

	DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3)	
	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	Einsprüche bis 2009-10-31 Vorgesehen als Ersatz für DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-2-3):2007-08 Entwurf 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/CIS/A/801/CDV:2008); Deutsche Fassung FprEN 55016-2-3:2008 Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements (IEC/CIS/A/801/CDV:2008); German version FprEN 55016-2-3:2008 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/CIS/A/801/CDV:2008); Version allemande FprEN 55016-2-3:2008 Anwendungswarnvermerk Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2009-08-17 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfes besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten – vorzugsweise als Datei per E-Mail an dke@vde.com in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden – oder in Papierform an die DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE, Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main. Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevante Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Gesamtumfang 95 Seiten DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE	

Beginn der Gültigkeit

Diese Norm gilt ab ...

Nationales Vorwort

Die Deutsche Fassung des europäischen Dokuments FprEN 55016-2-3:2008 „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“ (Entwurf in der Umfrage) ist unverändert in diesen Norm-Entwurf übernommen worden.

Die Internationale Elektrotechnische Kommission (IEC) und das Europäische Komitee für Elektrotechnische Normung (CENELEC) haben vereinbart, dass ein auf IEC-Ebene erarbeiteter Entwurf für eine Internationale Norm zeitgleich (parallel) bei IEC und CENELEC zur Umfrage (CDV-Stadium) und Abstimmung als FDIS (en: Final Draft International Standard) bzw. Schluss-Entwurf für eine Europäische Norm gestellt wird, um eine Beschleunigung und Straffung der Normungsarbeit zu erreichen. Dem entsprechend ist das internationale Dokument IEC/CIS/A/801/CDV:2008 „Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurements Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 2-3: Methods of measurement of disturbances and immunity – Radiated disturbance measurement“ unverändert in den Entwurf FprEN 55016-2-3:2008 übernommen worden.

Das internationale Dokument wurde vom SC A „Radio interference measurements and statistical methods“ des Internationalen Sonderausschusses für Funkstörungen (CISPR) der Internationalen Elektrotechnischen Kommission (IEC) erarbeitet.

Bei der Abstimmung zu dem Europäischen Schluss-Entwurf bei CENELEC und dem Internationalen Schluss-Entwurf bei IEC [Final Draft International Standard (FDIS)] sind jeweils nur „JA/NEIN“-Entscheidungen möglich, wobei „NEIN“-Entscheidungen fundiert begründet werden müssen. Dokumente, die bei CENELEC als Europäische Norm angenommen und ratifiziert werden, sind unverändert als Deutsche Normen zu übernehmen.

Für diesen Norm-Entwurf 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 (www.dke.de) zuständig.

Änderungen

Gegenüber DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-2-3):2007-08 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Ergänzung im Anwendungsbereich (Abschnitt 1), dass die Aspekte der Messunsicherheit in IEC/CISPR 16-4-1 und IEC/CISPR 16-4-2 beschrieben sind;
- b) Änderungen und Aktualisierungen der normativen Verweisungen im Abschnitt 2;
- c) Ergänzungen und Änderungen von Begriffen im Abschnitt 3 sowie Streichung von nicht benötigten Begriffen;
- d) Streichung von 5.2, 5.3 und 6.4.3;
- e) Ergänzung von Tabelle 2 in 7.1;
- f) Umstrukturierung der Norm: der bisherige Abschnitt 7.6 wird zu 7.2;
- g) Korrektur der Verweisung unter 7.2.3 a) (früher 7.6.3 a)) in eine Verweisung auf die IEC/CISPR 16-1-4: 2008 (Ed. 2.1) (statt auf die IEC/CISPR 16-1-2:2003);
- h) Ergänzung der neuen Abschnitte 7.2.4, 7.3.9, 7.4.4, 7.5.5, 7.6.7, 7.7.6 und 7.8.5 zur Messunsicherheit bei den einzelnen Verfahren;
- i) Einführung der elektrischen Feldstärke als Messgröße in 7.3;
- j) Streichung der Anmerkung bei 7.3.6.1 (früher 7.2.5.1);

- k) Ergänzung der Festlegungen in 7.5.3 (früher 7.2.9.3.3);
- l) Ergänzung von Festlegungen in 7.9 (früher 7.2.8);
- m) Ergänzung von Festlegungen in 7.10 (früher 7.2.10);
- n) redaktionelle Überarbeitung und teilweise Umstrukturierung der Norm (siehe die nachfolgende Gegenüberstellung).

Tabelle der Querverweisungen

Diese (dritte) Ausgabe der IEC/CISPR 16-2-3 Abschnitte	Vorhergehende (zweite) Ausgabe der IEC/CISPR 16-2-3 Abschnitte
1	1
2	2
3	3
4	4
5	5, 5.1
6	6
7	7
7.1	7.1
7.2	
7.3	7.6
7.4	7.8
7.5	7.7
7.6	
7.7	
7.8	
7.9	7.2.8
7.10	7.2.10
8	8
Anhänge	Anhänge
A	A
B	B
C	C
D	D
E	E
Bilder	Bilder
1 bis 16	1 bis 16

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	1)	–
EN 45020:2006	ISO/IEC Guide 2:2004	DIN EN 45020:2007-03	–
EN 55011:2007 + A2:2007	IEC/CISPR 11:2003 + A1:2004 + A2:2006	DIN EN 55011 (VDE 0875-11):2007-11	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 55016-1-1:2007 + A1:2007 + A2:2008	IEC/CISPR 16-1-1:2006 + A1:2006 + A2:2007	DIN EN 55016-1-1 (VDE 0876-16-1-1):2008-10	VDE 0876-16-1-1
EN 55016-1-4:2007 + A1:2008	IEC/CISPR 16-1-4:2007 + A1:2007 (IEC/CISPR 16-1-4:2008 (Ed. 2.1))	DIN EN 55016-1-4 (VDE 0876-16-1-4):2008-09	VDE 0876-16-1-4
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
–	IEC/CISPR/TR 16-3: 2003	–	–
–	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 + A1:2007	IEC/CISPR 22:2005 + A1:2005	DIN EN 55022 (VDE 0878-22):2008-05	VDE 0878-22

Tabelle NA.1 (fortgesetzt)

Europäische Norm	Internationale Norm	Deutsche Norm	Klassifikation im VDE-Vorschriftenwerk
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
EN 61000-4-20:2003 + A1:2007	IEC 61000-4-20:2003 + A1:2006	DIN EN 61000-4-20 (VDE 0847-4-20):2008-03	VDE 0847-4-20
EN 61000-4-21:2003	IEC 61000-4-21:2003	DIN EN 61000-4-21 (VDE 0847-4-21):2004-08	VDE 0847-4-21
IEC 61140:2002 + A1:2006	IEC 61140:2001 + A1:2004	DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03	VDE 0140-1
EN ISO/IEC 17000: 2004	ISO/IEC 17000:2004	DIN EN ISO/IEC 17000: 2005-03	—
¹⁾ Als Bezugsquelle dient: Internationales Elektrotechnisches Wörterbuch – Deutsche Ausgabe, im Rahmen der Datenbankanwendung DIN-TERM über den Beuth Verlag, Berlin, zu beziehen.			

