des Prüflings im Fall der Überlagerung.....	73
Anhang B (informativ) Verwendung von Spektrumanalysatoren und automatisch durchstimbaren Empfängern		78
B.1	Einleitung	78
B.2	Übersteuerung	78
B.3	Linearitätsprüfung	78
B.4	Selektivität.....	78
B.5	Übliches Impulsverhalten.....	78
B.6	Signalerfassung	78
B.7	Frequenz-Durchstimmgeschwindigkeit.....	79
B.8	Signalerfassung	79
B.9	Mittelwerterfassung.....	79
B.10	Empfindlichkeit.....	79
B.11	Amplitudengenauigkeit	80
Anhang C (informativ) Beispiel für die Unsicherheitsbilanz		81
Anhang D (informativ) Durchstimmraten und Messzeiten zur Verwendung mit Mittelwertdetektoren		82
D.1	Allgemeines	82
D.1.1	Unterdrückung von impulsförmigem Rauschen.....	82
D.1.2	Unterdrückung von impulsförmigem Rauschen durch digitale Mittelwertbildung	83
D.2	Unterdrückung der Amplitudenmodulation	83
D.3	Messung von langsam intermittierenden, schwankenden oder driftenden schmalbandigen Störaussendungen.....	83
D.4	Empfohlenes Verfahren für automatische oder halbautomatische Messungen.....	85
Anhang E (informativ) Erklärung des APD-Messverfahrens.....		86
Literaturhinweise		87
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen.....		88
Bilder		
Bild 1 – Messung der Kombination aus einem sinusförmigen (kontinuierlichen) Signal (schmalbandig) und einem pulsformigen Signal (breitbandig) unter Verwendung von mehrfachen Suchläufen mit Maximalwertspeicherung		17
Bild 2 – Beispiel der Analyse des Zeitverlaufs		18
Bild 3 – Mit einem schrittweise abgestimmten Empfänger gemessenes breitbandiges Spektrum		19
Bild 4 – Intermittierende schmalbandige Störaussendungen, die mit Hilfe von schnellen, kurzen, wiederholenden Wobbelvorgängen mit Maximalwertspeicherung gemessen wurden, um eine Übersicht über das Aussendungsspektrum zu erhalten		19
Bild 5 – Konzept für Messungen der elektrischen Störfeldstärke auf Freifeldmessplätzen, wobei der direkte und der reflektierte Strahl von der Empfangsantenne empfangen werden		21

Bild 6 – Typischer Messaufbau im FAR, wobei a , b , c und e von den Leistungsmerkmalen des Raums abhängen	25
Bild 7 – Typischer Messaufbau für Tischgeräte im Prüfvolumen eines Raumes mit voller Absorberauskleidung (FAR)	27
Bild 8 – Typischer Messaufbau für Standgeräte im Prüfvolumen eines Raumes mit voller Absorberauskleidung (FAR)	28
Bild 9 – Messaufbau für Tischgeräte	34
Bild 10 – Messaufbau für Tischgeräte – Draufsicht.....	35
Bild 11 – Messaufbau für auf dem Boden stehende Geräte.....	36
Bild 12 – Messaufbau für auf dem Boden stehende Geräte – Draufsicht	37
Bild 13 – Lage der Ebenen für die Kalibrierung des gleichförmigen Feldbereichs – Draufsicht	37
Bild 14 – Messverfahren oberhalb 1 GHz, Empfangsantenne in vertikaler Polarisation	40
Bild 15 – Darstellung der Anforderungen zur Höhenvariation für zwei typische Arten von Prüflingen.....	43
Bild 16 – Messverfahren – Substitutionsverfahren	48
Bild 17 – Bestimmung des Übergangsabstands.....	55
Bild 18 – Konzept (Aufbau) für Messungen des durch die magnetische Feldstärke induzierten Stroms mit dem Rahmenantennensystem (RAS)	58
Bild A.1 – Flussdiagramm für die Auswahl von Bandbreiten und Detektoren und die geschätzten Messfehler für die jeweilige Auswahl	66
Bild A.2 – Relative Differenz der Amplituden von benachbarten Aussendungen bei vorläufigen Messungen	68
Bild A.3 – Unmodulierte Störaussendung (gestrichelte Kurve)	69
Bild A.4 – Amplitudenmodulierte Störaussendung (gestrichelte Kurve).....	69
Bild A.5 – Mit dem QS-Detektor angezeigtes amplitudenmoduliertes Signal als Funktion der Modulationsfrequenz in den CISPR-Bändern B, C und D.....	70
Bild A.6 – Anzeige eines pulsmodulierten Signals (Impulsdauer 50 μ s) als Funktion der Pulsfrequenz mit Spitzenwert-, Quasispitzenwert- und Mittelwertdetektoren	71
Bild A.7 – Breitbandige Störaussendung (gestrichelte Kurve).....	71
Bild A.8 – Unmodulierte Störaussendung des Prüflings (gestrichelte Kurve)	72
Bild A.9 – Amplitudenmodulierte Störaussendung des Prüflings (gestrichelte Kurve).....	72
Bild A.10 – Erhöhung des Spitzenwertes durch Überlagerung von zwei unmodulierten Signalen (U_a – Pegel der Aussendung aus der Umgebung, U_i – Pegel der Störaussendung des Prüflings)	74
Bild A.11 – Bestimmung der Amplitude des Störsignals mit Hilfe des Amplitudenverhältnisses d und des Faktors i	75
Bild A.12 – Erhöhung der Mittelwertanzeige bei der Messung mit einem realen Empfänger und Berechnung aus Gleichung (A.8)	76
Bild D.1 – Bewertungsfunktion eines Impulses mit einer Impulsdauer von 10 ms für Spitzenwert- („PK“) und Mittelwertgleichrichtung mit („CISPR AV“) und ohne („AV“) Spitzenwerterfassung: Zeitkonstante des Messgeräts 160 ms.....	84
Bild D.2 – Bewertungsfunktion eines Impulses mit einer Impulsdauer von 10 ms für Spitzenwert- („PK“) und Mittelwertgleichrichtung mit („CISPR AV“) und ohne („AV“) Spitzenwerterfassung: Zeitkonstante des Messgeräts 100 ms.....	84
Bild D.3 – Beispiel von Bewertungsfunktionen (eines 1-Hz-Impulses) für Spitzenwert- („PK“) und Mittelwerterfassung in Abhängigkeit von der Impulsdauer: Zeitkonstante des Messgeräts 160 ms	85

Bild D.4 – Beispiel von Bewertungsfunktionen (eines 1-Hz-Impulses) für Spitzenwert-(PK-) und Mittelwerterfassung in Abhängigkeit von der Impulsdauer: Zeitkonstante des Messgeräts 100 ms	85
Bild E.1 – Beispiel des APD-Messverfahrens 1 für schwankende Störaussendungen	86
Bild E.2 – Beispiel des APD-Messverfahrens 2 für schwankende Störaussendungen	87
Tabellen	
Tabelle 1 – Mindestsuchlaufzeiten für die drei CISPR-Bänder für die Messung mit Spitzenwert- und Quasispitzenwertdetektoren	15
Tabelle 2 – Mindestmaße von w ($w_{\min}$)	41
Tabelle 3 – Beispielhafte Werte von w für drei Arten von Antennen.....	42
Tabelle 4 – Empfohlene Antennenhöhen zur Sicherstellung der Signalerfassung (für vorausgehende Messungen) im Frequenzbereich 30 MHz bis 1 000 MHz	61
Tabelle A.1 – Kombinationen von Störaussendungen des Prüflings und Aussendungen aus der Umgebung	65
Tabelle A.2 – Messfehler in Abhängigkeit von der Art des Detektors und der Kombination aus Umgebungs- und Störsignalspektren	77
Tabelle C.1 – Unsicherheitsbilanz für Aussendungsmessungen in einem 3-m-Raum mit voller Absorberauskleidung (en: FAR)	81
Tabelle D.1 – Impuls-Unterdrückungsfaktoren und Durchstimmraten für eine Videobandbreite von 100 Hz.....	82
Tabelle D.2 – Zeitkonstante des Messgeräts und zugehörige Videobandbreiten sowie maximale Durchstimmraten.....	83

1 Anwendungsbereich

Dieser Teil von IEC/CISPR 16 ist eine Grundnorm, die die Verfahren zur Messung von gestrahlten Störgrößen im Frequenzbereich 9 kHz bis 18 GHz festlegt.

2 Normative Verweisungen

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

IEC/CISPR 13:2001, *Sound and television broadcast receivers and associated equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

IEC/CISPR 14-1:2005, *Electromagnetic compatibility – Requirements for household appliances, electric tools and similar apparatus – Part 1: Emission*

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

IEC/CISPR 16-1-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-2: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Ancillary equipment – Conducted disturbances*

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

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

IEC/CISPR 16-2-1:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-1: Methods of measurement of disturbances and immunity – Conducted disturbance measurements*

IEC/CISPR 16-2-2:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-2: Methods of measurement of disturbances and immunity – Measurement of disturbance power*

IEC/CISPR 16-2-4:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-4: Methods of measurement of disturbances and immunity – Immunity measurements*

IEC/CISPR 16-3:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*

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

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

IEC/CISPR 16-4-3:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-3: Uncertainties, statistics and limit modelling – Statistical considerations in the determination of EMC compliance of mass-produced products*

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

3 Begriffe

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

3.1

Zusatz-/Hilfseinrichtungen

1) Wandler (z. B. Tastköpfe bzw. Stromwandler, Netzwerke und Antennen), die an einen Messempfänger oder Prüfgenerator angeschlossen werden

2) Wandler (z. B. Tastköpfe bzw. Stromwandler, Netzwerke, Antennen), die in der Signal- oder Störgrößenübertragung zwischen einem Prüfling und einer Messeinrichtung oder einem (Prüf-)Signalgenerator eingeschaltet werden

3.2

Prüfling

Einrichtung (Gerät, Betriebsmittel und System), die (das) EMV-Konformitätsprüfungen (zur Störaussendung) unterworfen wird

3.3

Produktnorm

Norm, die EMV-Anforderungen für ein Produkt oder eine Produktfamilie festlegt, wobei besondere Gesichtspunkte des betreffenden Produktes oder der betreffenden Produktfamilie berücksichtigt werden

3.4

Aussendungsgrenzwert (für eine Störgröße)

festgelegter größter Aussendungspegel einer elektromagnetischen Störgröße

[IEV 161-03-12]^{N1)}

3.5

Bezugsmasse

eine Verbindung, die eine festgelegte parasitäre Kapazität zwischen einem Prüfling und seiner Umgebung herstellt und als Bezugspotential dient

ANMERKUNG Siehe auch IEV 161-04-36^{N2)}.