Nationaler Anhang NB (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN 45020, *Normung und damit zusammenhängende Tätigkeiten – Allgemeine Begriffe*

DIN EN 55011 (VDE 0875-11):2007-11, *Industrielle, wissenschaftliche und medizinische Hochfrequenzgeräte (ISM-Geräte) – Funkstörungen – Grenzwerte und Messverfahren (IEC/CISPR 11:2003 + A1:2004, modifiziert + A2:2006); Deutsche Fassung EN 55013:2007 + A2:2007*

DIN EN 55014-1 (VDE 0875-14-1):2007-06, *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):2008-10, *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 16-1-1:2006 + A1:2006 + A2:2007); Deutsche Fassung EN 55016-1-1:2007 + A1:2007 + A2:2008*

DIN EN 55016-1-4 (VDE 0876-16-1-4):2008-09, *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 16-1-4:2007 + A1:2007); Deutsche Fassung EN 55016-1-4:2007 + A1:2008*

DIN EN 55016-2-1 (VDE 0877-16-2-1):2006-05, *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*

E DIN EN 55016-2-3 (VDE 0877-16-2-3):2009-08

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*

DIN EN 55022 (VDE 0878-22):2008-05, *Einrichtungen der Informationstechnik – Funkstöreigenschaften – Grenzwerte und Messverfahren (IEC/CISPR 22:2005, modifiziert + A1:2005); Deutsche Fassung EN 55022:2006 + A1:2007*

DIN EN 61000-4-3 (VDE 0847-4-3):2006-12, *Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 4-3: Prüf- und Messverfahren – Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen, induziert durch hochfrequente Felder (IEC 61000-4-3:2006); Deutsche Fassung EN 61000-4-3:2006*

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

DIN EN 61000-4-21 (VDE 0847-4-21), *Elektromagnetische Verträglichkeit – Teil 4-21: Prüf- und Messverfahren – Verfahren für die Prüfung in der Modenverwirbelungskammer*

DIN EN 61140 (VDE 0140-1):2007-03, *Schutz gegen elektrischen Schlag – Gemeinsame Anforderungen für Anlagen und Betriebsmittel (IEC 61140:2001 + A1:2004, modifiziert); Deutsche Fassung EN 61140:2002 + A1:2006*

DIN EN ISO/IEC 17000:2005-03, *Konformitätsbewertung – Allgemeine Begriffe (ISO/IEC 17000:2004); Dreisprachige Fassung EN ISO/IEC 17000:2004*

Deutsche Fassung

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

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	5
2 Normative Verweisungen	5
3 Begriffe	5
4 Arten der zu messenden elektromagnetischen Störgrößen	10
4.1 Arten der Störgrößen	10
4.2 Detektorfunktionen	10
5 Anschluss der Messeinrichtung	10
6 Allgemeine Messanforderungen und -bedingungen	11
6.1 Störgrößen, die nicht vom Prüfling erzeugt werden	11
6.2 Messung kontinuierlicher Störgrößen (Dauerstörgrößen)	11
6.3 Betriebsbedingungen des Prüflings	12
6.4 Interpretation der Messergebnisse	12
6.5 Messzeiten und Durchstimmgeschwindigkeiten für die Messung kontinuierlicher Störgrößen (Dauerstörgrößen)	13
7 Messung von gestrahlten Störgrößen	19
7.1 Einleitung	19
7.2 Messung mit einem Rahmenantennensystem (9 kHz bis 30 MHz)	20
7.3 Messungen auf dem Freifeldmessplatz oder in der Halbabsorberkammer (30 MHz bis 1 GHz)	22
7.4 Messungen in Räumen mit voller Absorberauskleidung (en: FAR)	27
7.5 Messverfahren für gestrahlte Störaussendungen (30 MHz bis 1 GHz) und Prüfverfahren für die Störfestigkeit gegen gestrahlte Störgrößen (80 MHz bis 1 GHz) mit gemeinsamem Mess-/ Prüfaufbau in Halbabsorber-Kammern (en: SAC)	32
7.6 Messungen in der Vollabsorberkammer und auf dem Freifeld/in der Halbabsorberkammer (en: SAC) mit Bodenabsorbern (1 GHz bis 18 GHz)	40
7.7 Messungen <i>am Aufstellungsort</i>	50
7.8 Substitutionsmessungen (30 MHz bis 18 GHz)	57
7.9 Messungen in Modenverwirbelungskammern (80 MHz bis 18 GHz)	59
7.10 Messungen in TEM-Wellenleitern (30 MHz bis 18 GHz)	59
8 Automatische Messungen von Aussendungen	59
8.1 Einleitung: Vorkehrungen für automatische Messungen	59
8.2 Grundlegendes Messverfahren	60

	Seite
8.3 Orientierender Frequenzsuchlauf.....	60
8.4 Datenreduktion.....	62
8.5 Maximierung der Aussendung und abschließende Messung.....	63
8.6 Nachbearbeitung und Darstellung der Ergebnisse.....	64
Anhang A (informativ) Messung von Störaussendungen beim Vorhandensein von Umgebungsstörungen.....	65
A.1 Allgemeines.....	65
A.2 Begriffe.....	65
A.3 Problembeschreibung.....	65
A.4 Vorgeschlagene Lösung.....	66
A.4.1 Übersicht.....	66
A.4.2 Vormessung des Prüflings in einem geschirmten Raum.....	68
A.4.3 Verfahren zur Messung von Störaussendungen des Prüflings beim Vorhandensein von schmalbandigen Umgebungsstörungen.....	69
A.4.4 Verfahren zur Messung von Störaussendungen des Prüflings beim Vorhandensein von breitbandigen Umgebungsstörungen.....	73
A.5 Bestimmung der Störaussendung des Prüflings im Fall der Überlagerung.....	75
Anhang B (informativ) Verwendung von Spektrumanalysatoren und automatisch durchstimbaren Empfängern.....	79
B.1 Einleitung.....	79
B.2 Übersteuerung.....	79
B.3 Linearitätsprüfung.....	79
B.4 Selektivität.....	79
B.5 Übliches Impulsverhalten.....	79
B.6 Signalerfassung.....	79
B.7 Frequenz-Durchstimmgeschwindigkeit.....	80
B.8 Signalerfassung.....	80
B.9 Mittelwerterfassung.....	80
B.10 Empfindlichkeit.....	80
B.11 Amplitudengenauigkeit.....	81
Anhang C (informativ) Beispiel für die Unsicherheitsbilanz.....	82
Anhang D (informativ) Durchstimmraten und Messzeiten zur Verwendung mit Mittelwertdetektoren.....	83
D.1 Allgemeines.....	83
D.1.1 Unterdrückung von impulsförmigem Rauschen.....	83
D.1.2 Unterdrückung von impulsförmigem Rauschen durch digitale Mittelwertbildung.....	84
D.2 Unterdrückung der Amplitudenmodulation.....	84
D.3 Messung von langsam intermittierenden, schwankenden oder driftenden schmalbandigen Störaussendungen.....	84
D.4 Empfohlenes Verfahren für automatische oder halbautomatische Messungen.....	86
Anhang E (informativ) Erklärung des APD-Messverfahrens.....	87

	Seite
Literaturhinweise	89
Bilder	
Bild 1 – Messung der Kombination aus einem sinusförmigen (kontinuierlichen) Signal (schmalbandig) und einem pulsförmigen Signal (breitbandig) unter Verwendung von mehrfachen Suchläufen mit Maximalwertspeicherung	16
Bild 2 – Beispiel der Analyse des Zeitverlaufs	17
Bild 3 – Mit einem schrittweise abgestimmten Empfänger gemessenes breitbandiges Spektrum.....	18
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	18
Bild 5 – Konzept (Aufbau) für Messungen des durch die magnetische Feldstärke induzierten Stroms mit dem Rahmenantennensystem (RAS)	21
Bild 6 – Konzept für Messungen der elektrischen Feldstärke auf einem Freifeldmessplatz oder in einer Halbabsorberkammer, wobei der direkte und der reflektierte Strahl, der von der Empfangsantenne empfangen wird, gezeigt wird.....	23
Bild 7 – Typischer Messaufbau im FAR, wobei a , b , c , e von den Leistungsmerkmalen des Raums abhängen	28
Bild 8 – Typischer Messaufbau für Tischgeräte im Prüfvolumen eines Raumes mit voller Absorberauskleidung (FAR).....	29
Bild 9 – Typischer Messaufbau für Standgeräte im Prüfvolumen eines Raumes mit voller Absorberauskleidung (FAR).....	30
Bild 10 – Lage der Ebenen für die Kalibrierung des gleichförmigen Feldbereichs (Draufsicht)	33
Bild 11 – Messaufbau für Tischgeräte.....	37
Bild 12 – Messaufbau für Tischgeräte – Draufsicht	38
Bild 13 – Messaufbau für auf dem Boden stehende Geräte	39
Bild 14 – Messaufbau für auf dem Boden stehende Geräte – Draufsicht.....	40
Bild 15 – Messverfahren oberhalb 1 GHz, Empfangsantenne in vertikaler Polarisierung	42
Bild 16 – Darstellung der Anforderungen zur Höhenvariation für zwei typische Arten von Prüflingen	45
Bild 17 – Bestimmung des Übergangsabstands	56
Bild 18 – Messaufbauten für das Substitutionsverfahren für a) Messung, b) Kalibrierung.....	58
Bild 19 – Vorgehensweise, um eine Verringerung der Messzeit zu erreichen	60
Bild A.1 – Flussdiagramm für die Auswahl von Bandbreiten und Detektoren und die geschätzten Messfehler für die jeweilige Auswahl.....	67
Bild A.2 – Relative Differenz der Amplituden von benachbarten Aussendungen bei vorläufigen Messungen.....	69
Bild A.3 – Unmodulierte Störaussendung (gestrichelte Kurve).....	70
Bild A.4 – Amplitudenmodulierte Störaussendung (gestrichelte Kurve)	70
Bild A.6 – Anzeige eines pulsmodulierten Signals (Impulsdauer 50 μ s) als Funktion der Pulsfrequenz mit Spitzenwert-, Quasispitzenwert- und Mittelwertdetektoren	72
Bild A.7 – Breitbandige Störaussendung (gestrichelte Kurve)	72
Bild A.8 – Unmodulierte Störaussendung des Prüflings (gestrichelte Kurve).....	73
Bild A.9 – Amplitudenmodulierte Störaussendung des Prüflings (gestrichelte Kurve)	74
Bild A.10 – Erhöhung des Spitzenwertes durch Überlagerung von zwei unmodulierten Signalen.....	75

Bild A.11 – Bestimmung der Amplitude des Störsignals mit Hilfe des Amplitudenverhältnisses d und des Faktors i [siehe Gleichung (A.3) und Gleichung A.6)]	76
Bild A.12 – Erhöhung der Mittelwertanzeige bei der Messung mit einem realen Empfänger und Berechnung aus Gleichung (A.8)	77
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	85
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	85
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	86
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	86
Bild E.1 – Beispiel des APD-Messverfahrens 1 für schwankende Störaussendungen	87
Bild E.2 – Beispiel des APD-Messverfahrens 2 für schwankende Störaussendungen	88
Tabellen	
Tabelle 1 – Mindestsuchlaufzeiten für die drei CISPR-Bänder für die Messung mit Spitzenwert- und Quasispitzenwertdetektoren	13
Tabelle 2 – Anwendbare Frequenzbereiche und Querbezüge zu Abschnitten in diesem und anderen Dokumenten für CISPR-Strahlungsmessplätze und Messverfahren	19
Tabelle 3 – Mindestmaße von w ($w_{\min}$)	44
Tabelle 4 – Beispielhafte Werte von w für drei Arten von Antennen	45
Tabelle 5 – Korrekturfaktor für horizontale Polarisation in Abhängigkeit von der Frequenz	55
Tabelle 6 – Empfohlene Antennenhöhen zur Sicherstellung der Signalerfassung (für vorausgehende Messungen) im Frequenzbereich 30 MHz bis 1 000 MHz	62
Tabelle A.1 – Kombinationen von Störaussendungen des Prüflings und Aussendungen aus der Umgebung	66
Tabelle A.2 – Messfehler in Abhängigkeit von der Art des Detektors und der Kombination aus Umgebungs- und Störsignalspektren	78
Tabelle C.1 – Unsicherheitsbilanz für Aussendungsmessungen in einer 3-m-Vollabsorberkammer	82
Tabelle D.1 – Impuls-Unterdrückungsfaktoren und Durchstimmraten für eine Videobandbreite von 100 Hz	83
Tabelle D.2 – Zeitkonstante des Messgeräts und zugehörige Videobandbreiten sowie maximale Durchstimmraten	84

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. Aspekte der Messunsicherheit sind in IEC/CISPR 16-4-1 und IEC/CISPR 16-4-2 beschrieben.

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 11:2004, *Industrial, scientific and medical (ISM) radio-frequency 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 16-1-1:2007, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 1-1: Radio disturbance and immunity measuring apparatus – Measuring apparatus*

IEC/CISPR 16-1-4:2008 (Ed. 2.1), *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 16-3:2003, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 3: CISPR technical reports*

IEC/CISPR 16-4-1, *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, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-2: Uncertainties, statistics and limit modelling – Uncertainties in EMC measurements*

IEC/CISPR 16-4-5, *Specification for radio disturbance and immunity measuring apparatus and methods – Part 4-5: Uncertainties, statistics and limit modelling – Conditions for the use of alternative test methods*

IEC/CISPR 22:2006, *Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement*

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

IEC 61000-4-21, *Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-21: Testing and measurement techniques – Reverberation chamber test methods*

3 Begriffe

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

3.1

Freifeld mit Absorberauskleidung/Halbabsorberkammer

Freifeld oder Halbabsorberkammer mit Grundfläche, die teilweise mit HF-Energie absorbierendem Material ausgestattet ist

3.2

Zusatz-/Hilfseinrichtung

Gerät, das für den Betrieb des Prüflings benötigt wird oder angeschlossen werden muss, damit bestimmte Zertifizierungsanforderungen erfüllt werden

3.3

Antennenstrahl

Hauptkeule des Antennendiagramms (Gewinndiagramms) der Empfangsantenne (üblicherweise die Richtung der höchsten Empfindlichkeit oder des kleinsten Antennenfaktors), die zum Prüfling hin gerichtet wird

3.4

Strahlungsbreite der Antenne

Winkel zwischen den Punkten halber Leistung (3 dB) der Hauptkeule des Antennenstrahlungsdiagramms, wenn auf die höchste Leistung der Hauptkeule Bezug genommen wird. Die Strahlungsbreite kann für die horizontale oder vertikale Ebene ausgedrückt werden.