3.6

(elektromagnetische) Aussendung

Erscheinung, bei der elektromagnetische Energie aus einer Quelle austritt

[IEV 161-01-08]^{N3)}

3.7

Koaxialkabel

Kabel, das einen oder mehrere Koaxialleiter enthält und typischerweise für eine angepasste Verbindung von Zusatz-/Hilfseinrichtungen mit der Messeinrichtung oder dem (Prüf-)Signalgenerator verwendet wird, dabei einen festgelegten Wellenwiderstand und einen festgelegten zulässigen Höchstwert des Kopplungswiderstandes bereitstellend

3.8

Messempfänger

ein Empfänger zur Messung von Störgrößen mit verschiedenen Detektoren

ANMERKUNG Der Messempfänger ist in Übereinstimmung mit IEC/CISPR 16-1-1 festgelegt.

^{N1)} Nationale Fußnote: Inzwischen wurde diese Definition in IEV 161-13-15 geändert.

^{N2)} Nationale Fußnote: Inzwischen wurde diese Definition in IEV 161-14-39 geändert.

^{N3)} Nationale Fußnote: Inzwischen wurde diese Definition in IEV 161-11-08 geändert.

3.9

Prüfanordnung

ergibt die festgelegte Messanordnung des Prüflings, in der ein Aussendungspegel gemessen wird

ANMERKUNG Der Aussendungspegel wird entsprechend den Definitionen in IEV 161-03-11, IEV 161-03-12, IEV 161-03-14 und IEV 161-03-15^{N4)} gemessen.

3.10

Bewertung (Quasispitzenwert-Detektion)

Wiederholraten-abhängige Umwandlung der mit dem Spitzenwertdetektor gemessenen Spannungen von aufeinanderfolgenden Impulsen in eine Anzeige, die dem psychophysikalischen Störeindruck von impulsförmigen Störgrößen (akustisch oder visuell) entsprechend den Bewertungseigenschaften entspricht; alternativ ergibt sie die festgelegte Art und Weise, in der ein Aussendungs- oder ein Störfestigkeitspegel ermittelt wird

ANMERKUNG 1 Die Bewertungseigenschaften sind in IEC/CISPR 16-1-1 festgelegt.

ANMERKUNG 2 Der Aussendungs- oder Störfestigkeitspegel wird entsprechend den Definitionen in der IEC 60050(161) ermittelt (siehe IEV 161-03-01, IEV 161-03-11 und IEV 161-03-14^{N5)}).

3.11

kontinuierliche Störgröße

Dauerstörgröße

HF-Störgröße mit einer Dauer von mehr als 200 ms am ZF-Ausgang eines Messempfängers, die eine Ablenkung der Anzeige eines Messempfängers mit Quasispitzenwert-Bewertung verursacht, die nicht unmittelbar absinkt

[IEV 161-02-11, modifiziert]^{N6)}

ANMERKUNG Der Messempfänger ist in IEC/CISPR 16-1-1 festgelegt.

3.12

diskontinuierliche Störgröße

für gezählte Knacke ist sie eine Störgröße mit einer Dauer von weniger als 200 ms am ZF-Ausgang eines Messempfängers, die eine kurzzeitige Ablenkung der Anzeige eines Messempfängers mit Quasispitzenwert-Bewertung verursacht

ANMERKUNG 1 Für impulsförmige Störgrößen siehe IEV 161-02-08^{N7)}.

ANMERKUNG 2 Der Messempfänger ist in IEC/CISPR 16-1-1 festgelegt.

3.13

Messzeit

T_m

effektive, zusammenhängende Zeit für die Erzielung eines Messergebnisses für eine einzelne Frequenz (in manchen Bereichen auch Verweilzeit genannt)

- bei einem Messempfänger mit Spitzenwert-Bewertung die effektive Zeit zur Erkennung des Höchstwertes der Einhüllenden des Signals;
- bei einem Messempfänger mit Quasispitzenwert-Bewertung die effektive Zeit zur Messung des Höchstwertes der gewichteten Einhüllenden;

^{N4)} Nationale Fußnote: Inzwischen wurde diese Definitionen in IEV 161-13-14, IEV 161-13-15, IEV 161-13-17 und IEV 161-13-18 geändert.

^{N5)} Nationale Fußnote: Inzwischen wurden diese Definitionen in IEV 161-13-01, IEV 161-13-14 und IEV 161-13-17 geändert.

^{N6)} Nationale Fußnote: Inzwischen wurde diese Definition in IEV 161-12-11 geändert.

^{N7)} Nationale Fußnote: Inzwischen wurde diese Definition in IEV 161-12-12 geändert.

- bei einem Messempfänger mit Mittelwert-Bewertung die effektive Zeit zur Mittelung der Einhüllenden des Signals;
- bei einem Messempfänger mit Effektivwert-Bewertung die effektive Zeit zur Bestimmung des Effektivwertes der Einhüllenden des Signals

3.14

Wobblung

kontinuierliche Frequenzänderung über einen gegebenen Frequenzbereich

3.15

Suchlauf

kontinuierliche oder schrittweise Frequenzänderung über einen gegebenen Frequenzbereich

3.16

Suchlaufzeit

Durchstimmzeit

T_s

Zeit für den Suchlauf von der Anfangs- zur Endfrequenz

3.17

Bereich

Spanne

Δf

Differenz zwischen der Anfangs- und Endfrequenz eines Suchlaufs

3.18

Durchstimmgeschwindigkeit

Frequenzbereich, dividiert durch die Suchlaufzeit

3.19

Anzahl der Suchläufe je Zeiteinheit (z. B. je Sekunde)

n_s

$1/(\text{Suchlaufzeit} + \text{Rücklaufzeit})$

3.20

Beobachtungszeit

T_o

Summe der Messzeiten T_m für eine bestimmte Frequenz bei Mehrfach-Suchläufen. Wenn n die Anzahl der Suchläufe ist, dann ist $T_o = n \times T_m$.

3.21

gesamte Beobachtungszeit

T_{tot}

die effektive Zeit zur Gewinnung einer Übersicht über das Spektrum (entweder einzelne oder mehrere Suchläufe). Wenn c die Anzahl der Kanäle innerhalb eines Suchlaufs ist, dann ist $T_{\text{tot}} = c \times n \times T_m$.

4 Arten der zu messenden Störgrößen

Dieser Abschnitt beschreibt die Klasseneinteilung verschiedener Arten von Störaussendungen und die für ihre Messung geeigneten Detektoren.

4.1 Arten der Störgrößen

Aus physikalischen und physiologischen Gründen werden in Abhängigkeit von der spektralen Verteilung, der Bandbreite des Messempfängers, der Dauer und Wiederholrate der Störaussendung sowie dem subjektiven Störempfinden während der Bewertung und Messung der Funkstörung (hochfrequenten Störaussendung) folgende Arten von Störgrößen unterschieden:

- a) *schmalbandige kontinuierliche Störgrößen*, Im Allgemeinen Störaussendungen auf diskreten Frequenzen wie z. B. die Grundschwingungen und entsprechenden Oberschwingungen, die bei der beabsichtigten Anwendung von Hochfrequenzenergie mittels eines ISM-Geräts entstehen, wobei sich ein Frequenzspektrum ergibt, das nur aus einzelnen Spektrallinien zusammengesetzt ist, deren Abstände größer als die Bandbreite des Messempfängers sind, so dass während der Messung im Gegensatz zu b) nur eine Linie in die Bandbreite fällt;
- b) *breitbandige kontinuierliche Störgrößen*, die üblicherweise durch die Pulsfolgen von z. B. Kommutatormotoren ungewollt erzeugt werden und die eine Wiederholfrequenz haben, die kleiner als die Bandbreite des Messempfängers ist, so dass während der Messung mehr als eine Spektrallinie in die Bandbreite fällt;
- c) *breitbandige diskontinuierliche Störgrößen*, die ebenfalls ungewollt durch mechanische oder elektronische Schaltvorgänge von z. B. Thermostaten oder Programmreglern mit niedriger Wiederholrate, die kleiner als 1 Hz ist, erzeugt werden (Knackrate kleiner als 30/min).

Die Frequenzspektren bei b) und c) sind dadurch gekennzeichnet, dass sie im Fall von Einzelimpulsen ein kontinuierliches Spektrum und im Fall von wiederholten Impulsen ein diskontinuierliches Spektrum darstellen; beide Spektren werden dadurch gekennzeichnet, dass ihr Frequenzbereich größer als die Bandbreite des in der IEC/CISPR 16-1-1 spezifizierten Messempfängers ist.

4.2 Detektorfunktionen

Abhängig von den verschiedenen Arten der Störgrößen können Messungen mit Hilfe von Messempfängern durchgeführt werden mit:

- a) einem Mittelwertdetektor, der im Allgemeinen zur Messung von Schmalbandstörgrößen und -signalen benutzt wird, insbesondere zur Unterscheidung zwischen Schmalband- und Breitbandstörgrößen;
- b) einem Quasispitzenwertdetektor, der zur gewichteten Messung von Breitbandstörgrößen zur Ermittlung des subjektiven Störeffindens eines Rundfunkhörers benutzt wird, der aber auch zur Messung von Schmalbandstörgrößen verwendbar ist;
- c) einem Spitzenwertdetektor, der zur Messung sowohl von Breitband- als auch von Schmalbandstörgrößen benutzt werden kann.

Messempfänger, die über diese Detektorarten verfügen, sind in der IEC/CISPR 16-1-1 spezifiziert.

5 Anschluss der Messeinrichtung

Dieser Abschnitt beschreibt den Anschluss der Messeinrichtungen, der Messempfänger und der Zusatz-/Hilfseinrichtungen wie Netznachbildungen, Tastköpfe und Stromwandler (Stromzangen), Absorberzangen und Antennen.

5.1 Anschluss von Zusatz-/Hilfseinrichtungen

Die Verbindungsleitung zwischen dem Messempfänger und der Zusatz-/Hilfseinrichtung muss geschirmt und ihr Wellenwiderstand muss an die Eingangsimpedanz des Messempfängers angepasst sein.

Der Ausgang der Zusatz-/Hilfseinrichtung muss mit der vorgeschriebenen Impedanz abgeschlossen sein.

5.2 Verbindungen zur HF-Bezugsmasse

Die Stromversorgungs-Netznachbildung muss mit einer hochfrequenzmäßig niedrigen Impedanz an die Bezugsmasse angeschlossen werden, z. B. durch direkte Kontaktierung des Gehäuses der Stromversorgungs-Netznachbildung mit der leitenden Bezugsfläche bzw. der Bezugswand eines geschirmten Raumes, oder mit Hilfe eines Massebandes niedriger Impedanz, so kurz und breit wie praktisch möglich (das maximale Längen- zu Breitenverhältnis beträgt 3:1).

Messungen der Klemmenspannung müssen immer relativ zur Bezugsmasse durchgeführt werden. Masseschleifen (Erdschleifen) (Kopplung über eine gemeinsame Impedanz) sind dabei zu vermeiden. Dies ist auch beim Anschluss von Messeinrichtungen der Schutzklasse I (z. B. Messempfänger und ange-

geschlossene Zusatz-/Hilfseinrichtungen wie Oszilloskope, Analysatoren, Aufzeichnungsgeräte usw.), die mit einem Schutzleiter ausgerüstet sind, zu beachten. Falls der Schutzleiter der Messeinrichtung und der Schutzleiter der Spannungsversorgung keine Hochfrequenzisolation zur Bezugsmasse aufweisen, muss die notwendige HF-Isolation durch solche Mittel wie HF-Drosseln oder Trenntransformatoren oder, falls anwendbar, durch die Versorgung der Messeinrichtung mit Batterien erreicht werden, damit die HF-Verbindung der Messeinrichtung mit der Bezugsmasse über nur einen Pfad hergestellt wird.

Zum Aufbau der Schutzleiterverbindung zwischen dem Prüfling und der Bezugsmasse siehe [A.4 der IEC/CISPR 16-2-1](#).

Stationäre Messanordnungen erfordern keine Verbindung mit dem Schutzleiter, wenn die Bezugsmasse direkt angeschlossen ist und die nationalen Sicherheitsanforderungen für Schutzleiter (Schutzleiterverbindungen) einhält.

5.3 Verbindung zwischen Prüfling und Stromversorgungs-Netznachbildung

Allgemeine Leitlinien zur Auswahl von geerdeten und nicht-geerdeten Verbindungen zwischen Prüfling und Stromversorgungs-Netznachbildung werden im [Anhang A der IEC/CISPR 16-2-1](#) erörtert.

6 Allgemeine Messanforderungen und -bedingungen

Funkstörmessungen müssen:

- a) reproduzierbar, d. h. unabhängig vom Messort und den Umgebungsbedingungen, insbesondere dem Umgebungsrauschen sein;
- b) frei von Wechselwirkungen sein, d. h., der Anschluss des Prüflings an die Messeinrichtung darf weder die Funktion des Prüflings noch die Genauigkeit der Messeinrichtung beeinflussen.

Diese Anforderungen können durch Einhalten der folgenden Bedingungen erfüllt werden:

- c) Vorhandensein eines genügend großen Signal/Rausch-Abstands für den gewünschten Messpegel, z. B. für den Pegel des betreffenden Grenzwertes der Störaussendung;
- d) Verwendung eines festgelegten Messaufbaus, festgelegter Abschlüsse und Betriebsbedingungen des Prüflings;
- e) Sicherstellung einer ausreichend hohen Impedanz des Tastkopfes am Messpunkt bei Spannungsmessungen mit einem Tastkopf;
- f) bei der Verwendung eines Spektrumanalysators oder automatisch durchstimmbaren Empfängers sind dessen besondere Betriebs- und Kalibrierungsanforderungen zu berücksichtigen.

6.1 Störgrößen, die nicht vom Prüfling erzeugt werden

Der während der Messung zur Verfügung stehende Signal/Rausch-Abstand in Bezug auf das Umgebungsrauschen muss die nachfolgenden Bedingungen erfüllen. Sollte der Rauschpegel den zur Messung erforderlichen Signalpegel überschreiten, muss dies im Prüfbericht festgehalten werden.

6.1.1 Konformitätsprüfung

Ein Messplatz muss die Unterscheidung zwischen den Aussendungen des Prüflings und Signalen aus der Umgebung ermöglichen. Die Pegel der Umgebungssignale sollten vorzugsweise 20 dB, wenigstens aber 6 dB unter dem gewünschten Messpegel liegen. Bei einem Abstand von 6 dB kann der vom Prüfling erzeugte Pegel um bis zu 3,5 dB angehoben werden. Die Eignung des Messplatzes hinsichtlich der Umgebungssignale kann mit Hilfe einer Messung der Pegel der Umgebungssignale festgestellt werden, wobei der Prüfling am Messort aufgestellt ist, jedoch nicht betrieben wird.

Im Fall der Prüfung der Konformität mit einem Grenzwert darf der Pegel der Umgebungssignale die bevorzugten -6 dB überschreiten, vorausgesetzt, dass die Überlagerung des Umgebungsrauschens und der Aussendung des Prüflings den festgelegten Grenzwert nicht überschreitet. In diesem Fall wird angenommen, dass der Prüfling den Grenzwert einhält. Andere Maßnahmen können ebenfalls getroffen werden, z. B. die

Verringerung der Bandbreite für Schmalbandsignale und/oder das Heranführen der Antenne näher an den Prüfling.

ANMERKUNG Wenn die Umgebungs-Feldstärke und die Feldstärke des Prüflings unabhängig voneinander gemessen werden, kann es möglich sein, die vom Prüfling ausgehende Feldstärke mit einem bezifferbaren Grad der Ungenauigkeit abzuschätzen. Hierzu wird auf den [Anhang C der IEC/CISPR 11](#) verwiesen.

6.2 Messung kontinuierlicher Störgrößen (Dauerstörgrößen)

6.2.1 Kontinuierliche Schmalbandstörgrößen

Der Messempfänger muss auf die zu untersuchende diskrete Frequenz abgestimmt und im Falle von Frequenzschwankungen entsprechend nachgestimmt werden.

6.2.2 Kontinuierliche Breitbandstörgrößen

Falls bei der Messung einer kontinuierlichen Breitbandstörgröße deren Pegel schwankt, ist der größte reproduzierbare Messwert aufzunehmen. Siehe [6.4.1](#) für weitere Einzelheiten.

6.2.3 Verwendung von Spektrumanalysatoren und automatisch durchstimbaren Empfängern

Spektrumanalysatoren und automatisch durchstimbare Empfänger sind nützlich für Messungen der Störaussendung besonders im Hinblick auf die Verringerung der Messzeiten. Besondere Aufmerksamkeit ist jedoch bestimmten Eigenschaften dieser Messgeräte zu widmen, die Folgendes einschließen: Übersteuerung, Linearität, Selektivität, genormte Impulsantwort, Geschwindigkeit des Frequenzsuchlaufs („Wobbelgeschwindigkeit“), Signalerfassung, Empfindlichkeit, Amplitudengenauigkeit und Spitzenwert-, Mittelwert- sowie Quasispitzenwert-Detektion. Diese Eigenschaften werden im [Anhang B](#) behandelt.

6.3 Betriebsbedingungen des Prüflings

Der Prüfling muss unter folgenden Bedingungen betrieben werden.

6.3.1 Übliche Lastbedingungen

Die üblichen Lastbedingungen müssen der Produktspezifikation des Prüflings entsprechen; bei nicht auf diese Weise erfassten Prüflingen müssen die Lastbedingungen den Anweisungen des Herstellers entsprechen.

6.3.2 Betriebsdauer

Bei Prüflingen mit angegebener Nenn-Betriebsdauer muss diese den Herstellerangaben entsprechen; in allen anderen Fällen unterliegt die Betriebsdauer keiner zeitlichen Beschränkung.

6.3.3 Einlaufzeit

Es ist keine besondere Einlaufzeit vor Beginn der Messung festgelegt, jedoch muss der Prüfling eine ausreichend lange Zeit in Betrieb gewesen sein, um sicherzustellen, dass sein Betriebszustand und seine Betriebsbedingungen typisch sind für den praktischen Betrieb während seiner Lebensdauer. Für verschiedene Prüflinge können bestimmte Prüfbedingungen in den entsprechenden Produktunterlagen festgelegt sein.