ANMERKUNG Die Strahlungsbreite der Antenne wird in Grad ausgedrückt.

3.5

Hilfsgerät

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

3.6

zugehöriges Gerät

Gerät, das zum Betreiben des Prüflings benötigt wird (z. B. ein Gerät, das ein Telekommunikationsnetz nachbildet). Das zugehörige Gerät kann physikalisch außerhalb der Prüfumgebung angeordnet sein.

3.7

Grundnorm

Norm, die ein weitreichendes Anwendungsgebiet hat oder allgemeine Festlegungen für ein bestimmtes Gebiet enthält

ANMERKUNG Eine Grundnorm kann als Norm zur direkten Anwendung oder als Basis für andere Normen dienen.

[ISO/IEC Guide 2:2004, Begriff 5.1]

3.8

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

3.9

Vorrichtung zur Absorption von Gleichtakt-Störgrößen

CMAD

Vorrichtung, die auf den Kabeln, die aus dem Prüfvolumen herausführen, angebracht werden kann, um die Konformitätsunsicherheit bei Messungen gestrahlter Störaussendungen zu verringern

[IEC/CISPR 16-1-4]

3.10

Konformitätsbewertung?

Nachweis, dass bestimmte auf ein Produkt, einen Vorgang, ein System, eine Person oder eine Körperschaft bezogene Anforderungen erfüllt sind

ANMERKUNG Der Gegenstand der Konformitätsbewertung schließt Aktivitäten, die irgendwo in der ISO/IEC 17000:2004 definiert sind, wie z. B. Prüfung, Inaugenscheinnahme und Zertifizierung, sowie die Akkreditierung von Konformitätsbewertungsstellen ein.

[ISO/IEC 17000:2004, 2.1 (modifiziert)]

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]

3.12

(elektromagnetische) Aussendung

Erscheinung, bei der elektromagnetische Energie aus einer Quelle austritt

[IEV 161-01-08]

3.13

Aussendungsgrenzwert (für eine Störgröße)

festgelegter größter Aussendungspegel einer elektromagnetischen Störgröße

[IEV 161-03-12]

3.14

Prüfling **en: EUT**

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

3.15

Vollabsorberkammer

für Messungen von elektromagnetischen Feldern verwendete Einrichtung, wobei die Absicht darin besteht, eine Freiraumumgebung über einen festgelegten Frequenzbereich nachzubilden, die sowohl für Messungen der gestrahlten Störaussendung von Produkten als auch für Prüfungen der Störfestigkeit von Produkten gegen gestrahlte Störaussendungen verwendet werden kann. Die Einrichtung besteht im Allgemeinen aus einem elektromagnetisch geschirmten Gehäuse, in dem die Oberflächen der Innenwände, des Boden und der Decke mit elektromagnetische Energie absorbierendem Material bedeckt sind.

3.16

(großes) Rahmenantennensystem

(en: LAS)

(en: LLA)

Antennensystem, das aus drei senkrecht ausgerichteten Rahmenantennen besteht, die zur Messung der drei aufeinander senkrecht stehenden magnetischen Dipolmomente eines Prüflings, der im Mittelpunkt der drei Rahmen angeordnet ist, verwendet werden

3.17

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;

- 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

3.18

Messempfänger

Empfänger zur Messung von Störgrößen mit verschiedenen Detektoren

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

3.19

Beobachtungszeit

T_o

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

3.20

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 $T_{tot} = c \times n \times T_m$.

3.21

Freifeld

en: OATS

für Messungen von elektromagnetischen Feldern verwendete Einrichtung, wobei die Absicht darin besteht, eine Semi-Freiraumumgebung über einen festgelegten Frequenzbereich nachzubilden, die für Messungen der gestrahlten Störaussendung von Produkten verwendet werden kann. Ein Freifeld ist typischerweise in einem offenen Bereich außerhalb von Gebäuden gelegen und besitzt eine elektrisch leitfähige Grundfläche.

3.22

Produktnorm

Norm, die Anforderungen festlegt, die von einem Produkt oder einer Gruppe von Produkten erfüllt werden müssen, um deren Gebrauchstauglichkeit sicherzustellen

ANMERKUNG 1 Eine Produktnorm darf, zusätzlich zu den Gebrauchstauglichkeitsanforderungen, direkt oder durch Bezugnahme, auch andere Aspekte umfassen, wie etwa Terminologie, Probenentnahme, Prüfung, Verpackung, Etikettierung und, fallweise, auch Anforderungen an die (Herstellungs-)Prozesse.

ANMERKUNG 2 Eine Produktnorm kann entweder vollständig und umfassend sein oder nicht, je nachdem, ob sie alle oder nur einen Teil der notwendigen Anforderungen festlegt. In dieser Hinsicht kann man zwischen Abmessungsnormen, Werkstoffnormen und Liefernormen (Normen mit technischen Lieferbedingungen) unterscheiden.

[ISO/IEC Guide 2:2004, Begriff 5.4]

3.23

Halbabsorberkammer

für Messungen von elektromagnetischen Feldern verwendete Einrichtung, wobei die Absicht darin besteht, eine Semi-Freiraumumgebung über einen festgelegten Frequenzbereich nachzubilden, die sowohl für Messungen der gestrahlten Störaussendung von Produkten als auch für Prüfungen der Störfestigkeit von Produkten gegen gestrahlte Störaussendungen verwendet werden kann. Die Einrichtung besteht im Allgemeinen aus einem elektromagnetisch geschirmten Gehäuse, in dem die Oberflächen der Innenwände und der Decke mit elektromagnetische Energie absorbierendem Material bedeckt sind, während der Boden unbedeckt ist und als metallische (elektrisch leitfähige) Grundfläche verwendet wird.

3.24

Suchlauf

kontinuierliche oder schrittweise Frequenzänderung über einen gegebenen Frequenzbereich

3.25

Bereich Spanne

Δf

Differenz zwischen der Anfangs- und Endfrequenz eines Suchlaufs

3.26

Wobblung

kontinuierliche Frequenzänderung über einen gegebenen Frequenzbereich

3.27

Durchstimmgeschwindigkeit

Frequenzbereich, dividiert durch die Suchlaufzeit

3.28

Suchlaufzeit

Durchstimmzeit

T_s

Zeit für den Suchlauf von der Anfangs- zur Endfrequenz

3.29

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

n_s

Umkehrwert der Summe aus Suchlaufzeit + Rücklaufzeit, d. h., $1/(\text{Suchlaufzeit} + \text{Rücklaufzeit})$

3.30

Prüfanordnung

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 gemessen.

3.31

Bewertung (Quasispitzenwert-Detektion)

Wiederholraten-abhängige Umwandlung der mit dem Spitzenwertdetektor gemessenen Spannungen von aufeinanderfolgenden Impulsen in eine Anzeige, die dem psychophysikalischen¹⁾ Störeindruck von Impulsstörgrößen (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).