6.3.4 Spannungsversorgung

Der Prüfling ist durch eine Spannungsversorgung zu speisen, welche die gleiche Nennspannung wie der Prüfling hat. Falls der Störaussendungspegel in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung stark schwankt, müssen die Messungen bei Versorgungsspannungen im Bereich zwischen dem 0,9- bis 1,1fachen der Nennspannung wiederholt werden. Prüflinge, die mehrere Nennspannungen besitzen, müssen bei der Nennspannung gemessen werden, bei der die höchsten Störaussendungen verursacht werden.

6.3.5 Betriebsweise

Der Prüfling muss unter praxismgerechten Bedingungen, bei denen die höchsten Störaussendungen verursacht werden, betrieben werden.

6.4 Interpretation der Messergebnisse

6.4.1 Kontinuierliche Störgrößen (Dauerstörgrößen)

- a) Wenn der Störpegel schwankt, dann ist die Anzeige des Messempfängers bei jeder Messung wenigstens 15 s lang zu beobachten; die höchsten Anzeigen sind aufzunehmen mit Ausnahme von einzelnen Nadelimpulsen (Knackstörgrößen), die nicht zu beachten sind (siehe 4.2 von IEC/CISPR 14-1).
- b) Wenn der allgemeine Pegel einer Störgröße nicht konstant ist, aber ein kontinuierlicher Anstieg oder Abfall von mehr als 2 dB in dem Beobachtungszeitraum von 15 s auftritt, dann muss der Pegel für eine weitere Periode beobachtet und im Hinblick auf die übliche Betriebsart des Prüflings wie folgt interpretiert werden:
 - 1) Wenn der Prüfling häufig ein- und ausgeschaltet wird oder seine Drehrichtung umgekehrt werden kann, dann sollte der Prüfling bei jeder Messfrequenz unmittelbar vor der Messung eingeschaltet bzw. die Drehrichtung umgekehrt und unmittelbar nach der Messung der jeweils andere Zustand hergestellt werden. Der größte Pegel, der während der ersten Minute bei jeder Messfrequenz erfasst wird, muss festgehalten werden.
 - 2) Wenn der Prüfling üblicherweise für längere Zeit in Betrieb ist, sollte er auch während der gesamten Prüfdauer eingeschaltet bleiben, und bei jeder Messfrequenz muss nur der Pegel festgehalten werden, für den sich eine konstante Anzeige einstellt (siehe dazu die unter Punkt a) angegebenen Vorkehrungen).
- c) Falls sich die Amplitudencharakteristik einer Störaussendung des Prüflings im Verlauf einer Messung von einem konstanten zu einem zufällig schwankenden Wert ändert, dann ist der Prüfling nach Punkt b) zu prüfen.
- d) Messungen sind im gesamten Frequenzbereich durchzuführen und Ergebnisse müssen wenigstens auf der Frequenz mit der höchsten Anzeige und wie gefordert in der zutreffenden IEC/CISPR-Publikation festgehalten werden.

6.4.2 Diskontinuierliche Störgrößen

Messungen diskontinuierlicher Störgrößen können bei einer eingeschränkten Anzahl von Frequenzen durchgeführt werden. Für weitere Einzelheiten siehe IEC/CISPR 14-1.

6.4.3 Messung der Dauer der Störgrößen

Der Prüfling ist an die entsprechende Netznachbildung anzuschließen. Wenn ein Messempfänger vorhanden ist, dann wird dieser mit der Netznachbildung verbunden, und ein Oszilloskop wird am ZF-Ausgang der Messeinrichtung angeschlossen. Wenn kein Messempfänger vorhanden ist, ist das Oszilloskop direkt mit der Netznachbildung zu verbinden. Der Ausgangswert für die Zeitablenkung des Oszilloskops ist abhängig von der Art der zu messenden Störgröße; die Zeitablenkung ist auf einen Wert zwischen 1 ms/div und 10 ms/div für Prüflinge mit schnellen Schaltvorgängen und zwischen 10 ms/div und 200 ms/div für alle anderen Prüflinge einzustellen. Die Dauer der Störgröße kann entweder direkt mit einem Speicheroszilloskop oder einem digitalen Oszilloskop oder mit Hilfe eines Fotos oder Papierausdrucks der Anzeige aufgezeichnet werden.

6.5 Messzeiten und Durchstimmgeschwindigkeiten für die Messung kontinuierlicher Störgrößen (Dauerstörgrößen)

Die Messzeiten von Messempfängern und automatisch durchstimbaren Empfängern müssen sowohl bei manuell durchgeführten, bei automatischen als auch bei halbautomatischen Messungen so eingestellt werden, dass der höchste Wert der Störaussendung gemessen wird. Insbesondere muss, wenn ein Messempfänger mit Spitzenwertdetektor für orientierende Messungen mit Frequenzsuchlauf verwendet wird, bei den Messzeiten und Durchstimmgeschwindigkeit das Zeitverhalten der zu messenden Störaussendung be-

rücksichtigt werden. Mehr ins Einzelne gehende Anleitungen über die Durchführung von automatischen Messungen können in [Abschnitt 8](#) gefunden werden.

6.5.1 Mindest-Messzeiten

[B.7](#) der vorliegenden Norm enthält eine Tabelle der minimalen Suchlaufzeiten oder der – in der Praxis erreichbaren – höchsten Durchstimmgeschwindigkeiten. Aus dieser Tabelle wurden die nachfolgenden Mindestsuchlaufzeiten für jedes vollständige CISPR-Band abgeleitet.

Tabelle 1 – Mindestsuchlaufzeiten für die drei CISPR-Bänder für die Messung mit Spitzenwert- und Quasispitzenwertdetektoren

Frequenzband		Suchlaufzeit T_s für die Messung mit Spitzenwertdetektor	Suchlaufzeit T_s für die Messung mit Quasispitzenwertdetektor
A	9 kHz bis 150 kHz	14,1 s	2 820 s = 47 min
B	0,15 MHz bis 30 MHz	2,985 s	5 970 s = 99,5 min = 1 h 39 min
C/D	30 MHz bis 1 000 MHz	0,97 s	19 400 s = 323,3 min = 5 h 23 min

Die in Tabelle 1 angegebenen Suchlaufzeiten gelten für sinusförmige Signale. Die Suchlaufzeiten sind in Abhängigkeit von der Art der Störgröße gegebenenfalls zu erhöhen – sogar bei Messungen mit Messempfänger mit Quasispitzenwertdetektor. In extremen Fällen muss die Messzeit T_m bei einer bestimmten Frequenz auf 15 s erhöht werden, wenn der Pegel der beobachteten Störaussendung nicht stabil ist (siehe [6.4.1](#)). Einzelne Knacke sind jedoch ausgenommen.

Durchstimmraten und Messzeiten zur Verwendung mit Mittelwertdetektoren sind in [Anhang D](#) zu finden.

Die meisten Produktnormen legen für Konformitätsprüfungen die Quasispitzenwert-Bewertung fest, die sehr zeitaufwändig ist, wenn keine zeitsparenden Verfahren angewendet werden (siehe [Abschnitt 8](#)). Bevor zeitsparende Verfahren angewendet werden können, muss die Störaussendung durch einen orientierenden Frequenzsuchlauf bestimmt werden. Zur Sicherstellung, dass z. B. intermittierende Signale während einer Übersichtsmessung nicht übersehen werden, müssen die Betrachtungen in [6.5.2](#) und [6.5.4](#) berücksichtigt werden.

6.5.2 Durchstimmgeschwindigkeiten für Suchlauf-Empfänger und Spektrumanalysatoren

Um sicherzustellen, dass während automatischer Messungen mit Frequenzsuchlauf über Frequenzbereiche keine Signale übersehen werden, muss eine der beiden nachstehenden Bedingungen eingehalten werden:

- 1) Bei einem einzelnen Suchlauf: Die Messzeit auf jeder Frequenz muss größer sein als die zeitlichen Abstände zwischen den Impulsen intermittierender Signale.
- 2) Bei mehreren Suchläufen mit Maximalwertspeicherung (Max Hold): Die Beobachtungszeit auf jeder Frequenz sollte ausreichend sein zur Erfassung von zeitweilig unterbrochenen Signalen.

Die Frequenz-Durchstimmgeschwindigkeit wird durch die Einstellung der Auflösungsbandbreite und der Videobandbreite des Messgeräts begrenzt. Wenn eine für das gegebene Messgerät zu hohe Durchstimmgeschwindigkeit gewählt wird, werden fehlerhafte Messergebnisse erzielt. Daher muss eine für den ausgewählten Frequenzbereich ausreichend lange Suchlaufzeit gewählt werden. Unterbrochene Signale können entweder durch einen einzelnen Suchlauf mit ausreichender Beobachtungszeit für jede Frequenz oder durch mehrere Suchläufe mit Maximalwertspeicherung erfasst werden. Üblicherweise ist das zuletzt genannte Verfahren hocheffizient für die Gewinnung einer Übersicht über unbekannte Störaussendungen: Solange sich die Anzeige des Spektrums ändert, können nach wie vor unterbrochene Signale vorhanden sein, die es zu entdecken gilt. Die Beobachtungszeit muss in Übereinstimmung mit der Periodizität, mit der störende Signale auftreten, gewählt werden. In manchen Fällen muss die Durchstimmgeschwindigkeit möglicherweise verändert werden, um Synchronisationseffekte zu vermeiden.

Zur Bestimmung der minimalen Suchlaufzeit für Messungen mit einem Spektrumanalysator oder einem Suchlauf-Empfänger auf der Grundlage einer gegebenen Einstellung des Messgeräts und der Verwendung der Spitzenwert-Bewertung müssen zwei verschiedene Fälle unterschieden werden. Wenn die Videoband-

breite so eingestellt wird, dass sie **breiter** als die Auflösungsbandbreite ist, kann der nachfolgende Ausdruck zur Berechnung der minimalen Suchlaufzeit verwendet werden:

$$T_{s \min} = \frac{(k \times \Delta f)}{B_{\text{res}}^2} \quad (1)$$

Dabei ist

- $T_{s \min}$ die minimale Suchlaufzeit;
- Δf der Frequenzbereich;
- B_{res} die Auflösungsbandbreite;
- k eine auf die Einhüllende des Auflösungsfilters bezogene Proportionalitätskonstante, die einen Wert zwischen 2 und 3 für synchron-abgestimmte, nahe dem Gauss'schen Filter liegende Filter annimmt. Für nahezu rechteckige, versetzt abgestimmte Filter besitzt k einen Wert zwischen 10 und 15.

Wenn die Videobandbreite so eingestellt wird, dass sie gleich oder kleiner als die Auflösungsbandbreite ist, kann der nachfolgende Ausdruck zur Berechnung der minimalen Suchlaufzeit verwendet werden:

$$T_{s \min} = \frac{(k \times \Delta f)}{(B_{\text{res}} \times B_{\text{video}})} \quad (2)$$

Dabei ist

- B_{video} die Videobandbreite.

Die meisten Spektrumanalysatoren und automatisch durchstimbaren Empfänger koppeln die Suchlaufzeit automatisch mit dem ausgewählten Frequenzbereich und den Einstellungen der Bandbreite. Dabei wird die Suchlaufzeit so eingestellt, dass eine kalibrierte Anzeige beibehalten wird. Die automatische Suchlaufzeitauswahl kann überschrieben werden, wenn längere Beobachtungszeiten benötigt werden, z. B. um Signale zu erfassen, die sich langsam ändern.

Zusätzlich wird bei wiederholten Suchläufen die Anzahl der Suchläufe je Sekunde durch die minimale Suchlaufzeit $T_{s \min}$ und die Rücklaufzeit (Zeit, die benötigt wird, um den Lokaloszillator wieder abzustimmen und die Messergebnisse zu speichern usw.) bestimmt.

6.5.3 Suchlaufzeiten für schrittweise durchstimbare Empfänger

Schrittweise durchstimbare Empfänger werden nacheinander auf einzelne Frequenzen unter Verwendung von vorbestimmten Schrittweiten abgestimmt. Während sie den interessierenden Frequenzbereich in diskreten Frequenzschritten erfassen, ist eine Mindestverweilzeit auf jeder Frequenz erforderlich, damit das Messgerät das Eingangssignal genau misst.

Für die tatsächliche Messung ist eine Frequenzschrittweite von reichlich 50 % der verwendeten Auflösungsbandbreite oder weniger (abhängig von der Einhüllenden des Auflösungsfilters) erforderlich, um die aufgrund der Schrittweite bestehende Messunsicherheit für schmalbandige Signale zu verringern. Unter diesen Annahmen kann die Suchlaufzeit $T_{s \min}$ für einen schrittweise durchstimbaren Empfänger unter Verwendung der nachfolgenden Gleichung berechnet werden:

$$T_{s \min} = T_{m \min} \frac{\Delta f}{(B_{\text{res}} \times 0,5)} \quad (3)$$

Dabei ist $T_{m \min}$ die minimale Messzeit (Verweilzeit) für jede Frequenz.

Neben der Messzeit muss eine bestimmte Zeit zusätzlich berücksichtigt werden, die der Synthesizer für das Weiterschalten zur nächsten Frequenz und die Steuerung des Messgerätes für die Speicherung des Messergebnisses benötigt, was bei den meisten Messempfängern automatisch durchgeführt wird, so dass die effektive Messzeit die effektive Zeit für die Gewinnung des Messergebnisses darstellt. Dieses Zeitintervall wird ferner durch den ausgewählten Detektor, z. B. Spitzenwert- oder Quasispitzenwertdetektor, bestimmt.

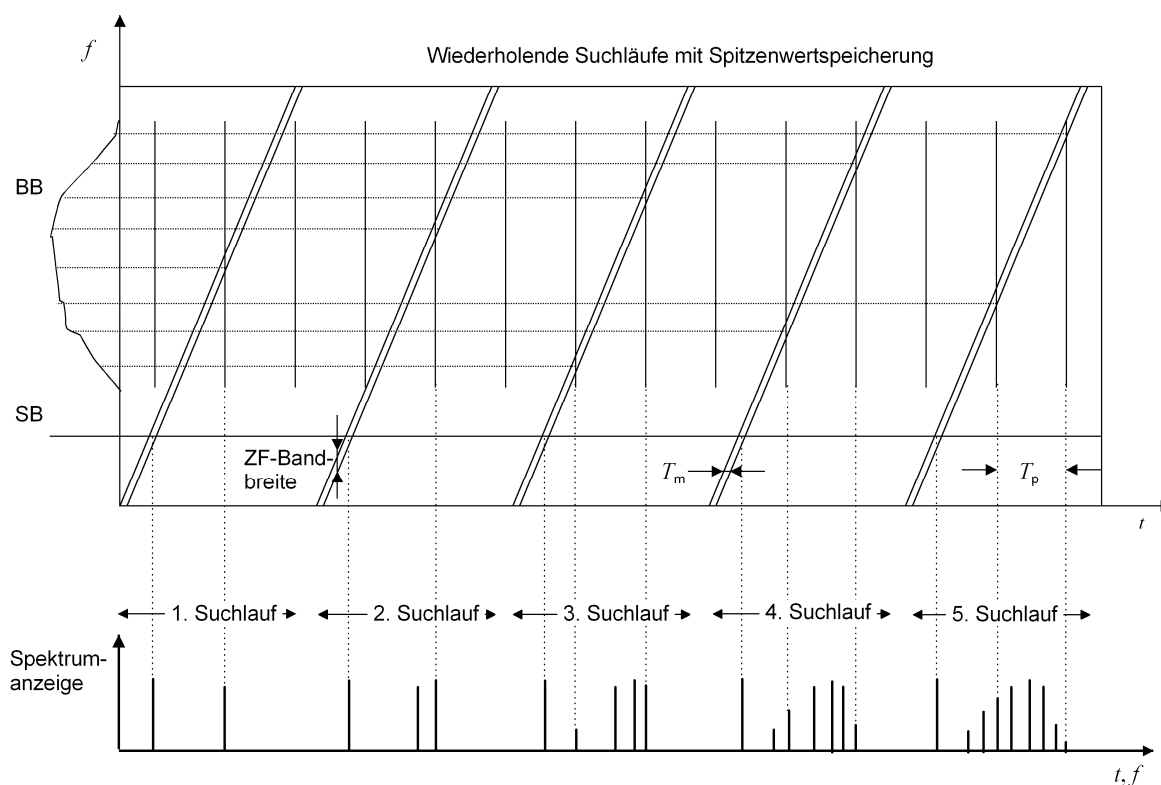
Bei der Messung von ausschließlich breitbandigen Aussendungen kann die Frequenzschrittweite erhöht werden. In diesem Fall besteht das Ziel der Messung nur darin, die Höchstwerte des Aussendungsspektrums zu finden.

6.5.4 Strategien zur Erlangung einer Übersicht über das Spektrum unter Verwendung des Spitzenwertdetektors

Bei jeder vorausgehenden Übersichtsmessung muss die Wahrscheinlichkeit der Erfassung sämtlicher kritischer Spektralanteile des Prüflings gleich 100 % sein oder 100 % so nahe wie möglich kommen. In Abhängigkeit von der Art des Messempfängers und den Eigenschaften der Störgröße, die schmalbandige und breitbandige Anteile aufweisen kann, werden zwei allgemeine Lösungsansätze vorgeschlagen:

- Schrittweiser Suchlauf: Die Messzeit (Verweilzeit) auf jeder Frequenz muss für jede Frequenz ausreichend lang sein, um den Spitzenwert des Signals zu messen, z. B. sollte die Messzeit bei einem impulsförmigen Signal länger als der Kehrwert der Wiederholfrequenz des Signals sein.
- Gewobbelter Suchlauf: Die Messzeit (Verweilzeit) auf jeder Frequenz muss größer als die Pausen bei unterbrochenen Signalen (einzelner Suchlauf) sein, und die Anzahl der Frequenzsuchläufe während der Beobachtungszeit sollte so groß wie möglich sein, um die Wahrscheinlichkeit einer Signalerfassung zu erhöhen.

Die Bilder 1, 2 und 3 zeigen Beispiele für die Beziehung zwischen verschiedenen zeitveränderlichen Aussendungsspektren und den dazugehörigen Anzeigen eines Messempfängers. In jedem Fall zeigt der obere Teil des Bildes die Position der Empfängerbandbreite, wie sie entweder durch das Spektrum wobbelt oder es schrittweise durchläuft.

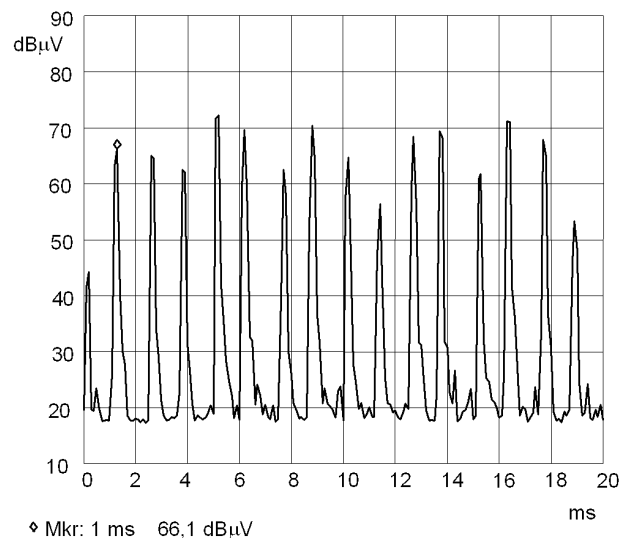


T_p ist die Pulsperiode. In der Darstellung des Spektrums über der Zeit (unterer Teil des Bildes) erscheint bei jeder senkrechten Linie ein Impuls.