¹⁾ Psychophysikalisch meint die Beziehung zwischen einem physikalischen Anregung und einer sensorischen Antwort.

4 Arten der zu messenden elektromagnetischen 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 psychophysikalischen¹⁾ 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:

- 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;
- 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;
- 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 den Punkten 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:

- einem Mittelwertdetektor, der im Allgemeinen zur Messung von Schmalbandstörgrößen und -signalen benutzt wird, insbesondere zur Unterscheidung zwischen Schmalband- und Breitbandstörgrößen;
- einem Quasispitzenwertdetektor, der zur gewichteten Messung von Breitbandstörgrößen zur Ermittlung des subjektiven Störempfindens eines Rundfunkhörers benutzt wird, der aber auch zur Messung von Schmalbandstörgrößen verwendbar ist;
- 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

- Den Anschluss von Messeinrichtungen, Messempfänger und Hilfsgeräten wie z. B. Antennen betreffend: Die Verbindungsleitung zwischen dem Messempfänger und dem Hilfsgerät muss geschirmt sein und ihr Wellenwiderstand muss an die Eingangsimpedanz des Messempfängers angepasst sein.
- Der Ausgang des Hilfsgeräts muss mit der vorbeschriebenen Impedanz abgeschlossen sein.

¹⁾ Psychophysikalisch meint die Beziehung zwischen einer physikalischen Anregung und einer sensorischen Antwort.

6 Allgemeine Messanforderungen und -bedingungen

Funkstörmessungen müssen:

- reproduzierbar, d. h. unabhängig vom Messort und den Umgebungsbedingungen, insbesondere dem Umgebungsrauschen sein;
- 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:

- a) Vorhandensein eines genügend großen Signal/Rausch-Abstands für den gewünschten Messpegel, z. B. für den Pegel des betreffenden Grenzwertes der Störaussendung;
- b) Verwendung eines festgelegten Messaufbaus, festgelegter Abschlüsse und Betriebsbedingungen des Prüflings;
- c) Sicherstellung einer ausreichend hohen Impedanz des Tastkopfes am Messpunkt bei Spannungsmessungen mit einem Tastkopf;
- d) 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. Wenn der Rauschpegel den zur Messung erforderlichen Signalpegel überschreitet, muss dies im Prüfbericht festgehalten werden.

6.1.1 Konformitäts(bewertungs)prüfung

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 11:2004 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 vom Hersteller erstellten 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 praxisgerechten 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 14-1:2005).
- 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.

6.5 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 berücksichtigt 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 im Anhang B 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 im Anhang D angegeben.

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 Videobandbreite 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:

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

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.

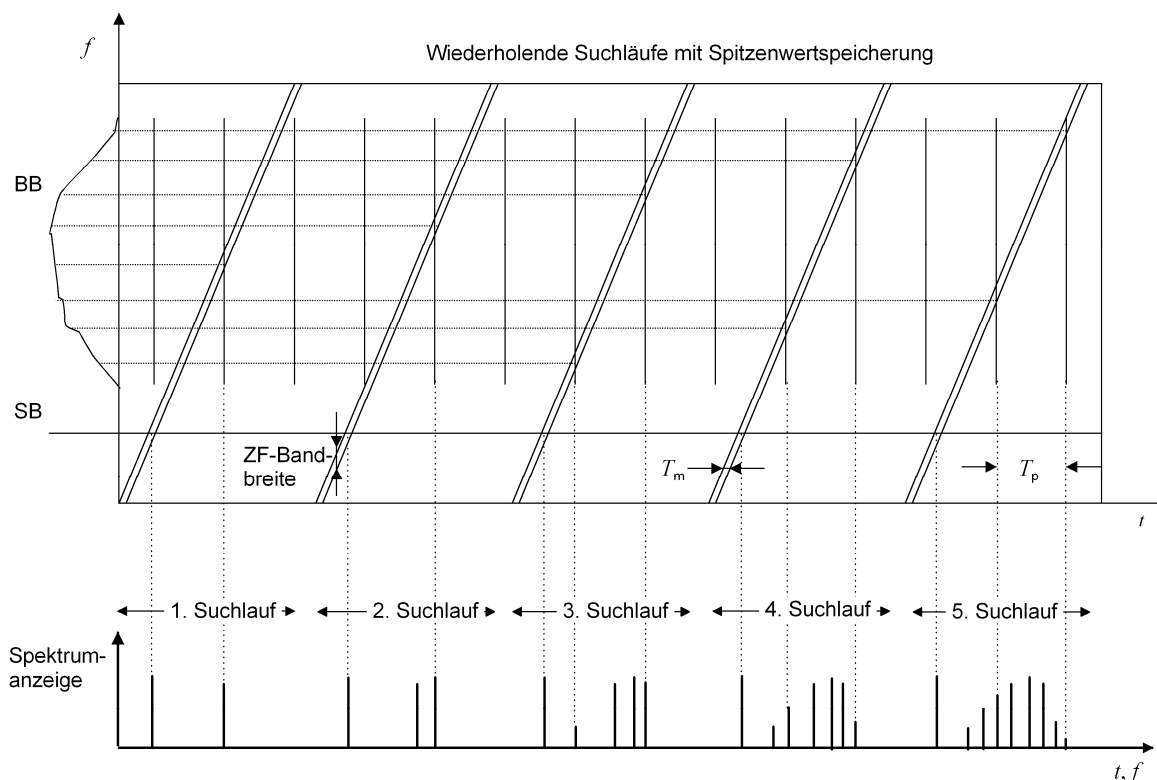
Bei der Messung von ausschließlich breitbandigen Aussendungen kann die Frequenzschrittweite erhöht werden. In diesem Fall besteht das Ziel der Messung nur darin, die Höchstwerte des Aussendungsspektrums zu finden.

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.

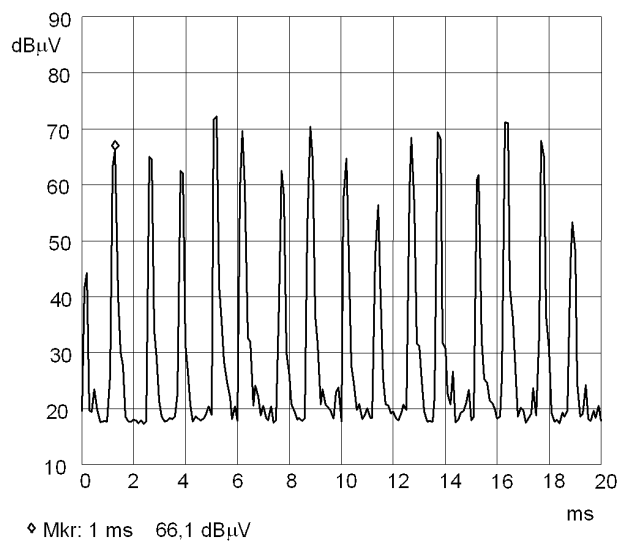


T_p ist die Pulsperiode. In der Darstellung des Spektrums über der Zeit (unterer Teil des Bildes) erscheint bei jeder senkrechten Linie ein Impuls.

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.