Bild 1 – Messung der Kombination aus einem sinusförmigen (kontinuierlichen) Signal (schmalbandig) und einem pulsförmigen Signal (breitbandig) unter Verwendung von mehrfachen Suchläufen mit Maximalwertspeicherung

Wenn die Art der Störaussendung unbekannt ist, erlauben mehrfache Suchläufe mit der kürzestmöglichen Suchlaufzeit und Spitzenwerterfassung die Bestimmung der Einhüllenden des Spektrums. Ein kurzer einzelner Suchlauf reicht aus, um den Anteil des sinusförmigen (kontinuierlichen) schmalbandigen Signals im Spektrum des Prüflings zu messen. Bei kontinuierlichen breitbandigen Signalen und unterbrochenen schmalbandigen Signalen können mehrfache Suchläufe mit verschiedenen Durchstimmgeschwindigkeiten unter Verwendung der Funktion der Maximalwertspeicherung erforderlich sein, um die Einhüllende des Spektrums zu bestimmen. Bei impulsförmigen Signalen mit niedriger Wiederholrate werden viele Suchläufe erforderlich sein, um die Einhüllende des Spektrums der breitbandigen Komponente aufzufüllen.

Die Verringerung der Messzeit erfordert eine Analyse des Zeitverlaufs der zu messenden Signale. Diese kann entweder mit fest abgestimmtem Messempfänger („Zero-Span-Modus“), der eine graphische Signalanzeige liefert, oder mit Hilfe eines Oszilloskops, das mit dem ZF- oder dem Video-Ausgang des Empfängers verbunden ist, durchgeführt werden, wie z. B. im Bild 2 gezeigt wird.



Störaussendung eines Gleichstrom-Kollektormotors: Aufgrund der Anzahl der Kollektorsegmente ist die Pulsfrequenz hoch (ungefähr 800 Hz) und die Impulsamplitude schwankt beträchtlich. Daher ist in diesem Beispiel die empfohlene Messzeit (Verweilzeit) bei Verwendung eines Spitzenwertdetektors > 10 ms.

Bild 2 – Beispiel der Analyse des Zeitverlaufs

Auf diese Weise können Impulsdauer und Pulsfrequenzen bestimmt und die Durchstimmgeschwindigkeiten oder Verweilzeiten ausgewählt werden:

- Bei **kontinuierlichen unmodulierten schmalbandigen Störaussendungen** kann die bei den gewählten Einstellungen des Messgeräts kürzeste Suchlaufzeit verwendet werden.
- Bei **rein kontinuierlichen breitbandigen Störaussendungen**, z. B. von Motoren mit Zündanlagen, Lichtbogen-Schweißeinrichtungen und Kollektormotoren, kann ein schrittweiser Suchlauf (mit Spitzenwert- oder sogar Quasispitzenwertdetektor) zum Aufzeichnen des Aussendungsspektrums verwendet werden. In diesem Fall wird das Wissen über die Art der Störgröße benutzt, um eine Mehrlinienkurve als Einhüllende des Spektrums zu zeichnen (siehe Bild 3). Die Schrittweite muss so gewählt werden, dass keine bedeutsamen Schwankungen in der Einhüllenden des Spektrums fehlen. Eine Messung mit einzelner Suchlauf kann – wenn sie ausreichend langsam durchgeführt wird – ebenfalls die Einhüllende des Spektrums ergeben.
- Bei **schmalbandigen intermittierenden Störaussendungen** mit unbekannten Frequenzen können entweder schnelle kurze Suchläufe mit Maximalwertspeicherung (siehe Bild 4) oder ein langsamer einzelner Suchlauf durchgeführt werden. Vor der tatsächlichen Messung kann eine Analyse des Zeitverlaufs erforderlich sein, um eine ordnungsgemäße Erfassung des Signals sicherzustellen.

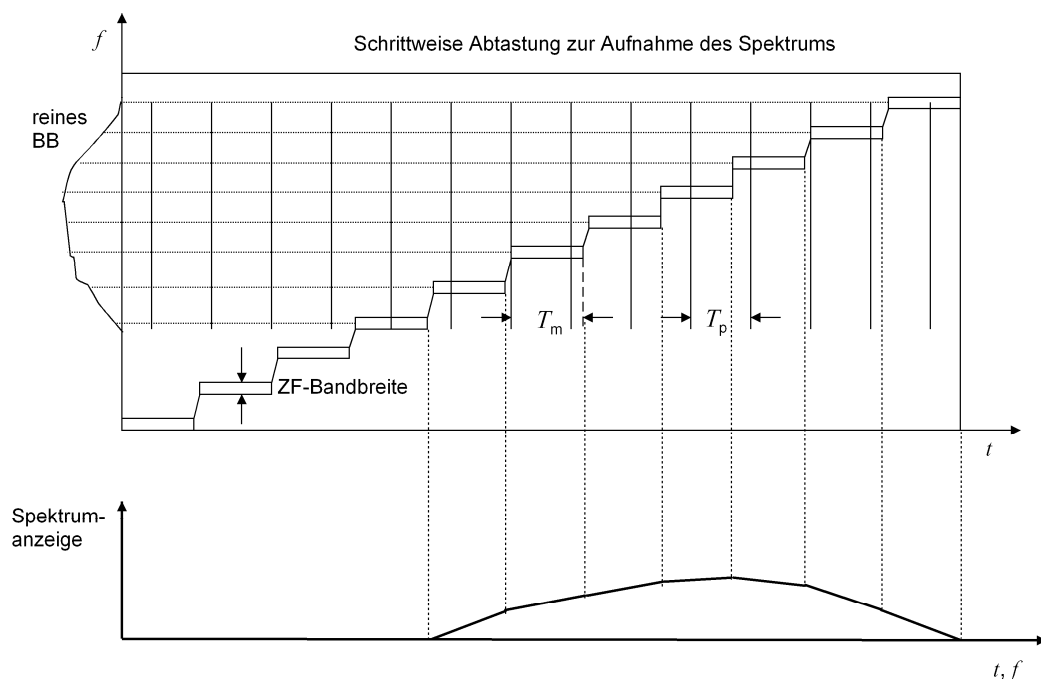
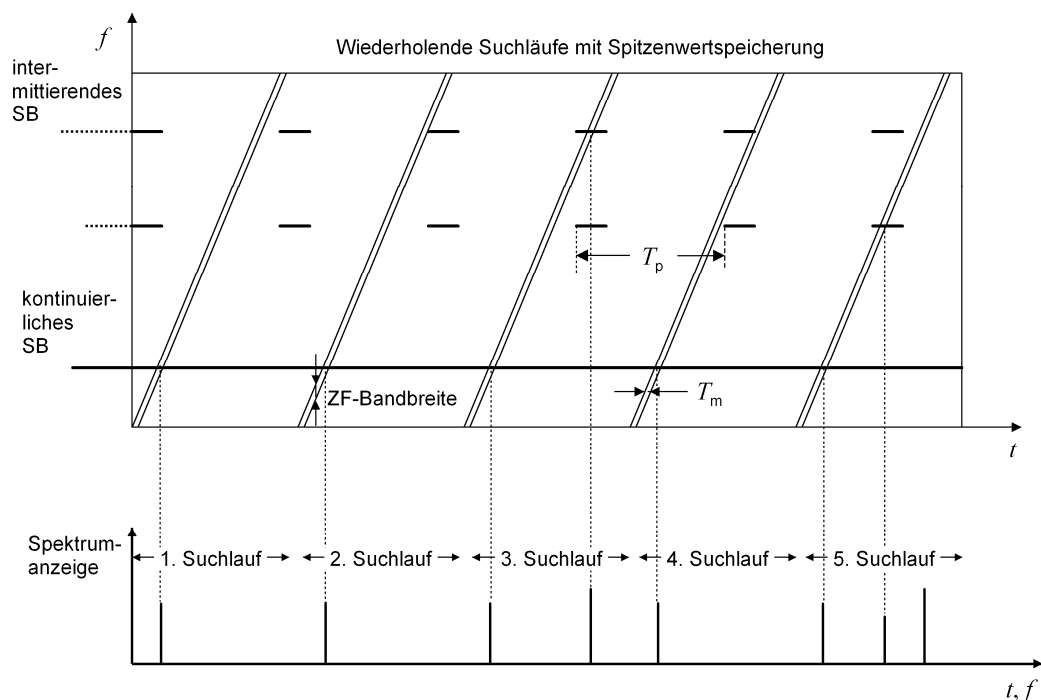


Bild 3 – Mit einem schrittweise abgestimmten Empfänger gemessenes breitbandiges Spektrum

Die Messzeit (Verweilzeit) T_m sollte länger sein als die Pulsperiode T_p , welche der Kehrwert der Pulsfrequenz ist.



ANMERKUNG Bei dem vorstehenden Beispiel sind fünf Suchläufe erforderlich, bis alle Spektralanteile erfasst sind. Die Anzahl der erforderlichen Suchläufe oder die Suchlaufzeit muss in Abhängigkeit von der Impulsdauer und der Pulsperiode gegebenenfalls erhöht werden.