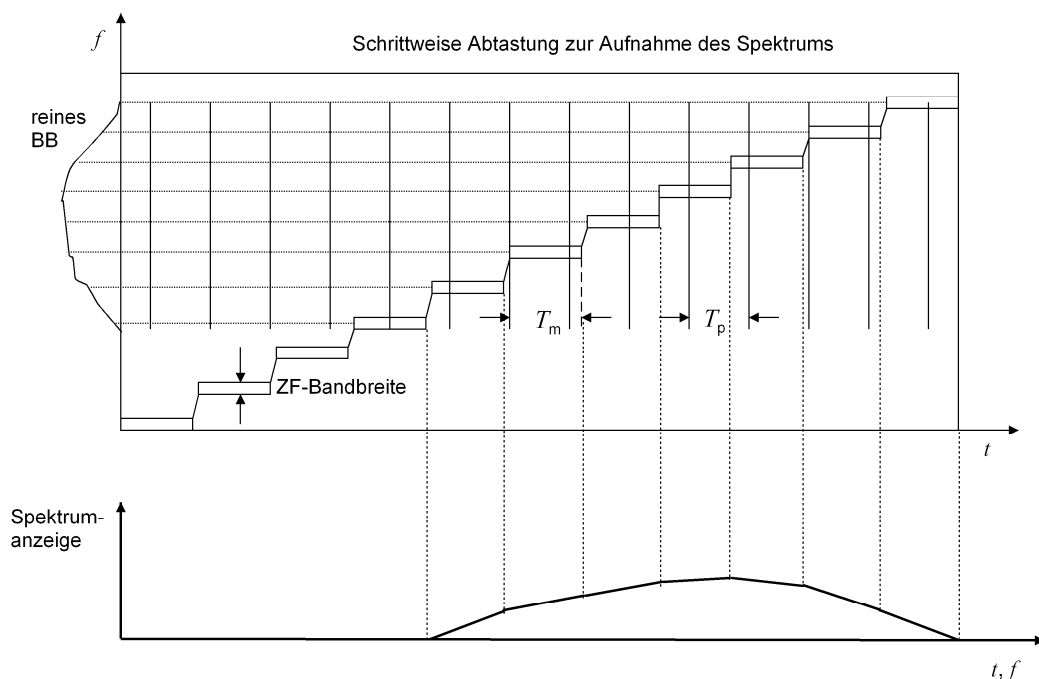


ANMERKUNG Störaussendung eines Gleichstrom-Kollektormotors: Aufgrund der Anzahl der Kollektorsegmente ist die Pulsfrequenz hoch (ungefähr 800 Hz) und die Impulsamplitude schwankt beträchtlich. Daher ist in diesem Beispiel die empfohlene Messzeit (Verweilzeit) bei Verwendung eines Spitzenwertdetektors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

Bild 2 – Beispiel der Analyse des Zeitverlaufs

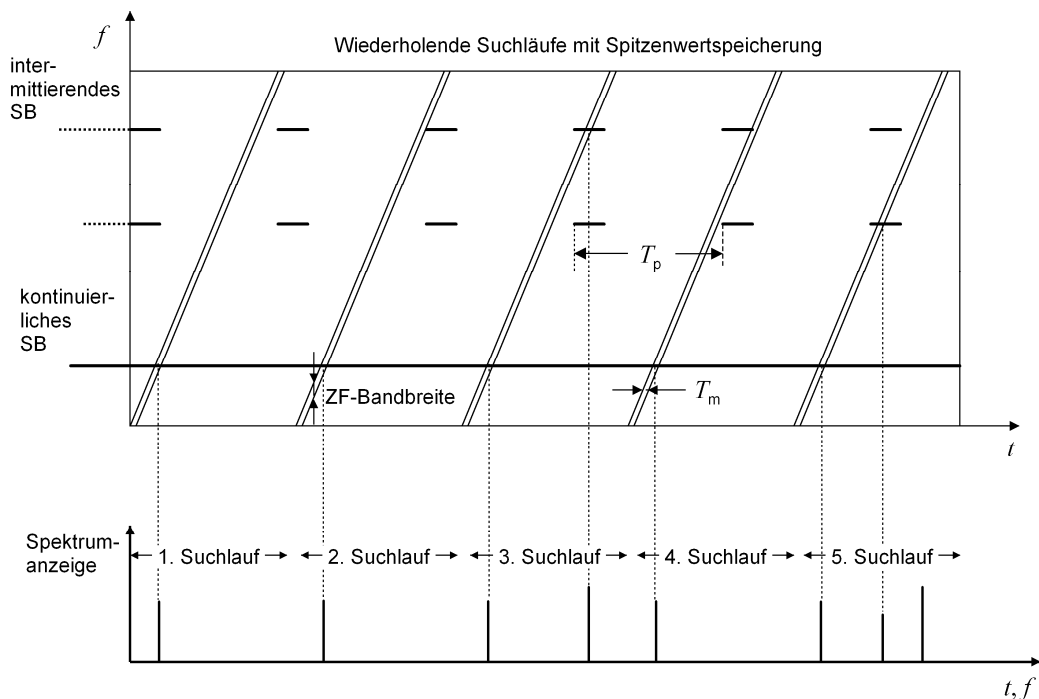
Aus einer solchen Analyse des Zeitverlaufs können Impulsdauer und Pulsfrequenzen bestimmt und die Durchstimmgeschwindigkeiten oder Verweilzeiten können unter Berücksichtigung des Nachfolgenden ausgewählt werden:

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



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

Bild 3 – Mit einem schrittweise abgestimmten Empfänger gemessenes breitbandiges Spektrum



ANMERKUNG 1 Die Anzahl der erforderlichen Suchläufe oder die Suchlaufzeit muss in Abhängigkeit von der Impulsdauer und der Pulsperiode gegebenenfalls erhöht werden.

ANMERKUNG 2 Bei dem vorstehenden Beispiel sind fünf Suchläufe erforderlich, um alle Spektralanteile zu erfassen.

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

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. Tabelle 2 stellt eine Liste von CISPR-Strahlungsprüfplätzen und die zugehörigen Querverbindungen zu Abschnitten in diesem oder anderen Dokumenten zusammen.

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: LAS) 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).

Tabelle 2 – Anwendbare Frequenzbereiche und Querbezüge zu Abschnitten in diesem und anderen Dokumenten für CISPR-Strahlungsmessplätze und Messverfahren

Messplatz/Verfahren	9 kHz bis 30 MHz	30 MHz bis 1 000 MHz	1 GHz bis 18 GHz
im Freien befindlicher Messplatz	i. B.	7.3.8	n. a.
Rahmenantennensystem	7.2	n. a.	n. a.
Freifeld oder Halbabsorberkammer	n. a.	7.3	n. a.
Vollabsorberkammer	n. a.	7.4, IEC 61000-4-22 ^{N1)}	7.5, IEC 61000-4-22 ^{N1)}
gewöhnlicher RE/RI	n. a.	7.6 (RI-Start 80 MHz)	n. a.
mit Absorbern ausgestattetes Freifeld	n. a.	n. a.	7.5
am Aufstell- und Betriebsort	7.7.2	7.7.3, 7.7.4.2	7.7.3, 7.7.4.3
Substitution	n. a.	7.8	7.8
Modenverwirbelungskammer	n. a.	7.4, IEC 61000-4-21 (Beginn bei 80 MHz)	7.9, IEC 61000-4-21
TEM-Wellenleiter	IEC 61000-4-20	7.10, IEC 61000-4-20	7.10, IEC 61000-4-20
n. a. = nicht anwendbar, i. B. = zu definieren bzw. in Beratung.			