Bild 4 – Intermittierende schmalbandige Störaussendungen, die mit Hilfe von schnellen, kurzen, wiederholenden Wobbelvorgängen mit Maximalwertspeicherung gemessen wurden, um eine Übersicht über das Aussendungsspektrum zu erhalten

Intermittierende breitbandige Störaussendungen müssen mit Hilfe von Analyseverfahren für diskontinuierliche Störgrößen, wie sie in der **IEC/CISPR 16-1-1** beschrieben sind, gemessen werden.

7 Messung von gestrahlten Störgrößen

7.1 Einleitung

Dieser Abschnitt beschreibt die allgemeinen Verfahren für die Messung von Störfeldstärken, die von Geräten und Systemen erzeugt werden. Die Erfahrung mit der Messung von gestrahlten Störgrößen ist weniger umfassend als diejenige mit der Messung von Spannungen. Die Verfahren zur Messung von gestrahlten Störgrößen sind daher offen für Überarbeitung und Erweiterung entsprechend der Zunahme des Kenntnisstandes und der Erfahrung. Insbesondere muss die Aufmerksamkeit auf die Wirkungen von Leitungen und Kabeln, die mit dem Prüfling verbunden sind, gerichtet werden.

Für einige Produkte kann es erforderlich sein, die elektrische, die magnetische oder beide Komponenten der gestrahlten Störgröße zu messen. Manchmal ist die Messung einer Größe, die mit der Strahlungsleistung verknüpft ist, geeigneter. Üblicherweise sollten sowohl die horizontale als auch die vertikale Komponente der Störgröße in Bezug auf die reflektierende Grundfläche gemessen werden. Die Ergebnisse der Messung der elektrischen oder magnetischen Komponenten können in Spitzen-, Quasispitzen-, Mittel- oder Effektivwerten ausgedrückt werden.

Die magnetische Komponente der Störgröße wird üblicherweise bei Frequenzen bis zu 30 MHz gemessen. Bei Messungen des Magnetfeldes wird nur die horizontale Komponente des Feldes am Ort der Empfangsantenne gemessen, wenn das Verfahren für entfernte Antennen verwendet wird. Wenn das große Rahmenantennensystem (en: LLA) verwendet wird, werden die drei aufeinander senkrecht stehenden magnetischen Dipolmomente des Prüflings gemessen (Beachte, dass bei dem Einzelantennen-Verfahren die horizontale Komponente des Feldes am Ort der Empfangsantenne durch die horizontalen und vertikalen Dipolmomente des Prüflings bestimmt werden, weil die Reflektion eine Rolle spielt).

7.2 Messungen der Feldstärke im Frequenzbereich 9 kHz bis 1 GHz

Messungen der Feldstärke können auf einem Freifeldmessplatz, in einem geschirmten Raum, der mit Absorbieren ausgekleidet ist, in einer Modenverwirbelungskammer oder durch Verwendung eines großen Rahmenantennensystems durchgeführt werden. Aus praktischen Gründen können auch andere Prüfplätze festgelegt werden.

7.2.1 Messungen auf dem Freifeldmessplatz

Der Freifeldmessplatz muss in Bezug auf seine physikalischen und elektrischen Eigenschaften und seine Eignung die entsprechenden Festlegungen der **IEC/CISPR 16-1-4** und der **IEC/CISPR 16-1-5^{N8)}** einhalten.

7.2.2 Allgemeines Messverfahren

Bild 5 zeigt das auf einem Freifeldmessplatz umgesetzte Messkonzept, wobei von der Empfangsantenne der direkte und der vom Boden reflektierte Strahl empfangen wird.

Der Prüfling wird in einer festgelegten Höhe über der reflektierenden Grundfläche aufgebaut und so angeordnet, dass sich die üblichen Betriebsbedingungen ergeben. Die Antenne wird in der festgelegten Entfernung aufgestellt. Der Prüfling wird in der horizontalen Ebene gedreht und die höchste Anzeige während der Messung festgehalten. Die Antennenhöhe wird so eingestellt, dass sich der direkte und der reflektierte Strahl bei gleicher oder annähernd gleicher Phase addieren. Die einzelnen Schritte des Verfahrens dürfen vertauscht werden und es kann notwendig sein, sie zu wiederholen, um die höchste Störaussendung zu ermitteln. Aus praktischen Gründen ist die Höhenvariation eingeschränkt, und daher kann es sein, dass die vollkommene phasengleiche Addition nicht erreicht wird.

^{N8)} Nationale Fußnote: IEC/CISPR 16-1-5 gilt für Antennenkalibrierungsmessplätze und nicht für übliche Freifeldmessplätze.

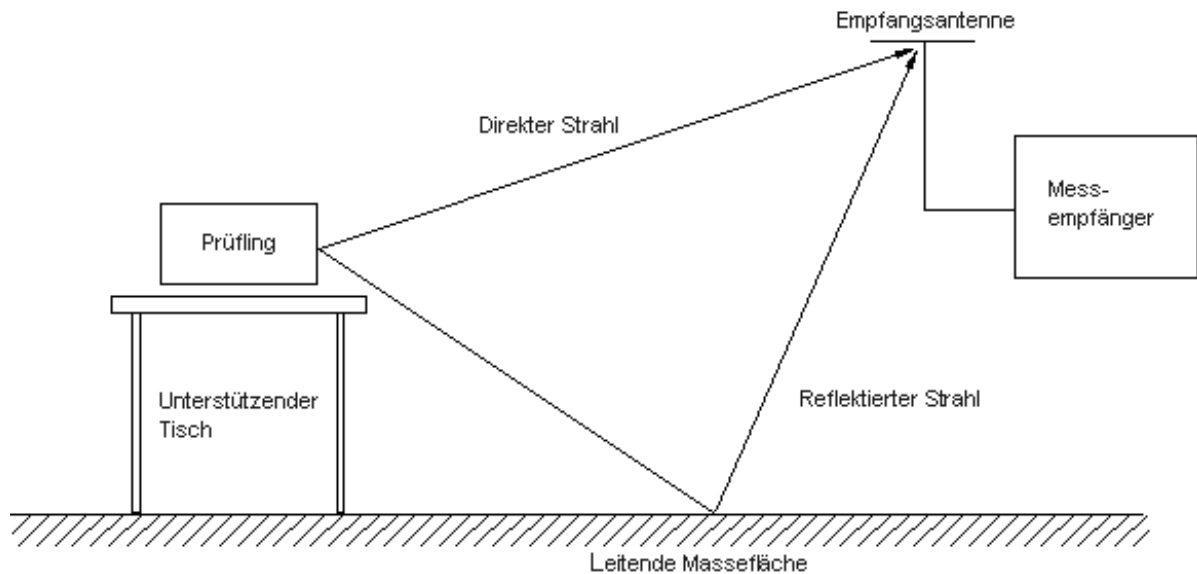


Bild 5 – Konzept für Messungen der elektrischen Störfeldstärke auf Freifeldmessplätzen, wobei der direkte und der reflektierte Strahl von der Empfangsantenne empfangen werden

7.2.3 Messentfernung

Ein Prüfling, für den ein Grenzwert der gestrahlten Störaussendung bei einer festgelegten Entfernung gilt, sollte bei dieser Entfernung gemessen werden, es sei denn, dass dieses wegen der Abmessungen der Einrichtung (des Gerätes) usw. nicht praktikabel wäre. Die Messentfernung ist die Länge der Projektion des zur Antenne und zum Antennenmittelpunkt nächstgelegenen Punktes des Prüflings auf der reflektierenden Grundfläche. In manchen Messaufbauten wird die Entfernung von der Antenne zum Strahlungsmittelpunkt des Prüflings gemessen. Für eine Messentfernung von 10 m können beide Verfahren verwendet werden. Eine Entfernung von 10 m wird bei den meisten Freifeldmessplätzen vorgezogen, da bei dieser Entfernung die erwartete Höhe der zu messenden Störgröße wesentlich über dem allgemeinen Pegel des Umgebungsrauschens liegt und somit aussagekräftige Prüfungen erlaubt. Entfernungen von weniger als 3 m oder mehr als 30 m werden im Allgemeinen nicht verwendet. Wenn eine von der festgelegten Entfernung abweichende Messentfernung erforderlich ist, sollten die Ergebnisse extrapoliert werden, wobei die in den entsprechenden Produktnormen festgelegten Verfahren zu verwenden sind. Ist keine Anleitung gegeben, muss eine geeignete Begründung für die Extrapolation gegeben werden. Im Allgemeinen folgt die Extrapolation nicht einem einfachen Gesetz der Umkehrung mit der Entfernung.

Soweit es möglich ist, sollten Messungen im Fernfeld durchgeführt werden. Der Bereich des Fernfeldes kann durch folgende Bedingungen festgelegt werden:

Die Messentfernung d wird so ausgewählt, dass:

- $d \geq \lambda/6$, bei dieser Entfernung ist $E/H = Z_0 = 120 \pi = 377 \Omega$, d. h., die elektrische und die magnetische Komponente der Feldstärke stehen aufeinander senkrecht und der Messfehler liegt in der Größenordnung von 3 dB, wenn der Prüfling als abgestimmte Dipolantenne angesehen wird, oder
- $d \geq \lambda$, Bedingung für eine ebene Welle, wobei der Fehler in der Größenordnung von 0,5 dB liegt, wenn der Prüfling als abgestimmte Dipolantenne angesehen wird, oder
- $d \geq 2 D^2/\lambda$, wobei D die größte Abmessung entweder des Prüflings oder der Antenne, welche die kleinste Öffnung für die Ausleuchtung des Prüflings bestimmt, ist; dies gilt für Fälle, bei denen $D \gg \lambda$ ist.