^{N1)} Nationale Fußnote: in Beratung.

7.2 Messung mit einem Rahmenantennensystem (9 kHz bis 30 MHz)

Das in diesem Abschnitt betrachtete Rahmenantennensystem ist für Messungen innerhalb von Gebäuden der von einem einzelnen Prüfling im Frequenzbereich 9 kHz bis 30 MHz abgestrahlten magnetischen Feldstärke geeignet. Die magnetische Feldstärke wird in Gestalt des Stroms, der durch das vom Prüfling abgestrahlte magnetische Störfeld in dem Rahmenantennensystem induziert wird, gemessen. Die Eignung des Rahmenantennensystems muss regelmäßig unter Verwendung des in C.4 der IEC/CISPR 16-1-4:2008 (Ed. 2.1) beschriebenen Verfahrens geprüft werden. Dieser Anhang enthält auch eine vollständige Beschreibung des Rahmenantennensystems und stellt eine Beziehung zwischen den Messergebnissen, die durch ein Rahmenantennensystem erzielt werden, und denjenigen, die – wie in diesem Abschnitt beschrieben – erzielt werden, her.

7.2.1 Allgemeines Messverfahren

Bild 5 zeigt das allgemeine Konzept (den Aufbau) für Messungen mit dem Rahmenantennensystem. Der Prüfling wird im Mittelpunkt des Rahmenantennensystems angeordnet. Der durch das Magnetfeld des Prüflings in jede der drei großen Rahmenantennen des Rahmenantennensystems induzierte Strom wird durch Verbinden der Stromzange der großen Rahmenantenne mit einem Messempfänger (oder Gleichwertigem) gemessen. Während der Messungen verbleibt der Prüfling in einer festen Lage.

Die Ströme in den drei großen Rahmenantennen, die von den drei aufeinander senkrecht stehenden Komponenten des Magnetfeldes herrühren, werden nacheinander gemessen. Jeder gemessene Strompegel muss den in der Produktnorm festgelegten, in dB(μ A) angegebenen Aussendungsgrenzwert einhalten. Der Aussendungsgrenzwert gilt für ein Rahmenantennensystem, das große Rahmenantennen mit dem genormten Durchmesser 2 m besitzt.

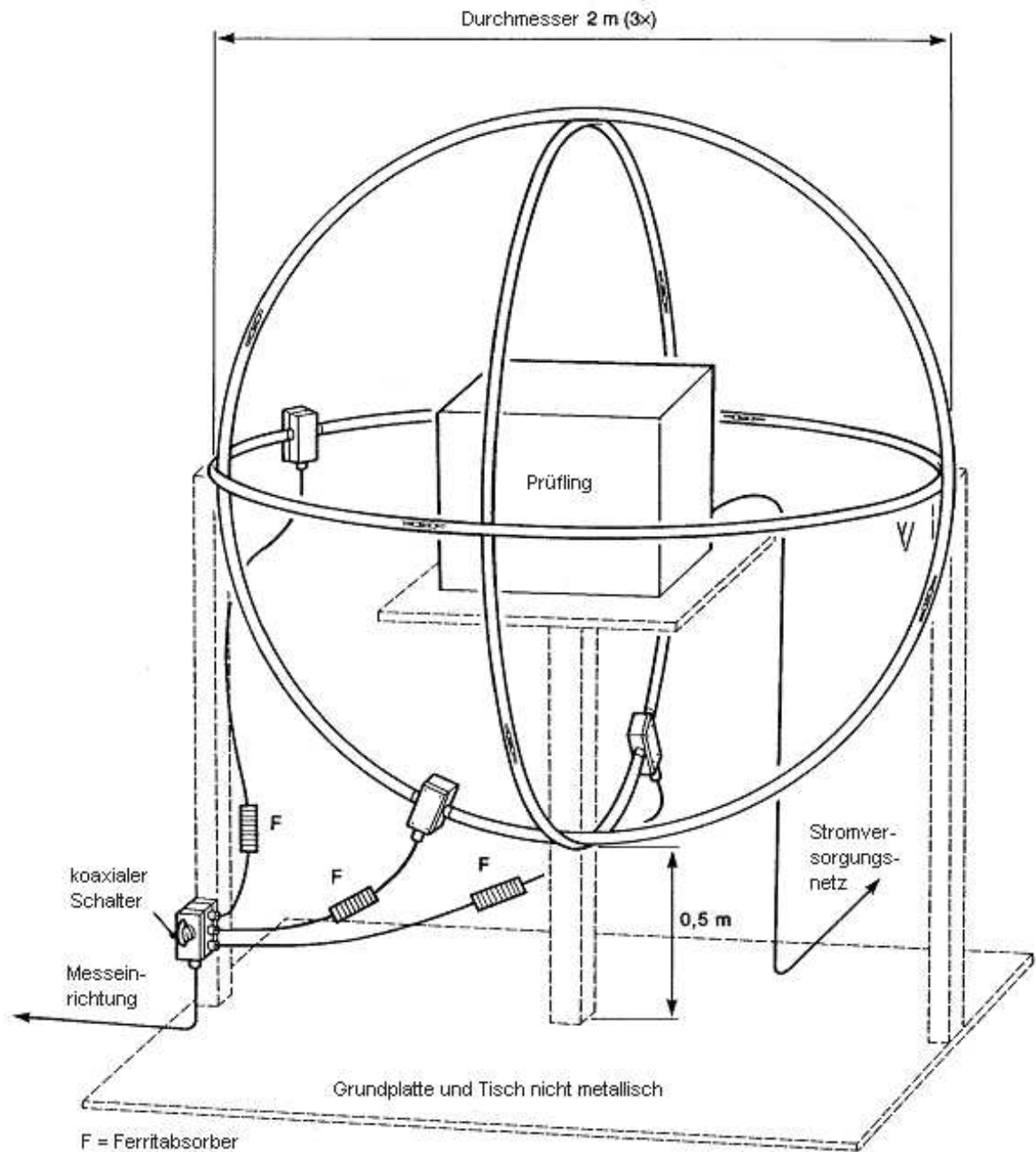


Bild 5 – Konzept (Aufbau) für Messungen des durch die magnetische Feldstärke induzierten Stroms mit dem Rahmenantennensystem (RAS)

7.2.2 Prüfumgebung

Die Entfernung zwischen dem äußeren Umfang des Rahmenantennensystems und nahe gelegenen Gegenständen wie z. B. Boden und Wände muss mindestens 0,5 m betragen. Die in dem Rahmenantennensystem durch ein hochfrequentes Umgebungsfeld induzierten Ströme müssen in Übereinstimmung mit 4.6 von IEC/CISPR 16-1-4:2008 (Ed. 2.1) beurteilt werden.