7.2.4 Höhenvariation der Antenne

Für Messungen der elektrischen Feldstärke muss die Höhe der Antenne über der reflektierenden Grundfläche innerhalb eines festgelegten Bereiches variiert werden, um die größte Anzeige zu erzielen, welche auftritt, wenn der direkte und der reflektierte Strahl in Phase sind. Als allgemeine Regel für Messentfernungen

bis zu und einschließlich 10 m gilt: Die Antennenhöhe bei Messungen der elektrischen Feldstärke muss zwischen 1 m und 4 m variiert werden. Bei größeren Entfernungen von bis zu 30 m muss die Höhe vorzugsweise zwischen 2 m und 6 m variiert werden. Es kann notwendig sein, die niedrigste Antennenhöhe über dem Boden auf 1 m herunter einzustellen, um die größte Anzeige zu erzielen. Diese Höhenvariationen gelten sowohl für die horizontale wie auch für die vertikale Polarisation, mit der Ausnahme, dass bei der vertikalen Polarisation die niedrigste Höhe so angehoben werden muss, dass der tiefste Antennenpunkt einen Mindestabstand von wenigstens 25 cm von der Bodenoberfläche einhält. Bei Messungen der magnetischen Feldstärke mit Hilfe der einzelnen Rahmenantenne kann die Höhe der Empfangsantenne auf eine festgelegte Auslenkung eingestellt werden (typischerweise 1 m zwischen dem Boden und dem unteren Teil der Rahmenantenne). Die Rahmenantenne und der Prüfling müssen im Azimut (in der horizontalen Ebene, um die vertikale Achse) gedreht werden, um den Höchstwert der zu messenden Störgröße zu erhalten.

7.2.5 Produktspezifische Einzelheiten

Zusätzlich zur Festlegung der Einzelheiten des Messverfahrens und der Parameter der zu messenden Störgröße müssen die Produktnormen andere wesentliche Einzelheiten, wie sie nachfolgend umrissen werden, enthalten.

7.2.5.1 Prüfumgebung

Der Einfluss der Prüfumgebung muss betrachtet werden, um die richtige Funktion des Prüflings sicherzustellen. Wichtige Parameter der physikalischen Umgebung müssen festgelegt werden, z. B. Temperatur und Luftfeuchte.

Die elektromagnetische Umgebung erfordert besondere Betrachtungen, um genaue Messungen der Störgröße sicherzustellen. Das hochfrequente Umgebungsrauschen und die Signalpegel, die auf dem Prüfplatz bei abgeschaltetem Prüfling gemessen werden, sollten wenigstens 6 dB unter dem Grenzwert sein. Es ist bekannt, dass dieses nicht immer bei allen Frequenzen umsetzbar ist. Wenn jedoch die gemessenen Pegel des Umgebungsrauschens plus den hochfrequenten Störaussendungen des Prüflings den Grenzwert nicht überschreiten, wird angenommen, dass der Prüfling den Grenzwert einhält. Für weitere Anleitungen in Bezug auf die Umgebungspegel und daraus resultierende Messfehler siehe [6.1.1](#) und [Anhang A](#).

Wenn der Umgebungs-Feldstärkepegel bei Frequenzen innerhalb der festgelegten Messbereiche den (die) Grenzwert(e) überschreitet, können folgende Alternativen angewendet werden:

- a) Führe Messungen in einer kleineren Entfernung durch und extrapoliere die Ergebnisse auf die Entfernung, für die der Grenzwert festgelegt wurde. Die Extrapolationsgleichung muss der in der Produktnorm empfohlenen Gleichung entsprechen, oder ihre Richtigkeit muss durch Messungen in nicht weniger als drei verschiedenen Entfernungen nachgewiesen werden.
- b) Führe Messungen in kritischen Frequenzbändern zu Zeiten durch, wenn Rundfunksender nicht senden und die Umgebungsstörungen von industriellen Einrichtungen (Geräten) niedriger sind.
- c) Vergleiche die Amplitude der Störgröße des Prüflings auf der untersuchten Frequenz mit der Amplitude der Störgröße auf benachbarten Frequenzen in einem geschirmten Raum oder einem echofreien geschirmten Raum (Absorberraum). Die Amplitude der Störgröße des Prüflings auf der untersuchten Frequenz kann durch Messung der Amplitude der Störgröße auf der benachbarten Frequenz abgeschätzt und ein Vergleich durchgeführt werden.

ANMERKUNG Der geschirmte Raum oder der Absorberraum sollte nicht für Konformitätsprüfungen auf anderen Frequenzen des Prüflings verwendet werden, es sei denn, die Daten des Absorberraums korrelieren mit den Daten des Freifeldmessplatzes.

- d) Bei der Ausrichtung der Achse eines Freifeldmessplatzes sollten die Richtungen von starken Umgebungssignalen berücksichtigt werden, so dass die Ausrichtung der Empfangsantenne auf dem Messplatz solche Signale so weit wie möglich unterdrückt.
- e) Bei schmalbandigen Störaussendungen des Prüflings, die nahe einer hochfrequenten Umgebungsstörung auftreten, kann die Verwendung einer geringeren Bandbreite des Messgerätes nützlich sein, falls beide innerhalb der genormten Bandbreite liegen.

7.2.5.2 Anordnung des Prüflings

Die Betriebsbedingungen des Prüflings müssen festgelegt sein, z. B. die Eigenschaften der Eingangssignale, die Betriebszustände, die Anordnung der Bauteile (Komponenten), die Längen und Arten der Verbindungsleitungen usw.

Prüfungen von Systemen aus einzelnen oder mehreren Bauteilen (Komponenten) müssen die nachfolgenden zwei Bedingungen erfüllen:

- a) Das System wird in einer üblichen/typischen Weise angeordnet;
- b) das System wird so angeordnet, dass sich die Höchstwerte der Störgrößen ergeben.

Der Ausdruck „System“ bezieht sich auf die Kombination des Prüflings mit den Bauteilen (Komponenten), die mit dem Prüfling verbunden werden, und schließt alle erforderlichen Verbindungsleitungen ein.

Der Ausdruck „Anordnung“ bezieht sich auf die Ausrichtung/den Aufbau des Prüflings, der anderen Bauteile (Komponenten) des Systems, die Verbindungsleitungen und die Stromversorgungsleitungen, die das System enthält. Während aller Messungen muss das System so angeordnet werden, dass die zwei vorstehenden Bedingungen erfüllt werden, und zwar zunächst die Bedingung a) und dann die Bedingung b), innerhalb der Leitlinien, die in den folgenden Absätzen beschrieben werden.

Der Ausdruck „üblich/typisch“ wird verwendet, um die Anordnung, in welcher der Prüfling tatsächlich verwendet wird, zu beschreiben. Leitlinien für die Aufstellung einer typischen Anordnung werden im Folgenden umrissen.

Für Einrichtungen (Geräte), die als Teil eines aus mehreren Baueinheiten bestehenden Systems entwickelt werden, muss der Prüfling in einem typischen System installiert und in Übereinstimmung mit den Herstelleranweisungen angeordnet werden. Er muss außerdem in einer Weise, die für die übliche/typische Verwendung dieses Prüflings repräsentativ ist, betrieben werden. Während aller Prüfungen müssen der Prüfling und alle Bauteile (Komponenten) des Systems innerhalb der für die übliche/typische Verwendung geltenden Einschränkungen variiert werden, um den Höchstwert jeder Störgröße zu erhalten.

Schnittstellenkabel müssen mit jedem Anschluss des Prüflings verbunden werden. Die Auswirkung der Variation der Lage jedes Kabels muss untersucht werden, um die Anordnung zu ermitteln, bei der sich der Höchstwert jeder Störaussendung innerhalb der Einschränkung ergibt, die sich durch die für die tatsächliche Anwendung typische Anordnung ergibt. Die Anzahl der Veränderungen kann begrenzt werden, wenn einige wenige solcher Kabelanordnungen zu höchstmöglichen Störaussendungen über den untersuchten Frequenzbereich führen.

Schnittstellenkabel müssen von der Art und der Länge sein, die durch den Hersteller der Einrichtung (des Geräts) festgelegt werden.

Jegliche überschüssige Länge jeder Leitung ist in der ungefähren Mitte so zu bündeln, dass sich serpentinenförmige Bündel mit einer Länge von 30 cm bis 40 cm ergeben. Wenn das wegen der Größe oder Steifheit der Leitung, oder weil die Prüfung *am Aufstellungsort* durchgeführt wird, nicht praktikabel ist, ist die Behandlung der überschüssigen Leitungslänge der Entscheidung des Prüfpersonals überlassen und sollte im Prüfbericht festgehalten werden. Verschiedene Festlegungen für überschüssige Leitungslängen können in der Produktnorm gegeben werden.

Leitungen dürfen nicht unter oder auf dem Prüfling oder Baugruppen (Komponenten) des Systems angeordnet werden, es sei denn, dass angebracht ist, so zu verfahren, z. B., weil eine Leitung üblicherweise durch Kabelkanäle an der Raumdecke oder unter der Grundfläche verlegt wird. Leitungen dürfen nur in unmittelbarer Nähe zu den außenliegenden Gehäusen des Prüflings und aller Bauteile (Komponenten) des Systems angeordnet werden, wenn dies der üblichen/typischen Verwendung entspricht. Der Prüfling sollte bei verschiedenen Betriebsarten untersucht werden.

Bei einem Prüfling, der üblicherweise auf einem Tisch betrieben wird, sollte die Messung der gestrahlten Störgröße durch Anordnung des Prüflings auf einem nicht leitenden Tisch mit geeigneter Größe durchgeführt werden. Der Tisch sollte auf eine ferngesteuerte rotierende Plattform, die aus nicht leitendem Material besteht, gestellt werden. Die Oberseite der rotierenden Plattform sollte üblicherweise weniger als 0,5 m über der reflektierenden Grundfläche sein und die Höhe von Tisch und Plattform über der reflektierenden