7.2.3 Anordnung des Prüflings

Um unerwünschte kapazitive Kopplung zwischen dem Prüfling und dem Rahmenantennensystem zu vermeiden, müssen die größten Abmessungen des Prüflings einen Abstand von wenigstens 0,20 m zwischen dem Prüfling und den Rahmenantennen des großen Rahmenantennensystems mit dem genormten Durchmesser 2 m erlauben.

Die Anordnung der Stromversorgungsleitung muss optimiert werden, um eine größtmögliche Strominduktion zu erreichen. Im Allgemeinen ist diese Anordnung nicht kritisch, wenn der Prüfling den Grenzwert der leitungsgeführten Störaussendung einhält.

Bei einem großen Prüfling darf der Durchmesser der Rahmenantennen des Rahmenantennensystems auf bis zu 4 m vergrößert werden. In diesem Fall müssen

- a) die gemessenen Stromwerte in Übereinstimmung mit C.6 von IEC/CISPR 16-1-4:2008 (Ed. 2.1) korrigiert werden und
- b) die größten Abmessungen des Prüflings einen Abstand von wenigstens $0,1 \times D$ m zwischen dem Prüfling und den großen Rahmenantennen erlauben, wobei D der Durchmesser des nicht genormten Rahmens ist.

7.2.4 Messunsicherheit beim Rahmenantennensystem

Allgemeine und grundlegende Betrachtungen über Unsicherheiten bei Aussendungsmessungen sind in IEC/CISPR 16-4-1 enthalten.

7.3 Messungen auf dem Freifeldmessplatz oder in der Halbabsorberkammer (30 MHz bis 1 GHz)

7.3.1 Messgröße

Die zu messende Größe ist die vom Prüfling ausgesendete maximale elektrische Feldstärke als Funktion der horizontalen und vertikalen Polarisation und in Höhen von 1 m und 4 m und in einer horizontalen Entfernung von 10 m vom Prüfling, wobei der Prüfling in der Horizontalen über alle Winkel gedreht werden muss. Diese Größe muss mit folgenden Vorkehrungen gemessen werden:

- a) Der interessierende Frequenzbereich beträgt 30 MHz bis 1 000 MHz.
- b) Die Messgröße muss in Einheiten der Feldstärke ausgedrückt werden, die mit den Einheiten korrespondieren, die bei der Angabe der Grenzwerte für diese Größe verwendet werden.
- c) Die Messung muss in der Halbabsorberkammer/auf dem Freifeld durchgeführt werden und es muss ein Tisch für den Prüfling verwendet werden, wobei die zutreffenden IEC/CISPR-Festlegungen für den Eignungsnachweis eingehalten werden müssen.
- d) Es muss ein Funkstörmessempfänger verwendet werden, der mit der IEC/CISPR 16-1-1 übereinstimmt.
- e) Die Verwendung von alternativen Messentfernungen, wie z. B. 3 m oder 30 m anstelle von 10 m, muss als alternatives Messverfahren betrachtet werden.
- f) Die Messentfernung wird von der Begrenzung des Prüflings bis zum Bezugspunkt der Antenne auf der Grundfläche gemessen.
- g) Der Prüfling wird in Übereinstimmung mit den Festlegungen von IEC/CISPR angeordnet und betrieben.
- h) Es müssen Freiraum-Antennenfaktoren verwendet werden.

Die Messgröße E wird aus dem maximalen Ablesewert der Spannung U_A unter Verwendung des Freiraum-Antennenfaktors abgeleitet:

$$E = U_A + L_C + F_A \quad (4)$$

Dabei ist

- E die Feldstärke in dB(μ V/m) entsprechend der Beschreibung der Messgröße;
- U_A die maximale empfangene Spannung in dB(μ V) unter Verwendung des Verfahrens entsprechend der Beschreibung der Messgröße;
- L_c der Verlust des Messkabels zwischen der Antenne und dem Messempfänger in dB;
- F_A der Freiraum-Antennenfaktor³⁾ der Empfangsantenne in dB(m⁻¹).

7.3.2 Anforderungen an den Messplatz

Der Messplatz muss in Bezug auf seine physikalischen und elektrischen Eigenschaften und seine Eignung die zutreffenden Festlegungen der IEC/CISPR 16-1-4 einhalten.

7.3.3 Allgemeines Messverfahren

Bild 6 zeigt das auf einem Freifeldmessplatz oder in einer Halbabsorberkammer umgesetzte Messkonzept, wobei der direkte und der vom Boden reflektierte Strahl von der Empfangsantenne empfangen werden.

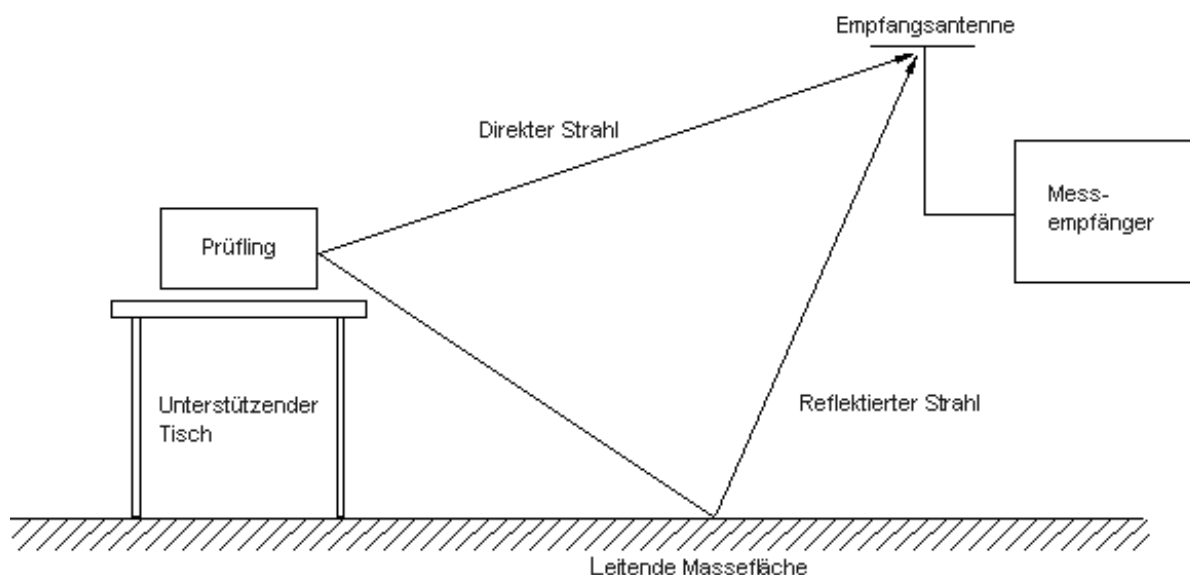


Bild 6 – Konzept für Messungen der elektrischen Feldstärke auf einem Freifeldmessplatz oder in einer Halbabsorberkammer, wobei der direkte und der reflektierte Strahl, der von der Empfangsantenne empfangen wird, gezeigt wird

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.

³⁾ Freiraum-Antennenfaktoren werden als Auszeichnungsfigur einer Antenne verwendet. Es sollte beachtet werden, dass die Feldstärke über einer Grundfläche und nicht in einer Freiraumumgebung gemessen wird.